

ISSN 0175-3495

Abhandlungen  
aus dem  
Westfälischen Museum  
für Naturkunde

48. Jahrgang · 1986 · Heft 2/3

Herausgeber

Westfälisches Museum für Naturkunde

Landschaftsverband Westfalen-Lippe

Münster 1986

## Hinweise für Autoren

In der Zeitschrift **Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde** werden naturwissenschaftliche Beiträge veröffentlicht, die den Raum Westfalen betreffen.

Druckfertige Manuskripte sind an die Schriftleitung zu senden.

### Aufbau und Form des Manuskriptes

1. Das Manuskript soll folgenden Aufbau haben: Überschrift, darunter Name (ausgeschrieben) und Wohnort des Autors, Inhaltsverzeichnis, kurze Zusammenfassung in deutscher Sprache, klar gegliederter Hauptteil, Literaturverzeichnis (Autoren alphabetisch geordnet), Anschrift des Verfassers.
2. Manuskriptblätter einseitig und weitzeilig in Maschinenschrift.
3. Die Literaturzitate sollen enthalten: AUTOR, Erscheinungsjahr, Titel der Arbeit, Name der Zeitschrift in den üblichen Kürzeln, Band, Seiten; bei Büchern sind Verlag und Erscheinungsort anzugeben.

#### Beispiele:

KRAMER, H. (1962): Zum Vorkommen des Fischreihers in der Bundesrepublik Deutschland. - J. Orn. **103**: 401-417.

RUNGE, F. (1982): Die Naturschutzgebiete Westfalens und des früheren Regierungsbezirks Osnabrück. 4. Aufl. - Aschendorff, Münster. Bei mehreren Autoren sind die Namen wie folgt zu nennen:

MEYER, H., A. HUBER & F. BAUER (1984): . . .

4. Schrifttypen im Text:

einfach unterstrichen = **Fettdruck**

unterstrichelt oder *g e s p e r r t* = **S p e r r d r u c k**

wissenschaftliche Art- und Gattungsnamen sowie Namen von Pflanzengesellschaften unterschlängeln = *Kursivdruck*

Autorennamen in **GROSSBUCHSTABEN**

Abschnitte, die in Kleindruck gebracht werden können, an linken Rand mit „petit“ kennzeichnen.

### Abbildungsvorlagen

5. Die Abbildungsvorlagen (Fotos, Zeichnungen, grafische Darstellungen) müssen bei Verkleinerung auf Satzspiegelgröße (12,6 x 19,7 cm) gut lesbar sein. Größere Abbildungen (z.B. Vegetationskarten) können nur in Ausnahmefällen nach Rücksprache mit der Schriftleitung gedruckt werden.
6. Fotos sind in schwarzweißen Hochglanzabzügen vorzulegen.
7. Die Beschriftung der Abbildungsvorlagen muß in Anreibebuchstaben auf dem Original oder sonst auf einem transparenten Deckblatt erfolgen.
8. Die Unterschriften zu den Abbildungen sind nach Nummern geordnet (Abb. 1, Abb. 2 . . .) auf einem separaten Blatt beizufügen.

### Korrekturen

9. Korrekturfahnen werden dem Autor einmalig zugestellt. Korrekturen gegen das Manuskript gehen auf Rechnung des Autors.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren allein verantwortlich.

Jeder Autor erhält 50 Sonderdrucke seiner Arbeit kostenlos. Weitere Exemplare können nach Vereinbarung mit der Schriftleitung zum Selbstkostenpreis bezogen werden.

Schriftleitung: Dr. Brunhild Gries  
Westfälisches Museum für Naturkunde  
Sentruper Straße 285

4400 Münster

Abhandlungen  
aus dem  
Westfälischen Museum  
für Naturkunde

48. Jahrgang · 1986 · Heft 2/3

Herausgeber  
Westfälisches Museum für Naturkunde  
Landschaftsverband Westfalen-Lippe  
Münster 1986

ISSN 0175-3495

© 1986 Landschaftsverband Westfalen-Lippe (LWL)

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des LWL reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

# Inhalt

Pott, R.: Geobotanische Forschungen von ERNST BURRICHTER und seinen Schülern als Grundlage für vegetationsgeschichtliche, pflanzensoziologisch-systematische und umweltbezogene Arbeiten. ....	7
--	---

## I. Vegetationskundlich-pflanzensoziologische Themen

Schwabe A. & A. Kratochwil: Zur Verbreitung und Individualgeschichte von Weidbuchen im Schwarzwald .....	21
Wilmanns, O. & A. Bogenrieder: Veränderungen der Buchenwälder des Kaiserstuhls im Laufe von vier Jahrzehnten und ihre Interpretation - pflanzensoziologische Tabellen als Dokumente .....	55
Schreiber, K.-F.: Sukzessionsstudien an Grünlandbrachen im Hochschwarzwald. .	81
Zoller, H., Ch. Wagner & V. Frey: Nutzungsbedingte Veränderungen in <i>Mesobromion</i> -Halbtrockenrasen in der Region Basel - Vergleich 1950-1980 .....	93
Dierschke, H.: Die Vegetation des Großen Leinebusches bei Göttingen. Ein seltenes Beispiel bodenfeuchter Laubmischwälder auf Muschelkalk .....	109
Glavac, V.: Strukturaufbau und Umweltbedingungen der nordhessischen Lindenbergulmen-Hangschuttwälder ( <i>Tilio-Ulmetum glabrae</i> ) am Beispiel des Baunsberges bei Kassel. ....	129
Müller, Th.: <i>Prunus mahaleb</i> -Gebüsche. ....	143
Lohmeyer, W.: Der Besenginster ( <i>Sarothamnus scoparius</i> ) als bodenständiges Strauchgehölz in einigen natürlichen Pflanzengesellschaften der Eifel .....	157
Passarge, H.: Auengebüschgesellschaften im osterzynischen Bergland .....	175
Weber, H. E.: Rote Liste der Brombeeren Westfalens mit grundsätzlichen Bemerkungen zur Bewertung apomiktischer Sippen beim Artenschutz .....	187
Runge, F.: Änderungen der Vegetation im Naturschutzgebiet „Torfvenn“ (Kreis Warendorf) während der letzten 28 Jahre .....	203
Hüppe, J.: Kurze Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Äcker in Westfalen	209
Verbücheln, G.: Zum Vorkommen eines <i>Junco-Molinietum</i> im nördlichen Münsterland .....	223
Thannheiser, D.: Synsoziologische Untersuchungen an der Küstenvegetation ....	229
Diekjobst, H.: Präsenzschwankungen und Vergesellschaftung der <i>Elatine</i> -Arten an den Teichen der Westerwälder Seenplatte .....	243
Pietsch, W.: Soziologisches und ökologisches Verhalten von <i>Luronium natans</i> (L.) Rafin. und <i>Potamogeton polygonifolius</i> Pourr. in der Lausitz .....	263
Dierßen, K.: Anmerkungen zum Gesellschaftsanschluß von <i>Carex heleonastes</i> ....	281

## II. Ökologisch-bodenkundliche Themen

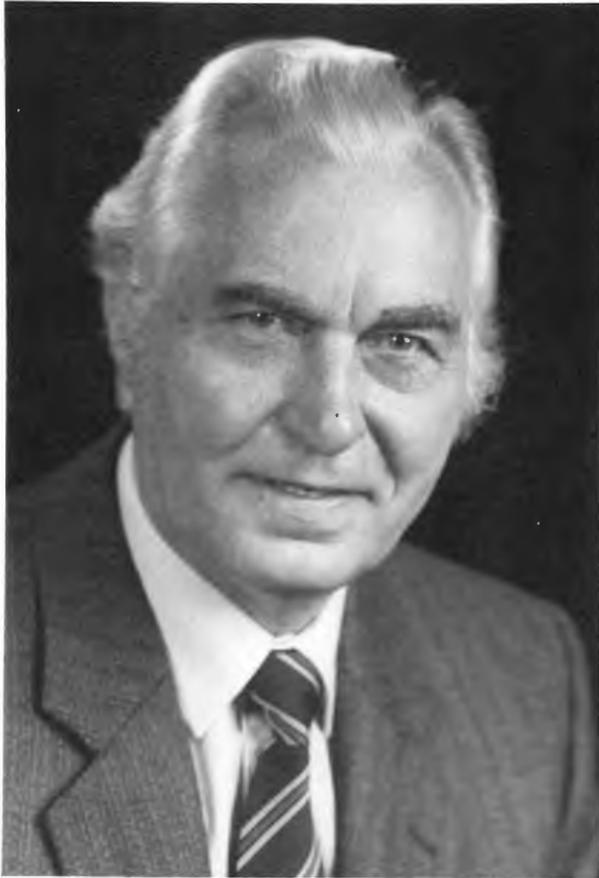
Ernst, W.: Die Wirkung chemischer Komponenten der Laubstreu auf das Waldgriesskraut, <i>Senecio sylvaticus</i> .....	291
Neite, H. & M. Runge: Kleinräumige Differenzierung von Vegetation und Boden durch den Stammablauf in einem Buchenwald auf Kalkgestein .....	303
Werner, W. & R. Wittig: Die Böden des Flattergras-Buchenwaldes der Westfälischen Bucht. ....	317
Janiesch, P.: Bedeutung einer Ernährung von <i>Carex</i> -Arten mit Ammonium oder Nitrat für deren Vorkommen in Feuchtgesellschaften .....	341

### III. Vegetations- und klimageographische Themen

Hempel, L.: Rinnen- und Furchennivation. Gestalter ökologischer Kleinräume in und an der Frostschuttstufe mediterraner Hochgebirge .....	355
Raus, Th.: Floren- und Vegetationsdynamik auf der Vulkaninsel Nea Kaimeni (Santorin-Archipel, Kykladen, Griechenland) .....	373
Holtmeier, F.-K.: Die obere Waldgrenze in den Alpen unter den Einflüssen natürlicher Faktoren und des Menschen .....	395

### IV. Palynologisch-ethnobotanische Themen

Beug, H.-J.: Frühpostglaziale Seeablagerungen im Oberharz .....	413
Böcker, R., A. Brande & H. Sukopp: Das Postfenn im Berliner Grunewald .....	417
Küster, H.: Sammelfrüchte des Neolithikums .....	433
Behre, K.-E.: Kulturpflanzen und Unkräuter des Mittelalters .....	441
Isenberg, E.: Der pollenanalytische Nachweis von <i>Juglans regia</i> im nacheiszeitlichen Mitteleuropa .....	457
van Geel, B. & A. Dallmeijer: Eine <i>Molinia</i> -Torfaufgabe als Effekt eines Moorbrandes aus dem frühen Subboreal im Hochmoor Engbertsdijksveen (Niederlande) .	471
Wiermann, R. & D. Schulze: Pollenanalytische Untersuchungen im Großen Torfmoor bei Nettelstedt (Kreis Minden-Lübbecke). Ein Beitrag zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Vorland des Wiehengebirges .....	481



Professor Dr. rer. nat. Ernst Burrichter  
zur Vollendung des 65. Lebensjahres am 7. Juni 1986



# Geobotanische Forschung von ERNST BURRICHTER und seinen Schülern als Grundlage für vegetationsgeschichtliche, pflanzensoziologisch-systematische und umwelt- bezogene Arbeiten.

Richard Pott, Münster

Eine umfassende geobotanische Arbeit sollte zur vollständigen und konsequenten Erforschung der Pflanzendecke eines Raumes neben pflanzengeographisch-floristischen und pflanzensoziologischen Komponenten auch eine historisch-genetische Ausrichtung aufweisen. Außerdem sollte sie zum besseren Verständnis von Haushalt und Umweltbeziehungen bestimmter Pflanzengemeinschaften auch ökologisch-messend orientiert sein. Solche Zusammenhänge in der Entwicklung der Pflanzenverbreitung aufzudecken und die heutige Vegetation als ein Produkt dynamischer Prozesse zu verstehen, in denen der Mensch eine sehr bedeutsame Rolle spielt, ist zur Zeit das zentrale Forschungsanliegen der Geobotanik in Münster, die ERNST BURRICHTER entscheidend geprägt hat.

So haben seine Schüler und Kollegen als Zeichen ihrer freundschaftlichen und wissenschaftlichen Verbindung E. BURRICHTER zum 65. Geburtstag in guter akademischer Tradition zahlreiche Fachbeiträge gewidmet, deren Themen und Fragestellungen im wesentlichen das Wirkungsfeld und das wissenschaftliche Spektrum aktueller geobotanischer Forschung erkennen lassen.

## Der Geobotaniker und Lehrer ERNST BURRICHTER

Als Schüler von HERMANN BUDE (1890-1954), der bereits in den 30er Jahren pionierhaft die Vegetation des Südwestfälischen Berglandes unter Berücksichtigung der Waldgeschichte bearbeitete (vgl. u.a. BUDE 1926, 1929, 1939), begann E. BURRICHTER im Jahre 1952 mit pollenanalytischen Untersuchungen zur Dünen- und Heideentwicklung im Vorland des Teutoburger Waldes bei Bad Iburg (BURRICHTER 1952). Ein Jahr später folgte die Dissertation als vorwiegend pflanzensoziologisch-ökologisch und forstkundlich orientierte Studie über die Wälder des Meßtischblattes Iburg (BURRICHTER 1953a), in der vor allem edaphische und lokalklimatische Faktoren in Kalkbuchenwäldern und Eichen-Hainbuchenwaldgesellschaften näher untersucht wurden.

Schon in dieser Arbeit sind in besonderem Maße verschiedene Einwirkungen des Menschen auf das Standort- und Vegetationsgefüge herausgestellt, wobei kausale und dynamische Gesichtspunkte anthropogener Degradation und nachfolgender Gesellschaftsentwicklung noch heute uneingeschränkte Gültigkeit besitzen.

Seit dieser Zeit war und ist der „Mensch als Standortfaktor“ im Zusammenwirken mit endogenen Regulationsmechanismen der Pflanzengesellschaften und den weiteren exogenen Kräftegruppen Substrat und Klima ein wichtiger Aspekt geobotanischer Arbeit von E. BURRICHTER und seinen Schülern (vgl. u.a. BURRICHTER 1953a, 1954a, 1955a, 1983a, 1984 sowie BURRICHTER, POTT, RAUS & WITTIG 1980; BURRICHTER & POTT 1983; RAUS 1979a, 1979b, 1980; POTT 1981, 1982a, 1983a, 1985; POTT & BURRICHTER 1983).

So ist es für den nordwestlichen Teil der Westfälischen Bucht und das angrenzende Emsland beispielhaft gelungen, die Grundzüge der Entwicklung von anthropogenen Wirtschaftslandschaften mit ihren zahlreichen halbnatürlichen Vegetationseinheiten aus den ehemaligen, – im Zuge der postglazialen Wiederbewaldung entstandenen –, nahezu geschlossenen Laubwaldlandschaften herauszuarbeiten (BURRICHTER 1968b, 1969a, 1976a, 1976b).

Der pleistozän geformte nordwestliche Teil Westfalens mit seinen Moor- und Geestflächen ist auch die Heimat von ERNST BURRICHTER, der einer alteingesessenen Bauernfamilie des Emslandes entstammt. In Andervenne bei Lingen kommt er am 7. 6. 1921 zur Welt. Seine Schulausbildung erhält E. BURRICHTER vor allem am humanistischen Gymnasium „Georgianum“ in Lingen/Ems, wo er 1940 die Reifeprüfung ablegt. Nach Wehrdienst und Fronteinsatz beginnt er 1946 sein Hochschulstudium mit den Fächern Botanik, Zoologie und Geographie in Münster, das er am 31. 3. 1952 mit der Promotion zum Doktor der Naturwissenschaften abschließt. Aufgrund zahlreicher Forschungsaufträge des Land- und Forstwirtschaftsministeriums von Nordrhein-Westfalen und des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten arbeitet E. BURRICHTER von 1952 bis 1956 zunächst auf dem Gebiet fluoreszenzmikroskopischer Untersuchungen an Bodenbakterien in Natur- und Kulturböden (vgl. BURRICHTER 1953b, 1954, 1955b, 1958). Von 1956 bis 1961 hat er als wissenschaftlicher Angestellter einen Lehrauftrag für Vegetations- und Florenkunde am Botanischen Institut der Universität Münster inne, wo er 1961 auch zum Kustos ernannt wird. Im Jahre 1969 erfolgt die Habilitation für das Fachgebiet Geobotanik, das er seit 1970 als Professor lehrt.

Die enge Verknüpfung von Forschung und Lehre bleibt für ERNST BURRICHTER von großer Wichtigkeit; so war und ist er immer bemüht, komplexe Entwicklungsvorgänge und Zusammenhänge zwischen Pflanze, Klima und Boden, zwischen Vegetation, Naturraum, Mensch und Zeit den Studenten in klarer und verständlicher Form zu vermitteln. Von besonderem Reiz und Gewinn sind dabei die Exkursionen, auf denen sich die Begeisterung und Faszination regelmäßig auf seine Mitarbeiter und Studenten überträgt. Zusätzlich zu einem umfangreichen Exkursionsprogramm in Nord- und Nordwestdeutschland, im Eifel- und Moselgebiet sowie den benachbarten Niederlanden erfolgt in jedem Jahr eine „Große“ geobotanische Exkursion. Diese dient dem Verständnis der Einbindung heimischer mitteleuropäischer Vegetation und Flora in größere arealgeographische und vegetationskundliche Zusammenhänge und führt bislang im wechselnden Turnus in die Vegetationslandschaften Spaniens; zum Studium mediterraner Vegetation nach Südfrankreich; in die mediterranen Gebirgslandschaften Korsikas; nach Südosteuropa (Jugoslawien, Griechenland); in das Wiener Becken und zum Kaiserstuhl; ins Elsaß oder vor allem in die Alpen (Ostalpen, Kärnten, Sextener Dolomiten, Ötztaler Alpen, Zillertaler Alpen, Silvrettamassiv). So hat ERNST BURRICHTER eine recht große Zahl von Studenten und Doktoranden um sich geschart, die sich teilweise durch die von ihm geweckte Begeisterung auch hauptberuflich mit der Pflanzensoziologie, der Ökologie, Floristik oder anderen Teildisziplinen der Geobotanik beschäftigten.

Dies führt unmittelbar zu den Arbeitsgrundlagen, die E. BURRICHTER mit seinen Schülern für verschiedene Bereiche der geobotanischen Forschung gelegt hat. Die historischen, pflanzensoziologischen, floristisch-pflanzengeographischen und ökologischen Beiträge, ihre praxisbezogene Anwendung in Westfalen und darüber hinaus sollen deshalb kurz dargelegt werden.

# Geobotanische Beiträge zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte

Die Zusammensetzung der Pflanzendecke im Verlauf nacheiszeitlicher Wiederbealdungsprozesse dürfte während einzelner Waldentwicklungsphasen sicherlich nicht so homogen gewesen sein, wie es die Pollenanalysen aus den flächenhaft großen Mooren Nordwestdeutschlands zeigen. Wo sich noch heute aufgrund andersartiger Standortbedingungen die potentiellen natürlichen Vegetationseinheiten kleinräumig unterscheiden und voneinander trennen lassen, werden auch die spät- und postglazialen Vegetationstypen floristische Unterschiede oder zumindest regional verschiedene Dominanzverhältnisse in ihrer Artenzusammensetzung gehabt haben. Pollenanalysen aus kleinen Mooren, die den Pollenniederschlag ihrer direkten Umgebung reflektieren, verstärken diese Annahme. So erlaubt heute ein relativ dichtes Netz moderner, radio-carbondatierter Pollendiagramme genauere waldgeschichtliche Aussagen für die Flachlands- und Mittelgebirgsregionen Westfalens.

## 1. Pollenanalytische Arbeiten zur postglazialen Waldentwicklung

Sedimente des Hoch- und Spätglazials aus den Epochen der Älteren Dryaszeit, des Alleröd sowie der Jüngeren Tundrenzeit sind in den Sandgebieten pleistozäner Tieflagen Westfalens nur selten und fragmentarisch ergraben und datiert worden (BUDE & STEUSLOFF 1951, REHAGEN 1964, KRAMM & MÜLLER 1978). Ein neues Profil aus den Lößgebieten der Hellwegbörden verdeutlicht aber bereits naturräumlich bedingte, von den Sandgebieten Nordwestdeutschlands abweichende Vegetationsmuster im Spätglazial von Lößgebieten (BURRICHTER & POTT, in Vorbereitung). Gut untersucht sind weiterhin die Entwicklungsphasen unserer Wälder seit dem Präboreal sowie sukzessive Einwanderungen der Waldbäume im Boreal und Atlantikum. Sie spiegeln das sich zeitweise unter relativ konstanten Klimabedingungen einpendelnde ökologische Gleichgewicht wider und sind wohl ausschließlich auf natürliche Faktoren zurückzuführen. In diesem langen Zeitraum werden aber auch Veränderungen im Auftreten und in der Zusammensetzung der Pflanzendecke sichtbar, die aus fortlaufend sich verändernden oder variierenden Standortmustern resultieren. Unterschiedliche *Alnus*-Pollenanteile beispielsweise in den Spektren atlantischer Eichenmischwälder des Berg- und Tieflandes oder gleichzeitig verschiedene Mengenverhältnisse von *Tilia*, *Ulmus*, *Fraxinus* und *Quercus* sind standörtlich bedingt (s. BURRICHTER 1957, KRAMM 1978, 1980; ISENBERG 1979; POTT 1982a). Auch das Verhalten der Waldkiefer, die sich stellenweise an Refugialstandorten bis in die geschichtliche Zeit hinein gehalten hat, ist durch pollen-, torf- und vegetationsanalytische Untersuchungen aufgedeckt worden (BURRICHTER 1982, POTT 1984a).

Die sukzessiven Einwanderungsgeschwindigkeiten unserer Laubbäume verlaufen also nicht einheitlich, sondern sind vor allem durch edaphische und sukzessionsbiologische Faktoren modifiziert. So vollzog sich beispielsweise seit dem Atlantikum die Buchenausbreitung und Formierung von Buchen- oder Buchenmischwäldern zeitlich und räumlich divergierend, wobei *Fagus sylvatica* im Berg- und Hügelland auf Löß- und Kalkstandorten bereits gegen 4500 v. Chr. erscheint und sich von dort mit Zeitunterschieden bis zu 1500 Jahren auf geeignete Standorte in die pleistozänen Flachlandgebiete ausgebreitet haben dürfte (vgl. Diagramme von KUBITZKI 1960; BURRICHTER 1969a; KRAMM 1978; ISENBERG 1979; POTT 1985b). Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Zusammenschluß von Buchenwaldgesellschaften unter gleichzeitiger bzw. partieller Beeinträchtigung durch den vorgeschichtlichen Menschen geschah, der buchenfähige Standorte schon vor der Massenausbreitung von *Fagus sylvatica* besiedelt hatte, worauf E. BURRICHTER immer wieder hingewiesen hat (s. auch VAN ZEIST 1959, 1981; BURRICHTER

TER 1969a, 1976a, 1976b). Diese interessanten Phänomene nacheiszeitlicher Gehölzwanderungen bzw. der Ausbreitung von *Fagus sylvatica* auf unterschiedliche Standorte unter gleichzeitigem menschlichen Einfluß müssen weiterhin vergleichend in anderen Naturräumen untersucht werden.

## 2. Beiträge der Pollenanalyse zum Siedlungsverlauf und Veränderungen des Vegetations- und Landschaftsbildes

Im Jahre 1969 legte E. BURRICHTER die vielbeachtete „Zwillbrock-Monographie“ vor, in der zum ersten Mal durch Integration von pflanzensoziologischen und pollenanalytischen Untersuchungsmethoden in Verbindung C-14-Datierungen sowie durch Auswertung archäologischer Landesaufnahmen von VOSS (1967) ein abgerundetes Bild der Verknüpfung von Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Kulturbereich nordischer Megalithleute auf den Geeststandorten Westfalens erfolgte. Diese Arbeiten wurden ergänzt und weitergeführt durch den Vergleich mit benachbarten Pollendiagrammen von REHAGEN (1964) sowie TRAUTMANN (1957), um prähistorische und geschichtliche Siedlungsphänomene im Wuchsbereich von *Quercion robori-petraeae*- und *Carpinion*-Waldgesellschaften zu verdeutlichen (vgl. BURRICHTER 1970a, 1976a, 1980). E. KRAMM (1978) und E. ISENBERG (1979) dehnten in ihren Doktorarbeiten diese Forschungsansätze mit vergleichenden siedlungs- und vegetationsgeschichtlich ausgewerteten Pollenanalysen im Emsland und in der Grafschaft Bentheim aus.

Pollenanalysen aus anderen Naturräumen Westfalens, dem Teutoburger Wald (SCHÜTRUMPF 1973; POTT 1982a), dem Eggegebirge (TRAUTMANN 1957; POTT 1985a, 1985b) und dem Südwestfälischen Bergland (POTT 1985b) verdichten nun das Bild der Andauer, Intensität und Auswirkungen menschlicher Wirtschaftsweisen auf die Waldstandorte in verschiedenen Regionen Westfalens.

Durch Nachweis von Getreidepollen und anderen Kulturanzeigern kann sogar eine frühe bäuerliche Siedlungsphase in idealer naturräumlicher Lage auf den Lößinseln im Vorland des Teutoburger Waldes bereits für neolithisch-linienbandkeramische Epochen um 4500 v. Chr. nachgewiesen werden (POTT 1982a). Endneolithische Kulturen setzen die Zeugnisse steinzeitlicher Landnahmephasen in den Kalkbuchenwaldgebieten Westfalens fort (z.B. Getreideanbau auf der Paderborner Hochfläche seit 2900±385 v. Chr., vgl. POTT 1985b). Sie finden ihr zeitliches und räumliches Pendant in der ersten Besiedlung nordwestlicher Geestplatten durch nordische Trichterbecherleute, deren Getreideanbau auf kongruenten potentiellen *Tago-Quercetum*-Standorten von BURRICHTER (1969a), KRAMM (1978) und ISENBURG (1979) auf die Zeit um 3200 v. Chr. datiert werden konnte.

Die weitere prähistorische, frühmittelalterliche und neuzeitliche Siedlungsentwicklung zeigt ebenso enge Bezüge einzelner Siedlungsflächen mit den Verbreitungsgebieten der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation; eine Erweiterung des Siedlungsraumes dürfte dabei in engem Zusammenhang mit den landwirtschaftlich-technischen Fortschritten des Menschen stehen (BURRICHTER 1976a).

Neben der palynologischen Erfassung von Grundzügen des prähistorischen und historischen Vegetationswandels wird neuerdings auch der direkte Nachweis anthropogener Eingriffe mit Hilfe der Pollenanalyse versucht (vgl. neuere Literatur bei BEHRE 1981; POTT 1986). Derartige Auswertungen von Pollendiagrammen sind zur Zeit aber noch immer durch ungleiche Pollenproduktionsraten verschiedener Bäume, mooreigene Phänomene sowie pollenstatistische Probleme mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Künftige Untersuchungen auf der Basis von Polleninflux-Diagrammen (vgl. DAVIS, BRUBAKER & WEBB 1973; BERGLUND 1985) werden konkretere Daten

zum Polleneintrag pro Fläche und Jahr liefern und bessere Möglichkeiten zur Interpretation menschlicher Einflußnahmen und holozäner Bewaldungsveränderungen geben, wie es neue Influx-Diagramme im Alpen- und Alpenvorlandsgebiet von RÖSCH (1983); AMMAN (1984) oder BORTENSCHLAGER (1984) zeigen.

## Pflanzensoziologisch orientierte und floristisch-pflanzen-geographische Arbeiten

Um vergleichbare Untersuchungsergebnisse über Verbreitungsmuster und Zusammensetzungen der Pflanzendecke zu bekommen, ist es nötig, die regionale Erfassung einzelner Vegetationsbestände in bestimmten Gebieten möglichst genau und reproduzierbar durchzuführen.

So begann ebenfalls E. BURRICHTER mit der Erarbeitung einer Karte der potentiellen natürlichen Vegetation im Naturraum der Westfälischen Bucht auf pflanzensoziologischer Basis (BURRICHTER 1973; TRAUTMANN, BURRICHTER, NOIRFALISE & VAN DER WERF 1972). Diese Karte orientiert sich an den Restbeständen naturnaher Wälder in der heutigen Wirtschaftslandschaft und geht deshalb von der realen Vegetation aus. Eine syntaxonomische und synökologische Fassung aller vorhandenen Waldgesellschaften bzw. deren standörtliche Abgrenzung und Differenzierung ist dafür eine Grundvoraussetzung.

### 1. Waldgesellschaften

Da das Konkurrenzgeschehen in den hiesigen Laubwaldgesellschaften entscheidend durch Wettbewerbsvorteile der Buche (*Fagus sylvatica*) reguliert wird, läßt sich eine grobe Aufteilung der potentiellen natürlichen Waldvegetation zunächst in reine Buchenwälder, Buchenmischwälder und buchenfreie Typen vornehmen (BURRICHTER 1983b). Neben den *Quercion robori-petraeae*-Gesellschaften der Flachlandgebiete (*Betulo-Quercetum*, *Fago-Quercetum*) auf Sand- oder Sandmischböden, verschiedenen Silikat- und Kalkbuchenwäldern des Berg- und Hügellandes (z.B. *Luzulo-Fagetum* ss., *Melico-Fagetum* ssl. und *Carici-* bzw. *Seslerio-Fagetum*-Gesellschaften) hat E. BURRICHTER sich besonders der floristisch-soziologischen Struktur des Flattergrasbuchenwaldes (*Milio-Fagetum* ssl.) angenommen. Typische Standorte dieses Tieflagen-Buchenwaldes sind Lößlehm Böden und lößartige Bodenbildungen, die hinsichtlich ihrer Trophie eine mediäre Stellung zwischen den Substraten der Kalkbuchenwälder und denjenigen der acidophytischen Buchen-Eichen-Mischwälder einnehmen (vgl. BURRICHTER 1973; BURRICHTER & WITTIG 1977; WITTIG et al. 1985; WITTIG & WERNER 1986). Dementsprechend konzentriert sich die potentielle Verbreitung dieses Waldtyps in Westfalen auf die Bördenlandschaften.

Größere vegetationskundliche Abhandlungen über Waldgesellschaften von anderen Autoren nach neueren pflanzensoziologischen Gesichtspunkten runden heute das Bild über die Zusammensetzung der Waldvegetation der Westfälischen Bucht ab (vgl. auch WITTIG & BURRICHTER 1979). Die Vegetation der Fluß- und Bachauen wurde dabei exemplarisch von TRAUTMANN & LOHMEYER (1960), WATTENDORFF (1964) sowie LOHMEYER & KRAUSE (1975) bearbeitet. RUNGE (1940), LOHMEYER (1967) und TRAUTMANN (1969) beschrieben die azonale verbreiteten *Stellario-Carpinetum*-Gesellschaften des Zentralmünsterlandes. Den floristisch-soziologischen Aufbau von Kalkbuchenwäldern in den Randgebieten der Bucht und ihren Nachbarräumen untersuchten in letzter Zeit vor allem DIEKJOBST (1967, 1980) und POTT (1981, 1985c),

Bruchwaldgesellschaften auf organischen Naßböden vom Gesellschaftstyp des *Carici elongatae-Alnetum* und des *Betuletum pubescentis* haben WITTIG (1980a), BURRICHTER (1982) und DIN-

TER (1982) mit Tabellenmaterial belegt; eine einheitliche syntaxonomische Überarbeitung aller pflanzensoziologischen Aufnahmen dieser meist anthropogen stark überformten Bestände steht aber noch aus.

Mit dem Ziel einer kompletten Vegetationsübersicht für eine künftige pflanzensoziologisch orientierte Gebietsmonographie der Westfälischen Bucht wurden bisher – meistens als Dissertationsthemen von ERNST BURRICHTER angeregt – weitere Gesellschaftskomplexe der Gebüsche, der Extensivtriften und Heiden, des Wirtschaftsgrünlandes, der Äcker, der Gewässer- und Sumpfstandorte sowie der Hochmoorreste bearbeitet.

## 2. Gebüsche, Hecken, Extensivtriften und Heiden

Die unterschiedliche floristische Struktur gebüschartiger Vegetationseinheiten steht in enger Beziehung zur jeweiligen potentiellen natürlichen Vegetation. Entsprechende standörtliche Beziehungen acidophytischer und basisphytischer Gebüschassoziationen hat besonders R. WITTIG (1976) in seiner Dissertation ausdifferenziert und weiterentwickelt (WITTIG 1977a, 1979; WITTIG & WEBER 1978). Dabei berücksichtigte WITTIG auch die soziologische Bindung der *Rubus*-Arten für die Wallhecken der Westfälischen Bucht, deren Ergebnisse neuerdings von H. E. WEBER (1985) in eine Übersicht über die allgemeine Syntaxonomie von Gebüschgesellschaften eingearbeitet worden sind.

Auf die Funktion stacheliger oder dorniger weideresistenter Straucharten innerhalb von anthropo-zoogen genutzten Extensivlandschaften gehen BURRICHTER, POTT, RAUS & WITTIG (1980) am Beispiel der rezenten Hudelandschaft „Borkener Paradies“ ein. Die Bedeutung bewehrter Gehölze, vor allem der Schlehe (*Prunus spinosa*) bei vegetationsdynamischen Prozessen in Trift- und Hudelandschaften, ihre Schutzfunktion für die Ansiedlung und das Heranwachsen des Baumjungwuchses wie auch die Entstehung von Waldinseln inmitten von Triftflächen haben eine übertragbare, generelle Bedeutung.

Auch Triftrasen und Zwergstrauchheiden sind Zeugen ehemaliger Extensivwirtschaft. Von den beweideten Kalk-Halbtrockenrasen mit wärmeliebenden *Mesobromion*-Gesellschaften (*Gentiano-Koelerietum*, *Onobrychido-Brometum*) und deren Saumkomplexen gibt es nur noch sehr wenige Bestände (vgl. Dissertation von DIEKJOBST 1967; Diplomarbeit von HURTIENNE, 1976) Diese entwickeln sich infolge nachlassender Bewirtschaftung fast überall mit *Prunetalia*-Buschstadien zum Kalkbuchenwald zurück.

Sand- und Silikattrockenrasen wurden unter Anleitung von E. BURRICHTER im Rahmen einer Diplomarbeit von E. SCHRÖDER im Jahre 1980 bearbeitet und sind augenblicklich unter Einschluß der Heidegesellschaften mit dem Dissertationsthema „Vegetationskomplex der Sandtrockenrasen in der Westfälischen Bucht“ zusammenfassend von SCHRÖDER analysiert worden. Wie erste lokale bzw. regionale Untersuchungen von SCHRÖDER (1980), WITTIG (1980b), WITTIG & POTT (1978) sowie JECKEL (1984) aus der Bucht und ihren Nachbargebieten gezeigt haben, existieren zwar noch relativ viele *Corynephorion*-, *Thero-Airion*- bzw. *Diantho-Armerion*-Bestände gehäuft in Naturschutzgebieten oder auf Truppenübungsplätzen; sie finden sich infolge von Düngung und Ruderalisation aber nur noch selten in floristisch typischer Ausprägung.

### 3. Vegetation des Wirtschaftsgrünlandes

Nach den eingehenden Arbeiten über die Grünlandvegetation Nordwestdeutschlands sowie der Westfälischen Niederungsgebiete durch MEISEL (1969, 1970, 1977) existiert seit dem vergangenen Jahr mit einer Dissertation von G. VERBÜCHELN (1985) erstmals ein umfassender und aktueller Überblick über Mähwiesen- und Flutrasengesellschaften der Westfälischen Bucht und des nördlichen Sauerlandes. Hier werden innerhalb der *Molinio-Arrhenatheretea* und *Agrostietea stoloniferae* alle Bestände von *Arrhenatherion*-, *Juncion acutiflori*- (s. auch VERBÜCHELN 1986, in diesem Band), *Molinion*-, *Calthion*-, *Filipendulion*- wie auch *Lolio-Potentillion*-Gesellschaften beschrieben und deren Fragmentausbildungen entsprechend syntaxonomisch zugeordnet. Neben tabellarischen Übersichten solcher Vegetationstypen sind in dieser Monographie auch die Auswirkungen moderner Grünlandnutzungen auf die jeweilige Artenzusammensetzung dokumentiert.

### 4. Ackerunkraut- und Ruderalvegetation

Ackerunkrautgesellschaften haben sich im Laufe ihrer historischen Entwicklung mit dem Wechsel der Bewirtschaftungssysteme, der Anbautechnik, der Ernteverfahren und Fruchtfolgen entscheidend verändert und sind in jüngster Zeit stellenweise sogar von der Ausrottung bedroht. Nach ersten pflanzensoziologischen Beschreibungen einzelner Unkrautgesellschaften durch WATTENDORFF (1959), BURRICHTER (1963) und LIENENBECKER (1971) liegt ebenfalls eine neue, umfangreiche Inventarisierung der Ackerunkrautvegetation in einer Dissertation von J. HÜPPE (1985) vor, wo die derzeitige Bestandessituation dokumentarisch festgehalten ist. Eine kurze, syntaxonomisch orientierte Übersicht der Ackerunkrautgesellschaften in Westfalen findet sich in diesem Festband (HÜPPE 1986).

Untersuchungen zur Ruderalvegetation, zur pflanzensoziologischen Bewertung von Neophytenbeständen sowie zur Stadt- und Dorfvegetation mit ihren floristischen Komponenten führte in den letzten Jahren R. WITTIG seit seiner Staatsexamensarbeit bei E. BURRICHTER im Jahre 1973 kontinuierlich durch. Zahlreiche Veröffentlichungen liegen uns darüber vor (vgl. u.a. WITTIG 1973, 1977b, 1978; WITTIG & DURWEN 1981, 1982; GÖDDE & WITTIG 1983 sowie WITTIG, DIESLING & GÖDDE 1985). Diese Arbeiten dienen der Erfassung und Bewertung spontaner Flora auf stark besiedelten Flächen, um beispielsweise Grundlagen für Konzepte von Biotop-Management oder Naturschutz in dörflichen und urbanen Ökosystemen zu schaffen.

### 5. Gewässer und Moore

Auch die Naß- und Feuchtbiotope und deren Lebensgemeinschaften rücken in jüngster Zeit zunehmend in das Blickfeld der Öffentlichkeit. Gerade die oligotrophen Gewässer und Moore, die zum typischen Vegetationsinventar der nährstoffarmen Diluviallandschaft gehören, bilden mittlerweile die gefährdetsten Standorte in unserer Wirtschaftslandschaft. Durch Düngung umliegender Kulturflächen werden Grund- und Oberflächenwasser fortschreitend mit Nährstoffen angereichert, was zwangsläufig eine allmähliche Umwandlung von oligo- zu eutraphenten Vegetationsstrukturen zur Folge hat.

Die Wasser- und Sumpfvegetation eutropher Gewässer und deren hydrochemisch-standörtliche Gesamtsituation ist für die Westfälische Bucht in einer Dissertation von POTT (1980) bearbeitet worden. Über die oligotrophen Gewässer des gleichen Raumes gibt es neben vielen Lokalarbeiten (z.B. BURRICHTER 1969b) eingehende Untersuchun-

gen von WITTIG (1980a) und POTT (1982b) über die Vegetationseinheiten der *Sphagno-Utricularietea*- bzw. *Littorelletea uniflorae*. Auch die Restbestände der Hoch- und Übergangsmoore sind pflanzensoziologisch weitgehend erfaßt (BURRICHTER 1969a; BURRICHTER & WITTIG 1974; WITTIG 1980a; POTT 1982a, 1984b). Eine weitere Dissertation über die Vegetation der Moore und Feuchtheiden des Emslandes von A. HARTMANN befindet sich in Vorbereitung.

Die Beurteilung standortsspezifischer Kombinationen und der Dynamik von Wasserpflanzengesellschaften mit charakteristischen Vegetationsabfolgen unter bestimmten hydrochemisch-physikalischen Bedingungen (vgl. POTT 1983b) ist wichtig für Erhaltungsmaßnahmen von Gewässern im Rahmen des Naturschutzes. Im Bereich der Fließwasservegetation Westfalens gibt es bisher erste Arbeitsansätze (s. BAUMEISTER & BURRICHTER 1953, 1954; POTT 1984c); hier sind weitere Untersuchungen zur Synsoziologie, zur Synökologie und Verbreitung charakteristischer Fließwasserassoziationen oder bioökologische Arbeiten von großer Notwendigkeit für die Pflege und Unterhaltung von Fließwasserökosystemen.

## 6. Pflanzensoziologisch-geobotanische Arbeiten im mediterranen Raum

Im Jahre 1961 legte E. BURRICHTER eine Arbeit unter dem Thema „Steineichenwald, Macchie und Garigue auf Korsika“ vor, die den Grundstein für weitere, von Münster ausgehende Studien über mediterrane Vegetationseinheiten bildete. Der besondere Augenmerk BURRICHTER's galt auch hier den Beschreibungen derjenigen Wälder, Gebüsche und Zwergstrauchfluren, die ihre Entstehung und Erhaltung anthropo-zoogenen Überformungen verdanken. G. HERMJAKOB (1977) und Th. RAUS (1977) begründeten mit ihren Doktorarbeiten pflanzensoziologische Monographien in Griechenland. Besonders Th. RAUS leistet hier eine fortlaufene Pionierarbeit (s. RAUS 1979a, 1979b, 1980, 1981, 1982, 1983 und in diesem Band), da viele synsystematische Einheiten bislang beschriebener Gesellschaften und Assoziationen kaum oder gar nicht mit Aufnahmen belegt sind oder vielerorts noch das floristische Vergleichsmaterial fehlt. So sieht es RAUS (1979b) als wichtige heutige Aufgabe der Vegetationskunde in Griechenland an, die Erarbeitung genauer und vollständiger pflanzensoziologischer Aufnahmen von landschaftsbestimmenden Pflanzengesellschaften vorzunehmen und deren synsystematische Stellung in Bezug auf die zonale Vegetation sowie den pflanzengeographischen Wandel einzelner Vegetationseinheiten aufzudecken. Die entscheidende Bedeutung klimazonaler mediterraner Wälder als jeweilige Ausgangsgesellschaften und Bezugsbasis für natürliche und anthropogene Standortfaktoren hat auch E. BURRICHTER ständig in seinen Vorlesungen, auf Exkursionen und in den Publikationen hervorgehoben (s. BURRICHTER 1979).

---

ERNST BURRICHTER hat sich in allen Jahren immer wieder dafür eingesetzt und gemahnt, neben dem Sinn für kleinräumige, lokale, standörtliche Kausalbedingungen nicht den Blick für die größeren, areal- und vegetations-geographischen Zusammenhänge in ihrer genetisch-historischen Entwicklung zu verlieren. Nicht nur seine Schüler dürfen dankbar sein für zahlreiche Impulse und die freundschaftliche Hilfe, die er jedem mit auf den Weg gegeben hat und die alle eng mit ihm verbinden. In diesen Dank schließe ich im Namen aller seine liebe Frau Addi mit ein und verknüpfe damit die Hoffnung auf ein weiteres fruchtbares Wirken. Dazu wünsche ich beiden Kraft und Gottes Segen. Ad multos annos!

Münster, den 1. März 1986

Richard Pott

## Literatur

(mit einem Verzeichnis der veröffentlichten Arbeiten von ERNST BURRICHTER)

- AMMAN, B. (1984): Prozente, Konzentrationen und Durchschnitts-Influx der Pollenzonen im Spätglazial vom Lobsigensee. – Diss. Bot. 72: 11-44. Vaduz.
- BAUMEISTER, W. & E. BURRICHTER, (1953): Biologische Uferbefestigung und Schilfvermehrung. – Die Umschau, Heft 5.
- BAUMEISTER, W. & E. BURRICHTER, (1954): Die Bedeutung des Schilfrohrs als Uferschutzpflanze. – Angewandte Pflanzensoziol. (Festschrift AICHINGER), 1283-1311.
- BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in Pollen diagrams. – Pollen et Spores 23 (2): 225-245. Paris.
- BERGLUND, B. E. (1985): Early agriculture in Scandinavia; Research problems related to Pollenanalytical Studies. – Norw. Arch. Rev. 18, No. 1-2: 77-90.
- BORTENSCHLAGER, S. (1984): Die Vegetationsentwicklung im Spätglazial: Das Moor beim Lanser See III, ein Typprofil für die Ostalpen. – Diss. Bot. 72: 71-79. Vaduz.
- BUDDE, H. (1926): Pollenanalytische Untersuchungen der Ebbemoore. – Verh. Naturhist. Verein d. Preuß. Rheinl. 83: 251-266. Bonn.
- BUDDE, H. (1929): Waldgeschichte des Sauerlandes auf Grund von pollenanalytischen Untersuchungen seiner Moore. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. 47: 327-337. Berlin.
- BUDDE, H. (1939): Die ursprünglichen Wälder des Ebbe- und Lennegebirges im Kreis Altena auf Grund pollenanalytischer, forstgeschichtlicher und floristischer Untersuchungen. – Decheniana 98 B: 165-207. Bonn.
- BUDDE H. & U. STEUSLOFF, (1951): Drei Torflager aus der Allerödzeit in den jungdiluvialen Absätzen der Emscher und Lippe. – Natur u. Heimat 11 (2): 1-7. Münster.
- BURRICHTER, E. (1952): Wald- und Forstgeschichtliches aus dem Raum Iburg, dargestellt auf Grund pollenanalytischer und archivalischer Untersuchungen. – Mit einem Beitrag zur Dünen- und Heidefrage und zur Siedlungsgeschichte des Menschen. – Natur u. Heimat 12 (2): 33-45. Münster.
- BURRICHTER, E. (1953a): Die Wälder des Meßtischblattes Iburg, Teutoburger Wald. Eine pflanzensoziologische, ökologische und forstkundliche Studie. – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. 15 (3), 91pp. Münster.
- BURRICHTER, E. (1953b): Beiträge zur Beurteilung von Böden auf Grund fluoreszenzmikroskopischer Untersuchungen ihrer Mikroflora. – Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. 63 (2): 154-171.
- BURRICHTER, E. (1953c): Das Naturschutzgebiet Lippe-Auewald im Landkreis Recklinghausen. Boden und Vegetation. – Naturschutz u. Landespflge im Ruhrkohlenbezirk, 16-19. Dortmund.
- BURRICHTER, E. (1954a): Die Halbtrockenrasen im Teutoburger Wald bei Iburg und Laer. – Natur u. Heimat 14 (1): 1-7. Münster.
- BURRICHTER, E. (1954b): Regeneration von Heide-Podsolböden und die Entwicklung des Bodenkeimgehaltes in Abhängigkeit von der Bewaldung. – Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. 67 (2): 150-163.
- BURRICHTER, E. (1954c): Zur Heidefrage in Westfalen. – Natur u. Heimat 14 (1): 15-20. Münster.
- BURRICHTER, E. (1955a): Die Verbreitung der natürlichen Waldvegetation im Bereich des Meßtischblattes Iburg (Teutoburger Wald) und ihre Beziehungen zur heutigen Kulturlandschaft. – Natur u. Heimat 15 (3): 1-10. Münster.
- BURRICHTER, E. (1955b): Die bakteriologische Kartierung und Beurteilung der Kulturböden des Provinzialgutes Kinderhaus bei Münster. – Landwirtschaftliche Forschg. 8 (1): 14-25.
- BURRICHTER, E. (1957): Was sagen die aufgedeckten Torflager in der Soestbachaue bei Hattrop, Kreis Soest. – Heimatkal. Krs. Soest, 16-19. Soest.
- BURRICHTER, E. (1958): Untersuchungen über die Massenentwicklung von Bodenbakterien im Laufe des Jahres. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. 71 (2): 71-80. Berlin.
- BURRICHTER, E. (1960): Die Therophyten-Vegetation an nordrhein-westfälischen Talsperren im Trockenjahr 1959. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. 73 (1): 24-37. Berlin.
- BURRICHTER, E. (1961): Steineichenwald, Macchie und Garigue auf Korsika. – Ber. Geobot. Int. ETH Zürich, Stift. Rübel. 32: 31-69. Zürich.

- BURRICHTER, E. (1963): Das *Linarietum spuriae* KRUSEM et VLIEG. in der Westfälischen Bucht. – Mitt. Flor.-soz. AG, NF 10: 109-115. Stolzenau.
- BURRICHTER, E. (1964): Wesen und Grundlagen der Pflanzengesellschaften. – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. 26 (3): 3-16. Münster.
- BURRICHTER, E. (1968a): Überblick über die Vegetation des Zwillbrocker Venns. – Mitt. Flor.-soz. AG, N.F. 13: 275-279. Stolzenau.
- BURRICHTER, E. (1968b): Vegetation und Entwicklung der menschlichen Siedlungsräume im Gebiet des Kreises Ahaus (Westmünsterland). – Mitt. Flor.-soz. AG., N.F. 13: 272-274. Stolzenau.
- BURRICHTER, E. (1969a): Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. 31 (1), 60 pp. Münster.
- BURRICHTER, E. (1969b): Der Reinweiße Hahnenfuß, *Ranunculus hololeucos*, im Naturschutzgebiet „Witte Venn“ bei Alstätte (Westmünsterland). – Natur u. Heimat 29 (1): 97-99. Münster.
- BURRICHTER, E. (1970a): Beziehungen zwischen Vegetations- und Siedlungsgeschichte im nordwestlichen Münsterland. – Vegetatio 20 (4): 199-209. Den Haag.
- BURRICHTER, E. (1970b): Zur pflanzensoziologischen Stellung von *Senecio tubicaulis* in Nordwestdeutschland. – Natur u. Heimat 30 (1): 1-4. Münster.
- BURRICHTER, E. (1973): Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht. – Siedlung u. Landschaft in Westfalen 8, 58 pp. Münster.
- BURRICHTER, E. (1976a): Vegetationsräumliche und siedlungsgeschichtliche Beziehungen in der Westfälischen Bucht. – Abhandl. Landesmus. f. Naturkunde 38 (1): 3-14. Münster.
- BURRICHTER, E. (1976b): Geobotanische Beiträge zur Siedlungsentwicklung in der Westfälischen Bucht. – Ber. z. dtsh. Landesk. 50: 85-89. Meisenheim.
- BURRICHTER, E. (1977): Vegetationsbereicherung und Vegetationsverarmung unter dem Einfluß des prähistorischen und historischen Menschen. – Natur u. Heimat 37 (2): 46-51. Münster.
- BURRICHTER, E. (1979): *Quercus ilex*-Wälder am Golf von Porto auf Korsika. – Doc. phytosoc., NS. Vol. IV: 147-155. Lille.
- BURRICHTER, E. (1980): Pollenanalytische und vegetationskundliche Befunde zur Siedlungsgeschichte im westlichen und zentralen Münsterland. – Führer zu vor- und frühgeschichtl. Denkmälern 45, I: 40-51. Mainz.
- BURRICHTER, E. (1982): Torf-, pollen- und vegetationsanalytische Befunde zum Reliktvorkommen der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) in der Westfälischen Bucht. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. 95: 361-373. Göttingen.
- BURRICHTER, E. (1983a): Emsland: Hude- und Schneitelwälder, Abtorfung und Hochmoorkultivierung. Exkursionsführer zum 44. Dtsch. Geographentag. Münstersch. Geograph. Arbeiten 16: 369-377. Münster.
- BURRICHTER, E. (1983b): Die Vegetation in Westfalen – eine Übersicht. – Festschrift zum 44. Dtsch. Geographentag, Teil I, Münstersch. Geograph. Arbeiten 15: 27-42. Münster.
- BURRICHTER, E. (1984): Baumformen als Relikte ehemaliger Extensivwirtschaft in Nordwestdeutschland. – Drosera 4: 1-18. Oldenburg.
- BURRICHTER, E. & H. HAMBLOCH, (1958): Das Bild der frühmittelalterlichen Siedlungslandschaft um Münster/Westf. – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. 20 (4): 1-18. Münster.
- BURRICHTER, E. & W. SCHÖNWALD, (1968): Forstliche Anbauversuche mit der *Metasequoia glyptostroboides* im Raum Westfalen. – Forschungsber. d. Landes NRW, Nr. 1932, 36. Düsseldorf.
- BURRICHTER, E., F. AMELUNXEN, J. VAHL, & T. GIELE, (1968): Pollen- und Sporenuntersuchungen mit der Oberflächen-Rasterelektronenmikroskopie. – Zeitschr. f. Pflanzenphysiol. 59 (3): 225-237.
- BURRICHTER, E., F. AMELUNXEN, J. VAHL, & T. GIELE, (1968b): Zusätzliche Bilddeutungsmöglichkeiten durch die Oberflächen-Rasterelektronenmikroskopie am Beispiel der Pollenuntersuchungen. – Beitr. elektronenmikroskop. Direktarb. 1: 261-270.
- BURRICHTER, E. & R. WITTIG, (1974): Das Hündfelder Moor, seine Vegetation und seine Bedeutung für den Naturschutz. – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. 36 (1): 3-20. Münster.
- BURRICHTER, E. & R. WITTIG, (1977): Der Flattergras-Buchenwald in Westfalen. – Mitt. Flor. soz. AG, N.F. 19/20: 377-382. Göttingen.
- BURRICHTER, E., R. POTT, Th. RAUS, & R. WITTIG (1980): Die Hudelandschaft „Borkener Paradies“ im Emstal bei Meppen. – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. 42 (4), 69 pp. Münster.
- BURRICHTER, E. & R. POTT, (1983): Verbreitung und Geschichte der Schneitelwirtschaft mit ihren

- Zeugnissen in Nordwestdeutschland. – *Tuexenia* 3 (Festschrift ELLENBERG): 443-453. Göttingen.
- DAVIS, N. D., L. B. BRUBAKER & WEBB, T. (1973): Calibration of absolute pollen influx. – In: BIRKS, H. J. B. & R. G. WEST, (ed.): *Quaternary Plant Ecology*, 9-25. Cambridge.
- DIEKJOBST, H. (1967): Struktur, Standort und anthropogene Überformung der natürlichen Vegetation im Kalkgebiet der Beckumer Berge (Westfälische Bucht). – *Abhandl. Landesmus. f. Naturk.* 29 (2): 1-39. Münster.
- DIEKJOBST, H. (1980): Die natürlichen Waldgesellschaften Westfalens. – *Natur u. Heimat* 40: 1-16. Münster.
- DINTER, W. (1982): Waldgesellschaften der Niederrheinischen Sandplatten. – *Diss. Bot.* 64, 111 pp. Vaduz.
- GÖDDE, M. & R. WITTIG (1983): A preliminary attempt at a thermal division of the town of Münster (North Rhine Westphalia, West Germany) on a floral and vegetational basis. – *Urban Exology*, 255-262. Amsterdam.
- HERMJAKOB, G. (1977): Die aktuelle und potentielle Hartlaubvegetation Attikas. – Unveröff. Diss. Münster.
- HÜPPE, J. (1985): Die Ackerunkrautgesellschaften in der Westfälischen Bucht. – Unveröff. Diss. Münster. – *Abhandl. Westf. Mus. f. Naturk.* 48 (4) (1986, im Druck). Münster.
- HÜPPE, J. (1986): Kurze Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Äcker in Westfalen. *Abhandl. Westf. Mus. f. Naturk.* 48, (2/3): 209-221. Münster.
- HURTIENNE, G. (1976): Der Halbtrockenrasenkomplex im Teutoburger Wald und auf der nördlichen Paderborner Hochfläche. – Unveröff. Dipl. Arbeit, 94 pp. Münster.
- ISENBERG, E. (1979): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Grafschaft Bentheim. – *Abhandl. Landesmus. f. Naturk.* 41 (2), 60 pp. Münster.
- JECKEL, G. (1984): Syntaxonomische Gliederung, Verbreitung und Lebensbedingungen nordwestdeutscher Sandtrockenrasen (*Sedo-Scleranthetea*). – *Phytocoenologia* 12 (1): 9-153. Stuttgart-Braunschweig.
- KRAMM, E. (1978): Pollenanalytische Hochmooruntersuchungen zur Floren- und Siedlungsgeschichte zwischen Ems und Hase. – *Abhandl. Landesmus. f. Naturk.* 40 (4), 44 pp. Münster.
- KRAMM, E. (1980): Die Entwicklung der Wälder Westfalens nach der letzten Eiszeit. – *Natur u. Landschaftsk. Westf.* 16, 4, 97-104. Hamm.
- KRAMM, E. & H. M. MÜLLER (1978): Weichselzeitliche Torfe aus den Ems-Terrassen bei Münster (Westf.). – *Eiszeitalter u. Gegenwart* 28: 39-44. Öhringen.
- KUBITZKI, K. (1960): Moorkundliche und pollenanalytische Untersuchungen am Hochmoor „Esterweger Dose“. – *Schriftenr. d. Naturwiss. Vereins Schleswig-Holstein* 30: 12-28. Kiel.
- LIENENBECKER, H. (1971): Die Pflanzengesellschaften im Raum Bielefeld-Halle. – *Ber. Naturw. Ver. Bielefeld* 20: 67-170. Bielefeld.
- LOHMEYER, W. (1967): Über den Stieleichen-Hainbuchenwald des Kern-Münsterlandes und einige seiner Gehölz-Kontaktgesellschaften. – *Schriftenr. f. Vegetationsk.* 2: 161-180. Bonn.
- LOHMEYER, W. & A. KRAUSE (1975): Über die Auswirkungen des Gehölzbewuchses an kleinen Wasserläufen des Münsterlandes auf die Vegetation im Wasser und an den Böschungen im Hinblick auf die Unterhaltung der Gewässer. – *Schriftenr. f. Vegetationsk.* 9, 105 pp. Bonn.
- MEISEL, K. (1969): Zur Gliederung und Ökologie der Wiesen im nordwestdeutschen Flachland. – *Schriftenr. f. Vegetationsk.* 4: 23-48. Bonn.
- MEISEL, K. (1970): Über die Artenverbindungen der Weiden im nordwestdeutschen Flachland. – *Schriftenr. f. Vegetationsk.* 5: 45-65, Bonn.
- MEISEL, K. (1977): Die Grünlandvegetation norddeutscher Flußtäler und die Eignung der von ihr besiedelten Standorte für einige wesentliche Nutzungsansprüche. – *Schriftenr. f. Vegetationsk.* 11, 121 pp. Bonn.
- POTT, R. (1980): Die Wasser- und Sumpfvvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht – Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. – *Abhandl. Landesmus. f. Naturk.* 42 (2), 156 pp. Münster.
- POTT, R. (1981): Anthropogene Einflüsse auf Kalkbuchenwälder am Beispiel der Niederholzwirtschaft und anderer extensiver Bewirtschaftungsformen. – *Allgem. Forstzeitschr.* 23: 569-571. München.

- POTT, R. (1982a): Das Naturschutzgebiet „Hiddeser Bent – Donoper Teich“ in vegetationsgeschichtlicher und pflanzensoziologischer Sicht. – Abhandl. Westf. Mus. f. Naturk. **44** (3), 108 pp. Münster.
- POTT, R. (1982b): *Littorelletea*-Gesellschaften in der Westfälischen Bucht. – *Tuexenia* **2**: 31-45. Göttingen.
- POTT, R. (1983a): Geschichte der Hude- und Schneitelwirtschaft Nordwestdeutschlands und deren Auswirkungen auf die Vegetation. – *Oldenburger Jahrb.* **83**: 357-376. Oldenburg.
- POTT, R. (1983b): Die Vegetationsabfolgen unterschiedlicher Gewässertypen Nordwestdeutschlands und ihre Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt des Wassers. – *Phytocoenologia* **11** (3): 407-430. Stuttgart-Braunschweig.
- POTT, R. (1984a): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Borkenberge bei Haltern in Westfalen. – Abhandl. Westf. Mus. f. Naturk. **46** (2), 28 pp. Münster.
- POTT, R. (1984b): Zur Synökologie nordwestdeutscher Röhrichtgesellschaften. – *Verhandl. d. Gesellsch. f. Ökologie* **12**: 111-119. Göttingen.
- POTT, R. (1984c): Die Vegetation der Fließgewässer Nordwestdeutschlands und deren Veränderungen nach technischen Ausbau- und Pflegemaßnahmen. – *Schriftenr. Informat. z. Naturschutz u. Landschaftspflege Nordwestdeutschlands* **4**: 81-108. Wardenburg.
- POTT, R. (1985a): Vegetations- und Siedlungsgeschichte von Ostwestfalen-Lippe. – *Führer zu archäol. Denkmälern in Deutschland* **10**, Der Kreis Lippe I: 25-29. Stuttgart.
- POTT, R. (1985b): Beiträge zur Wald- und Siedlungsentwicklung des westfälischen Berg- und Hügellandes auf Grund neuer pollenanalytischer Untersuchungen. – *Siedlung und Landschaft in Westfalen* **17**: 1-38. Münster.
- POTT, R. (1985c): Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. – Abhandl. Westf. Mus. f. Naturk. **47** (4), 75 pp. Münster.
- POTT, R. (1986): Der pollenanalytische Nachweis extensiver Waldbewirtschaftungen in den Haubergen des Siegerlandes (Palynological evidence of extensive woodland management in turn with agriculture in the area of Hauberge, Siegerland). – In BEHRE, K.-E. (ed.): *Anthropogenic indicators in pollen diagrams* (im Druck). A.A. Balkema Publishers, Rotterdam.
- POTT, R. & E. BURRICHTER (1983): Der Bentheimer Wald – Geschichte, Physiognomie und Vegetation eines ehemaligen Hude- und Schneitelwaldes. – *Forstwiss. Centralbl.* **102** (6): 350-361. Hamburg, Berlin.
- RAUS, Th. (1977): Klimazonale Vegetationsgliederung und aktuelle Gehölzgesellschaften des ostthessalischen Berglandes (Griechenland). – Diss. Münster.
- RAUS, Th. (1979a): Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). – I. Vegetationszonen und Höhenstufen. – *Bot. Jahrb. Syst.* **100** (4): 564-601. Stuttgart.
- RAUS, Th. (1979b): Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). – II. *Quercetea ilicis* und *Cistomicromerietea*. – *Bot. Jahrb. Syst.* **101** (1): 17-82. Stuttgart.
- RAUS, Th. (1980): Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). – III. *Quercu-Fagetea* und azonale Gehölzgesellschaften. – *Bot. Jahrb. Syst.* **101** (3): 313-361. Stuttgart.
- RAUS, Th. (1981): Human interference with zonal vegetation in the Thessalian Coastal section of the Aegean. – *Beitr. zur Umweltgesch. des Vorderen Orients, Reihe A, Nr. 8*: 40-50. Wiesbaden.
- RAUS, Th. (1982): Phytogeographical circumscription of the Mediterranean area on the Balkan peninsula and the problem of Thessalian pseudomaquis. – *Ecologia mediterranea*, VIII, Fasc. 1/2: 197-201. Marseille.
- RAUS, Th. (1983): Wechsellasse Wiesen in Griechenland. – *Tuexenia* **3**: 259-270. (Festschrift ELLENBERG). Göttingen.
- REHAGEN, H. W. (1964): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Niederrheingebietes und Westmünsterlandes. – *Fortschr. Geol. Rheinl. und Westf.* **12**: 55-96. Krefeld.
- RÖSCH, M. (1983): Geschichte der Nussbaumer Seen (Kanton Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. – *Mitt. thurg. naturf. Ges.* **45**, 110 pp. Frauenfeld.
- RUNGE, F. (1940): Die Waldgesellschaften im Innern der Westfälischen Bucht. – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. **11** (2), 71 pp. Münster.
- SCHRÖDER, E. (1980): Die Sandtrockenrasen der Westfälischen Bucht. – Unveröff. Dipl. Arbeit Bot. Institut Münster.

- SCHÜTRUMPF, R. (1973): Die relativchronologische Datierung fossiler Eichenstämme aus der Kölner Bucht und dem nördlichen Vorland des Teutoburger Waldes nach der Pollenanalyse. – Archäol. Korrespondenzblatt 3: 143-153. Mainz.
- TRAUTMANN, W. (1957): Natürliche Waldgesellschaften und nacheiszeitliche Waldgeschichte des Eggegebirges. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.f. 6/7: 276-296. Stolzenau.
- TRAUTMANN, W. (1969): Zur Geschichte des Eichen-Hainbuchenwaldes im Münsterland auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen. – Schriftenr. f. Vegetationsk. 4: 109-129. Bonn.
- TRAUTMANN, W. & W. LOHMEYER (1960): Gehölzgesellschaften in der Fluß-Aue der mittleren Ems. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 8: 227-247. Stolzenau.
- TRAUTMANN, W.; E. BURRICHTER; A. NOIRFALISE & S. VAN DER WERF (1972): Vegetationskarte 1: 500 000 (in: Deutscher Planungsatlas Bd. I, NRW).
- VERBÜCHELN, G. (1985): Die Mähwiesen und Flutrasen der Westfälischen Bucht und des Nord-sauerlandes. – Diss. Münster.
- VERBÜCHELN, G. (1986): Zum Vorkommen eines *Junco-Molinietum* im nördlichen Münsterland, – Abhandl. Westf. Mus. f. Naturk. 48 (2/3): 223-227. Münster.
- VOSS, K. L. (1967): Die Vor- und Frühgeschichte des Kreises Ahaus. – Bodenaltertümer Westf. 10, Münster.
- WATTENDORFF, J. (1959): Spark-Wucherblumengesellschaft im Kreis Recklinghausen. – Natur u. Heimat 19: 1-4. Münster.
- WATTENDORFF, J. (1964): Über Hartholz-Auenwälder im nordwestlichen Münsterland (Kreis Steinfurt, Westfalen). – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. 26 (1): 3-33. Münster.
- WEBER, H. E. (1985): Rubi Westfalici. – Die Brombeeren Westfalens und des Raumes Osnabrück (*Rubus* L. Subgen. *Rubus*). – Abhandl. Westf. Mus. f. Naturk. 47 (3), 452 pp. Münster.
- WITTIG, R. (1973): Die ruderal Vegetation der Münsterschen Innenstadt. – Natur u. Heimat 33: 100-110. Münster.
- WITTIG, R. (1976): Die Gebüsch- und Saumgesellschaften der Wallhecken in der Westfälischen Bucht. – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. 38 (3), 78 pp. Münster.
- WITTIG, R. (1977a): *Rubus*-Arten in Wallhecken als Zeiger der potentiellen natürlichen Vegetation. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 19/20: 353-355. Göttingen.
- WITTIG, R. (1977b): Agriophyten in Westfalen. – Natur u. Heimat 37: 13-23. Münster.
- WITTIG, R. (1978): Zur pflanzensoziologischen und ökologischen Stellung ruderaler Bestände von *Solidago canadensis* L. und *Solidago gigantea* AIT. (*Asteraceae*) innerhalb der Klasse *Artemisietea*. – Decheniana 131: 33-38. Bonn.
- WITTIG, R. (1979): Probleme der Aufnahme und synsystematischen Einordnung großflächiger Saumgesellschaften und breiter, dichter Hecken, dargestellt am Beispiel von *Artemisietea*- und *Prunetalia*-Gesellschaften. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 21: 145-150. Göttingen.
- WITTIG, R. (1980a): Die geschützten Moore und oligotrophen Gewässer der Westfälischen Bucht: Vegetation, Flora, Botanische Schutzeffizienz und Pflegevorschläge. – Schriftenr. der Landesanst. f. Ökologie, Landschaftsentwicklung u. Forstplanung NW, 5, 230 pp. Recklinghausen.
- WITTIG, R. (1980b): Vegetation, Flora, Entwicklung, Schutzwürdigkeit und Probleme der Erhaltung des NSG „Westrupe Heide“ in Westfalen. – Abhandl. Landesmus. f. Naturk. 42 (1): 3-30. Münster.
- WITTIG, R. & R. POTT (1978): *Thero-Airion*-Gesellschaften im Nordwesten der Westfälischen Bucht. – Natur u. Heimat 38 (3): 86-93. Münster.
- WITTIG, R. & H. E. WEBER (1978): Die Verbreitung der Brombeeren (Gattung *Rubus* L. *Rosaceae*) in der Westfälischen Bucht. – Decheniana 131: 87-128. Bonn.
- WITTIG, R. & E. BURRICHTER (1979): Die Verbreitung und pflanzensoziologische Stellung von *Rubus*-Arten in naturnahen Waldgesellschaften der Westfälischen Bucht und ihrer Randgebiete. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 21: 151-165. Göttingen.
- WITTIG, R. & K.-J. DURWEN (1981): Das ökologische Zeigerwertspektrum der spontanen Flora von Großstädten im Vergleich zum Spektrum ihres Umlandes. – Natur u. Landschaft 56: 12-16. Köln.
- WITTIG, R. & DURWEN, K.-J. (1982): Ecological indicator-value spectra of spontaneous urban floras. – In: BORNKAMM, R., J. A. LEE & M. R. D. SEAWARD (ed.): Urban Ecology, 23-31. Oxford.
- WITTIG, R., H.-J. BALLACH & C. J. BRANDT (1985): Increase of number of acid indicators in the herb layer of the Millet-Grass-Beech-Forest of the Westphalian Bight. – Angewandte Botanik 59:

219-232. Göttingen.

WITTIG, R., D. DIESING & M. GÖDDE (1985): Urbanophob-Urbanoneutral-Urbanophil. – Das Verhalten der Arten gegenüber dem Lebensraum Stadt. – *Flora* 177: 265-282. Jena.

WITTIG, R. & W. WERNER (1986): Untersuchungen zur Belastungssituation des Flattergras-Buchenwaldes in der Westfälischen Bucht. – *Düsseldorfer Geobot. Kolloq.* 3: 33-70. Düsseldorf.

ZEIST, W. van (1959): Studies on the post-boreal vegetational history of south-eastern Drenthe (Netherlands). – *Acta Bot. Neerl.* 8: 156-184. Amsterdam.

ZEIST, W. van (1981): Mensch und Vegetation in prähistorischer Zeit insbesondere in Westeuropa. – *Ber. Int. Sympos. f. Veg.-kunde „Vegetation als anthropoökologischer Gegenstand, Gefährdete Vegetation und ihre Erhaltung 1971“*, 5-25. Vaduz.

Anschrift des Verfassers: Priv.-Doz. Dr. Richard Pott, Institut für Geographie, Robert-Koch-Str. 26-28, D-4400 Münster

# Zur Verbreitung und Individualgeschichte von Weidbuchen im Schwarzwald

Angelika Schwabe und Anselm Kratochwil

## A. Einführung

In verschiedenen Arbeiten haben ERNST BURRICHTER und seine Schüler Baumindividuen vorgestellt, die noch Spuren einstiger extensiver Nutzungsformen zeigen (z. B. BURRICHTER 1984, BURRICHTER & POTT 1983, BURRICHTER et al. 1980). Es ist das Verdienst der erwähnten Arbeiten, viele dieser Spuren lesbar gemacht zu haben. Die Schilderungen und die eindrucksvollen Abbildungen regten uns dazu an, der Geschichte besonders bizarrer Baumgestalten in unserer näheren Umgebung nachzuspüren: der Weidbuchen im Schwarzwald.



Abb. 1: Knorrige Weidbuche im Gebiet Schauinsland-Halde (1160 m ü. M.). Die Buche ist ein Verwachsungsprodukt vieler Teilstämme, letztere kann man im Kronenbereich – Ästen ähnlich – aber auch an feinen Suturen im Bereich des Stammes (vgl. auch Abb. 17) erkennen. Einige der Teilstämme sind im unteren Bereich bereits zerfallen, so daß eine „gestelzte“ Buche entstanden ist. Der Baum steht heute als Relikt ehemaliger extensiver Weidewirtschaft auf einer intensivierten, mit Gülle gedüngten Mähweide (Tab. 2, Ausb. 3). Juli 1985.

Diese sind meist 200–300 Jahre alt und haben Stammumfänge bis etwa 7 m. Eine vielgestaltige Stammoberfläche, Verwachsungen, häufig auch abgestorbene Teile geben ihnen ein besonderes Gepräge (Abb. 1). Das rissige Periderm ist in der Regel von üppigen Thalli verschiedenster Strauch-, Blatt- und Krustenflechten überzogen (Abb. 2). Kein Baum gleicht dem anderen, jeder hat seine eigene Physiognomie, seine eigene Geschichte. Meist stehen sie einzeln, zuweilen jedoch auch in Gruppen zusammen.

Bei der Bearbeitung der Extensivweiden des Schwarzwaldes (SCHWABE-BRAUN 1980) wurden Vorkommen von Weidbuchen bereits mit in der „Biotop-Kartierung Baden-Württemberg“ (s. z. B. WILMANN & KRATOCHWIL 1983) vermerkt und ihre landschaftsästhetische Bedeutung herausgestellt. WIRTH (1968) hatte zuvor schon auf Weidbuchen und ihre wichtige Rolle als Phorophyten für gefährdete Flechtenarten aufmerksam gemacht. Eine tiefergehende Beschäftigung mit der Individualgeschichte dieser Bäume unterblieb, wenn man von den inzwischen etwa 80 Jahre alten Arbeiten von LUDWIG KLEIN (s. u.) absieht. Einige Aspekte möchten wir im folgenden vorstellen, weitere sollen zusammen mit umfangreichem Bildmaterial in einer späteren Publikation (SCHWABE & KRATOCHWIL 1986) folgen.



Abb. 2: Mächtige, Flechten-besetzte Weidbuche in einem Weidbuchen-Hain. Die Buche erreicht in Brusthöhe einen Stammumfang von 5,65 m. Im Bereich des Stammabflusses der N-exponierten Seite leben auf dem rissigen Periderm dieses über 250 Jahre alten Baumes üppige Thalli von *Lobaria amplissima* und *Lobaria pulmonaria*. Mai 1985.

Für die vorliegende Arbeit waren uns die inzwischen in Vergessenheit geratenen Werke des Botanikers LUDWIG KLEIN (1857–1928, s. auch den Nachruf von OLTMANN 1930) eine große Hilfe. Er dokumentierte um die Jahrhundertwende viele dieser schönen Baumgestalten photographisch und beschäftigte sich vor allem mit den Jugendstadien, die er als „Kuhbüsche“ bezeichnete (s. z. B. KLEIN 1900, 1904, 1905, 1908, 1913/14). Einige der von KLEIN dokumentierten Bäume leben heute noch; wir konnten sie wiederfinden und die Umfangmessungen mit den alten Angaben vergleichen (s. Abb. 23a, b; ausführlicher bei SCHWABE & KRATOCHWIL 1986).

Leider mußten wir jedoch feststellen, daß Weidbuchen vielfach nur noch geduldete Relikte auf inzwischen intensiviertem Grünland darstellen; eine Verjüngung der Bäume ist – wie wir zeigen wollen – auf solchen Flächen nicht möglich, so daß ihr Sterben absehbar ist. Auf das langsame Schwinden dieser eindrucksvollen Baumgestalten machte bereits W. HOCKENJOS (1978, 1982) eindringlich aufmerksam. Wir möchten versuchen, aus unseren Beobachtungen heute noch existierender Jugendstadien solcher Bäume Vorschläge für die Verjüngung zu erarbeiten. Es soll ferner die Frage beantwortet werden, ob sich Beziehungen zwischen der Kontaktvegetation, d. h. bestimmten Pflanzengesellschaften, und den Verjüngungsmöglichkeiten ergeben.

## B. Weidbuchen als Untersuchungsobjekte und ihre Verbreitung

Aus verschiedenen Mittelgebirgen gibt es Angaben über das Vorkommen von Weidbuchen; so aus dem Sauerland (POTT 1985), der Rhön (LOHMEYER & BOHN 1974, FRÖHLICH 1984), den Vogesen (ISSLER 1909, 1942) und der Schwäbischen Alb (KGL. WÜRTT. FORSTD. 1911, FEUCHT 1929). Ähnliche Formen, entstanden unter Rotwildverbiß, sind auch aus dem ehemaligen Rotwildpark Stuttgart (s. z. B. FEUCHT 1929) bekannt geworden.

Die Weidbuchen des Schwarzwaldes werden vor allem von KLEIN (1900 ff.) ausführlich beschrieben, ferner widmen FEUCHT (1939) und später dann W. HOCKENJOS (1978, 1982) ihnen Aufmerksamkeit. J. & M. BARTSCH (1940) behandeln in ihrer „Vegetationskunde des Schwarzwaldes“ die Weidbuchen erstaunlicherweise nicht (wenn man von der kurzen Erwähnung der Windbuchen am Schauinsland absieht), wohl weil es sich um damals „selbstverständliche“ Elemente der Extensivweiden-Landschaft handelte. Auch stellten sich den Autoren wissenschaftliche Fragen nach der Verjüngung dieser Bäume noch nicht, denn es gab sie im westlichen Südschwarzwald in großer Anzahl.

Das heutige Verbreitungsgebiet der Weidbuchen (s. Abb. 3) entspricht sicherlich im Prinzip dem um die Jahrhundertwende, wenn die Vorkommen zweifellos auch in starkem Maße ausgedünnt sind. Die Schwerpunkte liegen im mittleren und oberen Wiesental und den Nebentälern, im oberen Münstertal und im Schauinslandgebiet. Als besonderes Kleinod muß das Gebiet um Wieden herausgestellt werden; dieses wurde bereits von KLEIN (1904, p. 24) als „Schatzkästlein der wundervollsten Buchengestalten“ bezeichnet.

Kleinere Vorkommen liegen z. B. bei Oberried (Häusleberg), bei St. Peter und im Gebiet der Wildgutach (Kostgefäll), zerstreut gibt es auch Vorkommen z. B. im oberen Hauensteiner Albtal (Bernau, Menzenschwand) und im oberen Wehratal; s. dazu Abb. 3. Weidbuchen kommen vor allem in den montanen *Luzulo-Fagetum*-Gebieten des südwestlichen Schwarzwaldes vor. Nach Osten im Bereich des *Luzulo-Abietetum* gewinnen

Weidfichten und im Gebiet des *Vaccinio-Abietetum* auch Weidkiefern mehr und mehr an Bedeutung.

Die Beschränkung auf den westlichen Schwarzwald hat somit sicherlich klimatische Gründe; die Konzentration im weiteren Belchen-Raum findet jedoch eine kulturgeographische Erklärung. Hier liegt das Zentrum der Weideallmenden (vgl. dazu EGERS 1957, SCHWABE-BRAUN 1980), wo im Realteilungsgebiet des südlichen Schwarzwaldes das Vieh im Tagesgang auf das unparzellierte „Wilde Feld“ geschickt wurde. Reutbergwirtschaft, d. h. eine Feld-Wald- (oder Weide-) Wechselwirtschaft mit eingeschobenem Brand fand hier nicht statt; bei dieser Wirtschaftsform, die auf den mittleren Schwarzwald und Randgebiete beschränkt war (Anerbengebiet), wurden in den dortigen Niederwäldern vor allem Eiche, Birke und Hasel gefördert. Die Buche spielte hier wirtschaftsbedingt nur eine geringe Rolle und wird auf den Weidfeldern durch die

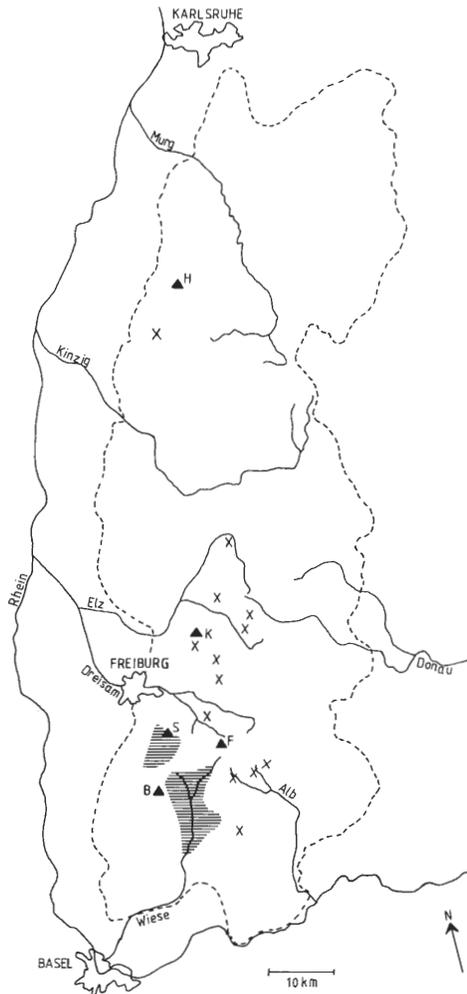


Abb. 3: Verbreitungsgebiet von Weidbuchen im Schwarzwald. Schraffiert: Hauptverbreitungsgebiet; x: Einzelvorkommen von Weidbuchen. H: Hornisgrinde, K: Kandel, S: Schauinsland, F: Feldberg, B: Belchen.

vom Vieh verschmälte Birke ersetzt. Im westlichen Südschwarzwald hingegen findet sich auf den Extensivweiden eine starke Buchenverjüngung, die früher von den Hirtenbuben nicht radikal ausgehustet wurde. Punktuell oder in kleinen Gruppen duldeten man die Verjüngung von Weidbuchen, vor allem zu Zeiten geringeren Viehbesatzes (s. u.). Hatten diese doch eine große Bedeutung als Schattenspender für Vieh und Hirten. Manche von ihnen zeigen heute noch die Spuren der Feuer, die Hütebuben in Höhlungen alter Weidbuchen anfachten, um sich am frühen Morgen zu wärmen. Dort, wo im westlichen mittleren Schwarzwald aufgrund der Höhenlage keine Reutbergwirtschaft betrieben wurde (z. B. Kostgefäll/Wildgutachgebiet), gibt es ebenfalls Weidbuchen.

### C. Anmerkungen zur Weidewirtschaft im Schwarzwald unter Berücksichtigung der endemischen Rinderrassen

Eine strenge Trennung zwischen Wald und Weide gibt es im westlichen Schwarzwald erst seit dem Badischen Forstgesetz aus dem Jahre 1833; bis dahin war eine Einbeziehung besonders der Randbereiche von Allmendweiden sicherlich die Regel. Einige der von uns untersuchten Weidbuchen-Haine, deren Bäume alle aus dem 18. Jahrhundert stammen dürften, stellen Beispiele für ehemalige Waldhude dar. Viele der Wälder im südwestlichen Schwarzwald wurden im 16.-18. Jahrhundert gerodet; im Jahre 1770 erreichte die Ausdehnung der Weiden im oberen Wiesetal (Forstbezirk Schönau) mit 40 % der Gesamtfläche einen sehr hohen Wert (DRESCHER 1972). Nach einer Zeit, in der der Viehbesatz noch nicht sehr hoch war und sicherlich auf den Weiden eine selektive Unterbeweidung im Sinne von KLAPP (1965) stattfand, mit einer Besatzdichte von deutlich weniger als 1 Großvieheinheit (GVE) pro ha, erhöhte sich die Zahl der Viehhalter Ende des 19. Jahrhunderts stark, und es kam zu einem Überbesatz an Vieh. Die Besatzdichte lag z. B. nach Angaben einer damaligen Zustandserfassung der Weiden (BAD. MIN. . . . 1889) im Bereich Wieden bei 0,6 ha pro GVE. Dies führte zu einer selektiven Überbeweidung, die viele der Kräuter wie *Arnica montana* oder *Meum athamanticum* zugunsten trittfester Gräser wie *Nardus stricta* zurückdrängte (s. dazu SCHWABE & KRATOWIL 1986).

Die meisten unserer Weidbuchen stammen aus der Zeit selektiver Unterbeweidung: Wir werden im folgenden erläutern, daß die Verjüngung von Weidbuchen an extensive Bewirtschaftung gebunden ist.

Allmendweiden haben in der Regel Hangneigungen über 30°; die Entfernungen, die die weidenden Rinder zwischen den Weiden und ihren Ställen täglich zurücklegten, betragen kaum unter 5 km. Die Höhendifferenzen liegen oft bei 400–500 m (EGGERS 1957). Diese steilen und abgelegenen Hänge konnten nur von zähen, muskelkräftigen, kleinwüchsigen Höhenrinderrassen mit besonders harten Klauen begangen werden, vor allem durch das Hinterwälder Rind, in niederen Lagen auch das Vorderwälder Rind. Diese Tiere haben durch ihre Freßgewohnheiten Weidbuchen entstehen lassen, was wir im Kap. D. näher schildern werden. Das Hinterwälder Rind ist mit einer Widerristhöhe der ausgewachsenen Kuh von 115–122 cm\* die kleinste deutsche Rinderrasse. Das mittlere Gewicht beträgt heute 380–420 kg (eine Niederrungskuh wiegt demgegenüber mindestens das Doppelte); im vorigen Jahrhundert bei den Kühen stark übersetzter Weiden betrug es oft nur 280 kg (BAD. MIN. . . . 1889). Die Vorderwälder sind etwas größer (Widerristhöhe 128–135 cm\*) und schwerer (550–650 kg\*). Leider ist die Popula-

\* nach Angaben des „Regionalverband Fleckvieh und Wäldervieh Titisee-Neustadt im Rinderzuchtverband Baden-Württ. e. V.“

tion reinrassiger Hinterwälder Rinder auf etwa 2 500 Kühe zurückgegangen und ihr weiterer Bestand ist gefährdet. Nur sie können jedoch unter den Rinderrassen sehr steile Hänge beweidet, und ihre Erhaltung ist daher auch aus landschaftspflegerischen Gründen wichtig.

## D. Individualgeschichte von Weidbuchen

### I. Jugendstadien (Kuhbüsche)

Die Jugendstadien der Weidbuchen wollen wir nach KLEIN (1908 ff.) als „Kuhbüsche“ bezeichnen. Ihre Form ist durch Verbiß der Rinder entstanden.\*\* Dieser Verbiß von Buchen ist umso erstaunlicher, da Rinder aufgrund des Fehlens von Schneidezähnen das Futter nicht abbeißen können. Sie drücken es gegen die verhornte Gaumenplatte im Oberkiefer, quetschen oder reißen es ab (KLAPP 1971, FRASER 1978).

KLEIN (1908) war der Auffassung, daß es sich bei dem Buchenverbiß um eine Notnahrung für das Vieh, insbesondere im Spätsommer, handele. Wir konnten jedoch beobachten, daß Jungbuchen befressen werden, auch wenn ausreichend Gras- und Kräuternahrung vorhanden ist (s. Abb. 4). Das Buchenlaub kann Bedeutung als Rauhfutter haben; der Rohfaseranteil sollte bei Wiederkäuern – bezogen auf das Trockengewicht – 18 bis 20 % betragen (HELFFERICH & GÜTTE 1972, BOGNER & GRAUVOGL 1984). Es ist jedoch auch bekannt, daß Rinder eine bewußt selektive Futtaufnahme zeigen können und essentielle Nährstoffe und Spurenelemente so in ausgewogenen Mengen aufnehmen („spezifischer Appetit“, „Medizinieren“, FRASER 1978).

Wir konnten mehrmals Hinterwälder Kühe beim „Hornen im Gebüsch“ beobachten; sie schlugen dabei mit dem Kopf kräftig in die Kuhbüsche. Dieses „Hornen“ gehört zum Verhaltensrepertoire von Bullen, Kühen aber auch von Ochsen, besonders bei ursprünglichen Rinderrassen. Es handelt sich häufig um Drohgesten gegenüber Artgenossen, die Elemente von kommentartigen Schiebekämpfen darstellen, die die soziale Rangordnung bestimmen. Wir sahen Wundkalli bei mehreren Weidbuchen in Wideristhöhe der Rinder (s. Abb. 19), die auf diese Verhaltensweise zurückzuführen sein könnten. Von manchen ursprünglichen Rinderrassen, wie z. B. den Camargue-Rindern, ist bekannt, daß sie Bäume und Gebüsche regelmäßig aufsuchen, die „zerhornt“ und verletzt werden (SCHLOETH 1961).

Früher waren viele der Weidfelder, die Kuhbüsche und Weidbuchen tragen, Ochsenweiden. Das Fleisch dieser Tiere war begehrt, und sie wurden auch als Zugtiere verwendet. Heute noch weisen Bezeichnungen wie „Ochsenboden“, „Ochsenhalde“ u. a. darauf hin.

Bevor wir die verschiedenen Jugendstadien der Weidbuchen näher erläutern, seien noch einige Beobachtungen von Kuhbusch-besetzten Flügelginster-Weiden bei Wieden mitgeteilt, die zeigen, daß solche Kuhbusch-Gruppen eine feste Rolle in dem Weidegang der Tiere spielen können (Beobachtungstag 26.7.1985, zwei Weiden mit 5 bzw. 8 Hinterwälder und Vorderwälder Milchkühen):

Bis gegen 10 Uhr weideten die Tiere langsam bergaufwärts, gegen 11 Uhr suchten sie die Tränke auf. Etwa ab 11 Uhr kälten dann alle Rinder wieder. Zur heißesten Zeit (um 12 Uhr) such-

---

\*\* Ein solcher Kuhbusch wird auch von BRAUN-BLANQUET (1928, Abb. 131) aus der Auvergne wiedergegeben mit der Bildunterschrift „Rinderverbiß an *Fagus*“.



Abb. 4: Kuhbusch bei Wieden mit schopffartigen im Zentrum hochwachsenden Trieben, an dem eine Vorderwälder Kuh Laub zupft. Juli 1985.

ten sie die Kuhbüsche auf. Wird eine Rindergruppe auf diesem gewohnten Weg abgelenkt, kehrt sie – auch wenn sie weit abgetrieben wird – stets danach wieder zu der Ausgangsposition zurück, an der die „Störung“ stattgefunden hat. – Dem hier betrachteten Weidfeld fehlten alte Weidbüchen.

Im folgenden wollen wir versuchen, die Jugendstadien der Weidbüchen zu klassifizieren und ihre Form im Zusammenhang mit dem Freßverhalten der Rinder zu interpretieren.

Alle Kuhbüsche, die wir finden konnten, sind oval, wobei in der Regel die längere Achse hangparallel liegt, die kürzere hingegen sich hangwärts befindet. Der Mittelpunkt der Achsen ist häufig der Bergseite genähert (Abb. 5).

Diese Form, wie auch die Größe der Kuhbüsche, läßt sich auf das Freßverhalten des Rindes zurückführen. Um den Kuhbusch finden sich Wechsel (Viehgangeln), die an steilen Hängen vorwiegend hangparallel (oberhalb und unterhalb des Busches) liegen. Während die obere Viehgangel meist direkt am Kuhbusch vorbeiführt, liegt die untere in einem durchschnittlichen Abstand von 60 cm vom Busch (Abb. 6). Rinder benutzen auf ihrem Weidegang bevorzugt solche Viehgangeln (s. auch Abb. 26). Als Paarzeher können sie schlecht ihren Fuß in steiler Hanglage verkanten, eine weitgehend gleichmäßige Belastung beider Zehen ist für die Standsicherheit des Rindes am Hang am günstigsten.

Nur selten bewegt sich ein Rind direkt auf dem kürzesten Weg hangauf- bzw. hangabwärts. Einerseits ist dies zu anstrengend, andererseits drückt bei der Stellung des Körpers mit dem Kopf zum Tal der gefüllte Pansen auf das Zwerchfell und somit auf Herz und Lunge (ZEEB, mündl. Mitt.).

Die Kuhbüsche werden so bevorzugt in hangparalleler Haltung durch das Rind befressen (Abb. 4), wobei der Kopf seitlich abgewinkelt wird. Um eine möglichst günstige Stellung hang-

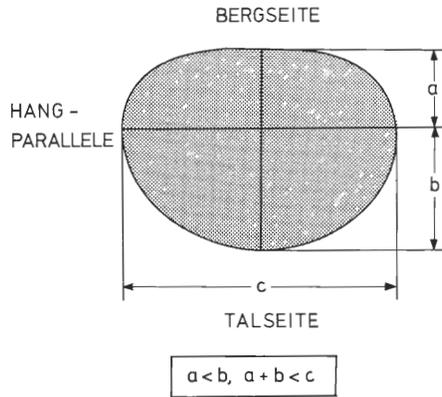


Abb. 5: Querschnittsprofil durch einen Kuhbusch. Der Schnittpunkt der beiden Achsen (Berg/Talseite; Hangparallele) ist der Bergseite genähert. Die Berg-Talachse ist kürzer als die der Hangparallele (weitere Erläuterungen siehe Text).

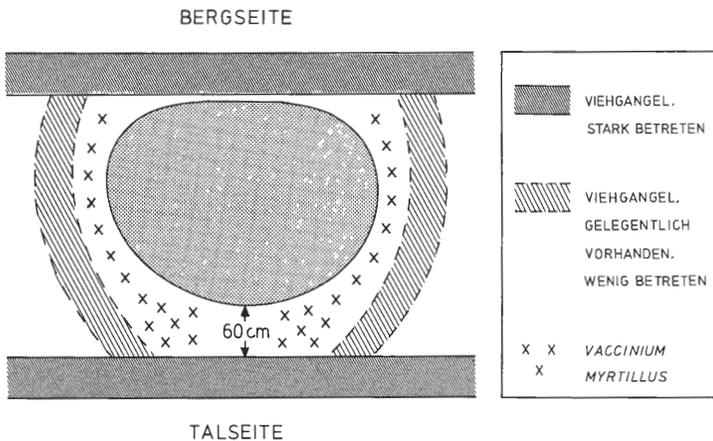


Abb. 6: Verlauf der Viehgänge am Kuhbusch, Abstand zum Kuhbusch und Intensität des Tritts.

parallel unterhalb des Kuhbusches zu bekommen, die einen großen Frebradius gestattet, muß das Rind einen bestimmten Abstand (ca. 60 cm) zum Kuhbusch einnehmen. Deshalb liegt auch die untere Viehgänge weiter vom Busch entfernt. Oberhalb hingegen ist eine möglichst nahe Stellung erforderlich, der Kuhbusch liegt im Vergleich zur Standfläche des Rindes tiefer (Abb. 6). Das bevorzugte Fressen von den hangparallelen Viehgängen aus führt zu einem stärkeren Befuß der Berg- und der Talseite des Busches, wobei die günstigere Ausgangssituation für das Rind die von der unteren Viehgänge aus ist. Aus diesem Grund befindet sich häufig auch der Mittelpunkt der Achsen des Kuhbusches der Bergseite genähert. Gelegentlich beobachtet man, daß der Kuhbusch in Bergaufhaltung befressen wird, nie jedoch in Bergabwärtshaltung.

Wir können nach unseren Geländebeobachtungen insgesamt drei verschiedene Kuhbusch-Stadien und als Sonderfall den Doppel-Kuhbusch unterscheiden (Abb. 7):

- a) Kuhbusch-Initialstadium (Abb. 7, 8, 9, 10 Vordergrund)
- b) auswachsender Kuhbusch (Abb. 7, 11)

- c) auswachsender Kuhbusch mit Fraßkehle (Abb. 7, 10 Hintergrund)  
 d) Sonderfall: Doppelkuhbusch (Abb. 16, 17 a, b)

Die kugelige bzw. kegelförmige Gestalt des Kuhbusches, einschließlich der bei den älteren Kuhbusch-Stadien vorhandenen Fraßkehle, wird einerseits durch die Halslänge, andererseits durch den halbkreisförmigen Wendekreis des ausgestreckten Kopfes bestimmt.

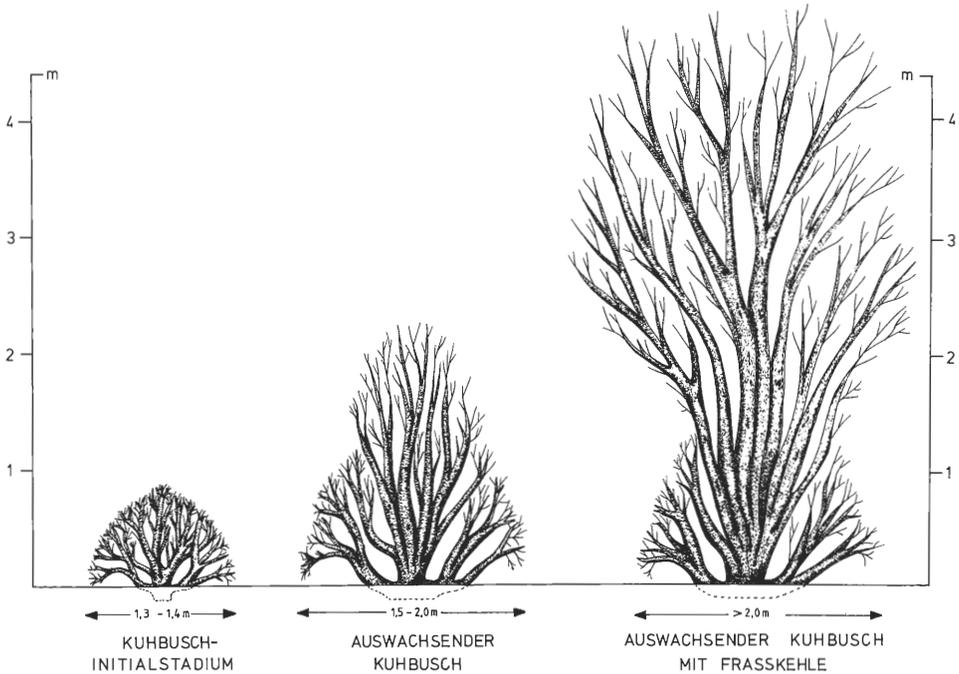


Abb. 7: Die drei verschiedenen Kuhbuschstadien:

1. Kuhbusch-Initialstadium: kugelige bis kegelige Form von maximal 1,4 m Durchmesser;
2. auswachsender Kuhbusch: im Zentrum des im Durchmesser 1,50–2 m messenden Busches, nun unerreichbar für das Rindermaul, wachsen mehrere Stämme aus;
3. auswachsender Kuhbusch mit Fraßkehle: die auswachsenden Stämme bilden Kronen aus. Typisch für dieses Stadium ist eine Fraßkehle, die dem Wendebereich des ausgestreckten Rinderhalses entspricht.

#### Zu a) Kuhbusch-Initialstadium

Der kleinste Kuhbusch, den wir finden konnten (bei Aitern), hatte folgende Abmessungen: 30 cm Durchmesser in Hangparallele, 30 cm Durchmesser Berg-/Talseite, Höhe 24 cm, Umfang des zentralen Stämmchens 9 cm. Es war möglich, von einem direkt daneben liegenden Kuhbusch mit den Abmessungen: 70 cm Durchmesser in Hangparallele, 1,20 m Durchmesser Berg-/Talseite, Höhe 35 cm, ein elliptisch geformtes Teilstämmchen genau zu vermessen. Dieses Stämmchen mit 2,1 und 1,2 cm Durchmesser sowie 7,5 cm Umfang hatte bereits 17 Jahresringe. Der Teilstamm entsprang einer kleinen Verbißplatte (s. SCHWABE & KRATOCHWIL 1986).



Abb. 8: Extensiv bewirtschaftetes Weidfeld mit Kuhbüschen, das noch großflächig mit dem *Festuco-Genistetum typicum* überzogen ist, bei Wieden. Juli 1985.



Abb. 9: Aufgebrochene, verbissene Jungbuche (Kuhbusch) bei Wieden. In der Mitte kann man einige stärkere Stämmchen erkennen mit bis zu 20 cm Umfang an der Basis, die jetzt schon ein Alter von etwa 25 Jahren haben. Die ganz hell reflektierenden Buchenblätter sind frisch ausgetrieben an den Stellen, wo die jungen Langtriebe abgefressen wurden. Im Vordergrund ist der charakteristische *Vaccinium myrtillus*-Saum, der die Kuhbüsche umrandet, zu sehen (s. Tab. 4, Aufn. 2). Juli 1985.



Abb. 10: Gruppe von Kuhbüschen bei Wieden, die einen kleinen Eindruck von der Weidfeld-Landschaft geben, in der Ludwig KLEIN um die Jahrhundertwende (1908, p. 286) eine „Parkgärtnerei größten Stiles“ beobachtete. Im Vordergrund ist ein allseitig befreßener Kuhbusch sichtbar, im Hintergrund ein Doppelkuhbusch, dessen rechter Teil noch allseitig befreßener wurde, dessen linker Teil jedoch bereits die schopfartigen hier bis 5 m hoch gewachsenen Triebe zeigt. Aus solchen Doppel-Kuhbüschen entstehen Doppel-Weidbuchen, die schließlich verwachsen, jedoch aus 2 Individuen hervorgegangen sind (vgl. Abb. 17). Juli 1985.

Offenbar ist der Zuwachs bei allen Kuhbüschen in den ersten Jahrzehnten außerordentlich gering, so daß dünne Teilstämmchen oft bereits ein Alter von 30 Jahren haben können. KLEIN (1908) zählte Jahresringe an einer gefällten Weidbuche am Knöpflesbrunnen bei Todtnau (ca. 1100 m ü. M.) von 1 m Durchmesser am Boden und 3,14 m Umfang. Das Alter betrug 220–230 Jahre; in den ersten 50 Jahren (im Kuhbuschstadium) war der Gesamtdurchmesser nur 5 cm.

Ein weiterer Kuhbusch, den wir bei Wieden vermessen konnten, besaß einen Durchmesser von 90 cm in Hangparallele, hangwärts von 70 cm und eine Höhe von 60 cm. Die beiden zentralen Stämmchen (Umfang je 20 cm) berührten sich bereits und begannen miteinander zu verwachsen. Ein weiterer Kuhbusch (1,30 x 1,00 x 0,75 m) wurde aus 8 Stämmen gebildet, von denen zwei 20 cm, einer 16 cm Umfang besaß.

All diese Kuhbüsche erinnern an Bonsai-Bäume (Abb. 12); auch eine ähnlich den Bonsai-Kulturen erreichte Verminderung in der Blattgröße ist zu beobachten (nähere Angaben s. SCHWABE & KRATOCHWIL 1986).



Abb. 11: Dieser Kuhbusch bei Wieden hat hangparallel einen Durchmesser von 1,70 m und bergtalwärts von 1,50 m. Das Zentrum ist für das Rindermaul nicht mehr erreichbar; so konnten 2 Triebe bis 3 m hochwachsen und sich schopffartig verzweigen.



Abb. 12: Stark durch Rinder verbissene junge Buche (Kuhbusch) im Winter am Wiedener Eck (1050 m ü. M.). Den jungen Buchen werden, wenn sie durch ihre geringe Größe für das Rindermaul noch erreichbar sind, alljährlich die Langtriebe abgefressen, die mehrmals nachtreiben und dann wieder abgezupft werden, so daß nur noch ein stummeliges Gebilde übrigbleibt; dieses verleiht den Kuhbüschen fast ein Bonsai-artiges Aussehen. Dezember 1984.

Kuhbusch-Initialstadien erreichen maximal einen Durchmesser in Hangparallele von 1,40 m, hangabwärts von 1,30 m und werden 90 cm hoch (Abb. 13, 14). Sie haben somit hangwärts ungefähr die doppelte Halslänge eines Rindes (bei Hinter- und Vorderwälder Vieh ca. 60 cm); ihre Höhe korreliert mit dem maximalen Wendebereich des ausgestreckten Kopfes eines Rindes.

### zu b) Der auswachsende Kuhbusch

Ab einer bestimmten Größe, die bei größer als 1,40/1,30 m liegt, kann das Rind mit ausgestrecktem Hals nicht mehr das Zentrum des Kuhbusches erreichen. Dies führt dazu, daß einzelne oder auch mehrere Triebe auswachsen können (Abb. 13, 14). Solche Kuhbüsche haben im Durchschnitt einen Durchmesser von 1,50 bis 2,10 m in Hangpa-

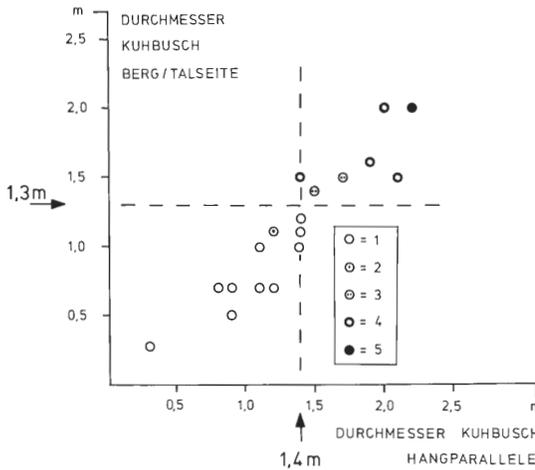


Abb. 13: Das Verhältnis von Kuhbusch-Durchmesser Berg/Talseite zu Hangparallele und dessen Bezug zum Entwicklungsstadium des Kuhbusches. Erst ab einem Durchmesser von 1,30 m Berg/Talseite und 1,40 m Hangparallele beginnen Stämme auszuwachsen. 1 = Kuhbusch; 2 = Kuhbusch mit einem einzelnen auswachsenden Stamm, ohne Fraßkehle; 3 = Kuhbusch mit mehreren auswachsenden Stämmen, z. T. mit Fraßkehle; 4 = Kuhbusch mit mehreren auswachsenden Stämmen, einer davon dominant und mit wesentlich stärkerem Stammdurchmesser; mit Fraßkehle; 5 = Kuhbusch mit mehreren auswachsenden dickeren Stämmen; mit Fraßkehle.

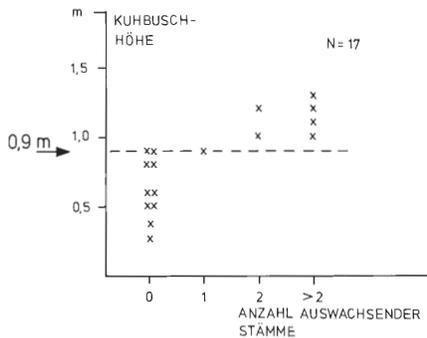


Abb. 14: Das Verhältnis: Kuhbusch-Höhe/Anzahl auswachsender Stämme. Erst ab einer Höhe von 90 cm wächst der erste Einzelstamm aus dem Busch aus (N = 17).

rallele, die Berg-/Talseite mißt 1,40 bis 2,00 m (Abb. 13). In der Abb. 11 hat der dominante Stamm bereits eine Höhe von 3 m erreicht. Die Höhe des Kuhbusches bis zu der Stelle, an der die einzelnen Äste auswachsen, beträgt 1,20 m. Dies entspricht genau der Höhe des Widerristes der Hinterwälder Kuh (1,15–1,22 m bei der ausgewachsenen Kuh). In Widerristhöhe kann der Kopf des Rindes am weitesten ausgestreckt werden. Interessant wären nun Vergleiche mit den Maßen von Fraßprofilen an Palisaden-Freßgittern (ZEEB, Manuskr.); solche fehlen bisher leider von Vorder- und Hinterwälder Rindern.

Die asymmetrische Lage des Zentralstammes in Abb. 15 ist aus der Geländemorphologie erklärbar. Einzelne Triebe brachen jedoch auch im Zentrum des Kuhbusches bereits hervor und überragen den Busch um etwa 20 cm. Frei bleibt auch auf der rechten Seite ein Bereich von etwa 80 cm.

Die herauswachsenden Buchenstämme gehen gewissermaßen aus dem Schutz ihres eigenen „Mantels“ hervor („Eigenschutz“, vgl. BURRICHTER et al. 1980). Auch andere Sträucher, z. B. *Prunus avium* und *Sorbus aucuparia*, können diesen schützenden „Buchenmantel“ nutzen und wachsen häufig unerreichbar für das Rind zu Bäumen aus. BURRICHTER et al. (1980) beschreiben, wie unter starker Beweidung Eichen unter dem Schutz von Schlehengebüsch aufwachsen können („Fremdschutz“). Entscheidend für die Gestalt der späteren Weidbuche ist es, daß ähnlich wie bei Stockausschlägen mehrere Teilstämme hochwachsen, die jedoch durch den jahrzehntelangen Verbiß bereits eine knorrige und unregelmäßige Form haben.

Der Bereich bis zu den hochwachsenden Zweigen beträgt in allen beobachteten Fällen ungefähr 60–80 cm, er entspricht damit etwa dem maximalen Wendebereich des Rindermaules. Der Fraßkegel um die auswachsenden Zweige erreicht wie die größten Initialstadien eine Höhe von maximal 1,20 m (Abb. 15).

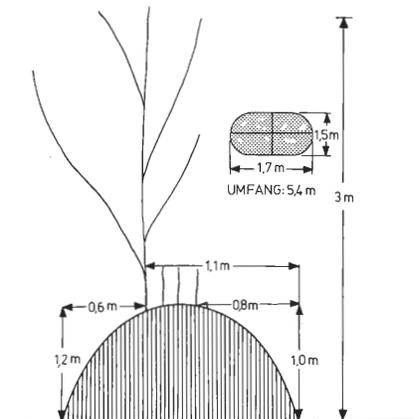


Abb. 15: Beispiel für einen auswachsenden Kuhbusch im Längs- und Querschnitt (weitere Erläuterungen s. Text).

### zu c) Der auswachsende Kuhbusch mit Fraßkehle

Für das dritte Stadium kennzeichnend ist eine ausgeprägte Fraßkehle. Der Kuhbusch hat in der Mitte bereits mehrere dickere Stämme entwickelt, die einzelne Kronen gebildet haben. Im Idealfall entspricht der Volumenbereich des Busches an der Basis dem der Kronen der ausgewachsenen Stämme.

Die Maße einer solchen Fraßkehle, die ebenfalls den Bereich widerspiegeln, den das Rind mit seinem Maul erreichen kann, sind von der Geländemorphologie abhängig. Bei einem auswachsenden Kuhbusch in Hanglage besitzt die zur Talseite gerichtete Fraßkehle – bedingt durch einen veränderten Freßradius des Rindes – andere Maße als die der Bergseite genäherte.

Da wir nur noch wenige auswachsende Kuhbüsche mit Fraßkehle finden konnten, war eine Analyse der einzelnen Maße in Abhängigkeit von der Geländemorphologie nicht möglich. Der in Abb. 7 dargestellte Kuhbusch stellt die Situation bei ebener Lage dar. In Hanglage liegt die zur Talseite gerichtete Fraßkehle, bedingt durch die Hangneigung und durch den etwa 60 cm betragenden Abstand Viehangel – Kuhbusch, tiefer.

Dieses Kuhbusch-Stadium ist das von seiner Physiognomie her beeindruckendste. Der weitere Zuwachs fällt nun immer mehr den auswachsenden Stämmen und deren Kronen zu.

zu d) Sonderfall: Doppel-Kuhbusch

Eine besondere, aber nicht selten anzutreffende Erscheinung sind zwei sehr nah beieinander stehende, häufig sich sogar an der Basis berührende Kuhbüsche. Diese

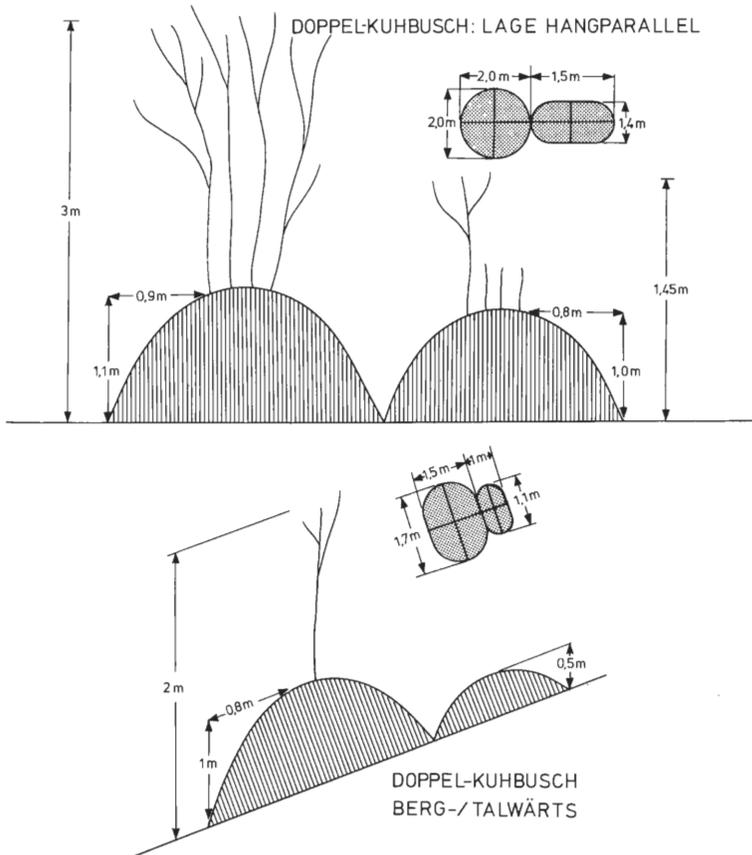


Abb. 16: Beispiele für Doppel-Kuhbüsche  
a) Lage der Büsche in Hangparallele; b) Lage der Büsche in Berg-/Tallage.



Abb. 17a/b: Doppel-Weidbuche am Wiedener Eck (1040 m ü. M.), die aus einem Doppel-Kuhbusch hervorgegangen ist und somit aus 2 genetisch verschiedenen Jungbuchen entstand. Jede der beiden Weidbuchen besteht wiederum aus vielen verwachsenen Teilstämmen, wie eine Ausschnitt-Darstellung des linken Stammes (b) dokumentiert. Januar 1985.

Doppel-Kuhbüsche stellen die Initialstadien von Doppel-Weidbuchen dar, eines häufigen Typs; sie seien deshalb an dieser Stelle erwähnt.

In der Abb. 16 sind solche Doppel-Kuhbüsche dargestellt. Es gibt wahrscheinlich keine Gesetzmäßigkeit für die Lage der beiden Büsche, denn sowohl solche, die hangparallel als auch solche, die berg-/talwärts liegen, konnten wir finden. Bestimmte Maße stimmen mit denen einzeln stehender Kuhbüsche gut überein. Meist scheint der eine Kuhbusch vom Schutz des anderen zu profitieren, denn bei auswachsenden Kuhbüschen (Abb. 16 a, b) ist der dominierende Stamm des jüngeren Kuhbusches dem benachbarten Busch genähert.

Mit Sicherheit handelt es sich um zwei Individuen, die wiederum aus vielen verwachsenen Teilstämmen bestehen (Abb. 17 a, b). Besonders dickstämmige Weidbuchen gehen aus solchen Doppel-Kuhbüschen hervor; der dickste von uns gefundene Doppelbaum hat einen Umfang von 7,40 m in Brusthöhe.

In einigen Fällen ist anzunehmen, daß an der Bildung von Weidbuchen 3 Kuhbüsche beteiligt waren.

## II. Reife- und Altersstadien von Weidbuchen

Weidbuchen bilden sich durch die Verwachsung der aus dem Kuhbusch auswachsenden Stämme. Diese Verwachsungen entstehen notwendigerweise dadurch, daß sich die Einzelstämme - bedingt durch das sekundäre Dickenwachstum - ab einem bestimmten Zeitpunkt berühren und miteinander verwachsen. Häufig wird dabei ein Teil des Periderms eingeschlossen. Man kann solche Verwachsungen und Umwallungen an Baum-Querschnitten gebrochener Weidbuchen studieren (Abb. 18). Anhand der Jah-



Abb. 18: Teilansicht eines in ca. 2,50 m Höhe abgebrochenen und dann durchgesägten Weidbuchenstammes in Wieden. Es lassen sich 3 Kerne erkennen, wobei um einen dieser Kerne eine Peridermschicht ausgebildet ist. Dieser Teilstamm wurde später von dem mächtigen Hauptstamm überwallt. Wir zählten bei dem Hauptstamm ca. 150 Jahresringe; der Durchmesser betrug 56 cm, der Umfang 1,65 m. November 1984.



Abb. 19: Besonders dicker Stamm einer aus einem einzelnen Kuhbusch hervorgegangenen Weidbuche im Schwarzwald (bei Utzenfeld, 870 m ü. M.) mit 6,95 m Umfang in Brusthöhe, 7,85 m am Boden. Der mittlere Teilstamm weist in 1 m Höhe eine 33 x 50 cm große Wucherung auf, die vielleicht als Kallus nach Verletzung durch „Hornen“ (vgl. p. 26) gedeutet werden könnte.

resringe läßt sich auch feststellen, zu welcher Altersstufe sich die einzelnen Stämme berührt haben und miteinander verwachsen sind (Beispiele s. SCHWABE & KRATOCHWIL 1986).

An solchen Verwachsungen können über 20 Einzelstämme beteiligt sein (Tab. 1). KLEIN (1908) bezeichnet diese Bäume als polykormisch, da sie mehrstämmig sind, aber aus einem Kuhbusch und damit einem Individuum erwachsen. Als Gegensatz dazu setzt er die monokormische, aus einem Stamm entstandene Weidbuche. Wir konnten einen solchen Fall nie beobachten und bezweifeln, daß es überhaupt Weidbuchen gibt, die nur einem Stamm erwachsen sind.

Da es sich um ein Baumindividuum handelt, das durch jahrzehntelangen Verbiß daran gehindert wurde, eine „normale“ einstämmige Buche zu bilden, und sich die Teilstämme bei gutem Zuwachs berühren müssen, sind Verwachsungen im „Reifestadium“ die Regel (Abb. 19). In hochmontaner Lage am Schauinsland sahen wir auch Weidbuchen, deren Teilstämme nicht verwachsen sind, wohl weil in dieser Höhenlage der Zuwachs nicht reicht und zudem die Einzelstämme durch Schneedruck eine unten bogige Form haben. Sie unterscheiden sich von ähnlichen Mehrstammgruppen durch den gemeinsamen Verbißstock (s. Abb. 20, 21). Zudem divergieren bei den Mehrstammgruppen die Einzelstämme in der Regel bereits an der Basis (s. POTT 1985).

Obwohl es sich bei den Weidbuchen um mehrere verwachsene Einzelstämme handelt, entsteht letztlich vom Habitus her analog das typische Bild eines „monokormischen“ Baumes (i. S. von KLEIN) (Abb. 22). Jeder Einzelstamm behält seinen Kern bei und ab einer bestimmten Höhe bildet er seine eigene Krone aus, die jedoch nur einen



Abb. 20: Weidbuche in hochmontaner Lage am Parkplatz Schauinsland, deren 15 Teilstämme nicht verwachsen sind (Gesamtumfang in Brusthöhe 7,30 m); die gemeinsame Verbißplatte des Baumes ist jedoch zu erkennen. Wahrscheinlich reicht in dieser Höhenlage der Zuwachs nicht aus, um ähnlich dicke Stämme wie in der Abb. 19 gezeigt, zu bilden. Juli 1985.

Teil der gesamten Krone aller Einzelstämme darstellt. Ab einer bestimmten Höhe teilen sich also nicht wie bei dem „Monokorm“ einzelne Hauptäste ab, sondern die Einzelstämme selbst.

Vom Boden bis zur Krone lassen sich in den meisten Fällen die einzelnen Stämme noch verfolgen, denn zumindest die Nahtstellen sind vielfach noch gut zu erkennen. Es gibt Beispiele, wo sogar noch eine gewisse Symmetrie in der Anordnung der verwachsenen Einzelstämme festzustellen ist (Abb. 17, 19). Häufig jedoch kann man erst nach näherer und eingehender Analyse aufzeigen, wie die Teilstämme verlaufen.

An der Basis der Weidbuche bildet sich in der Regel eine Verbißplatte aus. Über lange Zeiträume treibt die Buche an der Stammbasis immer wieder aus und wird dann befreissen. Diese Verbißplatte wird z. T. auch von den Wurzeln mitgebildet, die in den oft über 200 Jahren freigelegt wurden oder sich durch Epinastie vergrößert haben und oftmals große, durch das dort stehende und tretende Vieh blankgescheuerte Teller bilden.



Abb. 21: Mehrstamm-Buchengruppe, die wir am Fuße des Kahlen Berges im Teutoburger Wald bei Bielefeld fanden, und die wahrscheinlich durch Büschelpflanzung mehrerer Heister entstanden ist, so daß es sich hier – im Gegensatz zu den aus einem Kuhbusch hervorgegangenen Weidbuchen – um mehrere genetisch verschiedene Individuen handelt. Eine gemeinsame Verbißplatte oder bei fehlender Beweidung ein gemeinsamer Stock ist bei solchen Bäumen nicht ausgebildet. März 1985.

Die Stammumfänge alter Weidbuchen sind beträchtlich. Sie sind bei Buchen nur durch solche, oben beschriebenen Verwachsungen zu erreichen. Die Tab. 1 enthält Angaben über den Stammumfang einiger Weidbuchen am Boden, in Brusthöhe und die vermutliche Anzahl der verwachsenen Einzelstämme, soweit dies überhaupt noch feststellbar ist. Die von uns ausgewählten 13 Bäume hatten an der Basis Umfänge von 4,60 bis 10,30 m, in Brusthöhe von 3,04 bis 7,40 m; die höchsten Werte stammen von einer Doppel-Weidbuche.

Auch der dickste Baum dürfte das für Buchen kritische Alter von 250–300(350) Jahren nicht überschritten haben. Die Dicke des Baumes hat viele Begutachter eher zur Schätzung eines höheren Alters verleitet. Bemerkenswert ist immerhin, daß auch bei den älteren Exemplaren mindestens 1/5 der Lebenszeit der Buche das Kuhbusch-Stadium darstellt.

Eine Weidbuche, die von KLEIN (1905) bei Wieden im Jahre 1901 vermessen und fotografiert wurde, konnten wir wiederfinden (Abb. 23 a, b). Der Umfang hatte sich

Tab. 1: Maße einiger bemerkenswerter Weidbuchen (Alter: 250 Jahre und darüber)  
a) aus einem Kuhbusch erwachsene Weidbuchen;  
b) aus einem Doppel-Kuhbusch erwachsene Weidbuchen.

Typ	Lokalität	Kontakt-Vegetation	Kuhbüsche vorhanden?	Besonderheiten	Umfang Brusthöhe	Umfang am Boden	Höhe des Baumes *	Anzahl sichtbarer verwachsener Stämme
a)	Schönenberg, MTB 8213, 810 m ü.M.	Flügelginster-Weide, bewirtschaftet	Jungwuchs wird entfernt	Baum innen hohl, Photogr. von KLEIN aus d. Jahre 1905	7,10 m	8,10 m	13 m	20
a)	Zw. Knöpflesbrunnen u. Utzenfeld, MTB 8113, 870 m ü.M.	randl. einer ehemaligen, jetzt verbuschten Flügelginster-Weide	nein	Kallus in 1,10 m Höhe, s. Abb. 19	6,95 m	7,85 m	19 m	28
a)	Ungendvieden, MTB 8113, 1130 m ü.M.	Weidbuchen-Hain	nein	Umfang am Boden geringer als in Brusthöhe	5,65 m	5,86 m	33 m	19
a)	Schönenberg, MTB 8213, 810 m ü.M.	Flügelginster-Weide, bewirtschaftet	Jungwuchs wird entfernt	sehr regelmäßig gestaltete Weidbuche, s. Abb. 22	5,30 m	7,30 m	25 m	21
a)	Wieden, oberste Schafbuchen, MTB 8113, 1100 m ü.M.	Weidbuchen-Gruppe (17 Bäume) auf Flügelginster-Weide, bewirtschaftet	Jungwuchs wird entfernt	östlichster Baum d. Gruppe, 3 Hauptstämme, innen hohl	4,90 m	6,10 m	21 m	10
a)	Wieden, mittlere Schafbuchen, MTB 8113, 1070 m ü.M.	Weidbuchen-Gruppe (12 Bäume) auf Flügelginster-Weide, bewirtschaftet	Jungwuchs wird entfernt	östlichster Baum d. Gruppe, großer Wundkallus in 50 cm Höhe	4,20 m	6,10 m	23 m	14
a)	Wieden, oberste Schafbuchen, MTB 8113, 1100 m ü.M.	Weidbuchen-Gruppe (17 Bäume) auf Flügelginster-Weide, bewirtschaftet	Jungwuchs wird entfernt	sehr regelmäßig gestaltete Weidbuche, in mitten d. Gruppe wachsend	3,80 m	5,40 m	21 m	6
a)	Wiedener Eck, MTB 8113, 1050 m ü.M.	Flügelginster-Weide, bewirtschaftet	ja (Abb. 12)	Hauptstamm in 5 m Höhe durch Blitzschlag umgebrochen	3,20 m	4,90 m	10 m	15
a)	Wieden, oberste Schafbuchen, MTB 8113, 1100 m ü.M.	Weidbuchen-Gruppe (17 Bäume) auf Flügelginster-Weide, bewirtschaftet	Jungwuchs wird entfernt	Drehwuchs, gestelzte Buche, randl. d. Gruppe wachsend	3,10 m	6,50 m	15 m	8
a)	Wieden, mittlere Schafbuchen, MTB 8113, 1070 m ü.M.	Weidbuchen-Gruppe (12 Bäume) auf Flügelginster-Weide, bewirtschaftet	Jungwuchs wird entfernt	westlichster Baum der Gruppe	3,10 m	4,60 m	17 m	10
a)	Schauinsland a. Schulheim, MTB 8013, 1170 m ü.M.	Hochmontaner Borstgrasrasen, brach liegend	nein	starke Windverformung, Periderm-Schäden, z.T. rdl. überwallt	2,10 m	3,10 m	7 m	8
b)	Wieden, Lailekopf, MTB 8113, 950 m ü.M.	randl. Buchenverjüngung, im Wald wachsend, in 50 m Entfernung: Flügelginster-Weide	nein (nur randlich)	wahrscheinlich mächtigste Weidbuche im gesamten Schwarzwald	7,40 m	10,30 m	25 m	8 + 10
b)	Wiedener Eck, MTB 8113, 1040 m ü.M.	Flügelginster-Weide, bewirtschaftet	Jungwuchs wird entfernt	Doppel-Weidbuche der Abb. 17 a, b	4,40 m	5,60 m	13 m	8 + 9

\* bestimmt mit dem Neigungsmesser, auf- und abgerundete Werte

in 84 Jahren um etwa 1 m vergrößert. Ein genauer Vergleich der Photographie von 1901 mit den heutigen Verhältnissen zeigt, daß es in einigen Bereichen des Baumes (z. B. bei Teilstämmen und Ästen der linken Baumhälfte) zu Verwachsungen gekommen ist.

Alte Weidbuchen besitzen hinsichtlich ihres Stammumfanges oftmals gleiche Maße wie die uns bekannten größeren Kuhbüsche.



Abb. 22: Regelmäßig gestaltete Weidbuche mit mächtiger Krone im Gebiet der Flügelginster-Weiden bei Schönau/Schönenberg (Wiesetal). Auch dieser regelmäßig gestaltete Baum stellt ein Verwachsungsprodukt vieler (in diesem Falle 21) verwachsener Teilstämme eines ehemaligen Kuhbusches dar. August 1985.



Abb. 23a: Weidbuche im Gebiet der Wiedener Ochsenhalde von ca. 25 m Höhe und 4,66 m Stammumfang nach photographischer Aufnahme von L. KLEIN am 18. April 1901 (publ. 1905, Tafel 28A).

Ab einem bestimmten Alter, um 250 Jahre, stellen zahlreiche Stämme ihr Wachstum ein und sterben ab. Vielfach sind es äußere Einflüsse; am häufigsten entstehen durch die intensive Sonnenstrahlung Peridermschäden, aber auch Astbrüche durch Eis- und Schneebruch, Angriffspunkte für Holzpilze (z. B. *Stereum rugosum* (PERS. ex FR.) FR. u. a.), deren Hyphen das Holz durchziehen.

Die meisten Altbäume sind innen hohl. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die innen liegenden Stämme, da sie von den anderen völlig umschlossen sind, am weiteren Wachstum am meisten gehindert werden und zuerst absterben. In solchen Hohlräumen kann man oft besonders schön, auch von der Innenseite, den Verlauf der verwachsenen Einzelstämme erkennen (s. SCHWABE & KRATOCHWIL 1986).

Der Zerfall der Weidbuche erfolgt schrittweise, je nach Alter und Verwachsungsgrad der Einzelstämme. Im Extrem bleiben zuletzt abgestorbene Stämme bis auf einen noch lebenden Einzelstamm übrig; die Weidbuche zeigt somit auch im Zerfall im Vergleich zu der monokormischen Buche eine Besonderheit.



Abb. 23b: Als eine der wenigen von L. KLEIN dokumentierten Weidbuchen lebt der in Abb. 23a dargestellte Baum heute noch und konnte von uns gefunden werden. Der Stammumfang beträgt inzwischen 5,60 m (jeweils in Brusthöhe), so daß in den 84 Jahren ein Zuwachs von etwa 1 m im Umfang zu verzeichnen ist. Im Bereich der Teilstämme und Äste der linken Baumhälfte ist es zu Verwachsungen gekommen. Februar 1985.

Betrachtet man nun die gesamte Individualgeschichte von Weidbuchen, so ist besonders bemerkenswert, daß der durch Verbiß an der Einzelstambbildung gehinderte Baum mehrstämmig wird und über Verwachsung den Habitus eines Einzelstambbaumes annimmt, in der Zerfallsphase hingegen wieder in seine Teile zerfällt.

## E. Kontaktvegetation und Vegetation von Weidbuchen-Hainen (s. dazu Tab. 2, 3, 4)

In der Tab. 2 wurden verschiedene Typen von Rasen, die mit Weidbuchen durchsetzt sind, zusammengestellt.

Die Gebiete, die aktuell noch Verjüngungsstadien (Kuhbüsche) aufweisen (Wieden/Aitern/Präg/Häusleberg bei Oberried), sind alle mit dem *Festuco-Genistetum sagittalis* überzogen. Modellartige Kuhbüsche sahen wir in Wieden auf einem südwestexponierten Weidfeld. Die hier noch ausgedehnten Bestände des *Festuco-Genistetum typicum* (ohne Düngezeiger) sind reich an *Carlina acaulis*, *Arnica montana* und *Thymus pulegioides*. Zumeist hurstet man die Kuhbüsche aus, so daß eine Verjüngung von Weidbuchen verhindert wird (s. aber Abb. 27). Seltener können sich auch im Bereich des *Festuco-Genistetum trifolietosum* Kuhbüsche finden, sie werden hier jedoch offenbar noch seltener geduldet.

Die Buchenverjüngung ist im Bereich der Flügelginster-Weiden überall sehr gut; so bilden sich um Weidbuchen scharf am Rande des Schattenwurfes und hier ringförmig, aber auch in 20–30 m Entfernung Verjüngungskerne. Im Wiedener Raum, wo der Laubholzanteil recht groß ist, dürfte auch in den umgebenden Buchenwäldern (zumeist *Luzulo-Fagetum*) vor allem durch Eichel- und Tannenhäher Bucheckern gesammelt und gesteckt werden. Ein Bedürfnis, die Buchenverjüngung gezielt zu fördern, wie es in Teilen von Nordwestdeutschland mit Hilfe von Büschelpflanzungen üblich war (MANTEL, zit. bei POTT 1982), gab es im Schwarzwald sicherlich nie. So haben wir keinerlei Beobachtungen machen können, die auf solche Büschelpflanzungen hindeuten.

Auch gibt es keine Hinweise auf Astschneitelungen, wie es von POTT (1982) für eine alte Buche im Hiddeser Bent gezeigt werden konnte, oder auf Kappungen, die den Mastertrag erhöhten, wie es z. B. BURRICHTER et al. (1980) und BURRICHTER (1984) für Eiche und Buche nachgewiesen haben. Im Buchen-reichen westlichen Schwarzwald waren solche Kappungen wohl nicht notwendig; frühere Astschneitelungen sind im Schwarzwald nur bei der Esche häufiger zu beobachten.

Im Bereich des *Leontodonto helvetic-Nardetum*, der hochmontanen Borstgrasmatte des Schwarzwaldes, sahen wir keine Kuhbüsche, diese werden jedoch durch photographische Aufnahmen von KLEIN (1905) aus dem Feldberggebiet (Hüttenwasen, 1250 m ü. M.) und von ISSLER (1909) aus den Vogesen (Bereich des korrespondierenden *Violeto-Nardetum*, 1200 m ü. M.) dokumentiert. Im Gebiet des Hüttenwasen fanden sich im Jahre 1985 bis auf einige Krüppel inmitten einer Fichtenaufforstung keine Buchen mehr. Im Schauinsland-Gipfelbereich gibt es noch Weidbuchen auf den letzten Flecken des *Leontodonto-Nardetum*, die noch nicht intensiviert wurden (Tab. 2, Aufn. 7). Da hier jedoch lange keine Beweidung mehr stattfand, fehlen verbissene Jungbuchen. Die berühmten Windbuchen im Bereich Schauinsland-Halde und die Weidbuchen bei Hofsgrund stehen inzwischen fast alle auf intensivierten Mähweiden (Tab. 2, Ausb. 3, Abb. 24). Wie die Tabelle zeigt, fehlen *Nardo-Callunetea*-Arten und andere Magerkeitszeiger in den dicht schließenden Rasen völlig (Vegetationsbedeckung 100 %); die Weidbuchen bilden hier archaische Formen extensiver Nutzungsformen, die längst der Ver-

Tab. 2: Weidbuchen als Solitäre in verschiedenen Rasengesellschaften: Dokumentation von Kontaktgesellschaften (Verjüngungsstadien von Weidbuchen finden sich nur in der Ausb. 1).

Ausbildung:	1						2		3				
	a	b					a	b					
Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Verjüng.stadien Buche:	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Beweidung ●, Brache ○, Nachbeweidung ◊:	●	●	○	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
Veg.bed. Feldschicht (%):	85	95	95	95	95	95	95	90	100	100	100	100	100
Veg.bed. Moosschicht (%):	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Exposition:	SW	SSW	S	O	S	SW	SW	W	W	N	N	O	SO
Neigung (°):	30	30	24	25	20	20	3	5	2	10	5	3	5
Größe Aufn.fläche (m <sup>2</sup> ):	25	20	25	20	20	12	30	2*	30	30	30	30	30
Höhe u.M.:	1050	1110	1080	1090	1050	1112	1150	1160	1150	1160	1160	1150	1140
Artenzahl:	21	26	22	24	26	24	18	15	18	14	14	14	17
Ass1 Genista sagittalis	2a.2	2a.2	2a.2	1.2	2a.2	1.2		1.2					
Carlina acaulis	+												
VC,DV Violion caninae:													
VC Viola canina	+2			1.2									
VC Galium pumilum	2m.2												
DV Silene nutans			+2										
Ass2 Leontodon helveticus							2a.2	2a.2		+○	+○		
OC/ Galium hircynicum		2m.2	2m.2	2m.2	2a.2	2m.2	2m.2	2m.2					
KC Nardus stricta	1.2	2a.2	+2	+2		2a.2	2b.2						
N.- Potentilla erecta	2m.2	2m.2	2m.2	2a.2		1.2	1.2						
Call Arnica montana	1.2	+	1.2				2b.2	1.2					
ea: Polygala serpyllifolia			+2	+2	+2	1.2							
Danthonia decumbens			1.2			2m.2							
Cuscuta epithymum			+			+2							
Antennaria dioica		+2											
D Zwergstr.reiche Stadien:													
Vaccinium myrtillus	2a.2	2a.2	2a.2	4.4			1.2						
Calluna vulgaris		2a.2	3.3				1.2						
Vaccinium vitis-idaea			1.2				1.2						
Zeiger sehr ext.Bew.u.v.Brachen:													
Deschampsia flexuosa	2a.2	2b.2	3.3	2a.2			2a.2						
Teucrium scorodonia	+	+		2a.2									
Hieracium lachenalii		1.2					1.1	+2					
Sorbus aucuparia K				+			+						
Acer pseudoplatanus K			+										
Acer platanoides K				+									
Magerkeitszeiger als D 1,2:													
Agrostis capillaris	1.2	2a.2	2m.2	2a.2	2a.2	2b.2	2m.2	+2		+			
Luzula campestris	+	+2	+2	+2	1.2	1.2	1.2	1.2					
Campanula rotundifolia	+	+	1.2	1.2	1.2	1.2		2m.2					
Veronica officinalis	+	2m.2		1.2	2m.2								
Holcus mollis	1.2		+2	1.2	+2								
Thymus pulegioides	2a.2		1.3		+2	2m.2							
Rumex acetosella		2m.2		1.2	+2	1.2							
Hieracium pilosella		+2			+2	1.2							
Lückenzeig., z.T. Zeiger stärker beweideter Flächen als D 1b:													
Stellaria graminea					2m.2	+2							
Euphrasia rostkoviana					2m.2	1.2							
Hypochoeris radicata					1.2	1.2							
Leontodon hispidus					1.2	2m.2							
Nährstoffzeiger als D 1b+3:													
Trifolium repens	+	+			1.2	1.2			2b.2	3.3	2b.2	2a.2	2a.2
Veronica chamaedrys		+			+	1.2			1.2		+2	1.2	1.2
Trifolium pratense	+					2a.2			1.2	+2			
Höhendiff.:													
Meum athamanticum			+		1.2	1.2	2a.2	2a.2	+○	1.2	1.2	2a.2	1.2
Höhendiff., sich anreichernd in 3:													
Poa chaixii							1.2	1.2	2a.2	2b.2	2b.2	2b.2	2m.2
Nährstoffzeiger als D 3:													
Ranunculus acris								+	2a.2	2a.2	2b.2	2a.2	2a.2
Cerastium holosteoides								1.2	2m.2	2a.2	1.2	1.2	1.2
Poa trivialis									2a.2	2m.2	2m.2	2m.2	2m.2
Taraxacum officinale									1.2	1.2	2a.2	2a.2	1.2
Veronica arvensis									+2	+2	+2	+	
Alchemilla xanthochlora									+		+2	2a.2	2a.2
Trisetum flavescens									2a.2			1.2	2a.2
Dactylis glomerata									2a.2			+	
Poa pratensis									1.2				1.2
Poa annua s.str.									+2			+2	
Rumex acetosa											+		1.1
D 3b (Umbruch-Wiese?):													
Melandrium rubrum													2a.2
Silene vulgaris													1.2
Sonstige:													
Festuca nigrescens	2a.2	1.2		1.2	3.3	3.3	1.2	2b.2	2m.2	2m.2	2a.2	2m.2	2a.2
Anthoxanthum odoratum		1.2		+2	2m.2	2m.2	1.2		2m.2	2m.2	1.2	2m.2	2m.2
Achillea millefolium	+		2m.2		2m.2	2m.2			1.2	2m.2			
Plantago lanceolata	+	+		+		1.2							
Carex pilulifera			1.2	+2									
Moose:													
Polytrichum formosum		2m	1										
Pleurozium schreberi				2m				2m					
Brachythecium albicans		+											
Rhytidiadelphus squarrosus				2m									

Fortsetzung Tab. 2:

Außerdem kamen vor: Aufn. 2 *Gnaphalium sylvaticum* +; Aufn. 4 *Ranunculus nemorosus* +, *Cirsium palustre* +; Aufn. 5 *Leontodon autumnalis* +, 2, *Carex caryophylla* +; Aufn. 6 *Veronica serpyllifolia* +; Aufn. 7 *Luzula albida* 1.2 .

Lokalitäten: Aufn. 1-6 Wieden, MTB 8113; Aufn. 7 Schauinsland, Richtg.Stohren, MTB 8013; Aufn. 8, 9-12 Schauinsland Halde, MTB 8013 (9,10), 8113 (11,12); Aufn. 13 Schauinsland zw.Halde und Hofgrund, MTB 8013 .

\* Fragment, zwischen Zaunpfählen der Ausbildung 3a wachsend.

<u>Ausbildungen:</u>	1 Festuco-Genistetum sagittalis	a) typicum, b) trifolietosum
	2 Leontodonto-Nardetum	
	3 Intensivierte Mähweiden	a) Überwiegen der Weidephase b) Überwiegen der Wiesenphase (Umbruch-Wiese?).



Abb. 24: Weidbuchen-bestimmte Landschaft im Gebiet Schauinsland-Halde (ca. 1100 m ü. M.). Die Weidbuchen, die auf dem Sattel z. T. bizarre Windverformungen zeigen, stehen alle inzwischen auf intensivierten Mähweiden (Tab. 2, Ausb. 3). Juli 1985.

gangenheit angehören. Zwischen den Zaunpfählen konnte im Bereich der Windbuchen die Aufnahme 8 gemacht werden, die sich noch als Fragment dem *Leontodonto-Nardetum* zuordnen läßt.

In der Tabelle 3 wurden Vegetationstypen im Schattenwurf von Weidbuchen, in Verbuschungsstadien um abgestorbene Weidbuchen und in Weidbuchen-Hainen zusammengestellt. Die Aufnahme 8 gibt ein *Luzulo-Fagetum* im Randbereich eines Weidfeldes wieder. Vor allem in submontanen Lagen, schon in einer Höhenlage um 500 m ü. M. fällt auf, daß Weidbuchen im Schattbereich ihrer Krone dichte Heidelbeer-Teppiche wie Ringe um sich tragen. Auch in südexponierten Flächen montaner Lagen ist dies besonders deutlich. Sehr lichtbedürftige Pflanzen wie z. B. *Hieracium pilosella* oder *Thymus pulegioides* fehlen. Alte Weidbuchen-Haine am Schauinsland und bei Wieden (Abb. 25) weisen im Prinzip eine ganz ähnliche Vegetation auf wie die oben erwähnten „*Vaccinium*-Ringe“ im Schattenbereich der Weidbuchen. *Vaccinium myrtillus* und *Deschampsia flexuosa* dominieren; Zeiger ehemaliger Weide wie *Nardus stricta* oder *Anthoxanthum odoratum* können sich noch recht lange halten. Letztere differenzieren den Weidbuchen-Hain von den umgebenden *Luzulo-Fageten* (Aufn. 7). Wenn eine Weidbu-

che umbricht, entwickeln sich die „*Vaccinium*-Ringe“ zu Buchen-Fichten-reichen Stadien, die sehr schnell so dicht schließen, daß die Weidezeiger ausgedunkelt werden (Ausb. 4, Abb. 26).

Tab. 3: Vegetation im Schattenwurf von Weidbuchen, Weidbuchen-Haine und Verbuschungsstadien um ehemalige Weidbuchen.

Ausbildung:	1	2					3	4
Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8
Veg.bed. Baumsch.(%):	*	70	55	60	70	65	95	80
Veg.bed. Str.sch.(%):	.	5	5	25	5	5	5	5
Veg.bed. Feldsch.(%):	80	70	100	60	80	90	10	70
Veg.bed. Moossch.(%):	.	2	.	.	.	1	.	6
Exposition:	S	SO	SO	S	S	SSO	S	S
Neigung (°):	10	10	15	15	10	10	10	10
Größe Aufn.fläche (m <sup>2</sup> ):	40	80	80	80	100	80	50	200
Höhe ü.M.:	1100	1240	1250	1130	1120	1110	1080	1120
Artenzahl:	10	14	12	8	12	10	6	12
<i>Fagus sylvatica</i> B	*	4.4	3.3	4.3	4.4	4.3	3.3	3.3
Str	.	+	.	2b.2	+	+	.	.
K	.	.	.	1.2	.	.	.	1.1
<i>Picea abies</i> B	.	.	.	.	.	.	3.3	3.3
Str	.	+	+	+	+	+	.	+
K	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i> Str	.	+	+	+	+	+	.	.
K	+	+	.	+	.	1.1	+	+
Stete Arten in allen Ausb.:								
<i>Deschampsia flexuosa</i>	3.3	2a.2	2b.2	2b.2	2b.2	2b.2	2m.2	2b.2
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3.3	3.3	4.4	3.3	4.4	4.4	2a.2	3.3
Weidezeiger oder Zeiger ehemaliger Beweidung:								
<i>Agrostis capillaris</i>	2m.2	1.2	1.1	1.2	1.2	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2m.2	.	+2	.	2m.2	2m.2	.	.
<i>Luzula campestris s.str.</i>	1.2	+2	1.2	.	.	.	.	.
<i>Nardus stricta</i>	2a.2	.	.	.	1.2	1.2	.	.
<i>Galium hircynicum</i>	1.2	.	2m.2	.	.	.	.	.
<i>Polygala vulgaris</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa chaixii</i>	.	1.2	.	.	.	.	.	.
D Ass Luzulo-Fagetum:								
<i>Luzula alba</i>	.	1.2	1.2	.	2m.2	1.2	.	+
Fagion:								
<i>Prenanthes purpurea</i>	.	+	.	.	+	.	.	.
D hochmont. Fagion:								
<i>Polygonatum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.2
Sonstige:								
<i>Hieracium lachenalii</i>	.	.	+	.	+	+	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Senecio nemorensis s.str.</i>	.	+2	+	.	.	.	.	.
<i>Luzula sylvatica</i>	.	1.2	.	.	.	.	.	+2
Moose:								
<i>Polytrichum formosum</i>	.	.	.	.	.	2m	.	2a
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	2m	.	.	.	.	.	.

Außerdem kamen vor: Aufn. 2 *Oxalis acetosella* 2m.2; Aufn. 4 *Abies alba* K +, *Athyrium filix-femina* +°; Aufn. 5 *Sorbus aria* Str +; Aufn. 7,8 *Hieracium spec.* (Rosette) +; Aufn. 8 *Acer pseudoplatanus* K +.

Lokalitäten: Aufn. 1, 4-8 Wieden, MTB 8113; Aufn. 2+3 Schauinsland, Gipfelregion, MTB 8013.

\* Schattenwurf von *Fagus sylvatica* ca. 70 %.

- Ausbildungen:
- 1 Vegetation im Schattenwurf einer Weidbuche
  - 2 Weidbuchen-Haine
  - 3 Verbuschungsstadien um eine ehemalige Weidbuche, deren Stumpf bereits vermodert ist
  - 4 Luzulo-Fagetum im Randbereich eines Festuco-Genistetum sagittalis.



Abb. 25: Weidbuchen-Hain mit Flechten-besetzten über 200 Jahre alten Bäumen bei Wieden. Mai 1985.

Tab. 4: Kuhbusch - *Vaccinium myrtillus*-Saum - Borstgrasrasen auf einem Weidfeld bei Wieden.

	1	2	3
<i>Fagus sylvatica</i>	5.5		
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2m.2	5.5	2a.2
<i>Holcus mollis</i>	+ .2	1.2	1.2
<i>Agrostis capillaris</i>	.	1.2	1.2
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	1.2	2a.2
<i>Potentilla erecta</i>	.	+ .2	2m.2
<i>Genista sagittalis</i>	.	1.2	2a.2
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	+	+ .2
<i>Teucrium scorodonia</i>	.	1.2	+
<i>Thymus pulegioides</i>	.	.	2a.2
<i>Festuca nigrescens</i>	.	.	2a.2
<i>Nardus stricta</i>	.	.	1.2
<i>Galium pumilum</i>	.	.	2m.2
<i>Arnica montana</i>	.	.	1.2

Außerdem mit + in Aufn. 2 *Galium saxatile*; in Aufn. 3 *Viola canina*, *Carlina acaulis*, *Luzula campestris*, *Veronica officinalis*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Achillea millefolium*.

Aufn. 1 Vegetation mehrerer Kuhbüsche auf einem SW-exponierten Weidfeld bei Wieden, 30° Hangneigung, insgesamt 4 m<sup>2</sup>, 1050 m ü.M.

Aufn. 2 *Vaccinium myrtillus*-Säume dieser Kuhbüsche, insgesamt 3 m<sup>2</sup>.

Aufn. 3 Bestand des *Festuco-Genistetum sagittalis* (Flügelginster-Weide) im Kontaktbereich der Kuhbüsche, 25 m<sup>2</sup>.

Auch ein Kuhbusch kann schon einen „*Vaccinium*-Ring“ en miniature tragen (Abb. 9), der als Saum im Schattenwurf ausgebildet ist; dies sei anhand der Tab. 4 durch 3 pflanzensoziologische Aufnahmen aus dem Gebiet Wieden dargestellt. Diese *Vaccinium*-Ringe weisen auf das recht hohe Alter der Kuhbüsche. Ähnliche *Vaccinium*-Säume tragen auch hochmontane *Sorbus aucuparia*-Feldgehölze (vgl. SCHWABE-BRAUN 1980, p. 90).

## F. Möglichkeiten der Verjüngung

Unsere Beobachtungen zeigen, daß eine Verjüngung von Weidbuchen möglich wäre. Die folgenden Punkte müssen jedoch beachtet werden, wenn diese erfolgreich sein soll:

1. Wir haben nur dort Verjüngungsstadien gefunden, wo auf Flügelginster-Weiden eine extensive Beweidung (etwa 1 GVE/ha) stattfindet. Ähnliches gilt nach den photographischen Aufnahmen von KLEIN (1905) und ISSLER (1909) auch für die hochmontanen Borstgrasrasen, doch sind hier im Schwarzwald inzwischen keine Beispiele mehr zu finden. Im Bereich der Schauinsland-Gipfelregion könnten sicherlich durch extensive Beweidung sowohl das dortige ehemalige *Leontodonto-Nardetum* (jetzt eine artenarme *Nardion*-Fragmentgesellschaft, s. HOBÖHM & SCHWABE 1985) als auch Weidbuchen regeneriert bzw. verjüngt werden.



Abb. 26: Weidfeld Ungendwieden (ca. 1050 m ü. M.) mit Flügelginster-Weide (vorwiegend *Festuco-Genistetum typicum*), einzelnen alten Weidbuchen und jüngeren Weidfichten sowie charakteristischen Fichten - Buchen - *Vaccinium myrtillus*-Ringen um inzwischen umgeborene Weidbuchen (s. auch Tab. 3). Kennzeichnend ist, daß es jüngere Weidbuchen hier und im gesamten Verbreitungsgebiet der Bäume kaum gibt. Zahlreiche Viehgangeln (dunkle hangparallele Linien) durchziehen das Weidfeld. Oberhalb schließen sich Bestände des hochmontanen *Luzulo-Fagetum* an. Juni 1985.

Im Bereich der Schauinsland-Halde ist eine Verjüngung der dortigen Windbuchen wahrscheinlich nur an den wenigen Stellen möglich, wo diese so dicht stehen, daß ein gewisser Windschutz für aufkommenden Jungwuchs besteht. Die stark intensivierten mit Gülle gedüngten Flächen dürften nicht weiter gedüngt und müßten extensiv beweidet werden. Die Arten des *Leontodonto-Nardetum* konnten im Bereich der Windbuchen noch zwischen den Zaunpfählen überleben (vgl. Tab. 2, Aufn. 8), so daß eine Einwanderung der Arten und somit auch eine Regeneration des hochmontanen Borstgrasrasens möglich wäre.

Photographische Aufnahmen von KLEIN (1905, Tafel 23) beweisen, daß sich im Bereich des Hundsrückens beim Schauinsland (1230 m ü. M.) in recht windexponierter Lage im Jahre 1901 Hunderte von Kuhbüschen befunden haben, so daß eine Verjüngung in diesem Gebiet bei geeigneter Bewirtschaftung möglich wäre. Auch die Bilder vom Hüttenwasen beim Feldberg (l. c., Tafel 22) zeigen, daß es auch in hochmontanen Gebieten Weidbuchen-Verjüngung gab.

Die Notwendigkeit schwacher Beweidungsintensitäten für die Verjüngung von nicht bewehrten Gehölzen wird auch von BURRICHTER (1984) nach seinen Untersuchungen in Nordwestdeutschland festgestellt (p. 4): „Bei intensiver . . . Beweidung bleibt sie (Anm.: die Ausbildung von Verbuschungsformen) auf freier Triftfläche . . . nahezu ausgeschlossen, da hier der Baumjungwuchs bereits im Keimlingsalter mit den Weidegräsern alljährlich abgefressen wird . . .“

2. Eine extensive Beweidung in steileren Hanglagen ist nur möglich, wenn die im Schwarzwald endemischen Rinderrassen, besonders das Hinterwälder Vieh, erhalten werden.

3. Oft wird sogar von forstlicher Seite vorgeschlagen, man solle Weidbuchen-Jungwuchs einzäunen, um für eine Verjüngung zu sorgen. Dies führt jedoch nach unseren Beobachtungen dazu, daß lediglich Solitäre mit wenig ausgeprägter Individualität entstehen, wie es z. B. die Abb. 27 zeigt. Wir konnten an mehreren Stellen beobachten, daß man inzwischen offenbar gezielt darauf achtet, keine vollständige Enthurstung durchzuführen, sondern einzelne Bäume bewußt aufkommen läßt. Wenn jedoch die jahrzehntelange Verbißphase fehlt, können keine bizarr geformten, aus verschlungenen Teilstämmen sich bildenden Weidbuchen entstehen.

Leider mußten wir bei Präg, Wieden und im Wiesetal, vor allem aber am Brend im Mittleren Schwarzwald, feststellen, daß die dortigen Weidbuchen Schäden aufweisen (Verlichtung des Laubdaches), die auf Immissionen zurückzuführen sind.

Als wohltuend empfanden wir, daß wir keinerlei Beispiele für irgendwelche Baumverstümmelungen sahen, etwa weil ein ausladender Ast über einen Wanderweg ragt o. ä., so wie es z. B. TÜXEN (1961) aus Norddeutschland an vielen Beispielen grausamer Verstümmelung bei verschiedenen Holzarten zeigte. Auch versucht man in der Regel nicht, durch „Baumchirurgie“ den Tod der Bäume hinauszuschieben. Wichtiger als solche Eingriffe sind sicherlich tatkräftige Versuche, ihre Verjüngung langfristig zu sichern!

Hoffen wir, daß eine Verjüngung von Weidbuchen gelingen möge, obwohl die zunehmenden Intensivierungsmaßnahmen und auch Immissionsbelastungen dies erschweren werden. Sind doch die Weidbuchen landschaftsprägende Elemente, die das Bild des südwestlichen Schwarzwaldes wesentlich bestimmen. Daß diese Einschätzung



Abb. 27: Beispiel für den Versuch, einzelne Buchen als Solitäre aus landschaftsästhetischen Gründen zu fördern. Die beiden Teilstämme entspringen einem Stockausschlag, dessen übrige Stämmchen weggeschlagen wurden. Ohne den Viehverbiß entstehen jedoch durch diese landschaftspflegerische Maßnahme Solitärer Buchen, denen die ausgeprägte Individualität fehlt. Sie haben mit Weidbuchen wenig gemeinsam. Februar 1985.

nicht nur von naturwissenschaftlicher Seite kommt, zeigt die Vielzahl an Schwarzwald-Kalendern - Bildbänden u. a., denen Weidbuchen willkommene Motive bieten.

Mögen wir mit dieser Arbeit dazu beitragen, daß vor allem die Jugendstadien dieser Bäume und ihre weitere Entwicklung deutlich werden.

## G. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird die Verbreitung von Weidbuchen (*Fagus sylvatica* L.) im Schwarzwald im Zusammenhang mit physisch-geographischen und anthropogeographischen Faktoren interpretiert. Um Fragen nach der Verjüngung dieser langsam aussterbenden Bäume beantworten zu können, wird den Jugendstadien besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Letztere werden in Anlehnung an KLEIN (1904 ff.) als „Kuhbüsche“ bezeichnet; ihre spezielle Form kann nur unter Berücksichtigung verhaltensbiologischer Eigenheiten, insbesondere des Freßverhaltens von Rindern, gedeutet werden.

Die Verwachsungen von Teilstämmen bei alten Weidbuchen und das Vorkommen von Doppel-Weidbuchen sind nur im Zusammenhang mit der Jugendentwicklung zu verstehen.

Das Rupfen von Laub kann bei vielen Rinderrassen beobachtet werden. Die Steilhänge, auf denen sich die meisten Weidbuchen finden, sind jedoch nur durch leichtgewichtige Rinderrassen, wie vor allem das im Schwarzwald endemische Hinterwälder Vieh, begehbar. Somit können auch nur diese Rinder (in geringerem Umfang auch die Vorderwälder) Jungbuchen in stark hängigen Lagen verbeißen.

Eine Verjüngungsmöglichkeit der Bäume besteht nur bei extensiver Beweidung im Bereich des *Festuco-Genistetum sagittalis* (*Violion caninae*) und des *Leontodonto helvetici-Nardetum* (*Nardion*).

Die Kontaktvegetation wird dokumentiert; zum einen wurden Borstgrasrasen, in denen Verjüngungsmöglichkeiten bestehen, aufgenommen, zum anderen intensivierte Mähweiden, auf denen Weidbuchen nur noch als Relikte einstiger extensiver Nutzung vorkommen. Die Vegetation von Weidbuchen-Hainen wird ebenfalls mit pflanzensoziologischen Aufnahmen dargestellt.

#### H. Summary

In this study the distribution of isolated beeches (*Fagus sylvatica* L.) in former mat-grass pastures in the Black Forest is considered in relation to physical- and anthropo-geographical factors. These isolated beeches, bearing the marks of former browsing by cattle, are called „Weidbuchen“. To answer questions about the problem of their rejuvenation we pay special attention to the early stages of these slowly vanishing trees. The early stages are called „Kuhbüsche“ („cowbushes“) after KLEIN (1904 ff.) as the special shape of these trees can only be explained by the effect of grazing cattle plucking leaves and young branches form the young trees.

Also the appearance of old „double beeches“ and of coalesced trunks can only be understood in terms of their early growth patterns.

Many races of cattle are observed to eat leaves, but only light cattle, especially the Black Forest „Hinterwälder“ and sometimes „Vorderwälder“, are able to graze the steep slopes where „Weidbuchen“ often occur. A rejuvenation of „Weidbuchen“ in the Black Forest would require extensive grazing of *Festuco-Genistetum sagittalis* (*Violion caninae*) and *Leontodonto-Nardetum* (*Nardion*).

The vegetational communities surrounding these isolated beeches are described by means of relevés. *Nardetalia* communities, where „Weidbuchen“ rejuvenation is possible, fertilized pastures (*Molinio-Arrhenatheretea*), where these beeches are only relicts of former grazing, and „Weidbuchen“ groves are all described in this way.

#### Danksagung

Besonders möchten wir uns bei Herrn Dr. K. Zeeb, Tierhygienisches Institut Freiburg i. Br., für wertvolle Hinweise, Diskussionen und Literaturhinweise bedanken. Auch Herrn Dr. G. M. Furthmann, Tierzuchtamt Titisee-Neustadt, und Herrn Forstdirektor Dr. W. Drescher, Schönau i. Wiesetal, sei für ihre freundlichen Hilfen gedankt.

## J. Literatur

- Großherzog. BADISCHES MINISTERIUM des Inneren (1889): Die Erhaltung und Verbesserung der Schwarzwaldweiden im Amtsbezirk Schönau. Amtliche Darstellung. - 234 pp. Karlsruhe.  
-, (1890): Ergänzungsband. - 77 pp. Karlsruhe.
- BARTSCH, J. & M. (1940): Vegetationskunde des Schwarzwaldes. - Pflanzensoz. 4, 229 pp. Jena.
- BOGNER, H. & A. GRAUVOGL (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. - 435 pp. Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1928): Pflanzensoziologie. - 330 pp. Berlin.
- BURRICHTER, E. (1984): Baumformen als Relikte ehemaliger Extensivwirtschaft in Nordwestdeutschland. - *Drosera* 84: 1-18. Oldenburg/Ostfr.
- BURRICHTER, E. & R. POTT (1983): Verbreitung und Geschichte der Schneitelwirtschaft mit ihren Zeugnissen in Nordwestdeutschland. - *Tuexenia* 3: 443-453. Göttingen.
- BURRICHTER, E. et al. (1980): Die Hudelandschaft „Borkener Paradies“ im Emstal bei Meppen. - Abh. Landesmus. Naturk. Münster 42(4): 3-69. Münster/Westf.
- DRESCHER, W. (1972): Wald und Landschaft im oberen Wiesental. - Das Markgräfler Land 3/34(1/2): 19-33, Schopfheim.
- EGGERS, H. (1957): Die Weidewirtschaft im südlichen Schwarzwald. - Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg/Br. 47(2): 147-253. Freiburg/Br.
- FEUCHT, O. (1929): Ein Buch von der Schönheit des Baumes. - 30 pp. + Tafeln. Stuttgart.  
-, (1939): Bäume, von Wind und Wetter geformt. - Aus der Heimat 52(1): 16-18, 13 Tafeln, Öhringen.
- FRASER, A.F. (1978): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. - 133 pp. Stuttgart.
- FRÖHLICH, H.J. (1984): Alte liebenswerte Bäume in Hessen. - 272 pp. München.
- HELFFERICH, B. & J.O. GÜTE (1972): Tierernährung in Stichworten. - 260 pp. Kiel.
- HOBOHM, C. & SCHWABE, A. (1985): Bestandsaufnahme von Feuchtvegetation und Borstgrasrasen bei Freiburg im Breisgau - Ein Vergleich mit dem Zustand von 1954/55. - Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg i. Br. 75: 5-51. Freiburg i. Br.
- HOCKENJOS, W. (1978): Begegnung mit Bäumen. - 196 pp. + Tafeln. Stuttgart.  
-, (1982): Wer rettet die Wetterbuchen? - Der Schwarzwald 1982, 2: 77-79. Lahr.
- HUMPERT, Th. (1920): Das Wiesental. - 153 pp. Bühl/Bad.
- ISSLER, E. (1909): Führer durch die Flora der Zentralvogesen. - 64 pp. Leipzig.  
-, (1942): Vegetationskunde der Vogesen. - Pflanzensoz. 5, 192 pp. Jena.
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. - 384 pp. Berlin und Hamburg.
- KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden. - 620 pp. Berlin - Hamburg.
- KLEIN, L. (1900): Die Physiognomie der mitteleuropäischen Waldbäume. - Festrede zur Einweihungsfeier des neuen Botanischen Instituts der Technischen Hochschule zu Karlsruhe am 18. Mai 1899, 26 pp. u. Tafeln. Karlsruhe.  
-, (1904): Die botanischen Naturdenkmäler des Großherzogtums Baden und ihre Erhaltung. - 35 pp. u. Tafeln. Karlsruhe.  
-, (1905): Charakterbilder mitteleuropäischer Waldbäume I. - Vegetationsbilder 2: 1-3, 5-7, Jena.  
-, (1908): Bemerkenswerte Bäume im Großherzogtum Baden. - 372 pp. u. Abb. Heidelberg.  
-, (1913/14): Ästhetik der Baumgestalt. - Festrede zur Feier der Großherzogl. Techn. Hochschule Fridericiana bei Übergabe des Rektorates, 59 pp. u. Abb. Karlsruhe.
- KGL. WÜRTT. FORSTDIREKTION (Hrsg.) (1911): Schwäbisches Baumbuch. - 100 pp. u. Tafeln. Stuttgart.
- LOHMEYER, W. & U. BOHN (1974): Solitärer Bäume im Bereich des extensiv genutzten Grünlandes der Hohen Rhön. - Natur u. Landschaft 49(9): 248-283. Stuttgart.
- OLTMANN, F. (1930): Ludwig Klein †. - Mitt. Bad. Landesver. Freiburg i. Br., N. F. 2(18): 230-232. Freiburg i. Br.
- POTT, R. (1982): Das Naturschutzgebiet „Hiddeser Bent - Donoper Teich“ in vegetationsgeschichtlicher und pflanzensoziologischer Sicht. - Abh. Landesmus. f. Naturk. Münster 44(3), 108 pp. Münster/Westf.  
-, (1985): Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. - Habilitationsschrift Münster/Westf., 81 pp. u. Tab.
- SCHLOETH, R. (1961): Das Sozialleben des Camargue-Rindes. - Z. Tierpsychol. 18: 574-627. Berlin - Hamburg.

- SCHWABE-BRAUN, A. (1980): Eine pflanzensoziologische Modelluntersuchung als Grundlage für Naturschutz und Planung. Weidfeld-Vegetation im Schwarzwald. – *Urbs et regio* **18**, 212 pp. u. Tab.. Kassel.
- SCHWABE, A. & A. KRATOCHWIL (1986): Weidbuchen im Schwarzwald und ihre Entstehung durch Verbiß des Wälderviehs: Verbreitung, Geschichte und Möglichkeiten der Verjüngung. – Beih. Veröff. Natursch. Landsch.pfl. Bad.-Württ., im Druck. Karlsruhe.
- TÜXEN, R. (1961): Baum und Landschaft. – *Angew. Pflanzensoz.* **17**, 107 pp. Stolzenau/Weser.
- WILMANN, O. & A. KRATOCHWIL (1983): Gedanken zur Biotop-Kartierung in Baden-Württemberg. Verfahren – Erreichtes – Geplantes. – *Schriftenr. dt. Rat Landespflege* **41** („Integriertes Schutzgebietssystem“): 55–68. Bonn-Bad Godesberg.
- WIRTH, V. (1968): Soziologie, Standortsökologie und Areal des *Lobaria pulmonariae* im Südschwarzwald. – *Bot. Jb.* **88**(2): 317–365. Stuttgart.

Anschrift der Verfasser: Dr. Angelika Schwabe, Dr. Anselm Kratochwil, Biol. Inst. II (Lehrstuhl f. Geobotanik), Schänzlestr. 1, D-7800 Freiburg i. Brsg.

# Veränderungen der Buchenwälder des Kaiserstuhls im Laufe von vier Jahrzehnten und ihre Interpretation – pflanzensoziologische Tabellen als Dokumente

O. Wilmanns und A. Bogenrieder

## 1. Einführung

Angesichts des großräumigen, raschen und oft radikalen Wandels der Vegetation unter dem Einfluß des Menschen messen wir Pflanzengesellschaften, welche der realen natürlichen Vegetation angehören, schon deshalb besondere Bedeutung zu, weil sie modellhafte Beispiele für dauerhafte natürliche Gleichgewichte sind. Meist handelt es sich dabei um Wälder, die freilich auch im Urzustande verschiedene Phasen durchlaufen und zeitweise von Verlichtungs- und Schlaggesellschaften durchsetzt sein können; doch regenerieren sie sich spontan (LEIBUNDGUT 1982). Freilich sind auch sie heute großflächig durch Immissionen bedroht; aus dem Sterben einzelner Bäume als Schlüsselarten droht ein Zerfall der Lebensgemeinschaft zu werden. Nicht dieses Problem soll uns im folgenden beschäftigen – im Gegenteil: Anfang der 70er Jahre wurden leichte Veränderungen verschiedener Waldgesellschaften im Kaiserstuhl in Richtung auf geschlossenere Bestände und edaphisch günstigere Bedingungen festgestellt (WILMANNS in WILMANNS et al. 1974, 1977). Dabei schien sich freilich meist nicht die Assoziation oder Subassoziatio, wohl aber die „Ausprägung“ geändert zu haben, wie ein Vergleich einzelner Arten mit deren Verhalten in den 40er Jahren ergab; jener Zustand ist von M. VON ROCHOW ausgezeichnet erfaßt worden (1948, 1951). Die Änderungen ließen sich nicht anders als spontane Entwicklungen auffassen, ausgelöst durch die nachlassende Übernutzung der Wälder. Wir sind diesen Fragen weiterhin nachgegangen und konnten diese Sukzession innerhalb des geschlossenen Waldes genauer erfassen und interpretieren.

Soweit sich unsere Befunde auf die großräumig natürliche Waldgesellschaft des Gebietes, das *Fagion*, beziehen, sollen sie hier dargestellt werden. Denn über das lokale Interesse hinaus dürften die Methoden und Ergebnisse brauchbar sein, wenn man versucht, aus älteren Daten Sukzessionen in Wäldern nachzuweisen. Es sei vorweg betont, daß unsere Befunde sich auf nicht merklich vom Baumsterben beeinflusste Flächen beziehen; bei starker Immission dürfte die Entwicklung der Wälder eher umgekehrt verlaufen.

Wir widmen die Studie unserem Kollegen ERNST BURRICHTER, den die anthropogene Waldentwicklung in seiner westfälischen Heimat seit Jahrzehnten gefesselt hat.

## 2. Das Untersuchungsgebiet

Der Kaiserstuhl ist ein kleines Gebirge von nur 92,5 qkm Fläche, inselartig von rund 200 m NN bis 557 m NN aus der südlichen Oberrheinebene nordwestlich von Freiburg i. Br. aufsteigend. [Über seine naturräumliche Ausstattung s. ausführlich in der Kaiserstuhl-Monographie von WILMANNS, WIMMENAUER, FUCHS (Texte) und H. & K. RASBACH (Photographie), 1977. Kurzinformatio WILMANNS (1983a)]. In dieser alten

Kulturlandschaft ist die Vegetation in erster Linie durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung bestimmt; Weinbau ist urkundlich schon für 769 n. Chr. bezeugt und sicher älter. Ihren besonderen Charakter verdankt sie weiter dem nahezu submediterranen Klima (langjähriges Mittel der Temperatur in Oberrotweil 9,9° C, der Niederschläge 692 mm). Und schließlich wird sie geprägt vom petrographischen Mosaik von Vulkaniten und Löß, der das Gebirge zu gut 80 % als Decke überzieht, darüberhinaus aber als Schleier fast überall zur Bodenbildung beigetragen hat.

Der Wald ist mit rund 20 % der Fläche für ein Rebgebiet noch recht gut vertreten. Er muß in früheren Jahrhunderten weit stärker auf die landwirtschaftlich nicht bebaubaren Lagen zurückgedrängt gewesen sein, wie die zahlreichen heutzutage bewaldeten Terrassen als Zeugen ehemaligen Acker- und Rebbaus in den tiefen Lagen beweisen. Er ist zu 14 % Staatswald, zu 42 % Gemeinde- und Körperschaftswald, zu 44 % äußerst stark parzellierter Privat-, meist Bauernwald (Zahlen nach freundl. briefl. Mitteilung von Dr. H. DIETERICH, FVA, 1976). Unsere Untersuchungen fanden im Nicht-Staatswald statt. Da sich nur vor diesem besitzrechtlichen bzw. wirtschaftsgeschichtlichen Hintergrund die jungen Veränderungen verstehen lassen, wird auf die Waldnutzung später genauer eingegangen.

Die Wälder konzentrierten sich auf die Lagen oberhalb von 350 m; sie nehmen meist, aber nicht ausschließlich, allenfalls als Grünland zu nutzende Steilhänge und -relativ - ortsferne Lagen ein. Vorherrschend sind Buchenwälder, welche v. ROCHOW als „Fagetum silvaticae“ mit 3 Subassoziationen beschrieben hat; sie werden heute als *Carici-Fagetum*, *Asperulo-Fagetum* (*Galio odorati-Fagetum*) und *Luzulo-Fagetum* geführt. Auf Vulkanit-Rücken und in feuchten Lößtälichen kommen *Quercu-Carpineten* vor, teilweise in Form sehr bodensaurer ehemaliger Eichen-Niederwäldchen, teilweise reich an Linden. Ihre Natürlichkeit hat VON ROCHOW diskutiert, über ihre Entwicklung seither werden wir an anderer Stelle berichten. Warme Steillagen besiedeln *Lithospermum-Querceten*; in nassen Tälichen kommt in Fragmenten noch das *Carici-Fraxinetum* vor. 5 Stellen hat v. ROCHOW als *Quercu-Betuletum* kartiert; diese Kleinstflächen haben sich als für uns besonders aufschlußreich erwiesen (s. S. 64). Eingesprengt sind kleine Aufforstungen von Tanne, Douglasie oder Fichte. Häufig gibt es Bergahorn-Reinbestände, kleine Inseln oder Randstreifen von Robinie, auch spontane Wiederbewaldungsstadien von alten, aufgelassenen Lößterrassen.

So bietet der Kaiserstuhl äußerst abwechslungsreiche Waldbilder und große synökologische Vielfalt, zumal dann, wenn man auch die Säume an den Waldwegen beachtet (WILMANN, in Vorber.). Die zahlreichen Abbildungen in der Kaiserstuhl-Monographie können dies veranschaulichen.

### 3. Methodik

#### 3.1 Pflanzensoziologie

Die entscheidende Voraussetzung für unsere Vergleiche bietet die sehr pünktliche und gründliche Vegetationsmonographie Margita VON ROCHOW's, welche den Zustand von 1942/44 wiedergibt (Dissertation Freiburg 1948, Publikation 1951). Während der Text des Buches zwar sprachlich überarbeitet ist, inhaltlich aber kaum von der Urfassung abweicht, sind die Originaltabellen mit ihren Einzelaufnahmen im Buch fast alle zu Stetigkeitstabellen mit 20 %-Klassen zusammengezogen worden; solche sind für unsere Zwecke unbrauchbar. So mag man aus dieser Studie auch die Lehre ziehen, daß man auf die Überlieferung von gut aufbereiteten wissenschaftlichen Einzeldaten nicht verzichten sollte, auch wenn im Augenblick die konzentrierte Darstellung ausreicht.

In der Originalarbeit legte v. ROCHOW Aufnahmen nach dem Braun-Blanquet-Verfahren, also mit den üblichen Schätzwerten, dazu Fund- und Standortdaten vor; als Legenden sind oft bodenkundliche Einzeldaten und Angaben über Bestandesalter und Wüchsigkeit angefügt. Einige Bemerkungen im beschreibenden Text erwiesen sich zusätzlich als wichtig. Ganz wesentlich ist ferner die Vegetationskarte im Maßstab 1 : 25 000 (im Original etwas weiter ausreifend als in der Publikation), welche den Großteil der Wälder umfaßt und sich als beeindruckend präzise erwies. Von uns wird jeweils eine gleiche Zahl rezenter Vergleichsaufnahmen zu den Gesellschaften vorgelegt, so daß ein kritischer Vergleich ohne weiteres möglich ist, sofern er die Stetigkeiten betrifft (s. die Tabellen); die Artmächtigkeiten können nur anhand des Originals verglichen werden.

Die selbst im Falle günstiger Dokumentation auftretenden Schwierigkeiten und Grenzen der Vergleichbarkeit und damit der Folgerungen müssen hier vorweg erörtert werden, obwohl die Verhältnisse im Walde günstiger liegen als in der Rebflur (s. WILMANN 1975).

1. Aussagekräftige Aufnahmen sind die Basisdaten für alle Schlüsse. Dazu müssen „gute“, d. h. quasi-homogene Flächen ausgewählt worden sein; die Bestände müssen dann sauber typisiert worden sein, d. h. die Tabelle muß hohe Homotonität aufweisen, wie sie z. B. auf Grund der Spannweite der Artenzahlen abschätzbar ist (s. dazu TÜXEN 1970). In irgend einer Weise gestörte Stellen, etwa Verlichtungen oder alte Pfade, Gradienten der Aushagerung u. ä., können und sollen dokumentiert werden, dürfen aber nicht in derjenigen Tabelle, welche der synthetischen Typen-Darstellung gewidmet ist, „untertauchen“, wobei im übrigen der geübte Leser wegen der in solchen Fällen emporschnellende Artenzahl oder der „Artenschwänze“ mißtrauisch wird. Nur unter solchen Kautelen ist ein Vergleich mittlerer Artenzahlen, wie wir ihn durchgeführt haben, sinnvoll. Das heißt nicht, daß nicht etwa aufgelichtete Bestände das Typische sein könnten! Notwendig ist jedoch eine bewußte Flächenwahl, nicht eine nur scheinbar objektive, schematische oder nach Zufallszahlen, also gleichsam durch das Los bestimmte „Nicht-Wahl“. Dies betonte der Nestor der skandinavischen Schule, G. E. DURJETZ, während jener denkwürdigen IVV-Exkursion in Südschweden 1962. Ein solches Verfahren würde eine nicht mehr realisierbare Menge von Aufnahmen erheischen, falls daraus eine klare Typenbildung auf statistischem Wege erzielt werden sollte. Es ist hiernach wünschenswert, daß die zu vergleichenden Arbeiten aus der gleichen „Schule“ stammen, d. h. daß etwaige subjektive Elemente (Flächenwahl, Beurteilung der Sozialbiologie u. ä.) in gleicher Weise gehandhabt worden sind. Das ist in unserem Falle gegeben.

2. Es sind in der Regel nicht die auf den Quadratmeter gleichen Flächen aufnehmbar, denn es handelt sich nicht um markierte Dauerflächen. Auch bei der Eintragung von Punkten ist bei Meßtischblättern nicht viel gewonnen, denn 1. ist in vielen Fällen ohne aufwendiges Einmessen der eigene Standort nicht präzise anzugeben, und 2. überdeckt ein Punkt von 1 mm Durchmesser auf der TK 25 schon eine Fläche von 625 m<sup>2</sup>. Es kann auf unserem Wege auch nicht angestrebt werden, die individuelle Entwicklung einzelner Bestandesteile zu verfolgen oder zu rekonstruieren, wie es z. B. im Programm der Bannwälder bzw. Naturwaldzellen liegt (dazu s. H. 55(4)/1980 der Zeitschrift Natur und Landschaft). Dies würde auch kaum lohnen, da die ehemalige Fläche später etwa in einem für die Aufnahme ungeeigneten Zustande (z. B. Dickung, Forst) sein könnte. Es läuft in unserem Falle vielmehr auf ein Typen-Studium hinaus. Ist die Aufnahmefläche von 1942/44 auch nicht präzise auffindbar, so ist doch dank der Vegetationskarte fast immer die betreffende Fliese, also der Ökotyp in der Größenordnung einiger Hektar, auszumachen. In vielen Fällen wurden die rezenteren Aufnahmen hier gemacht. Doch war dies nicht immer möglich, sei es, daß wir ungeeignete Stadien oder

Forsten vorfanden, sei es, daß die Fläche zu Rebgelände geworden war. Jedenfalls wurden die Aufnahmen über den ganzen Kaiserstuhl verteilt, um – wie M. VON ROCHOW – die ganze Spannweite der Gesellschaften zu erfassen.

3. Wie groß die Ausdehnung der zur Aufnahme geeigneten Flächen damals war, ist der Vegetationskarte nicht zu entnehmen. Heute sind viele Bestände zu dunkel, als daß man aussagekräftige Aufnahmen machen könnte. Die relativ besten wurden ausgewählt. Hätten wir quasi statistisch alle Flächen (außer Dickungen, Stangenhölzern und anderen allgemein auszulassenden Stadien) berücksichtigt, so wäre im übrigen der Kontrast zwischen der Zeit des 2. Weltkrieges und der Gegenwart noch viel stärker, als ihn unsere Ergebnisse zeigen. Kartieren lassen sich selbstverständlich, gerade bei lebhaftem Relief und klarer Abhängigkeit vom Muttergestein, auch Bestände mit fragmentarischer Krautschicht, wie sie z. B. an den Nordhängen großflächig auftreten; vereinzelte Horste von *Luzula luzuloides* oder gelegentliche Rosetten des schattenfesten *Dryopteris filix-mas* lassen hier das Mosaik von *Luzulo-* und *Asperulo-Fagetum* durchschimmern.

4. Bei den Schätzwerten der Artmächtigkeiten sind die Skalenteile groß. Die niederen Zahlen waren zunächst nur qualitativ definiert. (Die Aufteilung in r und +, sowie von 2 in 2 m, 2a und 2b sind erst neueren Datums [dazu s. BARKMAN et al. 1964]). Andererseits sind dank der großen Amplitude auch weniger individuelle Schätzfehler zu erwarten, während diese bei Feinskalen mit Differenzen von wenigen Prozenten Deckung unseres Erachtens unvermeidbar sind. Es wird bei der klassischen und bei der modifizierten Braun-Blanquet-Skala keine Genauigkeit vorgetäuscht, die mit vertretbarem Aufwand eben unerreichbar ist; entsprechend steigt die Zuverlässigkeit von etwa festgestellten Unterschieden.

5. Deckungsschätzungen der Baumschicht sagen wenig aus über den Lichtgenuß der unteren Schichten, da oft, besonders an Steilhängen, das Seitenlicht überwiegt. Außerdem kommt im Deckungswert die Kronendichte, die abhängig ist vom Blattflächen-Index und von der Blattdicke, nicht zum Ausdruck.

6. Eine gewisse Ungleichheit kann – eben bei Angehörigen verschiedener „Schulen“ – entstehen, wenn es um die durch Wind (nicht, wie oft behauptet, durch Stammabflußwasser, dazu TÜXEN 1977, 1986) entstandenen und aufrechterhaltenen laubfreien, daher ausgehagerten und moosbewachsenen Ringe und „Schürzen“ an Stammbasen geht. Eine Prüfung der Aufnahmen v. ROCHOW's z. B. auf azidophytische Moose in Lößbeständen hin, zeigt, daß von ihr diese Stellen nicht mit einbezogen worden sind; zu Recht, denn es sind Sonderstandorte mit eigenen Moos-Synusien. Doch ist die Abgrenzung in stark verhagerten Flächen zuweilen schwierig. Wir weisen eigens auf dieses Detail hin, weil den Ringen und Schürzen als (angeblichen) Zeigern für (an sich unbezweifelbare) saure Niederschläge zur Zeit besonderes Augenmerk geschenkt wird.

7. Die Jahreszeit der Aufnahme spielt im Walde nur in Gesellschaften mit hohem Anteil an Frühlingsgeophyten, also meist in *Corydali-Fraxineten*, „*allietosum*“-Beständen u. ä., eine wichtige Rolle. Die *Fagion*-Aufnahmen v. ROCHOW's stammen überwiegend aus den Monaten August und September (frühester Termin 29.5., spätester 20.9., im „*Quercu-Betuletum*“ 19.10.); unsere wurden überwiegend im August (Mitte Juli bis Mitte September) angefertigt. Der dadurch bedingte und hier überdies gleichsinnige Fehler ist gering, denn *Corydalis* ssp., *Scilla bifolia*, *Anemone ranunculoides* und *Leucjum vernum* fehlen den Kaiserstuhl-Wäldern, *Allium ursinum* und *Ranunculus ficaria* (fast nur im *Carpinion*) lassen sich als meist Facies-bildende Arten im Spätsommer

noch nach Blattresten bzw. Knöllchen auffinden. *Dentaria heptaphyllos* fällt durch ihr vergilbendes Laub sogar auf. Unterrepräsentiert ist sicher die ohnehin wenig aussagekräftige *Anemone nemorosa*, ist vermutlich *Arum maculatum*, von welchem nur noch die Früchte sicher auffindbar sind.

8. Unklarheiten, persönliche Fehler. Die Abgrenzung von *Quercus pubescens* gegen ihren Bastard mit *Quercus petraea* ist oft schwierig und dürfte unterschiedlich gehandhabt worden sein. In vielen *Tilia cordata*-Exemplaren dürfte Erbgut von *T. platyphyllos* nicht ganz fehlen; diese sind sowohl von v. ROCHOW als auch von uns unter *T. cordata* geführt. Die *Crataegi* und die hochwüchsigen *Rosa*-Arten sind im Waldinnern, wo sie meist steril sind, ohnehin nicht immer sicher ansprechbar.

Daß in den Tabellen v. ROCHOW's obere und untere Baumschicht nicht getrennt worden sind, bedeutet wenig Informationsverlust. Nicht eben günstig ist die Tatsache, daß bei den Straucharten für Strauch- und Krautschicht keine getrennten Mengenzahlen angegeben sind; allerdings ist die Trennung oft nur willkürlich möglich, zumal bei vegetativer Fortpflanzung von *Ligustrum vulgare* und *Cornus sanguinea*. Indessen bedeutete es für uns eine gewisse Unsicherheit, daß bei den Baumarten außer der Buche nur Baum- und Strauchschicht zeilenweise getrennt aufgeführt sind, in der Strauchschicht-Zeile aber gelegentlich das Symbol K (Krautschicht) auftaucht. Dies läßt auf eine sehr geringe Sämlingszahl schließen; wir haben zum Vergleich aber, wo notwendig, sicherheitshalber auch bei uns S und K zusammengezogen.

Einige Details: Wir haben aus technischen Gründen für den Druck die Aufteilung der Stufe 2 unterlassen. – Bei den einzelnen Arten ist die jeweils höchste notierte Sozialschicht angegeben. – Obwohl die Gattung *Plagiothecium* gelegentlich durch 2 Arten in einer Aufnahme vertreten sein könnte, haben wir ihr Vorkommen nur als jeweils eine Art gezählt. – *Hedera helix* wurde als verholzte Liane, die baumhoch werden kann, unter „Baumarten“ geführt.

### 3.2 Statistische Prüfverfahren

Die identische Zahl rezenter Aufnahmen ermöglicht einen raschen, weil unmittelbaren Vergleich. Eine größere Zahl rezenter Aufnahmen würde die statistische Sicherheit erhöhen. Allerdings war es schon jetzt nicht einfach, eine genügende Zahl von guten *Fagion*-Beständen zu finden, ohne daß bestimmte Gebiete unzulässig überrepräsentiert wären.

Bei der statistischen Bearbeitung der Tabellen von 1942/44 und 1985 konnte beim Vergleich der Mittleren Artenzahl auf eines der gängigen Verfahren der Statistik (t-Test) zurückgegriffen werden. Anders liegen die Verhältnisse beim Vergleich der Steitigkeit und Artmächtigkeit der einzelnen Arten. Der allein auf Unterschiede in der Steitigkeit abzielende Vorzeichentest (er reduziert die Information in der Tabelle auf „vorhanden“ oder „nicht vorhanden“) erwies sich angesichts des quantitativ begrenzten Vergleichsmaterials als zu wenig trennscharf. Eventuell vorhandene Unterschiede in der Artmächtigkeit sollten aus diesem Grunde mit in den statistischen Test eingehen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß es sich bei der in der Pflanzensoziologie üblichen Skala nach Braun-Blanquet um eine Skala mit ungleichen Intervallen handelt. Außerdem kann bei den Werten für die Artmächtigkeit nicht ohne weiteres von einer Normalverteilung ausgegangen werden. Dies gilt aus theoretischen Überlegungen auch für die Deckung der einzelnen Vegetationsschichten, was durch die tatsächlichen

Werte in den Tabellen bestätigt wird (man vergl. vor allem die annähernd gleichverteilten Deckungswerte in den Original-Aufnahmen v. ROCHOW's 1948). Aufgrund dieser Tatsache haben wir in diesen Fällen den statistischen Test nach Wilcoxon-White verwendet, ein Rangtest, bei dem die Maßzahlen in bloße Rangklassenzahlen aufgeteilt werden. Man verliert bei diesem Verfahren allerdings in jenen Fällen an Trennschärfe, in denen Artmächtigkeits-Stufen unterhalb der höchsten auftretenden Artmächtigkeits-Zahl nicht besetzt sind. Da dieser Fall jedoch nur ziemlich selten auftritt, dürfte dies nirgends zu einer (unberechtigten) Beibehaltung der Nullhypothese geführt haben. Das weitere Verfahren des Wilcoxon-White-Tests entnehme man statistischen Standardwerken.

An wenigen Stellen fehlen im Aufnahmematerial v. ROCHOW's Angaben zur Deckung der Kraut- und Strauchschicht. In diesen Fällen wurde für den statistischen Test die aus der betreffenden Vegetations-Aufnahme ersichtliche Mindestdeckung eingesetzt (Beispiel: bei +2; 3.3; 1.1 = 25 %), obwohl insgesamt sicher von einer höherer Deckung ausgegangen werden kann. Mit diesem Vorgehen werden die fehlenden Werte im Hinblick auf die statistische Aussage in möglichst zurückhaltender Weise ergänzt. Trotzdem sind die Unterschiede der Deckung von Strauch- und Krautschicht in jedem Falle hoch signifikant; sie sind insgesamt auch so groß, daß möglicherweise vorhandene Schätzunterschiede nicht zur ihrer Erklärung in Frage kommen.

Das Argument individueller Schätzfehler ist selbstverständlich auch in den Fällen der statistisch abgesicherten Zu- oder Abnahme einzelner Arten zu berücksichtigen. Dieser Einwand besitzt allerdings nur wenig Gewicht, weil die Abnahme der Artmächtigkeit – von zwei Fällen abgesehen, die in Tab. 5 u. 6. nicht aufgeführt sind, aber im Text besprochen werden – fast immer auch mit einer wesentlich geringeren Stetigkeit der betreffenden Art verknüpft ist. Schätzunterschiede kommen hier als Erklärung nicht in Frage.

#### 4. Charakteristik des Fagion im Kaiserstuhl

Die Wälder zeichnen im groben den hufeisenförmigen Kamm des Gebirges nach; ihre Untergrenze liegt im Osten schon bei 200 m NN; meist beginnen sie erst höher, spätestens bei 400 m; dies ist auch die offiziell festgelegte Obergrenze für Rebanbau. Eichen-Hainbuchen- und Buchenwälder liegen nicht als Gürtel übereinander, sie sind vielmehr stark verzahnt; feuchte *Quercus-Carpineten* greifen einerseits in den frischen Tälerchen der tiefen Lagen in das *Fagion* hinein; andererseits schieben sich auf den flachgründigen Vulkanit-Kammlagen bodensaure *Quercus-Carpineten* zwischen die *Fageten*. Der klare Bereich des *Fagion* liegt zwischen 350 m und den Gipfellagen, diese einschließend. Die drei Subassoziationen von ROCHOW's (*caricetosum digitatae*, *caricetosum silvaticae* und *luzuletosum nemorosae*) führen wir im folgenden jeweils mit den heutigen Assoziationsnamen. Das *Carici-Fagetum* siedelt auf Löß, das *Asperulo-Fagetum* auf frischen, meist aber auch ein wenig Lößmaterial enthaltenden Vulkanitböden in Mulden und Hangnischen, das *Luzulo-Fagetum* bewohnt die trockenen Vulkanitböden auf Rücken oder an steilen Hängen. Auch die – übrigens keineswegs weniger voneinander verschiedenen – Subassoziationen des *Quercus-Carpinetum* (*Galio-Carpinetum*) nehmen unserer Auffassung nach mindestens überwiegend potentielle *Fagion*-Standorte ein; die Trennung auf Verbandsebene ist in erster Linie wirtschaftlich bedingt. Die floristische Verwandtschaft in der Krautschicht ist demgemäß groß, doch ist man dank der Buchen-Dominanz im einen Falle, der Buchen-armen Baumschicht aus Eichen, Hainbuchen, Linden, Wildkirschen, Robinien im anderen selten im Zweifel, was vorliegt.

Da der Vegetationswandel der *Fageten* auch von der geographischen Lage bestimmt wird, sei das Verhalten der *Fagion*-Charakterarten im Kaiserstuhl kurz besprochen. Die Buche selbst ist durchaus konkurrenzkräftig und findet sich zunehmend im Unterstand von *Quercus-Carpineten*. Sie überschreitet freilich selten Baumhöhen von 30 m, ausgenommen an den frischen Hängen des nordöstlichen Kaiserstuhls (dazu s. ABETZ 1955), und erreicht meist nicht die hervorragenden forstlichen Qualitäten wie 30 km weiter in den niederschlagsreichen Randlagen des Schwarzwaldes. Die Tanne ist im NO-Kaiserstuhl bereits in 2. Generation, sonst gelegentlich in 1. Generation eingebracht worden und gedeiht auf tiefgründigen Böden gut; am Oberhang der Leeseite ist sie vermutlich durch Immissionen geschädigt worden, in leeseitigen Senken geschah dies bisher nicht. Der Bergahorn verzüchtet sich sehr stark und schießt geradezu verdämmend empor; er dürfte in den frischen bis feuchten Lagen beheimatet sein, wenn er auch in jüngster Zeit forstlich gefördert worden ist. *Prenanthes purpurea* kommt zerstreut und – im Vergleich zu den vitalen Hochstauden des Schwarzwaldes – kümmerlich vor; nur an lokal besonders luftfeuchten Stellen erreichen einzelne Exemplare ihren typischen Wuchs. Von *Polystichum lobatum* sind uns 4 Vorkommen an montan getönten Standorten bekannt; von *Dryopteris x tavelii* eines. *Elymus europaeus*, von SLEUMER (1934) „zerstreut“, von v. ROCHOW nur (noch?) an einer Stelle gefunden, ist uns nicht begegnet. Dagegen fehlt *Festuca altissima* nicht, wie man nach jenen Autoren annehmen muß. Wir fanden sie bezeichnenderweise an 2 nordexponierten Steilhängen. Der Waldschwingel wächst auch hier wie im Wesergebirge im Grenzbereich zwischen Aushagerungs- und Anreicherungsstandorten und „fängt das Laub“ (TÜXEN, z. B. 1977, 1986). Dies geschieht mit den steifen, spitzen Jungtrieben, die schon im Spätsommer etwa 3 cm lang sind und eine „Haube“ von Fallaub festhalten. Hiermit ist eine Nährstoffzufuhr, wohl auch ein Temperaturschutz verbunden. Der Vergleich mit den reichen Vorkommen im Schwarzwald und auf der Schwäbischen Alb lehrt jedoch, daß nicht dies entscheidend und notwendig ist, – eine Laubdecke gäbe es auch an mikroklimatisch andersartigen Stellen; vielmehr bildet die Pflanze nur dort Facies, wo das Laub durch mäßigen Wind oder einfach durch die Schwerkraft, etwa auf Blöcken oder Felsbändern oder an Steilhängen zwischen Schwammkalkfelsen, von den glatten, wintergrünen, schlaff fahnenähnlich niederliegenden Blättern abrutscht und so die Zeit spät im Herbst und wohl auch die nach der Schneeschmelze zur Photosynthese genutzt werden kann. Auch die Bevorzugung tannenreicher Mischwälder des *Abieti-Fagetum* weist in diese Richtung. Als letzte unter den *Fagion*-Charakterarten kann *Dentaria heptaphylla* für den Kaiserstuhl genannt werden; sie erreicht hier ihre Nordostgrenze; sie wächst zum einen in einem nordexponierten frischen *Asperulo-Fagetum* an der bereits bei v. ROCHOW genannten Stelle (420 m NN, Essexit), zum anderen noch reichlicher in einem *Quercus-Carpinetum* (Nordlage 270 m NN, Tephrit), in welchem die Pflanze ebenso wie die nachdrängende Buche für einen natürlichen *Fagion*-Standort spricht. *Dentaria bulbifera* und montane Arten wie *Aruncus vulgaris* und *Lonicera alpigena* fehlen im Kaiserstuhl. Dem *Fagion* nahestehende *Fagetalia*-Arten mögen den Tabellen entnommen werden.

## 5. Geschichte der Waldwirtschaft

Angesichts der Situation des Kaiserstuhls – Altsiedelgebiet mit starker Besitzerstückelung, Landwirtschaft mit Rebbau als Haupterwerb in früheren Zeiten, Klima der kollin-submontanen Stufe – ist es verständlich, daß es keine eingehenden und umfassenden Berichte über die historische Entwicklung seiner Wälder gibt. Immerhin finden sich zerstreut aufschlußreiche Bemerkungen (Literatur s. WILMANNs et al. 1977);

ABETZ (1955) schildert in seiner Monographie des bäuerlichen Privatwaldes in Baden auch die Verhältnisse im Kaiserstuhl für die Zeit um 1950. Statistisches bringt die Kreisbeschreibung für den Landkreis Freiburg. Umso mehr danken wir Herrn Forstdirektor i. R. E. HUBER, Freiburg, für seine freundliche Beratung; er hat uns auf Grund seiner langjährigen Erfahrung, zuletzt als Chef der Forsteinrichtung bei der Forstdirektion Südbaden, anschauliche Schilderungen, auch aus seiner früheren Tätigkeit, und mannigfache Auskünfte gegeben, die uns bei der Beurteilung unserer botanischen Befunde größere Sicherheit verleihen.

Versuchen wir eine Darstellung, wobei die Verhältnisse ab der Mitte des letzten Jahrhunderts zum Verständnis wichtig sein könnten!

Hauptfunktionen des Waldes waren die Lieferung von Brennholz und Streu, dazu kamen Bauholz und Rebstecken. Der Zukauf aus dem Schwarzwald, von dem berichtet wird, war nur wohlhabenderen Gemeinden möglich, hielt sich angesichts der generellen Armut der Kaiserstühler also sicher in Grenzen. Man darf annehmen, daß Waldweide, die in Baden ab 1833 verboten war, seither keine Rolle mehr gespielt hat, zumal sie bei der Kleinparzellierung ohnehin nicht protestlos durchführbar gewesen wäre.

Daß der Wald damals großflächig heruntergewirtschaftet war, ist aus mehreren Angaben zu erschließen. So wurde schon im 18. Jahrhundert Forle (Wald-Kiefer, *Pinus sylvestris*) gepflanzt, was auf devastierte Weiden deutet; für die Zeit zwischen 1850 und 1880 weisen die Forsteinrichtungswerke (welche den Kleinprivatwald nicht einschließen) Kiefer auf 1/2 bis 3/4 der Fläche aus. Die Topographische Karte 7912 1 : 25 000 von 1878 zeigt – auch nach der Berichtigung von 1962 – für das weitere Totenkopf-Gagenhart-Gebiet großflächig die Signatur „Ödland“; nur randlich, meist an frischeren Standorten sind kleine Flächen mit Waldsignatur eingetragen.

Die Kiefernbestände wurden 1886 durch starken Schneefall auf vereistes Astwerk, ein geradezu säkulares Ereignis im Kaiserstuhl, zerstört. (Im Winter 1978/79 waren starke Wipfelschäden durch Eisbruch an der Tanne in Kammnähe im Ostkaiserstuhl zu beobachten). Heutige Einzelexemplare der Forle sind etwa 110–120 Jahre alt. Ihre nunmehr geringe Vitalität zeigt, daß sie dem Wettbewerb der Laubbäume, Buche und Eiche, nicht gewachsen sind und allenfalls an felsigen Steppenheide-Standorten in Konkurrenz zur Flaum-Eiche oder bei der Erstaufforstung taugen. Die betroffenen Flächen wurden dann teilweise mit Buche unterbaut bzw. aufgeforstet, teilweise der spontanen Wiederbewaldung überlassen, wobei gewiß Lichtbaumarten wie Feld-Ahorn, Mehlbeere, Wildkirsche, Birke und Trauben-Eiche, an frischen Standorten Esche im Vorteil waren gegenüber der Buche als Endbaumart.

Später muß der Niederwaldbetrieb die Hauptrolle gespielt haben, kombiniert mit Streunutzung. Wenn solche „Wälder“ alle 4 Jahre geschlagen wurden – wie für Oberrotweil berichtet wird – so kann sich nicht viel mehr als Gestrüpp aus Straucharten entwickelt haben.

Daneben wurden Eichen-Schälwälder angelegt; die Gerbrindenproduktion fand freilich nur von etwa 1870–90 statt. Heute gibt es noch etliche mittlerweile durchgewachsene Eichen-Niederwälder aus der damaligen Zeit, die auf Eichen-Stammholz hin bewirtschaftet werden; sie gehören dem *Quercus-Carpinetum luzuletosum* an und sind durch ihr eigenartiges Bild und ihre Flora, z. B. *Cephalanthera xiphophyllum*, biologisch wertvoll (WILMANN & RASBACH 1973). Ihre Standorte, warme Südexpositionen auf flachgründigen Vulkanitböden, weisen daraufhin, daß damals gute Qualitäten erzielt worden sein müssen.

Der Niederwaldbetrieb muß sich stellenweise lange gehalten haben, denn ABETZ (1955, p. 196) berichtet, es finde sich „insbesondere auf ärmeren Standorten“ „eine Art geplenterten Niederwaldes“ (vom Autor kursiv) „mit geringen Zielstärken, die lediglich Brennholz ergeben, und mit einem sich fast nur aus Stockausschlägen ergänzenden Nachwuchs; Kernwuchsverjüngung fehlt zumeist, weil die Bäume vielfach gar nicht mannbar werden, häufig aber auch wegen der Ungunst des Standortes.“

Im ganzen wurde aber doch weithin allmählich auf Mittelwaldbetrieb umgestellt, bei dem das Unterholz verschiedene Umtriebsdauer haben konnte; sie lag zwischen 15 und 30 Jahren. Diese Betriebsart hielt sich bis etwa zum ersten Weltkrieg und darüber hinaus, also länger als in anderen Landesteilen. Dann begann zunehmend Hochwaldwirtschaft. v. ROCHOW gibt in ihren Aufnahmelegenden mehrfach „Mittelwald“ an. Auch heute ist diese Struktur in vielen *Quercus-Carpineten* noch unverkennbar, weil man die Bestände durchwachsen läßt. Auf der anderen Seite des Rheins, im Elsaß, sind typische Mittelwald-Schlagstellungen noch heute üblich.

Die typischen Buchenhochwälder des Kaiserstuhls dienten ebenfalls vornehmlich der Gewinnung von Brenn-Derbholz. Sie wurden einzelstammweise, also plenterartig genutzt, wobei verständlicherweise selten das Bild eines die Kunst des Waldbaues verratenden, echten Plenterwaldes als vielmehr das des „Plünderwaldes“ entstand, denn es wurde – wie ABETZ für den Privatwald berichtet, – „auf den stärksten Stamm geschlagen“, Pflege aber unterlassen. Auch in den heutigen Buchenhallenwäldern bemerkt man diesen Mangel häufig; am eindrucksvollsten sind die kurzschäftigen, zwieseligen „Protzen“ am Gagenhart, die ihre besenartigen Kronen ihrem ehemals lichten Stande verdanken. Auch die gelegentlich eingesprengten Lichtbaumarten finden so ihre Erklärung. Doch gibt es auch Wälder, die dem strengen Urteil des wirtschaftenden Forstmannes genügen, so die frischen *Asperulo-Fageten* am Osthang (s. Tab. 3, Aufn. 5, 10, 13, 15).

Auch das Reisig wurde selbstverständlich genutzt. Wo es Reis-Schläge gab, sahen die Flächen hinterher „wie gefegt“ aus (E. HUBER mdl.), also ganz anders als heute.

Wesentlich und nachhaltig muß die Streunutzung gewirkt haben. Sie war bis in die 30er Jahre gang und gäbe und wurde gerade von den Weinbauern dringend gefordert. Wenn v. ROCHOW sie nicht erwähnt, so bedeutet das zwar, daß sie in den 40er Jahren nicht mehr üblich war, nicht aber, daß es keine Nachwirkungen gegeben hätte. (MITSCHERLICH [1955] wies – allerdings für Kiefernforsten auf armen Sandstandorten der nördlichen Oberrheinebene – Produktionseinbußen über 25 Jahre nach). ABETZ (1955, p. 264) erwähnt Streu-Entnahme noch im Präsens, aber das ist vermutlich eher als Stilmittel gemeint, denn die Viehhaltung im Kaiserstuhl war um diese Zeit schon deutlich zurückgegangen. Eben wegen des Bedarfs einerseits, der Folgen für den Wald andererseits wurden früher bei der Forsteinrichtung auch Streunutzungspläne aufgestellt; denn wenn die Bauern nicht nur die lockere Streu, sondern den Oberboden „bis er rot wird“ – wie ein alter Winzer aus Steinbach im Grundgebirgsschwarzwald Herrn HUBER erzählte – entfernt wurde, also bis zum B-Horizont, so muß der Stoffentzug, muß die Verhagerung des Bodens schlimm gewesen sein. Humusschwund, Ionenentzug, Versauerung und Dichtlagerung mit allen Folgen für das Edaphon müssen bei Vergleichen mit der Gegenwart bedacht werden. Besonders betroffen waren die ortsnahen Lagen; größter Beliebtheit erfreute sich die leicht zersetzliche Streu von *Castanea vesca*, eine Baumart, die allerdings im Kaiserstuhl keine Rolle spielt.

Seit den letzten 3 Jahrzehnten muß der Stoffumsatz im Ökosystem Wald ein völlig anderer geworden sein: Gelegentlich werden im Privatwald einige Stämme entnom-

men, aber über größere Flächen hin sieht man oft stehendes Totholz und gefallene Äste, die dem natürlichen Stoffkreislauf überlassen bleiben; der Brennholzbedarf, ohnehin gering geworden, läßt sich aus dem bei der Bestandespflege anfallenden Holz leicht decken. Wenn systematisch Forstwirtschaft betrieben wird, geschieht dies über Kahlschläge und anschließende Aufforstung mit Nadelholz oder Laubholz, wo möglich auch unter Einbeziehung natürlicher Verjüngung (Mischungen von Kirsche, Linde, Berg- und Spitzahorn, Esche, gelegentlich mit starkem Eichen-Anteil, während bis vor einigen Jahren reine Ahorn-Pflanzungen bevorzugt wurden). Dazu tritt das Durchwachsenlassen von ehemaligen Nieder- und Mittelwäldern. Ein merklicher Wildbesatz verrät sich durch Verbiß; doch ist er nicht so hoch wie in vielen anderen Revieren, da stärker bejagt werden muß, schon um Fraßschäden in der Rebflur und damit Schadenersatzforderungen zu vermeiden.

So werden die Stangen- und Baumholzbestände dichter, dunkler und sicher auch weniger vom Wind beeinflusst. Verlichtungen heben sich umso deutlicher ab. Daß solche unbewirtschafteten Bestände der Urwaldstruktur näherkommen als die ehemaligen Bauernwälder, ist wohl gewiß, wenn auch ein durchgewachsener Bauernwald selbstverständlich kein Urwald im eigentlichen Sinne ist (vgl. LEIBUNDGUT 1982). Bei einer Aufflichtung in Folge von Immissionschäden würde der von uns aufgezeigte Prozeß zunächst rückläufig, was das Mikroklima betrifft. So wird es nicht nur wissenschaftlich interessant, sondern auch praktisch wichtig sein, etwaige mittelfristige Änderungen zu erfassen.

## 6. Befunde und Interpretationen

### 6.1 Das „*Querceto sessiliflorae-Betuletum* (Tx. 1930) 1937“, der Traubeneichen-Birkenwald (Tab. 1, im Anhang)

Wir beginnen mit dieser im Kaiserstuhl seinerzeit nur ganz kleinflächig existierenden Gesellschaft, weil M. v. ROCHOW 4 der 5 Vorkommen punktuell kartiert hat und alle 5 Bestände von uns, wenn wohl nicht auf den Quadratmeter, so doch auf einige Argenau aufgefunden werden konnten (s. Tab. 1). (Ein abweichender 6. Bestand wurde in der 1951 publizierte Fassung herausgenommen). Nach heutiger Syntaxonomie würde man die damaligen Bestände in das *Quercion roboris - Luzulo-Fagenion* - Übergangsfeld stellen (dazu s. OBERDORFER 1984). Im heutigen Zustande sind sie als *Luzulo-Fageten*, Nr. 2b und 5b als deren Eichen-Fazies anzusprechen, wenn man nicht bevorzugt, letztere noch an bodensaure Eichen-Hainbuchenwälder anzuschließen.

So sei an einem Beispiel geprüft, was auch ohne markierte Dauerflächen mit der Methode des Vergleichs erreichbar ist, wobei allerdings bei der geringen Zahl der Bestände keine statistische Berechnung möglich ist.

Den Zustand zu Beginn der 40er Jahre schildert v. ROCHOW anschaulich (Diss. p. 188): Es „besetzen ein paar auffallend artenarme, lichte Niederwald-Bestände dieser Gesellschaft kleine Flächen nahe dem Gebirgskamm. Stockausschläge von Traubeneichen oder Rotbuchen bilden mit einzelnen Birken, Kiefern und Aspen die kaum 10 m hohe, lückenreiche Baumschicht; schmalblättrige Gräser und Simsen, deren Horste von Moosrasen und kleinen Strauchflechten durchsetzt sind, bedecken den Boden und geben den Beständen ein monotones Gepräge. Physiognomisch auffällig sind nur faustgroße, weißliche *Leucobryum*-Polster, die im Kaiserstuhl allein in dieser Assoziation zu finden sind.“ *Leucobryum glaucum* und *Calluna vulgaris* benutzte v. ROCHOW zur Abgrenzung gegen andere bodensaure Gesellschaften. Heute heben sich die Bestände nicht nennenswert von den sie umgebenden ab; sie sind untereinander eher verschie-

denartiger als damals. Über Veränderungen der Bodenverhältnisse läßt sich nach den damalige Notizen kaum Präzises aussagen.

In Tab. 1 sind jeweils frühere und heutige Aufnahmen nebeneinandergestellt. Die Flächen des Paares 1 sind so gut wie identisch; das Gegenstück von 4a muß etwas abweichen, da *Tilia cordata* in B1, aus Stockausschlag stammend, älter als 40 Jahre sein muß. Die Bestände 1 bis 4 liegen im Gebiet äußerst kleinflächig parzellierten Privatwaldes im nördlichen Kaiserstuhl (einzelne Stücke sind in neuester Zeit vom Staat aufgekauft worden), Nr. 5 gehört zum Gemeindewald von Oberrotweil.

Die Höhe der oberen Baumschicht hat in 3 Beständen deutlich zugenommen, in 2 weiteren ist sie etwa gleich geblieben (Schätzwerte!).

Deutlich ist auch die Zunahme der Überschirmung. Beide Prozesse müssen sich auch bei den Wäldern der Umgebung abgespielt haben. Dies ist besonders wichtig, da für den Lichtgenuß der Verjüngung und der Krautschicht das Seitenlicht oft bedeutsamer ist als die Deckung des bestandeseigenen Kronendaches. Es müssen hiermit stärkerer Laubfall und besserer Windschutz verknüpft sein, wenn auch heute noch mehrfach eine gewisse Laubbewegung am Boden zu erschließen ist. In den Beständen 1 bis 3 ist seit Jahrzehnten nicht mehr gewirtschaftet worden, wie viel stehendes und liegendes Totholz beweist. Auch die Kontakte zu berücksichtigen, ist wesentlich, wie die folgenden Erörterungen zeigen werden.

Die durchschnittlichen Deckungen des Unterwuchses sind eindeutig zurückgegangen, die der Strauchschicht (fast nur Baumjungwuchs) von 18 auf 1 %, die der Krautschicht von 48 auf 23 %, die der Moosschicht gar von 74 auf 1 %! Die mittlere Artenzahl ist von 27 auf 22 gesunken (ohne Berücksichtigung der Pilze in beiden Fällen); da die Artenzahl in einem Bestandespaar von 30 auf 48 zugenommen hat, ergibt die Spanne von 5 bis 48 eine außerordentliche Heterotonität der heutigen Tabelle.

Die Buche hat mit Ausnahme des südwestexponierten Bestandes 5 im ganzen an Bedeutung gewonnen, wie man es auch in Eichen-Hainbuchenwäldern des Kaiserstuhls beobachten kann. Kiefer, Robinie, Birke und Aspe sind zurückgegangen, man sieht gelegentlich noch (fast) tote Stämme; selbst quantitativ ist der Prozeß überzeugend, wenn man diese Gruppe von lichtbedürftigen Pionierbäumen zusammenfaßt. Sie verjüngen sich nicht mehr und sind Zeugen der früheren Wirtschaftsweisen und Standortbedingungen. Die Angabe von *Populus tremula* in Nr. 3b bezieht sich auf kümmerliche Wurzelbrut; doch zeigt diese, daß ein solcher Baum von Vorwaldstadien sich mit einer unterirdischen „Knospenbank“ und gelegentlich an der Oberfläche erscheinenden assimilierenden Trieben über Jahrzehnte hin im Walde halten und bei Auflichtung oder Kahlschlag „durchstarten“ kann. *Sorbus aria* hat sich – summarisch betrachtet – behauptet und ist in die untere Baumschicht eingewachsen. Daß die *Prunetalia*-Sträucher fehlten und fehlen, dürfte nicht auf zu nährstoffarmen Böden beruhen, denn sie kamen und kommen auf entsprechenden Standorten im Eichen-Hainbuchenwald durchaus vor; es dürfte vielmehr wirtschaftlich bedingt und auf starke Streunutzung zurückzuführen sein, bei welcher die Pflanzen häufig verletzt wurden.

Die Rückgänge in der Krautschicht lassen sich gut interpretieren, wenn man die Arten zu synökologischen Gruppen zusammenfaßt. Lediglich *Prenanthes purpurea* fällt dabei heraus; der Hasenlattich, schon in den Kriegsjahren meist nur spärlich und mit reduzierter Vitalität genannt, dürfte als „Leckerbissen“ dem jetzt häufigeren Rehwild in diesen Beständen (nicht überall, s. d. Tabellen 2 bis 4) vollends zum Opfer gefallen sein. Mit *Teucrium scorodonia* und *Genista germanica* sind 2 Pflanzen der Säume zurück-

gegangen; in solchen haben auch *Hieracium sabaudum*, *H. laevigatum* und *Solidago virgaurea* (zumindest) einen Schwerpunkt. Solche Bestände pflegen verhärtet zu sein, an offenen Stellen auch für *Veronica officinalis* und *Anthoxanthum odoratum* geeignet. *Calluna vulgaris*, die dem Kaiserstuhl unseres Wissens seit einigen Jahren verloren gegangen ist, und *Deschampsia flexuosa* sind zwar ziemlich weitgreifende, aber zum Fruchten Licht-bedürftige Azidophyten.

Bei *Teucrium scorodonia*, *Hieracium laevigatum*, *Solidago virgaurea*, *Anthoxanthum odoratum*, *Calluna vulgaris* und den 3 folgenden Moosen handelt es sich um Arten, welche SEIBERT (1966) neben vielen anderen als Trennarten von Niederwäldern gegen standortsgleiche *Luzulo-Fagetum*-Hochwälder angibt. Dies unterstreicht den Schluß, daß in diesen Kaiserstuhl-Beständen ein Prozeß abläuft, der von einer anthropogenen Degradationsform zum geschlossenen Wald zurückführt.

In der Moosschicht ist der lokale Schwund der Pleurokarpen *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Hylocomium splendens* und *Pleurozium schreberi* nebst *Cladonia furcata* bemerkenswert, also von Arten, die bei nicht allzu kargem Vorkommen kaum zu übersehen sind. Die ersten beiden sind ausgesprochen euryök, die letzten beiden Azidophyten. Die akrokarpn Azidophyten *Polytrichum formosum* und *Dicranum scoparium* dagegen zeigen praktisch gleiche Zahlenwerte. Dies weist auf den entscheidenden Faktor hin: den verstärkten Laubfall und die weniger stark verwehte Laubdecke. Der Zusammenhang mag durch folgende Einzelaufnahme aus der Nähe von Aufnahme 4b bekräftigt werden:

Nr. 850811e. Waldbestandesrand auf Tephritrücken an Waldsträßchen am nördlichen Staffelberg, 390 m NN; 20°WSW; nur teilweise überschirmt. Leichte Erhebungen mit Moosdecke; leichte Senken mit Streu, *Luzula luzuloides*, *Carex umbrosa* u.ä. Aufnahme von moosreicher Stelle. 5 m<sup>2</sup>; Deck. Krautsch. 2%, Moossch. 100%.

- |                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| 1.1 <i>Hieracium sylvaticum</i> | 3.2-4 <i>Dicranum scoparium</i>    |
| 1.1 <i>Luzula luzuloides</i>    | 3.2-4 <i>Pleurozium schreberi</i>  |
| 1.1 <i>Quercus petraea</i> K    | 2b.3-4 <i>Polytrichum formosum</i> |
| + <i>Acer pseudoplatanus</i> K  | 2m.2 <i>Hypnum cupressiforme</i>   |
| + <i>Anthoxanthum odoratum</i>  |                                    |
| + <i>Bromus benekenii</i>       |                                    |
| + <i>Fagus sylvatica</i> K      |                                    |
| + <i>Festuca heterophylla</i>   |                                    |
| + <i>Lathyrus linifolius</i>    |                                    |

Es erhebt sich freilich die Frage, weshalb dann die Moose *Plagiothecium* sp. und *Mnium affine*, weniger *Atrichum undulatum*, *Dicranella heteromalla* und *Eurhynchium swartzii* im Aufnahmematerial neu oder verstärkt auftauchen. Dafür lassen sich mehrere Gründe nennen: a) Sie verlangen nur kleine laubfreie Stellen, wie sie in den Beständen 2 bis 5 durchaus angeboten werden. b) Die zuvor genannten groben Waldbodenmoose entfallen als Konkurrenten. c) Die kleinen Moose können leicht von Schürzen, alten Stümpfen und Ästen her vordringen. d) Und schließlich lassen sich manche auch leicht übersehen.

Der südwestexponierte Eichenniederwald, Bestand 5, (Abb. 1), weicht in der Artenzahl-Entwicklung und Art-Beständigkeit von den anderen, nordwestexponierten ab. v. ROCHOW gab für ihn ein Alter von 40-50 Jahren an. Es handelt sich um einen ehemaligen Eichenschälwald. Seither ist er nie mehr kahlgeschlagen worden, sondern er wird durch Entnahme einzelner Stämme aus dem damaligen Stockausschlag in einen Hochwald-ähnlichen Bestand überführt. Dies gilt für den ganzen Hang in dieser Höhe und Exposition. Benachbart ist das *Quercu-Carpinetum luzuletosum* kartiert worden. Heute hebt sich der Bestand nicht mehr heraus; wir haben trotz allen Bemühens wohl auch nicht präzise die Aufnahmefläche von ROCHOW's getroffen. In diese offenbar lokal be-



Abb. 1: Durchgewachsener Eichen-Niederwald am Oberhang eines Kammes nordwestlich des Totenkopfes (Bestand der Aufn. 5b d. Tab. 1); Anf. Nov. 1985.

sonders stark degradierte Fläche konnten denn auch leicht Arten aus der unmittelbaren Nachbarschaft einwandern und so die Artenzahl steigern.

Die ersten 4 Bestände liegen alle im nördlichen Kaiserstuhl auf Gemarkung Kiechlinsbergen. Ein geologischer Grund dafür ist nicht ersichtlich. VON ROCHOW macht eine – von uns allerdings nicht zu bestätigende – besonders schlechte Zersetzung der Buchenstreu für eine Versauerung und damit die Gesellschaftsentwicklung verantwortlich, die durch „langandauernde Schneebedeckung beschleunigt“ werde. Dies leuchtet nicht ein; wohl aber läßt sich ein historischer Grund finden: Die Gemeinde Kiechlinsbergen liegt gleichsam eingeklemmt im Gebirge und hat keinen Besitz in der angrenzenden Ebene; dies gilt auch für Schelingen im zentralen Kaiserstuhl. In diesen beiden Gemeinden gab es denn auch die höchsten Zahlen an „Ortsarmen“ (Zahlen für den Landkreis Freiburg innerhalb des Kaiserstuhls, in Kreisbeschreibung 1972/74: um 1850 in Kiechlinsbergen 50–60 von 943 Einwohnern, in Schelingen ca. 60 von 418 EW). Dennoch bestand ein Unterschied zwischen den beiden Orten, was die Möglichkeit zur Viehhaltung und damit die Versorgung mit Dünger betraf, die für den Rebbau entscheidend wichtig war: Während Schelingen große Flächen besaß, die landwirtschaftlich nur als trocknes Grünland nutzbar waren, hatte Kiechlinsbergen zwar gute Acker- und Rebflächen, mußte aber sein Heu fast ausschließlich auf fremden Gemarkungen gewinnen. Ferner wird gerade für Kiechlinsbergen die Überbevölkerung im

letzten Jahrhundert als besonders gravierend genannt. So wird man annehmen dürfen, daß der Druck auf den Wald in Form von Waldweide besonders stark und vielleicht auch langfristiger war als andernorts; auch die Holznutzung war sicher intensiver. Die Streunutzungsaktivität dürfte davon abhängig gewesen sein, ob das Stroh von den guten Äckern verkauft oder als eigene Streu verwendet wurde; hierüber haben wir keine Information.

Wenn die geschilderten Veränderungen in diesen „*Querceto-Betuleten*“ nicht überinterpretiert worden sein sollen, müßten sich gleiche Tendenzen in den anderen Waldgesellschaften aufzeigen lassen. Dies soll im folgenden geschehen.

## 6.2 Das „*Fagetum silvaticae* Br.-Bl. 1915“; *Carici-Fagetum*, *Asperulo-Fagetum*, *Luzulo-Fagetum* (Tab. 2, 3, 4, im Anhang)

Die heutigen Buchenwälder lassen sich ohne floristische Schwierigkeiten den damaligen Subassoziationen zuordnen. Sie sollen hier gemeinsam besprochen werden, da sich grundsätzliche Züge der Veränderung bei allen dreien finden und daher die Argumente an Überzeugungskraft gewinnen.

### 6.2.1 Physiognomischer Wandel

Dieser wird am deutlichsten im *Carici-Fagetum*; eine „meist weitständige Baumschicht“ hat es heute nicht mehr, und den deutschen Namen „Strauch-Buchenwald“ würde man kaum mehr zu seiner Kennzeichnung wählen (Abb. 2). Wenn auch die Ar-



Abb. 2: *Carici-Fagetum* am Gagenhart (Bestand der Aufn. 15 d. Tab. 2); Ende Nov. 1985.

tenzahl der Sträucher immer noch in der Gesellschaft insgesamt wie auch im einzelnen Bestande höher als in anderen Buchenwäldern ist, so bestimmen solche doch nicht mehr den Aspekt, wie es offenbar früher der Fall war: „Ihr lichtdurchlässiges Laubdach begünstigt das Gedeihen zahlreicher Sträucher, die sich mit reichlichem Jungwuchs zu dichtem Gebüsch zusammenschließen und vielfach mit *Clematis*- und *Tamus*pflanzen

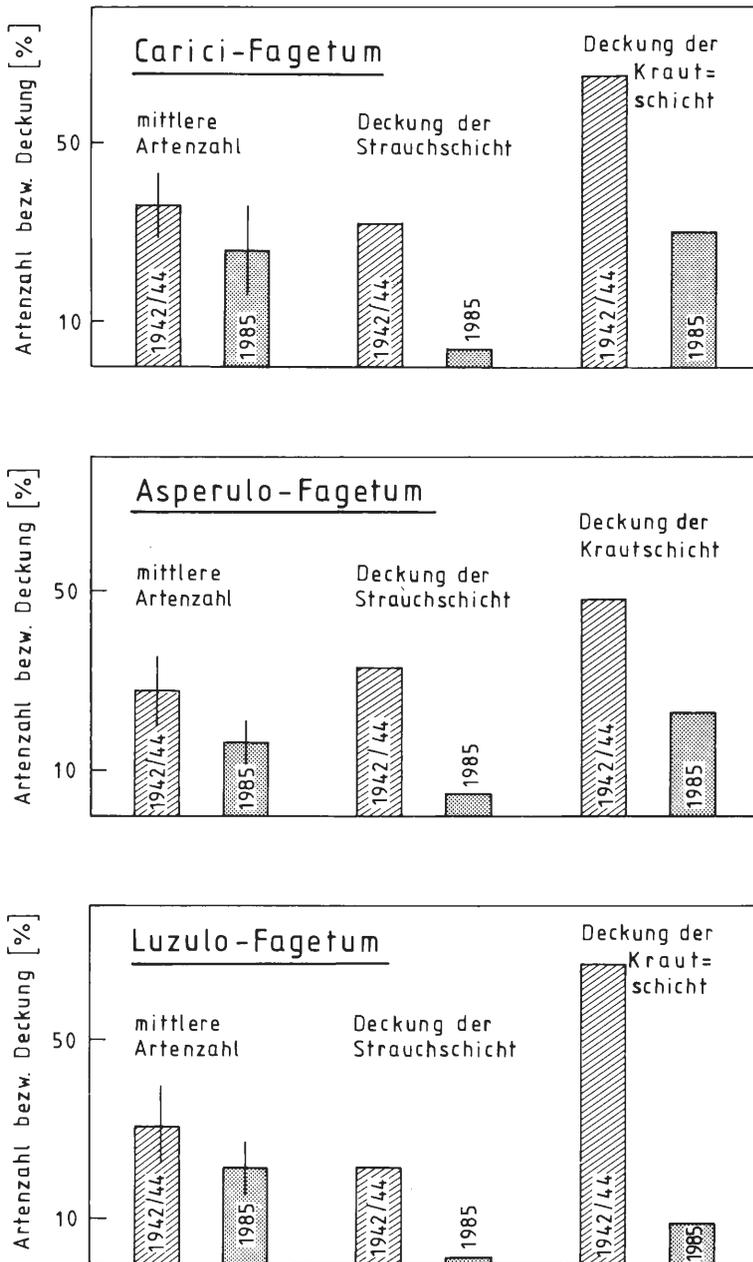


Abb. 3: Veränderungen von Mittlerer Artenzahl und Deckung der Strauch- bzw. Krautschichten in den Aufnahmen von ROCHOW's (1948) und in denen dieser Arbeit.

verflochten sind." (v. ROCHOW 1951, p. 100). Die solcherart geschilderten typischen *Carici-Fageten* sind eben Bauernwälder, wie denn auch MOOR (1972, p. 32) in seiner monographischen Behandlung die meisten Bestände als „auswachsende Buchen-Stockauschlagwälder kennzeichnet“.

Heute finden sich die Straucharten ganz überwiegend in der Krautschicht, sie blühen so gut wie nirgends und erreichen einige Deckung nur dank ihrer vegetativen Vermehrung, die sie auch an der „Hungergrenze“ noch aufrechterhalten können. Der statistisch gesicherte Rückgang in der Deckung der Strauchschicht wie der Krautschicht in allen drei Buchenwaldtypen geht aus der Abb. 3 deutlich hervor. Parallel geht ein Rückgang der Mittleren Artenzahl, wobei die Spanne innerhalb der (Sub-)Assoziationen

EA 1

*Carici-Fagetum*-Bestand am südlichen Scheibenbuck s Oberbergen (850909c). 400 m NN; Löß über Essexitporphyr; 150 m<sup>2</sup>; 5°S. Streudecke sehr wechselnd, teils fehlend, teils zusammengeweht und 12 cm Dicke erreichend, dann unten schwach plattig verdichtet. Aus dem Bestande im Laufe der letzten Jahre einzelne Stämme entnommen, etwas Geäst liegengelassen; südlich ein Waldweg verlaufend; lichtere und schattigere Stellen kleinräumig wechselnd, dazu Seitenlicht einfallend; einzelne ältere offenbar gestörte Stellen, wo der Oberboden entfernt ist; an solchen kommen die Wiesenarten mit r vor und eine junge *Cephalanthera rubra*. (In die Mooschicht sind ehemalige "Schürzen" von mittlerweile gefällten Stämmen einbezogen.)

B1: H. 18-22 m, D 75%; schwaches, mittleren und starkes Baumholz

4 *Fagus sylvatica*

+ *Quercus petraea*

B2: H. 4-8 m (in Str. übergehend), D 10%; Stangenholzstärke

2 *Fagus sylvatica*

+ *Acer pseudoplatanus*

+ *Hedera helix*

Str.: H. 1-4 m, D 10%

1.1 *Crataegus laevigata* fr.

+2 *Lonicera xylosteum*

1.1 *Fagus sylvatica*

+2 *Rosa canina*

+ *Acer campestre*

+2 *Sorbus aria*

+ *Carpinus betulus*

+2 *Sorbus torminalis*

+2 *Cornus sanguinea*

+ *Ulmus minor*

+2 *Corylus avellana*

+2 *Viburnum lantana*

+ *Fraxinus excelsior*

K: H. 5-20(-100) cm, D 60%

2a.4 *Galium odoratum*

+2 *Berberis vulgaris*

2a.4 *Hedera helix*

+2 *Carex sylvatica*

2m.2 *Convallaria majalis*

+ *Cephalanthera rubra*

2m.2 *Cornus sanguinea*

+ *Clematis vitalba*

2m.1 *Fagus sylvatica*

+2 *Festuca heterophylla*

2m.2 *Hepatica triloba*

+ *Galium sylvaticum*

2m.2 *Rosa arvensis* an off. St. fr.

+2 *Luzula pilosa*

1.1 *Acer pseudoplatanus*

+ *Polygonatum multiflorum*

1.2 *Bromus benekenii*

+ *Prenanthes purpurea*

1.2 *Carex flacca*

+2 *Prunus spinosa*

1.2 *Carex montana*

+ *Pulmonaria obscura*

1.2 *Carex muricata* agg.

+2 *Rosa canina*

1.2 *Carex ornithopoda*

+ *Rubus fruticosus*

1.2 *Corylus avellana*

+ *Solidago virgaurea*

1.2 *Crataegus laevigata*

+ *Sorbus aria*

1.1 *Daphne mezereum*

+ *Tamus communis*

1.1 *Epipactis helleborine*

+ *Ulmus carpinifolia*

1.2 *Euphorbia amygdaloides*

+ *Vicia sepium*

1.2 *Fragaria vesca*

r *Campanula trachelium*

1.2 *Ligustrum vulgare*

r *Galeopsis tetrahit*

1.2 *Melica nutans*

r.2 *Holcus lanatus*

1.1 *Sorbus torminalis*

r° *Inula conyza*

1.2 *Viburnum lantana*

r° *Ranunculus acris*

1.2 *Viola reichenbachiana*

r° *Solidago gigantea*

+ *Acer platanoides*

r° *Taraxacum officinale*

+ *Ajuga reptans*

r.2 *Veronica chamaedrys*

M: D 1%

2m.2-3 *Brachythecium salebrosum*

1.3 *Brachythecium rutabulum*

2m.2 *Eurhynchium swartzii*

1.2 *Hypnum cupressiforme*

1.2 *Amblystegium varium*

1.2 *Isoetecium alopecuroides*

beim *Carici-Fagetum* größer, beim *Asperulo-* und *Luzulo-Fagetum* geringer geworden ist. Will man letztere Tatsache recht interpretieren, so ist zuvor zu prüfen, ob nicht einzelne „schlechte“ Aufnahmen, die sich durch einen „Schwanz“ von Zufälligen verraten, die Spanne erhöhen; die Original-Tabellen v. ROCHOW's (1948) und unsere Tabellen 2 bis 4 zeigen, daß dies nicht der Fall ist. Würde man allerdings die ersten beiden Aufnahmen unserer Tab. 2 eliminieren, so lägen die Verhältnisse in allen drei Gesellschaften gleich. In der Tat gibt es heute noch gelegentlich *Carici-Fagetum*, welche dem früheren Bild entsprechen, neben den üblichen floristisch ärmeren Beständen, wodurch die Amplitude hochgedrückt wird. Einen Fall, wie er wohl damals häufiger war, zeigt die folgende Einzelaufnahme (EA 1) mit 56 Arten + 7 von einer Störstelle. (Eine solche Stelle würde man lege artis jedoch nicht aufnehmen!) Wir möchten in erster Linie verringerten Lichtgenuß dafür verantwortlich machen, wie er auch aus der historischen Wirtschaftsweise zu folgern war. Hierzu muß die Analyse des Verhaltens einzelner Arten durchgeführt werden.

#### 6.2.2 Arten, deren Stetigkeit zugenommen hat (Tab. 5).

Ein wesentlicher Zug ist die Zunahme des Jungwuchses der Hauptbaumart Buche und zahlreicher Nebenbaumarten, auch von solchen, die in der Baumschicht abgenommen haben. Am ausgesprochensten gilt diese für das *Carici-Fagetum*; das *Asperulo-Fagetum* dürfte zu dunkel sein; im *Luzulo-Fagetum* waren schon damals weniger Baumarten vorhanden, doch zeigt sich der Trend dort auch für *Acer campestre*, *Hedera helix* und *Prunus avium*. Dies ist nicht das Ergebnis einiger weniger Jahre mit womöglich besonders günstiger Witterung, handelt es sich doch keineswegs nur um Sämlinge, sondern sogar überwiegend um ältere Jungpflanzen. Folgende Gründe dafür lassen sich diskutieren:

a) Alle Gehölzarten der Tab. 5 haben Samen mit viel Nährgewebe in den Cotyledonen. Man kann immer wieder beobachten, daß sich Baumkeimlinge in dichter Laubschicht entwickeln, wo kein Kraut mehr wächst. Unterstellt man gleiche Lichtansprüche für die verschiedenen Arten, so sind die gut versorgten Baumkeimlinge also im Vorteil.

b) Die Lichtansprüche des Jungwuchses sind geringer als die der älteren Individuen.

c) Die Sträucher sind als Konkurrenten geschwächt.

d) Mechanische Störungen entfallen mit verringerter Nutzungsintensität.

e) Die Streunutzung dürfte in den beginnenden 40er Jahren noch Nachwirkungen gezeitigt haben. Man kann, muß aber nicht, einen Hinweis auf keimungsgünstigere Verhältnisse, d. h. humosere, biologisch aufgelockerte Oberböden darin sehen.

f) Ein günstigeres Mikroklima durch geschlossenere und daher luftfeuchtere Bestände mit gleichmäßigerer Laubverteilung mag ebenfalls darin zum Ausdruck kommen.

g) Keinesfalls darf man aus der guten Verjüngung auf eine gegenüber früher verringerte Wilddichte schließen. Das Äsungsangebot ist im Kaiserstuhl mit seinen wenigen Nadelbaumforsten überdurchschnittlich gut.

Man könnte sogar versucht sein, aus dem Rückgang einiger bekannter „Leckerbissen“ des Rehwildes wie *Prenanthes purpurea*, *Rosa arvensis*, *Cornus sanguinea* (vgl. weiter Tab. 6) eine verstärkte Wirkung des Wildes abzuleiten. Zur orientierenden Prüfung dieser Frage haben wir die von KLÖTZLI (1969) für das Schweizer Mittelland genannten „Beliebtheitszahlen“ für die einzelnen Pflanzenarten eingesetzt und für Tab. 5 und 6 je

Tab.5: Eine Zunahme von 1942/44 → 1985 ist nachweisbar in folgenden Fällen: (\* \* \* = <1%, hochsignifikant; \* \* = <5%, signifikant; + = nicht statistisch gesichert, aber wahrscheinlich).

Assoziation Art	Carici-Fagetum (17+17 Aufn.)	Asperulo-Fagetum (16+16 Aufn.)	Luzulo-Fagetum (12+12 Aufn.)
<u>Gehölze:</u>			
<i>Acer pseudoplatanus</i> K	* * *	* * *	* * *
<i>Fraxinus excelsior</i> S+K	* * *	+	* * *
<i>Fagus sylvatica</i> K	* * *	* * *	
<i>Hedera helix</i> S+K	* * *	* * *	
<i>Prunus avium</i> S+K	* * *		* * *
<i>Acer campestre</i> S+K	* * *		
<i>Sorbus aria</i> S+K	* * *		
<i>Juglans regia</i> S+K	* * *		
<i>Acer platanoides</i> S+K	* *		
<i>Quercus petraea</i> K			* * *
<u>Krautige:</u>			
<i>Carex sylvatica</i>			* * *
<u>Moose:</u>			
<i>Eurhynchium swartzii</i>			* * *

die Mittelwerte berechnet. Die Zahlen sind aus der dortigen Verbiß-Stetigkeit und Verbiß-Stärke ermittelt worden und umfassen 5 Stufen, von 0 (so gut wie nie geäst) bis 4 (regelmäßig stark verbissen). Setzt man aus rechnerischen Gründen die Zahlen 1 bis 5 ein, so ergibt sich für die Tabelle 5 ein Mittelwert von 3,4, für die Tabelle 6 sogar nur 3,0. Dies spricht gegen eine generelle Bedeutung des Rehwildes für die Veränderungen in unserem Gebiet; im Einzelfall dürfte es freilich ursächlich beteiligt sein.

Daß *Carex sylvatica* im *Luzulo-Fagetum* reichlicher vorkommt, dürfte indirekt auf ein dichteres Kronendach zurückzuführen sein: Um überhaupt Aufnahmen machen zu können, ist man auf kleine Lücken angewiesen, die zwar noch keine Verlichtungsgesellschaften zulassen, wo aber doch die Interzeption fehlt. Die Wald-Segge ist frischebedürftig und dabei recht schattenfest; sie stellt sich daher schon in der Entwicklungsstufe des schwachen Baumholzes ein, falls der Boden leicht verdichtet und daher oberflächlich schwach wasserstauend ist. Solche quantitativ schwer faßbaren, aber durchaus vergleichend beobachtbaren Feinheiten im ökologischen Verhalten der Arten müssen und dürfen herangezogen werden, wenn Feinheiten der Sukzession interpretiert werden sollen.

Zur Zunahme des kleinen pleurokarpen Moooses *Eurhynchium swartzii* vgl. unsere Darstellung in Kap. 6.1.

### 6.2.3 Arten, deren Stetigkeit abgenommen hat (Tab. 6)

1. Aus der Baumschicht sind die Lichtbaumarten *Acer campestre* und *Juglans regia* nahe zu verschwunden. Auch Kiefern und Eichen mit „eingeklemmten“ Kronen lassen sich in den Buchenwäldern beobachten und veranschaulichen den sich hier abspielenden Konkurrenzkampf, dessen Sieger, die Buche, feststeht. Ob *Hedera helix* die Baumschicht erreichen kann, hängt sowohl von der Belichtung als auch von der Bestandspflege ab. Phanerophytische Lianen können nicht mit der gleichen Geschwindigkeit in die Höhe klettern wie krautige und sind daher auf nicht nur im Winter lichte, also meist auf gestörte Bestände angewiesen (dazu s. WILMANN 1983b). Oft hat der Waldbesitzer alte Efeu-Stämme abgesägt, wohl in der Meinung, es handle sich um einen schädigenden Parasiten. Im *Lithospermo-Quercetum* des Kaiserstuhls, das meist in Form ungepflegter, durchgewachsener Niederwälder entwickelt ist, hat der Efeu in der Baumschicht übrigens zugenommen, was ins Bild paßt: Diese Bestände sind immer

Tab.6: Eine Abnahme von 1942/44 — 1985 ist nachweisbar in folgenden Fällen:  
 (\*\*\*) = <1%, hochsignifikant; \*\* = <5%, signifikant; + = nicht statistisch gesichert, aber wahrscheinlich).

Assoziation Art	Carici-Fagetum (17+17 Aufn.)	Asperulo-Fagetum (16+16 Aufn.)	Luzulo-Fagetum (12+12 Aufn.)
<u>Gehölze:</u>			
<i>Acer campestre</i> B	***	***	+
<i>Corylus avellana</i>	+	***	+
<i>Fagus sylvatica</i> S	***	***	
<i>Hedera helix</i> B	***	***	
<i>Rosa arvensis</i>	**	+	
<i>Cornus sanguinea</i>	***		+
<i>Crataegus</i> spp.		***	+
<i>Juglans regia</i> B	***		
<i>Clematis vitalba</i>	***		
<i>Robinia pseudacacia</i> S+K	**		
<i>Daphne mezereum</i>	**		
<i>Tilia cordata</i> S+K		***	
<i>Rubus fruticosus</i>			**
<u>Krautige:</u>			
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	***	+	***
<i>Fragaria vesca</i>	**	+	
<i>Solidago virgaurea</i>	**	+	
<i>Vicia sepium</i>	***		***
<i>Galium sylvaticum</i>		+	***
<i>Carex digitata</i> + <i>ornith.</i>	***		
<i>Neottia nidus-avis</i>	***		
<i>Cephalanthera rubra</i>	***		
<i>Carex flacca</i>	**		
<i>Epipactis helleborine</i>	+		
<i>Vincetoxicum hirund.</i>	+		
<i>Carex montana</i>	+		
<i>Galium odoratum</i>		***	
<i>Campanula trachelium</i>		***	
<i>Pulmonaria obscura</i>		**	
<i>Lamium galeobdolon</i>		+	
<i>Festuca heterophylla</i>		+	
<i>Lathyrus linifolius</i>			***
<i>Luzula pilosa</i>			***
<i>Viola reichenbachiana</i>			**
<i>Melampyrum pratense</i>			**
<i>Poa nemoralis</i>			+
<u>Moose:</u>			
<i>Fissidens taxifolius</i>	**	+	
<i>Atrichum undulatum</i>		***	+
<i>Hylocomium splendens</i>			***
<i>Rhytidiadelphus triq.</i>			***

licht, umso mehr, wenn das Ulmensterben Lücken verursacht hat; dann verstärken *Clematis vitalba* und *Hedera helix* den dschungelartigen Aspekt.

2. Der bereits durch die abnehmende Deckung der Strauchschicht insgesamt belegte Rückgang zahlreicher Straucharten wäre noch eindrucksvoller, wenn man die Qualität, also Vitalität und Fortpflanzung, berücksichtigte.

3. Die nach „Negativ-Stetigkeit“ angeordneten krautigen Arten gehören sehr verschiedenen Lebensformen und synökologischen Gruppen an. Sie seien gemäß dieser „Verwandtschaft“ besprochen.

a) Zurückgegangen sind die lichtbedürftigen Arten der Säume und Schläge, seien es anerkannte Charakterarten wie *Vincetoxicum hirundinaria* und *Fragaria vesca*, seien es Arten, die nicht allgemein als solche gelten, es aber doch sind, wie *Solidago virgaurea*, *Vicia sepium*, *Galium sylvaticum* und *Campanula trachelium* (dazu s. WILMANN 1980). Es dürfte kaum zweifelhaft sein, daß hier der zunehmende Wald-Charakter entscheidend ist.

Die lichtbedürftige *Convallaria majalis* im *Carici-Fagetum* hat zwar nicht an Stetigkeit abgenommen (und ist deshalb nicht in Tab. 6 aufgeführt), wohl aber statistisch signifikant (knapp 5%-Niveau erreicht) unter Berücksichtigung der Artmächtigkeiten; hier macht die Geophyten-Strategie das Beharrungsvermögen verständlich.

b) In die gleiche Richtung weist auch der Rückgang von lichtbedürftigen Verhagerungszeigern wie *Melampyrum pratense*, *Poa nemoralis*, *Lathyrus linifolius* und *Festuca heterophylla*; man vergleiche dazu auch die trefflichen Charakterisierungen der Arten von OBERDORFER (1983). Bei dieser Gruppe, der auch *Carex montana* und *Carex flacca* als Zeiger leichter Bodenverdichtung und Wechsell Trockenheit nahe stehen, spielt sicher ein verringerter Lichtgenuß eine Rolle. Außerdem könnte eine gewisse Verschiebung ihrer relativen Konkurrenzstärke eintreten; die Kausalkette wurde schon bei den Veränderungen der *Quercion roboris*-Gesellschaft dargestellt: Ein dichteres Kronendach bewirkt mehr Fall-Laub und mehr Windschutz; dadurch kommt es zu geringerer Laub-Verwehung und damit gleichmäßigerer Verteilung; dadurch entsteht bessere biologische Aktivität an ehemaligen Aushagerungsstellen. Die 3 Aufnahmen mit *Majanthemum bifolium*, *Carex montana*, *Molinia arundinacea* und *Brachypodium pinnatum* (Tab. 2, Aufn. 1-3) stammen aus dem „Ödland“ der Topographischen Karte im Totenkopf-Gebiet. Dies alles sind deutliche Spuren der ehemaligen Wald-Degradation.

c) Bei einem Rückgang von Orchideen, hier von *Cephalanthera rubra*, *Epipactis helleborine* und *Neottia nidus-avis*, könnte man zunächst direkten menschlichen Zugriff vermuten. Indessen ist dies jedenfalls bei den beiden letztgenannten, die doch wenig ansehnlich blühen, auszuschließen. Hier dürften Bodenveränderungen die Ursache sein, welche vermutlich über die Mykorrhiza wirken. *Cephalanthera rubra* keimt auf Mineralboden (E. RENNWALD, mdl.) und scheint eher an laubfreien Stellen aufzukommen. *Cephalanthera xiphophyllum* ist im Kaiserstuhl charakteristisch für die Eichenwäldchen des *Quercus-Carpinetum luzuletosum*; wir fanden das Schwertblättrige Waldvögelein in 5 von 14 Aufnahmeflächen dieser Gesellschaft und nur hier. Eben dies sind die auch heute noch an Verhagerungszeigern reichsten Bestände. Warum die Pflanze bei v. ROCHOW nicht aufgeführt wird, ist unklar. Jedenfalls spricht der Sachverhalt gegen direkten menschlichen Eingriff und auch gegen eine flächenhafte Schädigung aller Mykorrhizen durch saure oder basische Immissionen – jedenfalls in unserem Gebiet, denn gerade auf den flachgründigen Vulkanitböden des *Quercus-Carpinetum luzuletosum* müßten sich solche eher auswirken als auf den gut gepufferten Lößböden des *Carici-Fagetum* (hierzu weiteres bei WILMANN, BOGENRIEDER & MÜLLER in Vorber.).

d) Eine Reihe bezeichnender Waldbodenpflanzen scheint das bisher so klare Bild zu trüben: *Euphorbia amygdaloides*, *Galium odoratum*, *Lamium galeobdolon*, *Luzula pilosa*, *Pulmonaria obscura* und *Viola reichenbachiana*, dazu ein statistisch hochsignifikanter Artmächtigkeitsrückgang bei *Luzula luzuloides* im *Luzulo-Fagetum*. Sie alle halten zwar im Schatten lange durch, sind ja auch nicht geradezu selten geworden in den *Fageten*, aber vielfach haben sie eben doch – und sei es nur vorübergehend – in den dunklen Beständen abgenommen. Daß es sich auch hier nicht um eine Folge flächenhafter Bodenveränderungen handelt, beweist die Tatsache, daß 4 dieser 7 Arten in unserem *Quercus-Carpinetum*-Material deutlich zugenommen haben; diese Gesellschaft ist eben heute noch licht genug für solche *Fagetalia*-Arten. Ob der dichtere Schluß in jedem Falle über die Assimilat-Bilanz und nur über diese wirkt, ist damit nicht beweisbar. Zum Beispiel werden 6 der 7 Arten (Ausnahme *Galium odoratum*) durch Ameisen ausgebreitet; es wäre denkbar, daß wärmeliebende Arten unter diesen Tieren zurückgegangen sind. Dichte Bestände beherbergen in summa eine geringere Zahl von Tierarten (HEYDEMANN 1982), doch dürften gerade eigentliche Wald-, vor allem Waldbodenarten hinzukommen. Über diese spezielleren biozöologischen Zusammenhänge wis-

sen wir indessen noch so wenig, daß weitere Erwägungen rasch in die Spekulation führen.

e) Schließlich ist noch das Verhalten von *Carex ornithopoda* und *C. digitata* zu beleuchten. (Hier muß sich einer der ganz wenigen Irrtümer v. ROCHOW's eingeschlichen haben: sie spricht nur von *Carex digitata*, doch kommt *C. ornithopoda* im Kaiserstuhl häufiger vor, zumal im *Carici-Fagetum*, und ist wohl auch mit der Schilderung der „zahlreichen kleinen Horste“ (1948, p. 205) gemeint. Die beiden Arten sind nur dann sicher zu unterscheiden, wenn Fruchtstände zumindest in Resten vorhanden sind.) Die Finger-Segge greift weiter in den Vulkanitbereich und in den Schatten über als die Vogelfuß-Segge. In einer wichtigen Eigenschaft verhalten sie sich gleich: Sie meiden Stellen, an denen sie über längere Zeit hin von Laub überdeckt werden. Dies läßt sich für beide Arten im Kaiserstuhl zeigen, für *Carex digitata* kann man es in den Hangwäldern der Schwäbischen Alb ebenso beobachten. Ein solches Verhalten ist durchaus plausibel, denn unter diesen Umständen läßt sich die Frist photosynthetischer Aktivität für wintergrüne Arten, zumal im milden Kaiserstuhl, verlängern. So findet man heutzutage *Carex ornithopoda* häufig und in Menge an steilwandigen Lößabbrüchen im und am Walde und – was das Argument widerlegt, es handle sich halt nur um eine Frage etwas lichter Kleinstandorte – auch z. B. auf kleinen, aber langlebigen Erhebungen am Rande ehemaliger Schützengraben im *Carici-Fagetum*, nicht an laubreichen Flächen daneben. *Carex digitata* hat ihr reichstes Vorkommen in einem zerklüfteten ehemaligen Burggelände (an der Üsenburg) an Steilböschungen auf Tephritböden; entsprechend steht sie auf der Schwäbischen Alb vor allem an steilen Böschungen und im Bereich von laubarmen Ringen von Buchen und an ähnlichen Kleinstandorten. v. ROCHOW spricht zwar von einer „geschlossenen Laubdecke“ im Strauch-Buchenwald; das traf sicher auch damals bereits zu, im Vergleich etwa zu ausgehagerten Eichen-Birken- und Eichen-Hainbuchenwäldern, schließt aber solche Feindifferenzierungen nicht aus. Wir bringen eine gekürzte Tabelle, welche das Optimum der beiden Arten in saumähnlichen Gesellschaften zeigt (Tab. 7).

Tab.7: Auszug einer Tabelle, welche 4 Aufnahmen von *Carex ornithopoda*-Böschungen und 2 Aufnahmen von *Carex digitata*-Böschungen vereinigt; 1 - 5 Kaiserstuhl, 6 Schwäbische Alb; 8/9.1985. *Carex ornithopoda*-Bestände auf Löß, *Carex digitata*-Bestände auf Tephrit bzw. Weißjura. Alle ± überschirmt.

	Stetigkeit		Stetigkeit
<i>Carex ornithopoda</i>	4	<i>Carex flacca</i>	3
<i>Carex digitata</i>	2	<i>Galium sylvaticum</i>	3
Phanerophyten:		Waldkräuter:	
<i>Fagus sylvatica</i> S+K	6	<i>Melica nutans</i>	5
<i>Hedera helix</i> K	6	<i>Convallaria majalis</i>	4
<i>Acer pseudoplatanus</i> K	3	<i>Viola reichenbachiana</i>	4
<i>Clematis vitalba</i> S+K	3	<i>Epipactis helleborine</i>	3
<i>Fraxinus excelsior</i> K	3	<i>Hieracium sylvaticum</i>	3
Saumarten:		Moose:	
<i>Mycelis muralis</i>	5	<i>Brachythecium rutabulum</i>	3
<i>Solidago virgaurea</i>	4	<i>Fissidens taxifolius</i>	3
<i>Campanula trachelium</i>	3	<i>Hypnum cupressiforme</i>	3

zahlreiche weitere Arten 2 oder 1 mal vorkommend.

4. Moose. Ihr Verhalten unterstreicht das bisher Erschlossene. *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Hylocomium splendens*, beide kaum zu übersehen, waren nur im *Luzulo-Fagetum* vorhanden, sind jetzt dort von Stetigkeit IV auf 0 bzw. + geschrumpft. Bei derart schattenresistenten Pflanzen kann die Ursache nur im verstärkten Laubfall liegen. *Atrichum undulatum* und *Fissidens taxifolius* sind Moose laubfreier Stellen auf lehmigen oder tonigen Böden; Kanten kleiner Absätze und winzige Buckel von Tierbauten reichen, wenn diese nur über einige Zeit (wohl Jahre) offen bleiben. Eben das wird leicht durch den Wind besorgt, der gerade im Walde seine bestimmten Bahnen hat, wie es am

elegantesten die aus perennierenden Moosen aufgebauten Ringe und Schürzen um die Stämme beweisen (TÜXEN 1986, im Druck).

#### 6.2.4 Syntaxonomische Änderungen?

Wir berichteten bereits, daß man im Prinzip die alten Buchenwald-Gesellschaften noch ohne große Schwierigkeiten ansprechen kann, wenn auch die Trenn- bzw. Kennarten fast alle seltener geworden sind und daher an praktisch-diagnostischem Wert verloren haben. Andere haben ihre Randvorkommen eingebüßt und sind daher zu Trennarten geworden. Was sich heute dazu eignet, ist aus den Tabellen 2 bis 4 zu entnehmen.

Innerhalb der damaligen Subassoziationen hat v. ROCHOW 1948 einige Varianten ausgeschieden, die sie 1951 allerdings nicht mit eigenem syntaxonomischen Rang aufrechterhalten hat. Hier haben sich weiterhin Änderungen ergeben in folgender Weise: Im *Carici-Fagetum* lassen sich eine *Sorbus torminalis*-Variante und eine frischere *Viburnum opulus*-Variante, schon früher nur schwach gekennzeichnet und weitgehend wirtschaftsbedingt, nicht mehr erkennen. Dagegen gibt es noch eine *Carex alba*-Variante, die wir auf Löß über Tephrit fanden in Situationen, wo mit leichtem Niederschlagsstau auf dem Vulkangestein und damit Wechselfeuchtigkeit zu rechnen ist (Tab. 2, Aufn. 6–8; 2 Stellen ziemlich identisch mit den beiden Aufnahmeflächen v. ROCHOW's).

Der Übergangsbereich zwischen *Asperulo-* und *Luzulo-Fagetum*, damals als *Luzula*-Variante des *Fagetum caricetosum silvaticae* gefaßt, ist in unserem Material (Tab. 3, Aufn. 10–12) ebenfalls zu erkennen. Die Gliederung des *Fagetum luzuletosum* in eine frischere *Carex montana*- und eine extreme *Deschampsia flexuosa*-Variante überzeugt dagegen heute nicht mehr in dieser Form; mit Hilfe genauerer Bodenstudien ließe sich vermutlich auch gegenwärtig noch eine gewisse Differenzierung finden.

## Zusammenfassung

Der in den tieferen Lagen überwiegend mit Reben, in den höheren mit Wald bedeckte Kaiserstuhl in der südlichen Oberrheinebene ist pflanzensoziologisch bereits 1942/44 durch M. v. ROCHOW gründlich bearbeitet worden (Diss. 1948, Publ. 1951). Der damalige Zustand ist durch zahlreiche Vegetationsaufnahmen und eine Vegetationskarte im Maßstab 1 : 25 000 dokumentiert; ein Vergleich mit den heutigen Verhältnissen liegt deshalb nahe.

Da keine markierten Dauerflächen vorhanden sind, mußte sich der Vergleich auf bestimmte Gesellschaftstypen beziehen, deren Fliesen (Ökotope) bekannt sind. Die methodischen Möglichkeiten eines solchen Vergleichs und die Folgerungen bezüglich des seither eingetretenen Vegetationswandels werden kritisch besprochen.

Es werden jeweils eine gleiche Zahl von Aufnahmen der Assoziationen einander gegenübergestellt: *Carici-Fagetum* (17 Aufn.), *Asperulo-Fagetum* (16), *Luzulo-Fagetum* (12) und *Quercion roboris* – *Luzulo-Fagenion* – Übergangsfeld (5 Aufnahmen, lokalisierbar).

Eine statistische Sicherung von Unterschieden in der Artenkombination ist möglich, wenn sowohl die Stetigkeit, als auch die Artmächtigkeit der einzelnen Arten berücksichtigt werden; bei dem naturgemäß nur beschränkten Aufnahmematerial (gesamte Waldfläche rund 18 km<sup>2</sup>) ist allein mit der Stetigkeit nur in Ausnahmefällen eine statistische Absicherung möglich.

In der vorliegenden Arbeit werden vor allem die Buchenwälder, also die natürlichen Pflanzengesellschaften der submontanen Stufe, besprochen. Das *Fagion* ist zwar noch deutlich charakterisiert, klingt aber hier bereits aus.

Innerhalb dieser weitgehend natürlichen Waldgesellschaften sind klare Sukzessionen nachweisbar. Zu ihrer Deutung muß die regionale Waldgeschichte berücksichtigt werden. Bei den durchweg kleinparzellierten Privatwäldern und auch bei den Gemeindewäldern handelt es sich um Bestände, die früher durch Waldweide, Nieder-, später Mittelwaldbetrieb und Streugewinnung sehr stark übernutzt wurden – Spuren dieser Bewirtschaftung sind bis heute erkennbar.

Folgende Veränderungen der Buchenwälder lassen sich nachweisen:

- a) Physiognomischer Wandel durch Aufkommen von Bäumen im Unterstand, durch verringerte Deckung von Strauchschicht, Krautschicht und z. T. auch Mooschicht.
- b) Zugenommen hat der Jungwuchs von Baumarten mit reservestoffreichen Samen (s. Tab. 5).
- c) Abgenommen haben (s. Tab. 6)
  - Licht-Baumarten in der Baumschicht,
  - zahlreiche lichtbedürftige Arten der Säume und Schläge,
  - lichtbedürftige Verhagerungszeiger,
  - einige Orchideen-Arten,
  - eine Reihe typischer Waldbodenkräuter, die nur mäßig lichtbedürftig sind; fast alle von ihnen myrmekochor.
  - *Carex digitata* und *C. ornithopoda*, Arten laubfreier Kleinststandorte,
  - mehrere Waldbodenmoose, die durch Fall-Laub erstickt werden.

Diese Änderungen lassen sich erklären durch dichteren Kronenschuß; dieser ist verbunden mit stärkerer Beschattung, vermehrtem Laub-Fall und besserem Windschutz. Darin spiegelt sich eine Erholung degradierteter Bestände und eine Sukzession innerhalb der bisherigen Syntaxa in Richtung auf naturnähere Verhältnisse.

## Summary

The Kaiserstuhl in the southern upper Rhine plain, has on its lower slopes mainly vineyards and at greater heights is wooded. Its phytosociology was investigated in detail in 1942/44 by M. v. ROCHOW (Dissertation 1948, Publication 1951). The situation at that time is documented by numerous relevés and a vegetation map to the scale of 1 : 25 000. It therefore appeared to be of great interest to compare these results with the situation today.

As there are no marked permanent plots, the comparison had to be based on particular plant communities of known ecotopes. The methodological possibilities of such a comparison and the conclusions with respect to the vegetational changes occurring since v. ROCHOW's study are critically discussed.

For each association the same number of relevés was carried out as by v. ROCHOW and these were then compared with the results of her survey: *Carici-Fagetum* (17 relevés), *Asperulo-Fagetum* (16), *Luzulo-Fagetum* (12), *Quercion roboris* – *Luzulo-Fagion* intermediate state (5 relevés at the same sites as v. ROCHOW's relevés).

Statistical support for the differences in the species combinations is possible, if both the presence and the quantity (Artemächtigkeit) of the individual species are taken into account. On account of limited amount of survey material (total wooded area  $\approx 18 \text{ km}^2$ ) statistical guarantees using the presence factor alone are only possible in exceptional cases.

The present work deals mainly with the beech woods which are the natural plant community at submontane levels. On the Kaiserstuhl the *Fagion* is still clearly recognisable, although already missing certain characteristic species.

In these to a great extent natural forest communities, clear successions can be demonstrated. In their interpretation, the regional forest history must be taken into account. Both the private woods, which are all of small individual area, and the communal woods are areas which earlier were much overused either for woodlang grazing, using as coppice wood, later coppice wood with single trees and litter gathering. Traces of these activities are still noticeable today. The following changes in the beech woods have been found:

- a) Physiognomical changes due to the appearance of trees in the lower levels and due to decreased cover by shrubs, herbs and sometimes mosses.
- b) Increase in saplings of tree species with seeds containing considerable reserves (see Table 5).
- c) Decreases (see Table 6) in:
  - light requiring trees in the canopy
  - many light requiring shrubs
  - light requiring species of the Saum (border) communities and cuttings
  - light requiring species typical of nutrient poor soils
  - some orchid species
  - a number of typical forest floor herbs which are only moderately light requiring. Almost all of them are myrmechochorous.
  - *Carex digitata* and *Carex ornithopoda*, species typical of leaf-free microhabitats
  - a number of forest floor mosses, which are suffocated by the leaf fall.

These changes can be explained by the denser canopy which leads to greater shading, increased leaf fall and better wind protection. They represent a recovery of the previously degraded woods and a succession within the syntaxa leading towards the more or less natural situation.

## Literatur

- ABETZ, K. (1955): Bäuerliche Waldwirtschaft. – 348 S. Hamburg, Berlin.
- BARKMAN, J.J., H. DOING & S. SEGAL (1964): Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur Quantitativen Vegetationsanalyse. – Acta Bot. Neerl. 13: 394–419. Amsterdam
- HEYDEMANN, B. (1982): Der Einfluß der Waldwirtschaft auf die Wald-Ökosysteme aus zoologischer Sicht. – Schriftenr. Dt. Rat f. Landespflege 40: 926–944. München.
- KLÖTZLI, F. (1965): Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünlandgesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. – Veröff. Geobot. Inst. ETH Stftg. Rübel 38: 1–186. Zürich.
- LEIBUNDGUT, H. (1982): Europäische Urwälder der Bergstufe. – 308 S. Bern, Stuttgart.
- MITSCHERLICH, G. (1955): Untersuchungen über das Wachstum der Kiefer in Baden. 2. Teil: Die Streunutzungs- und Düngungsversuche. – Allg. Forst- u. Jagdztg. 126: 193–204. Frankfurt/M.
- MOOR, M. (1972): Versuch einer soziologisch-systematischen Gliederung des *Carici-Fagetum*. – Vegetatio 24: 31–69. Den Haag.
- OBENDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. – 5. Aufl. 1051 S. Stuttgart.
- ,– (1984): Zur Systematik bodensaurer, artenarmer Buchenwälder. – Tuexenia 4: 257–266. Göttingen.

- VON ROCHOW, M. (1948): Die Vegetation des Kaiserstuhls. Pflanzensoziologische Gebietsmonographie mit einer Karte der Pflanzengesellschaften im Maßstab 1 : 25 000. – Dissertation Univ. Freiburg i.Br. Masch. schr. Mskr. 255 S. mit Tabellenbeilage.
- ,– (1951): Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. – Reihe Pflanzensoziologie Bd. 8: 140 S. Jena.
- SEIBERT, P. (1966): Der Einfluß der Niederwaldwirtschaft auf die Vegetation. – In: TÜXEN, R. (Ed.): Anthropogene Vegetation. Ber. Symp. IVV Stolzenau/W. 1961: 336–346. Den Haag.
- SLEUMER, H. (1933 bzw. 34): Die Pflanzenwelt des Kaiserstuhls. – In: Der Kaiserstuhl, hrsg. Bad. Landesver. Naturkd. u. Naturschutz: 158–268. Freiburg i. Br. + Feddes Rep. Beih. 57: 1–169. Berlin-Dahlem.
- Statistisches Landesamt & Staatl. Archivverwaltung Baden-Württemberg (Herausg.) (1965–1974): Freiburg im Breisgau, Stadtkreis und Landkreis. Amtliche Kreisbeschreibung. – 4 Bd. Freiburg i. Br.
- TÜXEN, R. (1970): Einige Bestandes- und Typenmerkmale in der Struktur der Pflanzengesellschaften. – In: TÜXEN, R. (Ed.): Gesellschaftsmorphologie (Strukturforschung). Ber. Symp. IVV Rinteln 1966: 76–107. Den Haag.
- ,– (1977): Beobachtungen über Schnee-Verteilung im Buchenwald, ihre Ursachen und Wirkungen. – In: DIERSCHKE, H. (Red.): Vegetation und Klima. Ber. Symp. IVV Rinteln 1975: 127–162. Vaduz.
- ,– (1986): Unser Buchenwald im Jahreslauf. – Im Druck.
- WILMANN, O. (1975): Wandlungen des *Geranio-Allietum* in den Kaiserstühler Weinbergen? – Pflanzensoziologische Tabellen als Dokumente. – Beitr. naturkd. Forsch. Süd.-Dtl. 34: 428–433. Karlsruhe.
- ,– (1980): *Rosa arvensis*-Gesellschaften – mit einer Bemerkung zur Kennarten-Garnitur des *Carpinion*. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 22: 125–134. Rinteln, Göttingen.
- ,– (1983a): Führer zu den Ganztagesexkursionen nach der Botaniker-Tagung Freiburg: Kaiserstuhl. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 96: 281–289. Berlin.
- ,– (1983b): Lianen in mitteleuropäischen Pflanzengesellschaften und ihre Einnischung. – Tuexenia 3: 343–358. Göttingen.
- WILMANN, O. & H. RASBACH (1973): Karte schutzbedürftiger Gebiete im Kaiserstuhl. – Beih. 2 zu den Veröff. Landesst. f. Naturschutz u. Landsch.pflege Baden-Württ.: 1–35. Ludwigsburg.
- WILMANN, O., W. WIMMENAUER, G. FUCHS, H. RASBACH & K. (1974, 1977): Der Kaiserstuhl. – Gesteine und Pflanzenwelt. – 1. Aufl. 241 S., Ludwigsburg. 2. Aufl. 261 S. Karlsruhe.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. Otti Wilmanns, Prof. Dr. Arno Bogenrieder, Biologisches Institut II, Lehrstuhl f. Geobotanik, Schänzlestr. 1, D-7800 Freiburg i. Br.



Wilmanns & Bogenrieder: Veränderungen der Buchenwälder des Kaiserstuhls ...

Tab. 1

Ehemaliges Quercion roboris

		1		2		3		4		5		vR	Ws
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
Laufende Nummer		500	11d	498	5c	266	5d	501	11f	443	16e		
Spalte a: vR, b: Ws													
Feldnummer													
Geolog. Untergrund		TL		TL		TL		TL		E			
Meereshöhe (m NN)		360		400	410	435	420	415	410	490			
Neigung der Aufn.fläche (°)		20		17	5-15	8-15	20	17		18			
Exposition d. Aufn.fläche		WNW		NW		NW		WNW		SW			
Größe d. Aufn.fläche (m <sup>2</sup> x10)		10	20	10	10	25	20	10	10	15	15		
Höhe Bl max. (m)		8	18	8	16	12	18	15	14	14	15		
Deckung (%) B1		90		80		80	90	65	80	60	60		
B2 bzw. B		2		20		20		3		30			
S		10	-	20	3	10	+	?	-	30	+		
K		25	+	45	1	80	+	50	10	70	80		
M		65	-	80	1	80	+	90	+	60	1		
Artenzahl Moose + Flechten		9	-	9	11	6	7	8	8	3	9		
Artenzahl Kormophyten		17	5	21	10	20	11	15	11	27	39		
Artenzahl insges. (ohne Pilze)		26	5	30	21	26	18	23	19	30	49		
Baumarten													
QF	Quercus petraea	B1	+2	B2	5	4	1	2	1	2	4	4	5
		S	1	K	1	+	+	+	+	+	+		2
FV	Fagus sylvatica	B1	4	B2	5	2	4	5	4	4	+		3
		S	1	K	2	1	1	1 <sup>o</sup>	+	+	+		3
		B1	1	B2	1	1	+	+	+	+	+		5
		S+K	1	B	1	+	+	+	+	+	+		5
		B	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		3
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		2
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K	1	S	1	+	+	+	+	+	+		1
		B	1	K	1	+	+	+	+	+	+		1
		S	1	B	1	+	+	+	+	+	+		1
		K</											



Wilmanns & Bogenrieder: Veränderungen der Buchenwälder des Kaiserstuhls ...

Tab. 3

Asperulo-Fagetum, Waldmeister-Buchenwald

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Ws	v.R	
Laufende Nummer		E	EL	LT	TL	EL	TL	TL	L	TL	EL	EL	TL	EL	LT	OL	E			
Geolog. Untergrund		25	15	15	20	22	22	20	30	18	20	10	20	30	20	35	20			
Neigung d. Aufn.fläche(°)		NW	0	0	0	0	0	NW	N	N	0	50	0	50	NW	0	S			
Exposition d.Aufn.fläche		20	15	20	20	20	15	20	15	20	10	15	20	10	20	20	25			
Größe d. Aufn.fläche (m²x10)		30	22	28	28	28	25	28	25	22	30	22	28	30	22	32	28			
Höhe B l max (m)		95	98	90	95	90	85	90	98	70	70	95	95	90	98	95	95			
Deckung (%) B1		-	2	5	2	3	10	5	-	2	5	2	2	3	-	1	15			
" B2		-	+	+	+	8	+	+	-	60	-	-	2	-	+	+	2		5 33	
" S		10	30	80	8	15	65	25	2	3	20	20	8	70	1	10	+		23 48	
" K		-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-			
" M		+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+			
Moosschürzen vorhd./fehl.		-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	2	-	-	-	1	-			
Artenzahl Moose		20	17	19	14	17	25	14	10	11	23	20	15	20	12	15	9			
" Kormophyten		20	17	19	14	18	25	15	10	11	24	22	15	20	12	16	9			
" insgesamt																		16,7	28,2	
Bemerkg. s. Fußnote																		Stetiqt.ab:		
Baumarten																				
FV	Fagus sylvatica	B1	5	5	4	5	5	3	4	5	4	4	5	5	5	5	4	16	16	
		B2	.	+	+	+	1	+	1	.	1	+	+	+	.	1	2	13	13	
		S	.	+	.	.	2	+	+	.	4	.	+	1	.	+	1	9	16	
		K	1	1	.	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	15	5	
FV	Acer pseudoplatanus	B1	+	+	3	.	+	(+)	.	.	.	2	.	+	.	.	.	7	4	
		B2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	
		S	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	4	9	
		K	1	2	2	+	2	2	1	.	1	2	1	.	2	+	1	14	14	
FV	Abies alba	B1	(+)	.	.	.	+	0	3	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1	
		K	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	4	3	
CV	Carpinus betulus	B1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.	4	7	
		B2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	7	
		K	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	7	
CV	Tilia cordata	B1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	6	
		B2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	
		S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	10	
		K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	10	
CV	Prunus avium	B1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(1)	2	
		S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	
		K	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	3	
FO	Ulmus glabra	B1	(†)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	
QF	Quercus petraea	B1	†	+	.	.	.	3	.	+	+	.	.	.	.	.	3	9	13	
		K	.	.	.	.	.	+	2	.	1.1	.	.	.	.	.	+	3	2	
QF	Fraxinus excelsior	B1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
		K	.	2	1	+	+	2	2	.	1	1	2	1	1	2	+	13	10	
QF	Acer campestre	B2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	
		K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	2	
QF	Acer platanoides	B1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	
		K	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	
QF	Hedera helix	S	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	
		K	1	2	2	2	2	2	+	2	1	2	2	2	2	1	1	16	5+B15	
Straucharten																				
PO	Crataegus laevigata	S	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	1	11	
		K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	
PO	Sambucus nigra	S	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-	
		K	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-	
QF	Lonicera xylosteum	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	
PO	Rosa arvensis	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	8	
PO	Clematis vitalba	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	2	
PO	Ligustrum vulgare	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	
		S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11	
		K	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11	
		S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	10	
		K	+	r	.	.	.	1	1	.	.	1	1	.	1	.	.	8	10	
Krautarten																				
(DA),FO	Carex sylvatica		1.2	1.2	+2	1.2	2.3	3.5	2.2	+2	+2	2.2	2.2	1.2	2.3	.	+2	1.2	15	14
DA, FO	Dryopteris filix-mas		1.1	1.2	+	1.1	+	1.1	1.2	1.2	1.1	+	.	1.1	1.2	.	.	.	12	12
DA	Athyrium filix-femina		(+)	1.1	+	1.1	+	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	8	9
DA	Circaea lutetiana		1.1	2.2	+2	.	.	+	+2	1.3	.	.	.	1.3	1.2	.	.	.	8	4
DA, FO	Milium effusum		.	1.2	.	+2	+2	1.2	.	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	6	10
FV	Prenanthes purpurea		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	2	4
FV	Dentaria heptaphylla		2m.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-
FO	Viola reichenbachiana		1.2	+	.	.	.	1.1	1.2	+2	.	.	1.1	+	+2	1.1	.	1.2	10	15
FO	Polygonatum multiflorum		+2	.	+	+	.	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	+2	8	7
FO	Euphorbia amygdaloides		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	12
FO	Lamium galeobdolon		2.4	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	2.3	.	5	12
FO	Mercurialis perennis		.	.	5.5	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.	+2	2.3	.	4	4
FO	Scrophularia nodosa		+	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	3	7
FO	Luzula luzuloides		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	3	6
FO	Galium odoratum		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	9
FO	Arum maculatum		1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.	2.4	.	2.3	.	2	3
FO	Pulmonaria obscura		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	6
(CV)	Potentilla sterilis		.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	2	1
(FO)	Campanula trachelium		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4
FO	Actaea spicata		.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
FO	Paris quadrifolia		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4
QF	Anemone nemorosa		.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	1.1	.	.	5	2
QF	Carex digitata		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	-
QF	Convallaria majalis		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	2	5
QF	Brachypodium sylvaticum		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3
PO	Tamus communis K		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-
			1.2	1.2	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	-
	Impatiens noli-tangere		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5
	Epilobium montanum		.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+2	.	.	.	.	.		
Moosarten																				
	Eurhynchium swartzii		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	-

Ferner kommen je 1x vor

in 2: Moehringia trinervia +2; in 3: Robinia pseudacacia B1 2, K +, Juglans regia K +, Galeopsis tetrahit +, Geranium robertianum +; in 5: Larix europaea B1 (+); in 6: Lapsana communis +, Poa nemoralis +2; in 9: Pteridium aquilinum r<sup>0</sup>; in 10: Quercus rubra B1 +, Mycelis muralis +, Urtica dioica +2, Fissidens taxifolius +2; in 11: Carex montana r.2, Luzula pilosa +2, Polytrichum formosum +2; in 12: Primula elatior +2; in 15: Melica nutans +2, Plagiothecium sp. +.

Für Dentaria heptaphylla ist für den Frühjahrsaspekt 5.5 anzunehmen.

Wilmanns & Bogenrieder: Veränderungen der Buchenwälder des Kaiserstuhls ...

Tab. 4

Luzulo-Fagetum Hainsimsen-Buchenwald

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ws	vR	
Laufende Nummer	TL	EL	EL	EL	EL	E	TL	EL	E	EL	EL	EL			
Geolog. Untergrund	25	20	20	20	35	20	20	25	25	25	25	2			
Neigung der Aufn.fläche (°)	NW	NO	NW	NW	WNW	W	WNW	NNW	WSW	NW	NO	NW			
Exposition der Aufn.fläche	15	15	15	9	20	20	20	10	15	15	6	20			
Größe d. Aufn.fläche (m²x10)	25	20	25	25	25	25	20	16	25	17	20	18			
Höhe Bl max. (m)	90	85	90	95	90	90	80	95	85	85	95	85			
Deckung (%) B1	2	+	90	+	5	2	5	25	10	5	-	3	Ø Deckung		
" B2	-	3	-	5	+	+	+	+	+	-	-	+	1	22	
" S	+	10	3	25	1	+	15	15	15	5	5	10	9	67	
" K	2	-	+	+	-	-	5	+	3	1	5	5			
" M	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.			
Moosschürzen vorhd./fehl.	7	-	5	2	-	3	13	9	7	7	9	8			
Artenzahl Moose + Flechten	20	16	12	19	18	7	18	15	16	11	14	20			
" Kormophyten	27	16	17	21	18	10	31	24	23	18	23	28	21,3	30,8	
" insgesamt (o. Pilze)															
Bemerkungen s. Fußnote													Stetiqk.	abs.	
Baumarten															
FV Fagus sylvatica B1	4	5)	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	12	} 12	
B2	1	+	.	+	1	+	1	2	2	2	.	2	11		
S	.	1.2	.	2.3	1.3	+	+	+	+	.	.	1	8		12
K	1.1	2.1	2.1	2.1	2.2	1.1	2.3	1.1	1.1	2.1	2.1	1.1	12		8
FV Acer pseudoplatanus S	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	} 1	
K	.	+	1.1	1.1	1.1	+	.	+	+	.	.	+	8		
FV Abies alba K	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1		2
CV Carpinus betulus B1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2		} 2
K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5	
CV Prunus avium K	r	+	.	+	+	+	.	.	1.1	.	.	.	6	-	
CV Tilia cordata K	r	+	.	+	+	.	.	.	.	1.1	.	.	3	2	
QF Quercus petraea B1	3	+	+	.	+	(+)	2	2	+	2	.	3	10	} 11	
K	+	+	+	+	.	.	1	.	.	+	r	1	8		3
QF Hedera helix S	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-	
K	1.2	2.4	1.2	2.3	2.3	1.1	1.1	4	.	.	1.2	1.1	10	3	
QF Acer campestre S	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	-B:4	
Sorbus aria K	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	3	-	
Juglans regia K	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2	-	
Straucharten															
PO Rosa arvensis K	.	+	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	2	} 5	
DQrO Lonicera periclymenum K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	2		-
PO Crataegus laevigata K	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	} 2	
PO Cornus sanguinea K	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	.	.	1		5
PO Viburnum opulus K	.	.	.	+	2	.	.	.	.	.	.	.	1	} 1	
PO Rubus fruticosus agg. K	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2		7
Krautarten															
AC Luzula luzuloides	1.2	1.2	2.3	2.3	2.3	1.2	2.2	1.2	2.3	2.3	2.3	2.3	12	12	
DA, QF Festuca heterophylla	+.2	.	+.2	.	1.2	.	2.2	.	+.2	+.2	1.2	1.2 <sup>o</sup>	8	12	
DA Deschampsia flexuosa	.	.	.	.	.	.	2.2	1.2	+.2	+.2	.	.	4	5	
FV Prenanthes purpurea	+ <sup>o</sup>	1.1	1.1 <sup>o</sup>	.	.	.	+ <sup>o</sup>	+ <sup>o</sup>	+ <sup>o</sup>	1.1 <sup>o</sup>	+	.	9	9	
FV Festuca altissima	.	.	.	.	.	.	2.5	.	.	.	.	.	1	-	
FO Carex sylvatica	+.2	.	.	+.2	+.2	.	.	.	+	.	+.2	.	5	-	
FO Miliium effusum	+.2	.	.	.	.	.	+.2	.	.	.	+	.	3	-	
CV Galium sylvaticum	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	3	8	
FO Phyteuma spicatum	.	.	+	.	.	.	r	.	.	.	.	.	2	1	
CV Carex umbrosa	.	.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	+.2	2	3	
FO Galium odoratum	.	.	.	+.3	+.2	.	.	.	.	.	.	.	2	-	
FO Polygonatum multiflorum	.	.	.	.	+	.	.	1.1	.	.	.	.	2	2	
FO Scrophularia nodosa	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	
FO Viola reichenbachiana	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	7	
FO Dryopteris filix-mas	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	-	
FO Euphorbia dulcis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	1	1	
QF Convallaria majalis	.	.	.	1.2	+.2	(+)	+	1.2	.	1.2	.	2.1	7	10	
(QF) Poa nemoralis	.	+.2	.	.	+	.	.	1.2	+.2	.	.	.	4	8	
QF Anemone nemorosa	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	3	9	
QF Hieracium sylvaticum	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	+	1.1	3	6	
QrO Lathyrus linifolius (=mont.)	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	+.2	+.2	3	11	
QF Brachypodium sylvaticum	.	.	.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1 <sup>?</sup>	
QrO Hieracium sabaudum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	1	-	
QrO Melampyrum pratense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.1	1	6	
Carex montana	.	1.2	.	2.3	1.2	.	+.2	.	1.2	.	1.2	+.2	7	8	
Melica nutans	.	.	+.2	+.2	+	.	.	.	.	.	.	.	4	2	
Luzula pilosa	+.2	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2	9	
Carex muricata agg.	+	.	.	.	.	.	.	.	+.2	.	.	.	2	4	
Pteridium aquilinum	+ <sup>o</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1 <sup>o</sup>	2	2	
Vicia sepium	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	2	8	
Veronica officinalis	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	2	4	
Moos- u. Flechtenarten															
FO Eurhynchium striatum	.	.	.	+	.	.	+.2	+	1.2	.	+	.	5	7	
FO Atrichum undulatum	2.3	.	.	.	.	.	1.2	+.2	1.2	.	.	.	4	7	
FO Thuidium tamariscinum	.	.	.	.	.	.	1.3	+.2	.	+	.	r	4	3	
Polytrichum formosum	1.2	.	1.3	.	.	+.2	2.3	1.2	2.3	2.3	2.2	2.2	9	10	
Eurhynchium swartzii	2.2	.	1.2	.	.	+.2	2.2	1.2	.	2.3	+	.	7	-	
Hypnum cupressiforme	1.2	.	.	.	.	.	1.2	+.2	2.2	1.2	+.2	2.2	7	7	
Plagiothecium spec.	1.2	.	+.2	.	.	+.2	1.2	+.2	.	.	.	+.2	6	1	
Dicranum scoparium	.	.	.	+.2	.	.	1.2	.	.	1.2	1.2	2.2	5	7	
Isoetium viviparum	.	.	+	.	.	.	1.2	+.2	.	.	1.1	.	4	1	
Brachythecium rutabulum	2.2	.	+	.	.	.	1.2	.	+.2	.	.	.	4	-	
Dicranella heteromalla	1.2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	+.2	3	1	
Mnium hornum	.	.	.	.	.	.	1.3	.	.	1.2	.	+.2	3	-	
Cladonia Primärthalli	.	.	.	.	.	.	1.2	.	1.2	.	.	.	2	1	
Leucobryum glaucum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2.3	.	2	-	

Ferner kommen je 1 x vor  
in 1: Athyrium filix-femina +; in 2: Mycelis muralis +; in 4: Carex flacca +.2, Corylus avellanaK +. in 7: Monotropa hypopitys +, Rhytidadelphus triquetrus +; in 9: Epilobium montanum 1.1, Moehringia trinervia +.2; in 10: Robinia pseudacacia K +, Vaccinium myrtillus +<sup>o</sup>; in 11: Plagiochila asplenoides r; in 12: Anthoxanthum odoratum r, Cladonia furcata 1.2; Majanthemum bifolium 1.3, Molinia arundinacea +.3, Sharpiella seligeri 1.2

Alle Aufnahmen von D. Wilmanns im August/September 1985; Meereshöhen zwischen 390 und 480 m NN.  
Alle Aufnahmeflächen bei v. Rochow als Luzulo-Fagetum kartiert.  
Abkürz. s. bei Tab. 2

# Sukzessionsstudien an Grünlandbrachen im Hochschwarzwald

Karl-Friedrich Schreiber

## 1. Einleitung

Als sich Anfang der 70er Jahre das Bracheproblem in der Bundesrepublik zuspitzte und man allenthalben nach Maßnahmen für ihre Behandlung suchte, begann ich mit Unterstützung des damaligen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Baden-Württemberg mit der Konzeption und Einrichtung von Langfristversuchen auf 15 standörtlich recht unterschiedlichen Grünlandbrachflächen (SCHREIBER 1977).

Das Ziel war nicht nur das Studium der ungestörten Vegetationsentwicklung auf Sukzessionsparzellen im Vergleich zu verschiedenen praxisnahen Maßnahmen extensiver Bewirtschaftung von Brachflächen und einer der früheren zweischürigen Wiesen- nutzung entsprechenden Behandlung, die die Entstehung von Brachestrukturen und die Verbuschung mit geringstem Aufwand verhindern sollten – wie der offizielle Titel der „Versuche zur Offenhaltung der Kulturlandschaft“ vermuten läßt. Gleichermäßen interessierten die Gründe für die zu erwartenden und inzwischen eingetretenen, z.T. weitreichenden Verschiebungen im Artengefüge und der Struktur der Pflanzenbestände genauso wie die ursächlich damit zusammenhängenden oder jene bewirkenden Standortsveränderungen (vgl. SCHREIBER 1980a, b, 1981; SCHIEFER 1981a, b, 1982a, b, 1983a, b; SCHREIBER & SCHIEFER † 1985; TENSPOLDE & WITTFELD-SCHÜRHOZ 1985). Darüber hinaus sollten die Versuche zooökologischen Studien dienen, um die Beziehungen zwischen der Art der Bewirtschaftung, der davon abhängigen Bestandsstruktur einschließlich der Flächengröße sowie wichtigen Standortfaktoren zu bestimmten Faunengruppen und deren Artensammensetzung herauszuarbeiten (SCHREIBER 1980a; HANDKE 1985; HANDKE & SCHREIBER 1985).

Schon die bisherigen Ergebnisse zeigen deutlich, welche Funktion diese Brachflächen – nicht nur in den Sukzessionsparzellen, sondern auch oder vielleicht gerade in deren Verbund mit anderen Nutzungsvarianten – u.a. als Refugialräume bzw. Trittstein- Biotope im Rahmen einer Biotopvernetzung für Pflanzen- und Tierarten sowie deren Vergesellschaftungen besitzen. Wenn man an die Aufgaben und Probleme denkt, die durch die zum Abbau der EG-Agrarüberschüsse zur Zeit in Erwägung gezogenen Flächenstillegungen auf die (Landschafts-)Ökologie zukommen, erhalten solche Untersuchungen auf bereits längerfristig „stillgelegten“ Brachflächen erneute aktuelle Bedeutung.

## 2. Versuchsflächen, Methoden

Aus dem Versuchsprogramm (SCHREIBER 1977; SCHIEFER 1981a; SCHREIBER & SCHIEFER 1985) sind drei der im südlichen Hochschwarzwald gelegenen Versuchsflächen ausgewählt worden. Bei Bernau-Innerlehen, Hohezinkenweide, handelt es sich um einen Versuch, der an einem zwischen 20 bis 35% nach SSO geneigten Hang auf ca. 1100 m üNN mit tiefgründigen, grusig-lehmigen Humusbraunerden (vgl. STAHR 1979) aus Granitzersatz mit verschiedenen Pflegevarianten bereits 1973 vom Regierungspräsidium Freiburg i.Br. angelegt wurde. Er befindet sich unterhalb des Hohen Zinken

(1240 m) im Talschluß des Sägebaches und mehrere km von Innerlehen entfernt. Sowohl in Bernau wie in den beiden folgenden Anlagen fällt im Durchschnitt eine jährliche Niederschlagsmenge von 1800 mm.

Mit der Einbeziehung dieser ältesten Versuchsfläche in das 1975 realisierte Gesamtprogramm konnte der Fächer an Pflegevarianten noch erweitert werden, so daß bis heute folgende Versuchspartellen in einer Größe von jeweils ca. 800-1600m<sup>2</sup> bestehen:

1. Mulchen 2 x jährlich (Ende Juni/Anfang August);
2. Mulchen 1 x jährlich (Anfang August);
3. Mulchen jedes 2. Jahr (Anfang August);
4. Mulchen jedes 3. Jahr (Anfang August);
5. kontrolliertes Brennen jährlich;
6. kontrolliertes Brennen jedes 2. Jahr;
7. extensive Rinderweide;
8. extensive Rinderweide mit jährlichem Mulchen;
9. ungestörte Sukzession (alte, mindestens seit 1968 brachliegende Fläche, seit 1975 völlig sich selbst überlassen);
10. gelenkte Sukzession (ab 1968 brachliegend, aber bislang kein Eingriff zur „Lenkung“ der Sukzession erforderlich gewesen).

Unter Mulchen ist das zu dem entsprechenden Termin erfolgte flache Abschneiden, Zerkleinern und Liegenlassen der oberirdischen Phytomasse auf der Fläche mit ca. 5-7 cm Stoppelhöhe zu verstehen. Kontrolliertes Brennen bedeutet unter Berücksichtigung von Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur und Luftfeuchte sowie Streufeuchte und weiteren Geländefaktoren mit einer bestimmten Technik (vgl. u.a. GOLDAMMER 1978; SCHREIBER 1981) ein in diesem Falle möglichst schonendes, „kaltes“ Abbrennen eines Teils, aber keineswegs der gesamten Streubedeckung außerhalb der Vegetationszeit, möglichst im Spätherbst, aber spätestens vor Beginn der nächsten Vegetationsperiode. Es muß eine bestimmte Wetterlage mit einem nicht zu starken oberflächlichen Abtrocknen der Streu zusammenfallen.

In Bernau besteht aber bei fehlender Gelegenheit zum Brennen im Spätherbst immer wieder die Gefahr, mit den notwendigen Geräten und Materialien für das Abmähen und Befeuchten eines Schutzstreifens infolge der durch große Schneewehen bedingten Unzugänglichkeit des Gebiets im Frühjahr zu spät zur Fläche zu gelangen. Es ist deshalb kaum vermeidbar gewesen, daß in der Vergangenheit häufig erst zu Beginn der Vegetationsperiode im Mai gebrannt werden konnte.

Die Versuchsfläche Fröhnd befindet sich auf der Jungviehweide „Schneckenboden“ westlich des Hochgescheid (1385 m) auf einer Höhe von 870 bis 850 m üNN in zwischen 15-30% nach ± SW geneigter Hanglage. Fast so hoch wie die Versuchsfläche in Bernau liegt das Gewann Weidfeld bei Todtmoss-Weg (1050-1080 m üNN); es ist zwischen 25 bis 45% nach S geneigt. Auch diese beiden Flächen weisen in der Regel sehr tiefgründige, frische bis mäßig frische Humusbraunerden, aber hier aus sandig-lehmigem Gneisgrus, auf. Auf den als sog. Großflächenversuche (vgl. SCHREIBER 1977) laufenden, schon mehrere Jahre vor Versuchsbeginn nur noch extensiv mit Rindern bestoßen Hochweiden sind ca. 1000 m<sup>2</sup> große Areale eingezäunt. Diese wurden als „ungestörte Sukzession“ sich selbst überlassen; die einzige Störung erfolgte – wie in Bernau – durch die zunächst jährlich, später in größeren Zeitintervallen durchgeführten Bestandsaufnahmen in den Dauerquadraten. Weitere Angaben über die Versuchsflächen und eine Zwischenbilanz der Entwicklung bis 1978 sind SCHIEFER (1981a) zu entnehmen.

Die in den einzelnen Versuchsvarianten angelegten und ausgepflochten Dauerquadrate haben eine Größe von 25 m<sup>2</sup>. Die Pflanzenbestände dieser Dauerquadrate sind nach der von SCHMIDT, DIERSCHKE & ELLENBERG (1974) verfeinerten Methode von BRAUN-BLANQUET aufgenommen worden. Die Aufnahmen von 1973 und 1974 in Bernau stammen von R. ZIMMERMANN, von 1975 bis 1983 von J. SCHIEFER; nach dessen Tode haben V. STELZIG und A. BERNING die Bestandsaufnahmen im Jahre 1984 angefertigt. Durch die verschiedenen Bearbeiter können Unterschiede in der Abschätzung der Artmächtigkeiten eingeflossen sein; deshalb dürfen diese nicht überinterpretiert werden.

### 3. Vegetations- und Stoffdynamik der Versuchsflächen in Bernau, Fröhnd und Todtmoos

Alle Ausgangspflanzenbestände in Bernau, Fröhnd und Todtmoos können relativ problemlos dem subatlantisch getönten *Festuco-Genistetum sagittalis*, den Flügelginster-Weiden, zugeordnet werden (vgl. OBERDORFER 1978; SCHIEFER 1981a), selbst die bereits einige Jahre brachliegenden Flächen der Sukzessionsparzellen in Bernau.

Diese in die Klasse *Nardo-Callunetea*, die Brostgras-Triften, gestellte Assoziation hat als Magerweide ihren Verbreitungsschwerpunkt in den mittleren Höhenlagen des Südschwarzwaldes und der Südvogesen; OBERDORFER (1978) bezeichnet diesen Typ der Flügelginsterweiden deshalb auch als geographische Rasse des Schwarzwaldes.

SCHIEFER (1981a) hat nahezu alle Ausgangs-Bestände in das *Festuco-Genistetum trifolietosum* eingeordnet, eine - wie OBERDORFER schreibt - heute weit verbreitete Subassoziation der Schwarzwald-Flügelginster-Weiden, die durch das mit einer Nährstoffanreicherung verbundene Auftauchen von *Trifolium* und anderen *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten gekennzeichnet ist. Allerdings sind deren Anteile in den Dauerquadraten der Parzellen Brennen jedes Jahr, ungestörte und gelenkte Sukzession in Bernau recht gering (Tab. 1, im Anhang), so daß man sich, bei Sukzessionsstudien keineswegs ungewöhnlich, fragen muß, ob diese Zuordnung noch vertretbar ist.

Lediglich in Fröhnd fällt ein waldnaher Streifen mit einigen Gehölzen, der auch durch einen Teil der Sukzessionsparzelle zieht, durch reichliches Vorkommen von Zwergsträuchern (Tab. 2, Dauerquadrate 3 und 4 [im Anhang]), aber nahezu vollständiges Fehlen von Trennarten der Subassoziation von *Trifolium repens* auf. Das veranlaßte SCHIEFER (1981a), hier entgegen der von OBERDORFER geäußerten Meinung, die zwergstrauchreichen Ausbildungen im allgemeinen nur als Varianten aufzufassen, diesen Bestand in den Rang einer Subassoziation als *Festuco-Genistetum callunetosum* zu erheben, und zwar in der Variante von *Genista anglica*. Beide Ausbildungen in Fröhnd sind zudem durch eine Gruppe von Arten gekennzeichnet, die ihren Schwerpunkt in azidoklinen Saumgesellschaften haben; sie unterscheiden sich dadurch etwas von den Beständen in Bernau und Todtmoos.

Im übrigen sei daran erinnert, daß eine pflanzensoziologische Zuordnung von Pflanzenbeständen aus Brache- und Sukzessionsflächen zum Teil beachtliche Probleme aufwerfen kann und sicher oft fragwürdig ist, da diese u.U. Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung unterliegen, die für die beschriebenen Gesellschaften häufig nicht gelten. Wenn dennoch die von SCHIEFER gewählte Gliederung der Tabellen (Tab. 1 bis 3, im Anhang) beibehalten wurde, waren es bereits die von ihm erwähnten Gründe eines notwendigen übersichtlichen Vergleichs von Weide-, Mulch-, Brenn- und Sukzessionsbeständen, aus denen der zeitliche Wandel unmittelbar ablesbar sein sollte.

Hinsichtlich des Artenspektrums haben sich im Laufe der 10 Versuchsjahre in allen hier betrachteten Versuchspartzen relativ wenig Veränderungen ergeben. Auch die einzelnen Pflegevarianten können nach wie vor ohne große Probleme den Flügelginster-Weiden der Schwarzwälder Rasse zugeordnet werden. Selbst mehr als 10-jähriges Aussetzen der früher üblichen Beweidung auf den Sukzessionsflächen (vgl. vor allem Tab. 1, Bernau; s. Tab. 4) hat nichts daran geändert! Auch bezüglich der Fauna zeigen die ersten Inventarisierungen von HANDKE (1985) bei zahlreichen Faunengruppen nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchspartzen, im Gegensatz zu den übrigen Versuchflächen in Baden-Württemberg, was man ebenfalls als Ausdruck der Ähnlichkeit der verschieden bewirtschafteten Bestände untereinander werten kann.

Jedoch hat sich die bereits nach wenigen Versuchsjahren erkennbare Tendenz der Artenverarmung (vgl. SCHIEFER 1981a) auf den Sukzessionspartzen verstärkt; betroffen sind u.a. auch Kenn- und Trennarten (vgl. Tab. 1-3). Damit reihen sich die Sukzessionspartzen dieser Versuche in die Gruppe derjenigen ein, die auf ungünstigen Standorten bisher keine nennenswerte Veränderung gegenüber den Ausgangsbeständen zeigen und auch bezüglich der Entwicklung in der näheren Zukunft zwar „untypischer“ werden, aber keinen grundsätzlichen Wandel erwarten lassen (vgl. SCHREIBER & SCHIEFER; Tab. 4). Trotz der tiefgründigen, aus relativ basenarmem Granit- und Gneiszersatz hervorgegangenen Humusbraunerden, die selbst in größeren Tiefen des Bodenprofils noch nennenswerte Mengen organischen Materials aufweisen (Abb. 1, 2), setzt die Kürze der Vegetationsperiode der Produktionsleistung der Standorte ihre engen Grenzen. Die durchschnittlichen Stickstoffzahlen (nach ELLENBERG 1979), die kaum den Wert von 3 überschreiten, lassen auf eine eher geringe Mineralstoffversorgung schließen. Dennoch überrascht der teilweise oder zeitweilig recht starke Anstieg von Phosphat- und Kalium-Gehalten der Böden aller Partzen als Folge fehlender Entnahme der oberirdischen Phytomasse (Abb. 1, 2). Nur die durchgängig unter Weidenutzung liegenden Partzen (hier stellvertretend die Weidepartze in Fröhnd, Abb. 2) haben diese Anstiege oder Ausschläge in Nährstoffgehalten nicht oder nur andeutungsweise mitgemacht. Dennoch ist der Arten- und Deckungsanteil der Trennartengruppen von *Trifolium repens* - von OBERDORFER als Zeiger einer gewissen Nährstoffanreicherung gedeutet - in den Sukzessionspartzen, die allgemein in den Versuchen in Baden-Württemberg eher zu einer Nährstoffanreicherung im Gesamt-System geführt haben (SCHREIBER & SCHIEFER), deutlich rückläufig!

Die im Vergleich zu anderen Versuchflächen Baden-Württembergs im allgemeinen geringe Dynamik in den unterschiedlich behandelten Pflanzenbeständen von Bernau, Fröhnd und Todtmoos (vgl. SCHREIBER & SCHIEFER) ist offenbar von einer viel stärkeren Stoffdynamik unterlagert (Abb. 1, 2), die vermutlich in der relativ kurzen Vegetationsperiode gar nicht zur vollen Wirksamkeit kommen kann.

Allerdings zeigen, abgesehen von ohnehin vorhandenen Schwankungen der Deckungsanteile, einige Arten wie *Vaccinium myrtillus* und *Deschampsia flexuosa* zum Teil ganz beachtliche Zunahmen um 10 bis 40% in den Sukzessionsflächen, zumindest dort, wo sie bereits eine nennenswerte Ausbreitung besaßen (Tab. 1-3). Selbst der starke Schildlausbefall von *Vaccinium myrtillus* (vgl. SCHREIBER & SCHIEFER), der im Spätfrühjahr und Sommer 1984 nicht nur im Sukzessions-Dauerquadrat (DQ) 1 in Bernau, sondern auf großen Teilen der Partze den Bestand bei zu der Zeit nur vereinzelt Neutrieben scheinbar zum Erliegen gebracht hatte (max. 10% Deckung), zeigte sich 1985 völlig erholt und mit einem eher noch gestiegenen Anteil (85% nach NEITZKE, mündl.). Die Ausbreitung von *Deschampsia flexuosa* könnte mit der teilweise durchaus bemerkenswerten Zunahme der organischen Substanz vor allem in den Oberböden zusam-

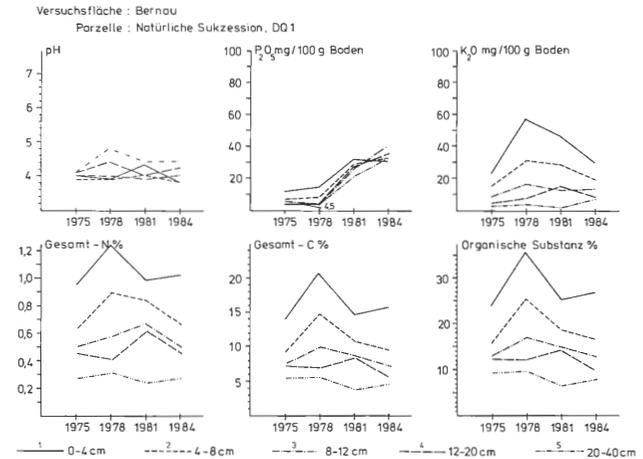
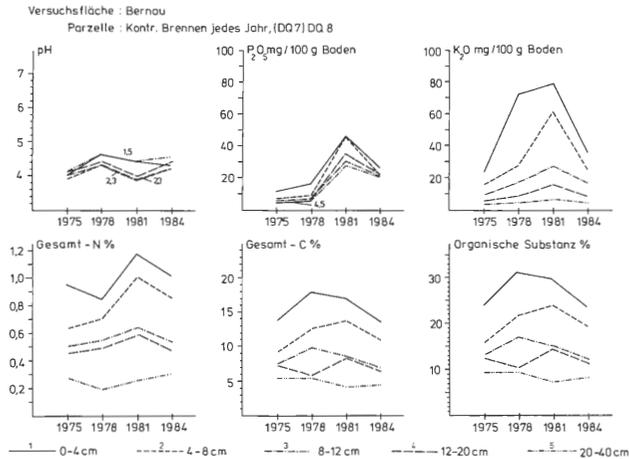
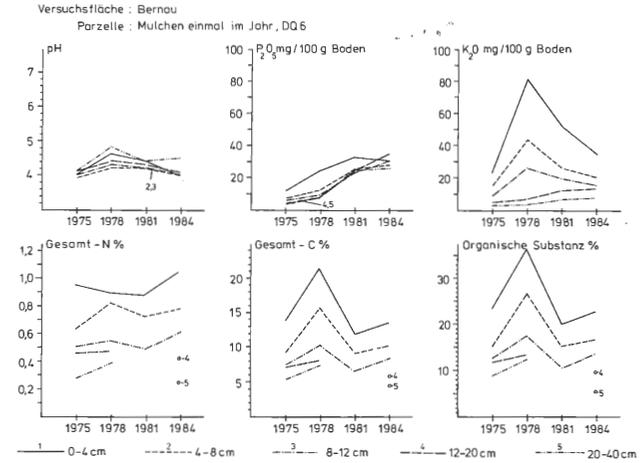
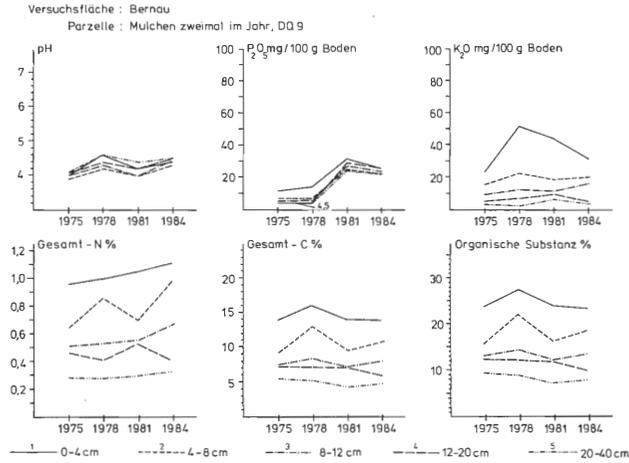
Tab. 4: Vegetations- und Stoffdynamik von Sukzessionsparzellen auf verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg in den Jahren 1975 bis 1983/84 (nach SCHREIBER & SCHIEFER 1985, ergänzt)

Versuchsflächen <sup>1)</sup> Dauerquadrate <sup>1)</sup>	Hepsisau DQ 1,5	Hochstetten DQ 6	Schopfloch DQ 1,7	Ettenheim- münster DQ 5,6	Hochstetten DQ 3	Bernau DQ1,2,3	Todtmoos DQ 1,3	Fröhd DQ 1	Fröhd DQ 3	Rangendingen DQ 11	Melchingen DQ 6	Schopfloch DQ 3	St.-Johann DQ 4,5
Sukzessionsrichtung Pflanzengesellschaften bei Versuchsbeginn 1975 (1976)	Alchemillo-Cynosu- retum typicum (Alch.- Arrh.-Typ.)	Angelico-Cir- sietum ole- racei	Alch.-Cynosu- retum typicum	Dauco-Arrhe- natheretum typicum	Dauco-Arrhe- natheretum cirsietosum oleracei	Festuco-Genistetum trifolietosum	Festuco-Genis- tetum callune- tosum			Mesobrometum arrhenathe- retosum	Alch.-Arrhena- theretum bro- metosum	Alch. Cynosu- retum panta- ginetosum	Gentiano-Koele- rietum (Gentia- no vernaë- Brometum)
▼ 1978	Alchemillo- Arrhenathe- retum typ.	Angelico-Cir- sietum ole- racei	Geranio-Tri- setetum typi- cum	Dauco-Arrhe- natheretum typicum	Dauco-Arrhe- natheretum cirsietosum oleracei	Festuco-Genistetum trifo- lietosum, teilw. Vacci- nium myrtillius-Stadium	Festuco-Genis- tetum callune- tosum			Mesobrometum arrh. (Termi- nalphase)	Brachypodium- Galium verum- Stadium	Alch.-Arrhe- natheretum brometosum	Gentiano-Koele- rietum
▼ 1983/84	Galium apar- ine-Heracleum spondylium- Stadium	Galium apar- ine-Cirsium oleraceum- Stadium	Galium album- Geranium sylv- aticum-Sta- dium	Arrhenathe- rum-Veronica chamaedrys- Stadium	Galium album- Poa pratens- is-Stadium	Festuco-Genistetum trifo- lietosum, teilw. Vaccinium myrtillius-Beschampsia flexuosa-Stadium	Festuco-Genis- tetum callune- tosum			Trifolium-medi- um-Brachy- podium pinna- tum-Stadium	Trifolium medi- um-Brachy- podium pinna- tum-Stadium	Poa pratens- is-Festuca rubra-Agri- monia eupat- oria-Stad.	Gentiano vernaë- Brometum
▼ vermutliche Weiter- entwicklung in Rich- tung:	Glechometalia-Stadien Stadien nitrophiler Saum- u. Staudengesellschaften		Arrhenatherion-Stadien arten- u. kennartenarme Glatthaferwiesen			artenarme Festuco-Genistetum sagittalis-Stadien				Trifolium medi- um-Stadien licht- u. wärmeliebender Saum- gesellschaften			Mesobromion/Tri- folium medi- um-Dauerstadien
▼ Verbuschungsgeschwin- digkeit von 1975-1984	steigend			sehr langsam		sehr langsam				± langsam			sehr langsam
▼ Artenbilanz - Artenverluste - Artengewinne	± ausgeglichen 9-16 9-16			sehr starke Verluste 17-34 2-4		geringe bis mäßige Verluste 2-15 1-4				mäßige Verluste 7-32 7-11			ausgeglichen 7 8
▼ Standortsbedingungen - Nährstoffhaushalt - Mineralstoffversor- gung - Stickstoff-Zahl <sup>2)</sup> - ökol. Feuchtegrad - Wärmebedingungen	± nährstoffreiche Standorte gut 6 mäßig frisch bis frisch bis feucht mäßig bis sehr warm		mäßig nährstoffversorgte Standorte mäßig	4-5 ± frisch bis wechselfeucht		mäßig nährstoffversorgte Standorte gering (bis mäßig)	2-3 mäßig frisch bis frisch			nährstoffarme Standorte gering 3 mäßig trocken bis wechselfeucht			nährstoffarme Standorte gering 3 ± trocken
▼ Streuproduktion u. umsatz	± groß 50-80 2:1 bis 4:1 relativ niedrig 35-50 50-70 sehr schnell zum Sommer stark ausdünnend bis fehlend		± mittelmäßig 30-60 0,4:1 bis 0,8:1 relativ sehr hoch ca. 40 80-100 langsam (bis mittel) permanente Streudecke			± mittelmäßig 30-60 0,8:1 bis 2:1 (bei meist hohem Zwergstrauchanteil) mittelmäßig ca. 25-40 60-100 langsam (bis mittel) permanente Streudecke				mäßig bis gering 20-40 0,8:1 bis 1,1:1 relativ hoch ca. 25 60-140 langsam permanente Streudecke, leichte Akkumulation			± gering 10-20 0,7:1 relativ hoch ca. 20 70-170 sehr langsam permanente Streudecke Akkumulation

1) Lage von Versuchsflächen und Dauerquadraten sowie weitere standörtliche Angaben sind SCHREIBER (1977) bzw. SCHIEFER (1981a) zu entnehmen

2) Stickstoff-Zahlen nach ELLENBERG (1979)

3) Relative Wärmestufen nach Wuchsklimakarte Baden-Württemberg (ELLENBERG 1956)



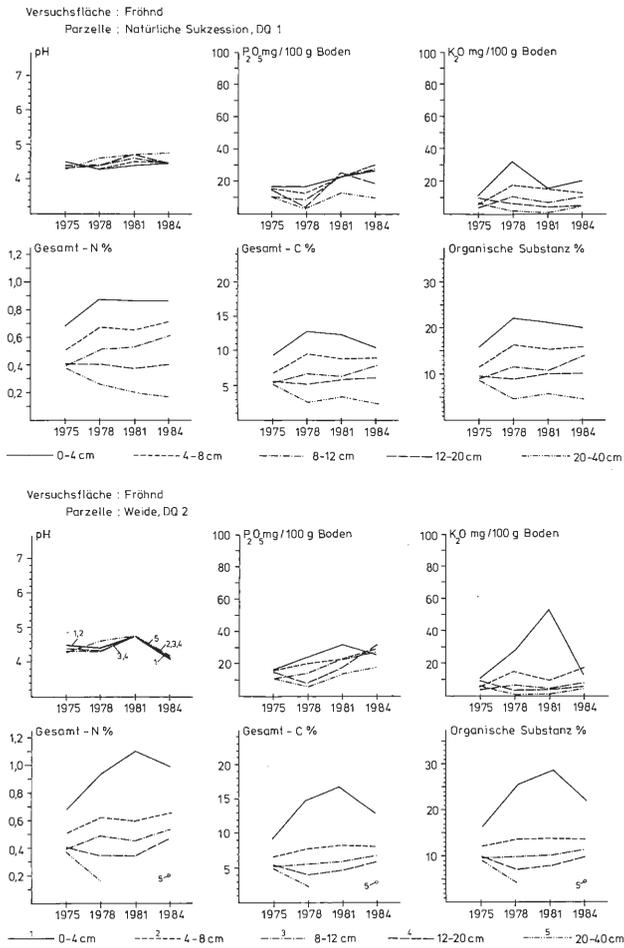


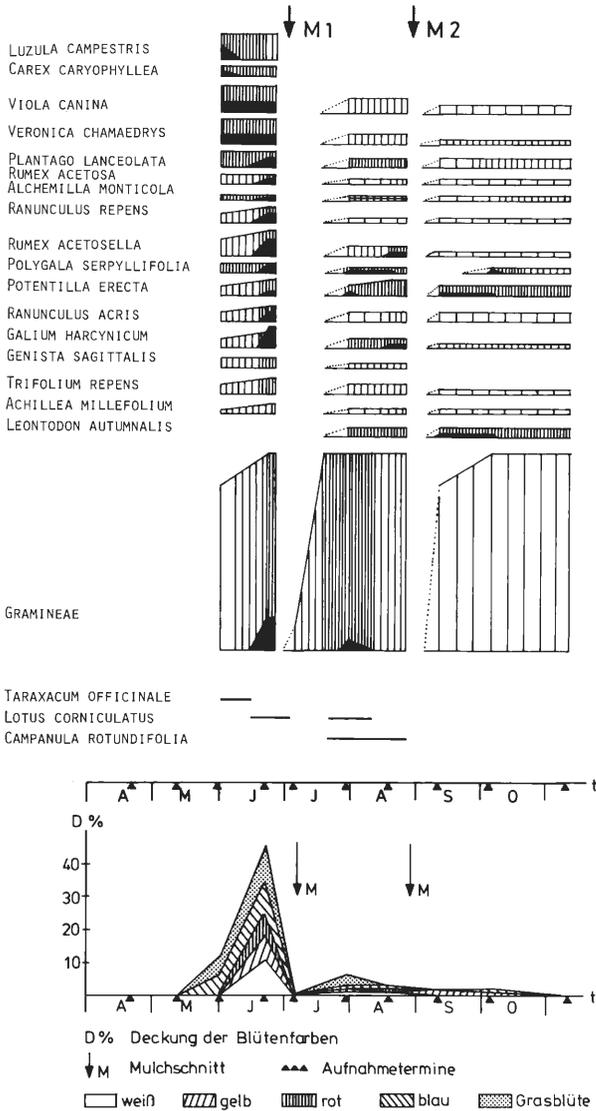
Abb. 2 Wichtige Nährstoff-, Gesamt-Stickstoff- und -Kohlenstoffgehalte sowie organische Substanz in den Parzellen „natürliche Sukzession“ und „Beweidung mit Rindern“ in Fröhnd.

menhängen, für die der auf der Fläche verbleibende Streuanfall verantwortlich zu machen ist (Abb. 1, 2). Die geringeren Veränderungen im Humusspiegel der Parzelle Mulchen 2 x jährlich lassen sich durch eine raschere und stärkere Mineralisierung der abgemähten, frischen und eiweißreichen Mulchmasse erklären, die jenseits eines Klimas für zweischürige Wiesennutzung ohnehin geringer als auf den übrigen Parzellen ist

Abb. 1: Wichtige Nährstoff-, Gesamt-Stickstoff- und -Kohlenstoffgehalte sowie organische Substanz in den Parzellen „Mulchen 2 x jährlich“, „Mulchen 1 x jährlich“, „Kontrolliertes Brennen jährlich“ sowie „Natürliche Sukzession“ in der Versuchsanlage Bernau-Innerlehen. Warum es in den ersten 5-7 Jahren mit Ausnahme von „Mulchen 2 x jährlich“ und „Beweidung“ zu den starken Nährstoff- und Humusanreicherungen vor allem in den obersten Bodenschichten mit einem anschließenden, mindestens so starken Rückgang (Mineralisation?) gekommen ist, kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden.

(vgl. Abb. 11 in SCHREIBER & SCHIEFER) und in den letzten Jahren eine  $\pm$  stetige Abnahme auf ca. 20 dt/ha/a erfahren hat.

Möglicherweise hängt damit auf der 2 x jährlich gemulchten und der Brennparzelle in Bernau die beträchtliche Artenzunahme vor allem im Bereich der Trennarten des *Festuco-Genistetum trifolietosum* zusammen; aber auch die Assoziations-, Verbands-, Ordnungs- und Klassen-Charakterarten haben auf den nicht durch überständiges Material in ihren Lichtverhältnissen merklich gestörten Flächen zugenommen. Diese Bestände sind „typischer“ geworden. Sie entsprechen damit in ihrem Verhalten den entsprechenden Pflegeparzellen in den anderen Versuchsflächen in Baden-Württemberg (SCHREIBER & SCHIEFER).



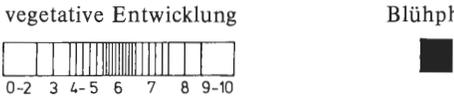
Die extensiver gemulchten Parzellen in Bernau mit den DQ 6, 5 und 4 lassen eine kräftige Vergrasung mit *Agrostis tenuis* und *Festuca rubra commutata* erkennen, während letztere Art in den Brennparzellen eher rückläufig erscheint. Mit Ausnahme der Sukzessionsflächen hat in allen übrigen Parzellen *Viola canina* ihren teilweise recht stattlichen Anteil weitgehend halten oder, wie in der Brandparzelle, eher noch etwas ausbauen können.

Hingegen verhalten sich die Weideparzellen etwas unterschiedlich: In Bernau weisen sie auf den zwischenzeitlich brachgefallenen Flächen deutliche Artenzunahmen im Sinne einer typischer werdenden Flügelginsterweide auf, während auf den  $\pm$  durchgehend, aber immer extensiv beweideten Flächen in Fröhnd und Todtmoos zwar eine durchaus ins Auge fallende Dynamik hinsichtlich Artenzu- und Abgang stattgefunden hat, aber bei einer  $\pm$  konstant hohen Kenn- und Trennartengarnitur keine nennenswerten, vor allem gerichteten Veränderungen in der Gesamtartenzahl zu erkennen sind.

Ebenfalls auffällig in Weide-, Mulch- und Brandparzellen ist die Zunahme des Deckungsanteils und der Artenzahl in der Gruppe der Magerkeitszeiger, die sicher noch durch zahlreiche Arten aus den Kennartengruppen von Klasse und Ordnung der Borstgrasrasen sowie des Verbandes *Violion caninae* aufgestockt werden könnte (vgl. auch die durchschnittlichen N-Zahlen zwischen 2,5 bis 3). In den Sukzessionsparzellen sind Vertreter dieser Gruppe eher rückläufig, besonders ausgeprägt in Todtmoos. Vermutlich findet durch den schnelleren Umsatz der organischen Substanz auf den gemulchten und gebrannten Parzellen durch Nährstoffaustausch eine Aushagerung statt (vgl. SCHREIBER & SCHIEFER), die die Konkurrenzkraft der Armutszeiger erhöht. Zugleich darf man wohl auch das durch Mulchen und Brennen jeweils verbesserte Licht-

Abb. 3 Symphänologisches Gesamtdiagramm (nach DIERSCKE 1972) sowie Blütenfarbendia-  
 — gramm der Parzelle „Mulchen 2 x jährlich“ in Bernau (nach KALMUND 1985).

Legende zu den symphänologischen Gesamtdiagrammen:  
 Für die Pflanzenentwicklung gilt folgende Schraffur:



Phänologischer Aufnahmeschlüssel für Kräuter und Gräser (DIERSCHKE)

- |   |  |
|---|--|
| <p>vegetativ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 ohne oberirdische Triebe</li> <li>1 Triebe ohne entfaltete Blätter</li> <li>2 erstes Blatt entfaltet</li> <li>3 2-3 Blätter entfaltet</li> <li>4 mehrere Blätter entfaltet bzw. beginnende Halmentwicklung</li> <li>5 fast alle Blätter entfaltet bzw. Halm teilweise ausgebildet</li> <li>6 Pflanze voll entwickelt</li> <li>7 Stengel u./o. erste Blätter vergilbt</li> <li>8 Vergilbung bis 50%</li> <li>9 Vergilbung über 50%</li> <li>10 abgestorben</li> </ul> | <p>generativ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 ohne Blütenknospen bzw. ohne erkennbaren Blütenstand</li> <li>1 Blütenknospen erkennbar bzw. Blütenstand erkennbar, eingeschlossen</li> <li>2 Blütenknospen stark geschwollen bzw. Blütenstand teilweise sichtbar</li> <li>3 kurz vor der Blüte bzw. Blütenstand voll sichtbar, nicht entfaltet</li> <li>4 Beginnende Blüte bzw. Blütenstand entfaltet</li> <li>5 bis 25% erblüht bzw. erste Blüten stäubend</li> <li>6 bis 50% erblüht bzw. stäubend</li> <li>7 Vollblüte</li> <li>8 abblühend</li> <li>9 völlig verblüht</li> <li>10 fruchtend</li> </ul> |
|---|--|

klima als weitere Ursache für deren Durchsetzungsvermögen annehmen, zumal diese Bestände teilweise deutliche Abnahmen der Bestandeshöhe zu verzeichnen haben oder jedenfalls nur bis max. 25 cm Höhe eine ziemlich geschlossene Deckung aufweisen (vgl. Tab. 1-3).

In den Weide- und Sukzessionsparzellen von Fröhnd (Tab. 2) macht sich, abgesehen von Vergrasungstendenzen, erheblich weniger Dynamik bemerkbar. Die leichte Versaumung, die hier bereits zu Versuchsbeginn zu erkennen war, ist offensichtlich kaum weiter fortgeschritten. Sie hat sich auf den ganz am Ende der abseits gelegenen Jungviehweide befindlichen Versuchspartellen vermutlich nur einstellen können, weil die etwa 200 m tiefer als in Bernau und Todtmoos liegenden Flächen bei wechselnder und zeitweilig recht schwacher Bestoßung stärker verbuschten; nach dem Enthursten, der Beseitigung des Gehölzaufwuchses im Jahre 1966 (vgl. SCHIEFER 1981a), mögen die

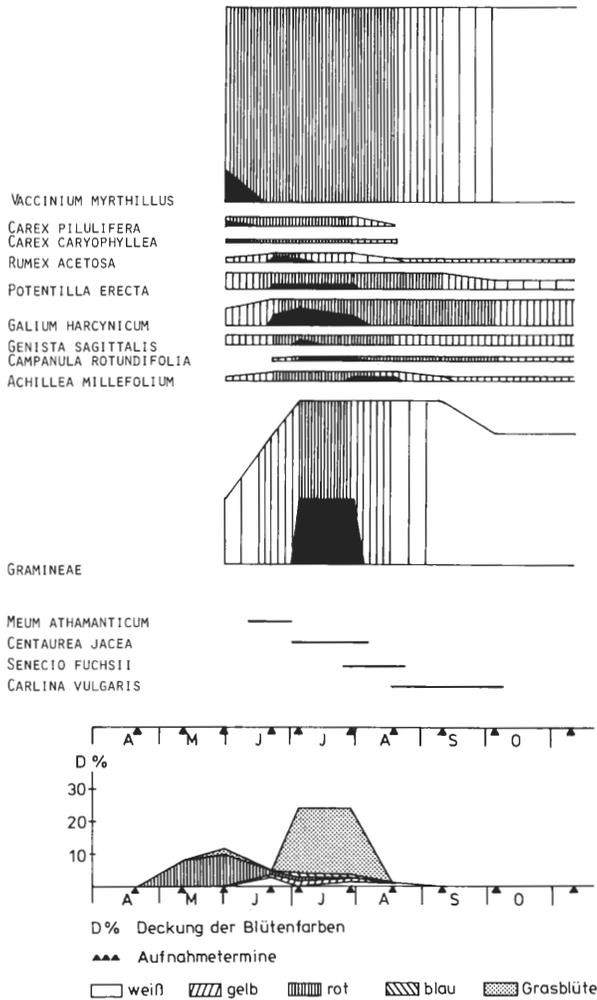


Abb. 4: Symphänologisches Gesamtdiagramm und Blütenfarbendiagramm der Parzelle „natürliche Sukzession“ in Bernau (nach KALMUND 1985).

Saumarten übrig geblieben sein, durch weitere extensive Weidenutzung und vielleicht auch durch die längere Vegetationsperiode in ihrem Durchhaltevermögen unterstützt.

Schließlich sei auf ein bereits im Zusammenhang mit dem Konkurrenzgeschehen angesprochenes Phänomen hingewiesen, nämlich auf die Unterschiede in der phänologischen Entwicklung der Pflanzendecke, vor allem zwischen den 2 x jährlich gemulchten Parzellen und den Sukzessionsflächen (Abb. 3, 4). Die Gräser beginnen unter dem Einfluß 2 x jährlichen Mulchens um mehr als 14 Tage früher zu blühen als auf der sich selbst überlassenen Sukzessionsparzelle, die zweite, schwach ausgeprägte Blühphase erstreckt sich fast bis in die Mitte des August, während die einphasige Grasblüte der Sukzessionsfläche ihrem raschen Ende bereits Anfang dieses Monats zustrebt. Vor allem vor dem ersten Schnitt weist die zweimal jährlich gemulchte Parzelle einen bunten Blütenfächer auf, in der Sukzession dominieren zur gleichen Zeit rote Farben mit weitgehend anderen Arten (KALMUND 1985).

Nicht nur, daß unter diesen unterschiedlichen Bedingungen etliche Pflanzen durch entsprechende Anpassungsstrategien gefördert, andere behindert werden können; auch die Fauna sollte eigentlich infolge der damit verbundenen Unterschiede in Struktur und Nahrungsangebot (z.B. während der Blühphasen) darauf deutlicher reagieren (vgl. HANDKE & SCHREIBER 1985), als dies von HANDKE (1985) für die Fläche in Bernau festgestellt wurde. Zwar registrierte er durchaus Artenverschiebungen, aber nur in Fröhnd waren die Unterschiede gravierender. In den Hochlagen des Schwarzwaldes dominieren selbst auf den Freiflächen außerhalb und innerhalb der Versuchsanlage Waldarten oder haben doch bemerkenswerte Anteile an den Barberfallen- und Käscherfängen gehabt (HANDKE).

Insgesamt zeigt sich trotz der eingangs betonten relativ geringen Veränderungen in den Beständen des Hochschwarzwaldes im Vergleich zu den anderen Flächen innerhalb des gesamten Versuchsprogramms dennoch eine nicht zu übersehende vegetationskundliche und stoffliche Dynamik, die offenbar von der klimatischen Ungunst der Hochlagen so stark überlagert wird, daß die im Tiefland beobachteten Auswirkungen hier eher nur andeutungsweise zu erkennen sind (vgl. SCHREIBER & SCHIEFER 1985).

#### 4. Zusammenfassung

Aus einem Fächer von 15 Versuchen, die Mitte der 70er Jahre zur Untersuchung der ungestörten Sukzession auf Grünlandbrachflächen im Vergleich zu verschiedenen, extensiven Bewirtschaftungsmaßnahmen angelegt wurden, sind hier 3 Versuche aus dem südlichen Hochschwarzwald herausgegriffen.

Trotz unterschiedlicher Bewirtschaftung haben sich auf den Flügelginster-Hochweiden in den vergangenen 10 Jahren keine gravierenden Veränderungen ergeben, während sich in anderen Versuchen lebhaftere Artenumschichtungen in Abhängigkeit von den Standortbedingungen vollzogen. Allerdings haben die sich selbst überlassenen Sukzessionsflächen nicht nur Artenverluste erlitten, sondern sind auch ärmer an Kenn- und Trennarten des *Festuco-Genistetum trifolietosum* geworden, während diese auf den gemulchten und kontrolliert gebrannten bzw. beweideten Flächen zunahmten. Die durchaus deutliche und vielfach in ähnlicher Weise wie in den anderen Versuchen ablaufende Vegetations- und Stoffdynamik vermag sich nur bedingt gegen die alles überlagernde Ungunst der klimatischen und der von ihnen abhängigen Bedingungen durchzusetzen.

## 5. Literatur

- DIERSCHKE, H. (1972): Zur Aufnahme und Darstellung phänologischer Erscheinungen in Pflanzengesellschaften. – Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskunde Rinteln 1970. Den Haag, 291-311.
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – Scripta Geobotanica 9 (1974), 2. Aufl., Göttingen, 122 S.
- GOLDAMMER, J. G. (1978): Feuerökologie und Feuer-Management. – VW-Symp. Feuerökologie, Freiburg 1977. Freiburger Waldschutz-Abh. 1, H. 2, 150 S.
- HANDKE, K. (1985): Faunistisch-ökologische Untersuchungen auf Brachen in Baden-Württemberg. – Dipl. arb. Inst. Geogr., Univ. Münster. 339 S.
- HANDKE, K. & K.-F. SCHREIBER (1985): Faunistisch-ökologische Untersuchungen auf unterschiedlich gepflegten Parzellen einer Brachfläche im Taubergebiet. – Münstersche Geogr. Arb. 20: 155-186.
- KALMUND, P. (1985): Die phänologische Entwicklung von Pflanzenbeständen auf Brachflächen in Baden-Württemberg. – Dipl. arb. Inst. Geogr., Univ. Münster, 151 S.
- SCHIEFER, J. (1981a): Bracheversuche in Baden-Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 22, Karlsruhe, 325 S.
- SCHIEFER, J. (1981b): Vegetationsentwicklung und Pflegemaßnahmen auf Brachflächen in Baden-Württemberg. – Natur u. Landschaft 56: 263-268.
- SCHIEFER, J. (1982a): Einfluß der Streuzersetzung auf die Vegetationsentwicklung brachliegender Rasengesellschaften. – Tuexenia 2: 209-218, Göttingen.
- SCHIEFER, J. (1982b): Kontrolliertes Brennen als Landschaftspflegemaßnahme? – Natur u. Landschaft 57: 264-268.
- SCHIEFER, J. (1983a): Ergebnisse der Landschaftspflegeversuche in Baden-Württemberg: Wirkungen des Mulches auf Pflanzenbestand und Streuzersetzung. – Natur u. Landschaft 58: 295-300.
- SCHIEFER, J. (1983b): Auswirkungen des kontrollierten Brennens auf Vegetation und Standort auf verschiedenen Brache-Versuchsflächen. – Freiburger Waldschutz-Abh. 4: 259-276.
- SCHMIDT, W., unter Mitarbeit von H. DIERSCHKE und H. ELLENBERG (1974): Vorschläge zur vegetationskundlichen Untersuchung auf Dauerprobestellen. – Manusk., Göttingen.
- SCHREIBER, K.-F. (1977): Zur Sukzession und Flächenfreihaltung auf Brachland in Baden-Württemberg. – Verh. Ges. Ökol., Göttingen 1976. Den Haag, 251-263.
- SCHREIBER, K.-F. (1980a): Entwicklung von Brachflächen in Baden-Württemberg unter dem Einfluß verschiedener Landschaftspflegemaßnahmen. – Verh. Ges. Ökol. 8, Freising-Weihenstephan 1979. Göttingen, 185-203.
- SCHREIBER, K.-F. (1980b): Brachflächen in der Kulturlandschaft. Dat. Dok. Umweltschutz – Sonder. Umweltagung 30, Univ. Hohenheim, 62-93.
- SCHREIBER, K.-F. (1981): Das kontrollierte Brennen von Brachland – Belastungen, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen. – Angew. Bot. 55: 255-275.
- SCHREIBER, K.-F. & J. SCHIEFER † (1985): Vegetations- und Stoffdynamik in Grünlandbrachen – 10 Jahre Bracheversuche in Baden-Württemberg. – Münstersche Geogr. Arb. 20, 111-153.
- STAHR, K. (1979): Die Bedeutung periglazialer Deckschichten für Bodenbildung und Standortseigenschaften im Südschwarzwald. – Freiburger Bodenkundl. Abh. 9, 273 S.
- TENSPOLDE, H. & B. WITTFELD-SCHÜRHOFF (1985): Humusmikromorphologische Untersuchungen in mehrjährigen Bracheversuchen Baden-Württembergs – Vergleich der Behandlungen „kontrolliertes Brennen“ und „2 x jährlich Mulchen“ in Bernau und Rangendingen. – Dipl. arb. Inst. Geogr., Univ. Münster, 268 S.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. K.-F. Schreiber, Institut für Geographie, Lehrstuhl Landschaftsökologie, Robert-Koch-Straße 26, D-4400 Münster

Schreiber: Sukzessionsstudien an Grünlandbrachen im Hochschwarzwald

Tab. 1: Vegetationstabelle Bernau

Vorgeschichte der Parzelle Parzelle Dauerquadrat Nr. 1) Nr. der Spalte Jahr	extensive Weide						junge Grünlandbrache (brach seit 1968)												alte Grünlandbrache												junge Brache																																																		
	Beweidung						Mulchen						Mulchen						Brennen						Brennen						ungestörte Sukzession						gelenkte Sukzession																																												
	12						2x jährlich						1x jährlich						jedes 2. Jahr						jedes 3. Jahr						jährlich						jedes 2. Jahr 2)						1						2						3																										
74	75	76	77	78	83	74	75	76	77	78	80	83	73	74	75	76	77	78	80	83	73	74	75	76	77	78	81	73	74	75	76	77	78	80	83	74	75	76	77	78	80	83	74	75	76	77	78	81	73	74	75	76	77	78	81	73	74	75	76	77	78	81	73	74	75	76	77	78	81	65	66	67	68	69	70	65	66	67	68	69	70
Höhe des Bestandes, cm	70	60	90	55	90	30	70	70	55	65	40	70	70	80	70	95	90	90	70	90	70	70	70	70	90	60	55	90	70	70	90	65	70	90	60	60	90	70	60	30	70	80	80	80	70	50	70	90	55	70	60	70	90	90	60	70	90	90																							
Gesamtdeckung Gefäßpflanzen, %	90	85	95	95	98	98	88	85	80	92	95	92	99	93	90	88	92	95	95	97	99	98	90	80	92	95	92	95	95	92	85	95	85	98	95	95	85	80	95	90	95	97	95	90	90	88	90	98	97	95	98	85	85	95	80	98	97	95	92	90	92	97	100	97	95	92	90	92	97												
Gesamtdeckung + Moose + Streu, %	95	98	100	99	100	100	97	95	92	97	97	100	100	95	97	97	99	99	99	100	100	98	97	97	100	99	100	100	98	97	98	99	100	100	100	98	95	92	97	99	99	100	90	85	95	99	99	100	100	98	99	97	99	99	99	98	100	98	100	100	97	100	100	98	97	98	100	100													
Deckung Schicht >50 cm, %	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																			
Deckung Schicht 25-50 cm, %	5	5	15	5	15	3	15	8	5	5	3	15	8	20	15	8	40	25	5	25	10	10	10	5	25	25	15	30	5	5	15	8	10	8	70	30	60	60	50	75	75	75	70	80	80	50	20	60	50	50	70	50	50	70	80	80	85	80	80	80																					
Deckung Schicht 10-25 cm, %	80	70	75	90	90	85	80	75	90	90	90	70	70	70	70	80	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	75	90	80	75	80	70	70	80	65	70	70	70	80	55	50	50	40	40	70	75	75	70	80	80	85	80	80	80																											
Deckung Schicht <10 cm, %	5	5	8	10	15	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+																				
Deckung Moose, %	40	60	70	90	90	70	70	70	80	80	70	80	75	80	90	90	90	70	85	90	90	90	90	70	90	90	90	90	90	40	50	70	80	80	70	30	50	75	95	95	40	50	60	80	70	70	90	90	90	90	90	40	80	90	90																										
Deckung Streu, cm	18	26	22	30	27	28	24	29	31	32	34	34	21	21	30	26	30	24	30	23	24	25	28	27	30	27	27	23	19	24	24	23	23	25	23	26	33	33	35	34	35	37	17	22	22	25	24	22	23	19	22	21	22	23	21	17	24	19	29	26	27	25	22	20	21	26	24	29	24												
Artenzahl Gefäßpflanzen	13	7	13	11	11	7	8	9	11	10	11	7	8	9	11	10	11	4	8	9	7	8	5	4	8	9	7	8	5	2	6	6	4	5	5	3	9	10	9	9	12	6	6	8	8	3	3	5	2	3	4	2	2	1	8	5	7	8	5	3	7	5	8	4																	
Arten - Zunahme	4	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1	4	4	4	3	3	1	5	4	5	5	3	5	5	6	5	4	3	3	5	5	2	3	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2	1	1	7	6	3	3	2	3	5	7	6	3	3	2	3	5	2	2	2	1	1																	
Artenzahl Moose 3)	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	1	3	2	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	3	3	3	2	2	1	1	3	3	3	2	2	1	1																			
Deckung Süßgräser, %	33	80	67	65	68	80	60	62	65	62	69	68	67	62	76	86	68	80	87	91	116	60	64	70	52	70	75	86	55	54	75	58	69	79	89	110	49	76	58	61	64	67	64	46	66	78	80	73	77	46	37	37	32	37	42	43	43	36	58	51	49	71	59	68	51	41	53	52	57	50											
Deckung Kräuter, %	37	25	24	46	56	71	40	52	57	63	84	93	82	33	30	41	39	44	39	46	42	49	27	39	26	56	56	55	32	33	42	34	52	48	32	35	24	53	51	69	70	64	76	30	30	30	41	46	51	48	50	72	81	91	101	98	98	39	31	35	35	55	56	68	25	31	46	37	62	69											
Deckung Leguminosen, %	3	3	3	3	5	4	4	4	4	5	7	6	3	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	7	11	16	11	10	17	3	5	5	5	5	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	5	8	5	3	3	3	8	7	7																
Deckung Sauergräser + Binsen, %	4	11	14	16	12	12	2	6	7	9	12	12	6	4	5	5	7	6	6	5	6	2	6	6	10	12	10	9	2	6	2	6	4	6	6	1	4	4	5	7	7	9	6	7	5	7	8	9	6	4	4	5	5	4	3	3	4	2	7	8	10	10	5	6	4	8	7	7	7												

Außerdem je einmal: 1974 DQ 2 *Picea abies* +, DQ 5 *Prunella vulgaris* +, 1976 DQ 1 *Gnaphalium sylvaticum* (+), DQ 6 *Rumex obtusifolius* +; 1978 DQ 1 *Dicranum scoparium* r, DQ 9 *Trisetum flavescens* (+); 1980 DQ 1 *Gnaphalium sylvaticum* (+), DQ 9 *Acer pseudoplatanus* r, 1 Exemplar; 1983 DQ 1 *Senecio fuchsii* (+), DQ 7 *Dactylorhiza fuchsii* (+).

1) Aufnahmen von 1973 und 1974 wurden von R. ZIMMERMANN erhoben; Schätzung der Deckungsprozente erfolgte nach anderem Schema; Aufnahmen wurden nicht als Dauerquadrate gemacht. 2) Parzelle wurde bis 1977 jährlich gebrannt. 3) Moose wurden nicht in allen Jahren bestimmt.

# Schreiber: Sukzessionsstudien an Grünlandbrachen im Hochschwarzwald

Tab. 2: Vegetationstabelle Fröhnd

Standorte	frisch						mäßig frisch															
	Beweidung <sup>2)</sup>						Weide				Beweidung <sup>2)</sup>				ungestörte Sukzession							
Vorgeschichte der Parzelle																						
Parzelle																						
Dauerquadrat Nr.	2						1				4				3							
Nr. der Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Jahr	75	76	77	78	80	84	75	76	77	78	80	84	75	76	77	81	84	75	76	77	81	84
Höhe des Bestandes, cm	50	60	60	60	60	45	80	50	100	80	75	30	90	80	90	60	50	90	60	100	60	50
Gesamtdeckung Gefäßpflanzen, %	85	80	88	92	97	80	86	65	92	90	97	80	85	85	85	92	90	80	80	88	85	90
Gesamtdeckung + Moose + Streu, %	98	99	97	99	99	98	97	100	100	99	100	100	95	95	97	97	100	92	95	98	100	100
Deckung Schicht > 50 cm, %	+	+	+	+	+	.	3	.	8	1	3	.	+	+	+	+	.	2	1	1	.	+
Deckung Schicht 25-50 cm, %	5	2	5	3	3	2	25	5	30	25	30	3	15	25	25	15	10	15	15	30	35	5
Deckung Schicht 10-25 cm, %	25	25	20	20	20	15	75	20	60	70	80	40	80	70	70	50	80	70	70	75	70	70
Deckung Schicht < 10 cm, %	80	75	90	90	90	70	75	50	80	60	80	75	40	40	40	70	50	50	40	40	30	50
Deckung Moose, %	40	50	50	40	40	50	25	25	25	15	20	15	50	70	70	60	60	60	70	70	80	85
Deckung Streu, %	40	50	30	70	70	60	70	90	90	90	85	.	10	.	35	90	.	.	.	.	4	85
Mächtigkeit Streu, cm	3	3	3	4	3-2-3	7	7	5	5	7	8	.	2	2	.	3	5	.	.	.	4	7
Artenzahl Gefäßpflanzen	26	29	29	30	30	34	26	27	29	32	28	27	24	21	20	23	24	20	18	18	18	16
Arten - Zunahme	.	4	5	7	5	10	.	2	5	7	2	8	.	4	4	4	8	.	2	.	2	2
Arten - Abnahme	.	1	2	3	2	1	.	1	2	1	1	8	.	7	.	5	4	.	2	4	2	6
Artenzahl Moose <sup>1)</sup>	3	.	3	2	.	.	4	.	2	3	.	.	2	.	3	1	.	2	.	2	1	.
Deckung Süßgräser, %	39	36	40	84	81	64	46	27	46	72	98	64	12	10	11	24	33	9	5	5	11	8
Deckung Kräuter, %	47	35	32	31	52	55	32	28	52	68	72	41	96	90	93	125	96	89	91	98	142	106
Deckung Leguminosen, %	34	27	29	10	+	6	30	15	22	10	14	2	15	20	20	10	8	16	16	16	15	11
Deckung Sauergräser + Binsen, %	5	3	3	5	10	10	5	5	8	6	5	1	1	1	1	1	2	4	2	3	3	1
<b>Kennarten des Festuco-Genistetum sagittalis</b>																						
<i>Genista sagittalis</i>	5	5	5	+	+	1	3	3	3	3	5	1	+	+	+	.	.	1	1	1	+	1
<b>Subassoziation von Trifolium repens</b>																						
<i>Trifolium repens</i>	10	8	15	8	3	3	15	1	8	3	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	5	3	3	3	3	15	8	8	20	20	5	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)
<i>Trifolium pratense</i>	15	10	5	.	+	+	10	3	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Plantago lanceolata</i>	3	3	5	3	3	8	3	3	5	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Lotus corniculatus ssp. corniculatus</i>	1	1	3	1	3	1	1	3	5	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Ranunculus acris</i>	+	+	+	1	3	3	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Knautia arvensis</i>	+	+	+	+	1	.	(+)	(+)	.	(+)	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	.	+	+	.	.	.	.	(+)	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Alchemilla glabra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	(+)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Subassoziation von Calluna vulgaris</b>																						
<i>Calluna vulgaris</i>	.	(+)	(+)	.	.	.	.	(+)	+	+	+	+	70	60	60	50	50	60	60	60	70	60
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	15	15	15	15	8	20	20	30	30
<b>Variante von Genista anglica</b>																						
<i>Genista anglica</i>	3	3	3	+	1	1	1	5	5	1	3	+	15	20	20	10	8	15	15	15	15	10
<b>Kennarten des Violion caninae</b>																						
<i>Viola canina</i>	+	+	+	1	3	1	5	3	5	5	5	5	+	.	.	+	1	.	.	.	.	.
<i>Polygala vulgaris</i>	+	+	+	1	.	r	1	+	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	.	
<i>Galium pumilum</i>	+	+	+	(+)	+	1	.	.	.	1	3	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Polygala serpyllifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>Kennarten der Nardetalia</b>																						
<i>Galium hircynicum</i>	3	3	3	1	5	3	1	1	3	5	8	5	5	1	1	30	10	10	3	5	25	5
<i>Arnica montana</i>	.	(+)	(+)	(+)	.	.	+	+	1	1	1	.	3	5	5	5	3	5	5	5	5	3
<b>Kennarten der Nardo-Callunetetea</b>																						
<i>Potentilla erecta</i>	8	5	5	5	8	3	3	3	3	5	3	1	1	1	1	8	3	3	1	3	8	1
<i>Luzula campestris</i>	5	3	3	5	10	10	5	5	8	5	5	1	+	+	(+)	+	1	1	+	+	+	+
<i>Carex pilulifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	1	1	+	3	1	3	3	+
<i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	.	1	1	.	+	.	.	.	.	+	+	(+)	.	1	.	.	.	.	.
<i>Cuscuta epithymum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	1	+	+	3	.	1	.	+	+	.
<i>Luzula luzuloides</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	(+)	(+)	(+)	1	.	.	.	(+)	.
<i>Danthonia decumbens</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	(+)	1	.	.	.	(+)	.
<b>Arten der Trifolio-Geranietea</b>																						
<i>Silene nutans</i>	.	.	.	.	.	.	.	(+)	(+)	(+)	(+)	.	.	+	.	r	.	.	.	.	+	.
<b>Bezeichnende Arten azidokliner Saumgesellschaften</b>																						
<i>Teucrium scorodonia</i>	.	.	.	.	.	.	.	(+)	+	+	(+)	3	5	5	8	8	3	1	1	3	3	5
<i>Agrostis tenuis</i>	5	5	10	30	.	1	3	1	8	8	10	1	3	1	3	3	8	3	1	1	3	3
<i>Deschampsia flexuosa</i>	8	5	3	3	3	13	8	3	8	8	10	.	8	8	8	20	15	5	3	3	8	5
<i>Veronica officinalis</i>	5	3	3	5	10	8	1	+	1	1	5	+	1	+	+	r	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus mollis</i>	1	1	1	10	8	15	5	3	5	30	60	60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium lachenalii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	(+)	.	.	.	+	+	(+)	(+)	r
<b>Arten des Epilobietetea angustifolii</b>																						
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	(+)	(+)	.	3	1	.	1	3	.	.	.	(+)	.
<i>Senecio fuchsii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	3	3	.	.	(+)	(+)	+
<i>Carex pairaei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	(+)	.
<b>Arten des Festuco-Brometea</b>																						
<i>Ranunculus bulbosus</i>	+	+	+	3	1	+	+	+	.	+	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex caryophylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	+	+	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Magerkeitszeiger</b>																						
<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	25	25	25	40	30	25	30	20	25	25	3	+	1	1	+	1	8	1	+	1	.	.
<i>Thymus pulegioides</i>	20	15	10	5	3	5	5	5	5	10	2	3	+	(+)	+	1	3	.	.	.	(+)	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1	3	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	+	+	+	+	1	.	+	+	+	.	1	.	+	.	.	1	.	+	.	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	.	.	(+)	(+)	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Veronica chamaedrys-Gruppe</b>																						
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	+	+	1	8	3	3	3	3	10	25	10	1	.	.	.	+	.	.	.	.	r
<i>Stellaria graminea</i>	+	+	+	1	3	1	1	+	+	1	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	1	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Gehölze</b>																						
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	(+)	.	.	.	(+)	(+)	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	r
<i>Carpinus betulus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Sonstige</b>																						
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	(+)	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Moose<sup>1)</sup></b>																						
<i>Pleurozium schreberi</i>	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	++	++	++	.	.	++	++	++	.	++
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	++	++	++	.	.	.	++	++	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hylocomium splendens</i>	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acrocladium cuspidatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachythecium salebrosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

# Schreiber: Sukzessionsstudien an Grünlandbrachen im Hochschwarzwald

Tab. 3: Vegetationstabelle Todtmoos

Standorte	frisch																							
	extensive Viehweide																							
	Beweidung						ungestörte Sukzession						Beweidung						ungestörte Sukzession					
Vorgeschichte der Parzelle	Beweidung						ungestörte Sukzession						Beweidung						ungestörte Sukzession					
Parzelle	Beweidung						ungestörte Sukzession						Beweidung						ungestörte Sukzession					
Dauerquadrat Nr.	2						1						4						3					
Nr. der Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Jahr	75	76	77	78	80	84	75	76	77	78	80	84	75	76	77	78	84	75	76	77	78	81	84	
Höhe des Bestandes, cm	65	80	80	60	50	20	80	70	80	80	60	30	70	60	90	60	25	80	60	90	60	70	25	
Gesamtdeckung Gefäßpflanzen, %	95	85	95	95	97	90	95	92	92	92	97	70	95	80	95	95	90	95	85	95	85	97	50	
Gesamtdeckung + Moose + Streu, %	98	92	97	99	99	95	98	98	97	99	98	90	98	95	99	99	95	98	97	99	99	100	85	
Deckung Schicht >50 cm, %	+	+	3	+	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	
Deckung Schicht 25-50 cm, %	5	5	15	15	+	+	8	2	20	15	30	3	8	3	20	15	.	15	3	35	20	5	.	
Deckung Schicht 10-25 cm, %	40	40	40	60	5	10	55	50	50	60	60	40	60	25	50	70	5	70	35	70	60	60	5	
Deckung Schicht <10 cm, %	90	75	80	70	90	95	90	80	75	70	60	60	80	70	80	60	90	70	75	75	70	70	50	
Deckung Moose, %	3	3	5	1	3	5	8	5	10	15	8	5	3	1	1	3	5	3	1	3	3	3	5	
Deckung Streu, %	35	50	60	80	75	60	40	60	60	70	90	70	40	60	80	90	70	50	60	80	95	90	80	
Mächtigkeit Streu, cm	8	5	4	4	2	2-4	8	5	3	3	8	5	8	5	4	5	2	8	5	5	5	2	3-5	
Artenzahl Gefäßpflanzen	36	36	38	34	34	32	34	30	32	29	28	20	38	33	36	34	33	29	24	29	25	22	21	
Arten - Zunahme	1	4	2	2	3	3	2	1	.	.	2	1	1	1	1	1	2	.	.	3	1	1	1	
Arten - Abnahme	1	2	4	2	7	7	6	3	5	8	15	15	6	3	5	6	6	5	3	5	3	7	10	
Artenzahl Moose 1)	3	4	4	3	.	.	5	6	7	.	.	.	4	3	2	.	.	3	3	3	.	.	.	
Deckung Süßgräser, %	51	51	62	70	66	63	50	48	55	58	64	43	52	46	60	70	68	66	61	71	61	69	66	
Deckung Kräuter, %	62	53	60	58	63	60	78	57	69	73	82	58	60	41	54	66	45	54	36	49	55	83	29	
Deckung Leguminosen, %	16	17	19	9	19	12	7	8	9	6	4	1	14	9	14	11	12	4	6	12	6	4	3	
Deckung Sauergräser + Binsen, %	9	6	7	7	9	12	14	11	7	9	7	7	6	4	5	4	7	6	4	4	3	1	4	

Kenn- und Trennarten des <i>Festuco-Genistetum sagittalis</i>																									
<i>Genista sagittalis</i>	5	10	10	5	5	8	3	8	8	5	3	1	5	8	10	10	10	3	5	8	5	3	3		
<i>Carlina acaulis ssp. simplex</i>	1	1	1	1	1	r	+	+	1	+	r	.	3	3	3	3	3	+	+	+	+	+	(+)		
Subassoziation von <i>Trifolium repens</i>																									
<i>Trifolium repens</i>	5	1	3	+	8	3	3	.	+	+	1	.	8	+	3	+	1	+	.	+	.	.	.		
<i>Plantago lanceolata</i>	5	3	3	3	3	5	5	3	3	1	1	.	5	1	3	3	3	3	3	3	1	1	+		
<i>Achillea millefolium</i>	3	3	3	1	3	3	5	3	1	3	5	1	5	3	3	3	3	8	3	3	3	8	3		
<i>Alchemilla monticola</i>	+	+	1	1	1	1	3	3	5	5	3	3	1	+	3	3	1	1	+	1	1	+	r		
<i>Trifolium pratense</i>	3	3	5	+	3	.	+	+	+	+	.	.	1	1	1	.	.	+	+	+	.	.	.		
<i>Ranunculus arvensis</i>	3	1	1	1	3	5	+	+	+	+	.	.	3	1	3	3	1	1	+	1	1	1	+		
<i>Lotus corniculatus ssp. cornicul.</i>	3	3	3	3	3	1	+	(+)	.	.	.	.	(+)	+	+	+	+	+	+	1	3	1	+		
<i>Rumex acetosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	(+)	+	.	.	+	.	(+)	+	.	+	+	1	1	3	1		
<i>Chrysanthemum inculciantum</i>	+	+	1	+	r	3	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.		
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	+	+	r	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.		
<i>Leontodon autumnalis</i>	+	+	+	.	(+)	.	+	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	1	+	(+)	(+)	(+)	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.		
<i>Leontodon hispidus</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	3	r	.	.	.	.	.	.		
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	3	3	1	.	.	.	.	.	.		
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Dactylis glomerata</i>	(+)	.	.	.	(+)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Trennarten der Variante <i>Vaccinium myrtillus</i>																									
<i>Vaccinium myrtillus</i>	5	5	8	10	8	8	8	10	10	25	40	40	+	1	.	3	1	.	(+)	.	(+)	(+)	+		
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	.	+	+	.	.	+	1	3	3	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
Kennarten des <i>Violon caninae</i>																									
<i>Viola canina</i>	15	10	10	8	5	8	15	8	15	5	5	5	10	8	15	15	5	15	10	15	15	15	8		
<i>Galium pumilum</i>	1	1	3	3	3	1	+	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1		
<i>Polygala vulgaris</i>	1	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Polygala serpyllifolia</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	1	r	.	.	+	.	.	.		
Kennarten der <i>Nardetalia</i>																									
<i>Nardus stricta</i>	10	10	10	8	5	8	15	15	10	8	5	10	10	8	8	5	15	15	15	15	10	8	25		
<i>Galium hircynicum</i>	5	3	5	5	5	5	3	3	10	10	8	3	3	3	3	5	5	3	3	8	10	30	8		
<i>Arnica montana</i>	.	.	(+)	.	(+)	.	.	(+)	(+)	(+)	(+)	.	.	.	.	.	.	.	(+)	(+)	.	.	.		
<i>Hieracium lactucella</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.		
Kennarten der <i>Nardo-Callunetea</i>																									
<i>Potentilla erecta</i>	10	8	8	8	10	5	15	10	8	8	10	3	8	5	5	5	1	10	5	3	3	5	1		
<i>Luzula campestris</i>	5	3	3	5	5	8	8	5	3	5	3	3	5	3	3	3	5	5	3	3	3	1	3		
<i>Hieracium pilosella</i>	1	3	3	1	5	3	8	8	5	3	3	.	3	3	3	3	5	1	+	+	+	.	.		
<i>Carex pilulifera</i>	1	+	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	+	+	1	1	1	+	+	+	.	.	+		
<i>Danthonia decumbens</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
Magerkeitszeiger																									
<i>Agrostis tenuis</i>	20	20	30	40	40	10	15	10	15	25	40	15	25	15	25	40	15	40	25	30	30	40	30		
<i>Festuca rubra ssp. commutata</i>	20	20	20	20	20	40	15	20	25	20	15	8	15	20	20	20	30	8	20	25	20	20	10		
<i>Rumex acetosella</i>	3	3	3	5	3	3	3	3	3	5	3	1	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	3		
<i>Thymus pulegioides</i>	5	5	3	1	3	3	8	3	1	+	.	.	5	3	3	3	3	1	1	.	+	.	.		
<i>Carex caryophylla</i>	3	3	3	1	3	3	3	3	1	1	1	3	1	1	1	+	1	1	1	1	1	+	.		
<i>Veronica officinalis</i>	+	1	1	3	3	1	1	+	3	5	1	.	1	1	1	3	5	+	.	1	3	.	.		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	1	1	1	1	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	3	1	1	1	1	1		
<i>Campanula rotundifolia</i>	1	+	+	+	+	+	1	+	(+)	(+)	+	+	+	.	+	+	+	.	.	+	1	1	+		
<i>Briza media</i>	+	+	+	+	+	.	+	.	+	+	+	.	+	1	3	1	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Silene vulgaris</i>	.	(+)	(+)	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.		
<i>Veronica chamaedrys</i> -Gruppe																									
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	3	3	5	5	3	1	+	1	1	1	1	3	1	3	5	1	3	3	3	5	8	3		
<i>Stellaria graminea</i>	+	+	1	.	+	+	+	+	1	+	+	.	+	.	+	+	+	+	+	1	+	3	.		
Sonstige																									
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	+	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.		
Moose 1)																									
<i>Mnium affine</i>	r	.	+	r	.	.	.	.	+	+	.	.	r	r	r	.	.	r	.	.	+	r	.		
<i>Rhytidadelphus squarrosus</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	r	r	.	.	.	r	.	.	.	.	.		
<i>Pleurozium schreberi</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.		
<i>Brachythecium albicans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Polytrichum formosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Abietinella abietina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Climacium dendroides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		

Außerdem je einmal: 1976 DQ 4 *Cuscuta epithymum* +, *Hypericum maculatum ssp. maculatum* (+), *Carex leporina* (+); 1984 DQ 4 *Carlina vulgaris* +.

1) Moose wurden nicht in allen Jahren bestimmt. 2) Umzäunung zerstört, daher beweidet.

# Nutzungsbedingte Veränderungen in Mesobromion-Halbtrockenrasen in der Region Basel - Vergleich 1950-1980.

H. Zoller, Ch. Wagner und V. Frey

## 1. Einleitung

### 1.1 Zum Rückgang der Halbtrockenrasen

Schon mehrfach wurde darauf hingewiesen, daß die Vegetation der Halbtrockenrasen und Trockenrasen in Mitteleuropa mindestens ebenso gefährdet ist wie die Flora von Feucht- und Naß-Standorten (vgl. KORNECK et al. 1981, LANDOLT et al. 1982, KLEIN et al. 1982). WOLKINGER et al. (1981, S. 35) geben an, daß in allen Trockengebieten Europas ein starker Rückgang bis zu 90 % und mehr festgestellt werden kann und bemerken dazu, daß nur für ganz beschränkte Fälle Statistiken über diesen Rückgang bestehen. Mit Hilfe von einigen Beispielen versuchen KLEIN et al. (1982) die Situation in der Schweiz zu dokumentieren: Clos du Doubs nach RICHARD (1975) und RITTER (1982); Gebiet von Lebern in der Weissensteinkette nach SCHWARZ (unveröff.) und GEHRT (1982); Blatt 1067 Arlesheim der Landeskarte der Schweiz nach ZOLLER (1954 b) und mündlichen Angaben (1982); Innalluvionen im Unterengadin nach ZOLLER (1974) und einer Nachkartierung der ANL (1982); Urserental nach GUTERSOHN (1964) und BISCHOF (1981). Diese Beispiele belegen wohl klar das rasche Verschwinden von Halbtrockenrasen (*Mesobromion*, *Nardion*, *Festucion variae*) in den verschiedensten Klimagebieten und Landschaften der Schweiz. Als Ursachen für den krassen Rückgang von Halbtrocken- und Trockenbiotopen geben KLEIN et al. (1982) an: Düngung, höhere Schnittfrequenz, Umwandlung in Kunstwiesen, Intensivweide, Brachlegung, Aufforstung, Bautätigkeit und Tourismus. Dabei fehlen allerdings genaue quantitative Angaben über die gebietsweisen Gesamtverluste, wie auch über die Gewichtung der verschiedenen Ursachen des Rückgangs. Genauer versucht KIENZLE (1983) den seit dem zweiten Weltkrieg eingetretenen Rückgang im nördlichen Jura zu schätzen. Ohne die genaueren quantitativen Erhebungen zu veröffentlichen, kommt er für das *Colchico-Mesobrometum* auf einen Rückgang von 95 %, für das *Salvio-Mesobrometum* auf einen solchen von 90 %, während ca. 50 % der 1950 vorhandenen Bestände des *Teucrio-Mesobrometums* noch weiterbestehen.

In der vorliegenden Studie soll nun für den Bereich der Blätter 1067 Arlesheim und 1087 Passwang der Landeskarte der Schweiz genauer dargestellt werden, in welchem Maß die ehemaligen *Mesobromion*-Rasen zurückgegangen sind und zu welchen Zwecken die betreffenden Flächen zur Zeit genutzt werden. Im Gegensatz zu den bisherigen Veröffentlichungen handelt es sich nicht um grobe Schätzungen, sondern um maßstabsgetreue Flächenvergleiche über das ganze Untersuchungsgebiet. Die Grundlage für diese Vergleiche bilden:

1. Die unveröffentlichte Kartierung der nordschweizerischen *Mesobromion*-Halbtrockenrasen, die ZOLLER während der Jahre 1949-1954 durchgeführt hat.
2. Die Wiederholung dieser Kartierung durch FREY auf Blatt Passwang (1982) und durch WAGNER auf Blatt Arlesheim (1983).

Der Vergleich soll zeigen, daß die ehemaligen Magerrasen als Element der traditionellen Kulturlandschaft (vgl. EWALD 1978) von den strukturellen Wandlungen ganz

besonders stark betroffen worden sind. Die Kartierung kann aber auch als Inventar für die noch verbliebenen Reste dienen, das auf dem historischen Hintergrund des Landschaftswandels zu verstehen ist.

## 1.2 Das Untersuchungsgebiet

Aus dem Situationsplan (Fig. 1) geht hervor, daß das Untersuchungsgebiet im Schweizer Jura südlich von Basel gelegen ist. Von Blatt 1067 Arlesheim wurde das planar-colline Gebiet in der unmittelbaren Umgebung von Basel nicht berücksichtigt, da es abgesehen von einem sehr begrenzten *Xerobromion*-Vorkommen (Reinacherheide) bereits 1950 nurmehr fragmentarische oder stark verarmte *Mesobromion*-Rasen ent-

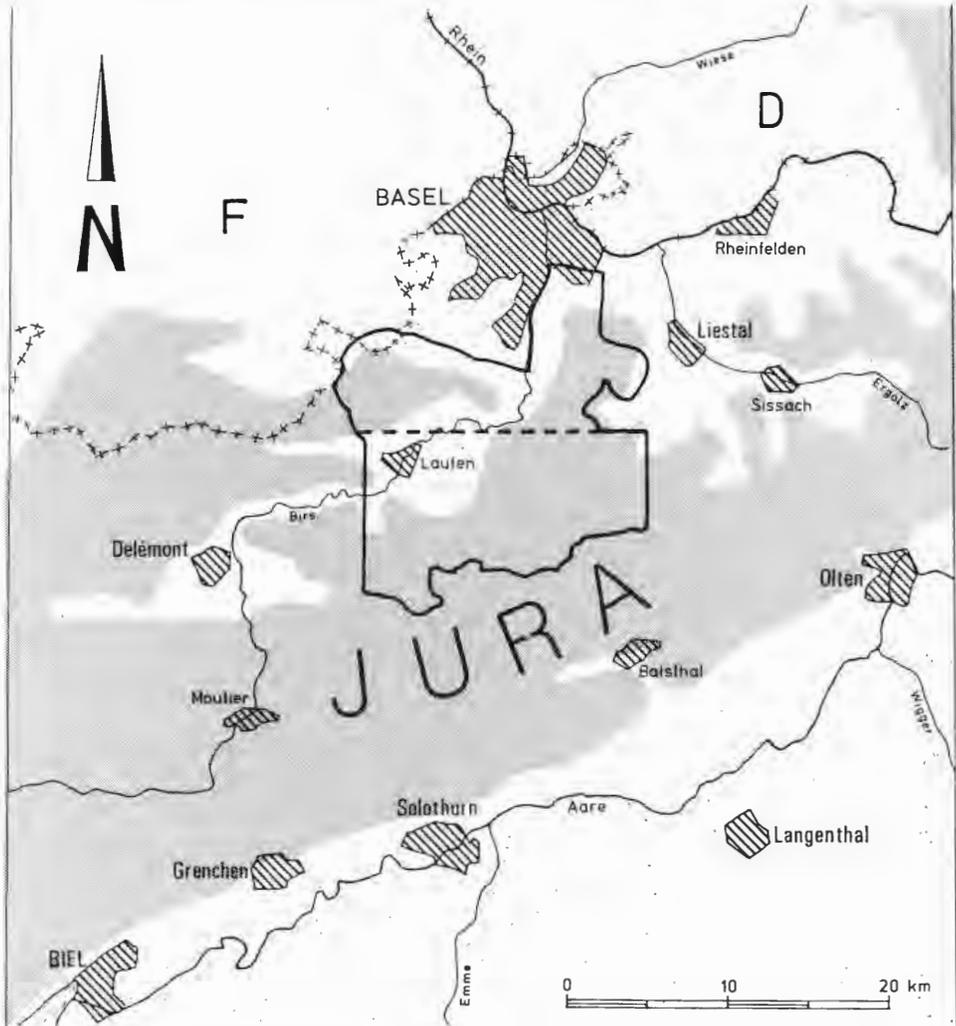


Fig. 1: Situation des Untersuchungsgebietes.

Die Flächen der Teiluntersuchungsgebiete messen: „Arlesheim“ (nördlich der durchbrochenen Linie) = 111 km<sup>2</sup>; „Passwang“ (südlich der durchbrochenen Linie) = 145 km<sup>2</sup>.  
Grau schraffiert: Erhebungen von mehr als 500 m über Meereshöhe.

hielt. Im Südwesten umfaßt es bis zur Grenze von Blatt 1067 die zum Faltenjura gehörige Blauenkette (bis 900 m), im Südosten die Tafellandschaft des Gempenplateaus (660–700 m). Blatt 1087 wurde ausgehend vom Laufenbecken und Homberg an seiner Nordgrenze südwärts bis zur Kulmination der Passwangkette (1200 m) kartiert. Da die Falten des Juras in diesem Gebiet in west-östlicher Richtung verlaufen, enthält die Kartierungsfläche Hänge in ausgesprochen schattiger, bzw. sonniger Exposition, die noch in der Mitte des 20. Jahrhunderts neben der Waldklimax (*Cardamino-* bzw. *Cephalanthero-Fagion*) ansehnliche Flächen von *Mesobromion*-Rasen trugen, während die fruchtbaren Mulden (Laufenbecken, Delsbergerbecken) schon damals intensiver bewirtschaftet wurden. Nennenswerte Bestände von Halbtrockenrasen befanden sich aber bis vor 30 Jahren auch auf den abgelegenen Hochflächen des Gempenplateaus im Bereich des *Cardamino-* bzw. *Calio odorati-Fagion*. Nach ZOLLER (1954b) reicht das *Mesobromion* in ebener oder nordexponierter Lage kaum bis 900 m, bei Südexposition bis in 1200 m. Einige hochgelegene Halbtrockenrasen der Passwangkette, die pflanzensoziologisch in das *Cynosurion* oder *Seslerio-Bromion* gehören, blieben in der Kartierung unberücksichtigt.

## 2. Methodik

### 2.1 Die Kartierung der *Mesobromion*-Rasen 1949–1954

In den Jahren 1945 bis 1951 hat H. ZOLLER im Schweizer Jura zwischen dem Schaffhauser Randen und dem Gebiet Nyon-St. Cergue (Waadt) über 300 Halbtrocken- und Trockenrasen pflanzensoziologisch aufgenommen und davon ca. 200 zur Beschreibung verschiedener jurassischer *Mesobromion*-Assoziationen ausgewertet (vgl. ZOLLER 1954 a und b). Den ausgeprägten Expositionsverhältnissen entsprechend (Nord- und Südhänge, Plateaus) finden sich verschiedene Lokalklimata, die sich zusammen mit unterschiedlichen Bodenbedingungen in mehreren deutlich unterschiedenen Assoziationen des *Mesobromion*-Verbandes widerspiegeln. Sie seien im Folgenden für das Untersuchungsgebiet kurz charakterisiert:

- *Teucrio-Mesobrometum*: An relativ steilen Südhängen im Kettenjura auf skelettreichen Kalksteinrendzinen oder Kalkbraunerden im Wuchsbereich des *Cephalanthero-Fagions*. Mangels Schneebedeckung im Winter und Frühjahr häufiger Frostwechsel. Im Sommer infolge starker Einstrahlung und hoher Durchlässigkeit des Bodens längere Trockenperioden.

Kennzeichnende Arten: *Bromus erectus*, *Festuca ovina*, *Ophrys apifera*, *Ophrys fuciflora*, *Potentilla verna*, *Trifolium ochroleucon*, *Peucedanum cervaria*, *Teucrium chamaedrys*, *Teucrium montanum*, *Veronica prostrata*, *Globularia elongata*, *Aster amellus*, *Thuidium abietinum*.

Das *Teucrio-Mesobrometum* wurde 1950 zum größeren Teil extensiv beweidet, zum Teil aber auch regelmäßig einmal pro Jahr (zweite Hälfte Juni) gemäht; im Untersuchungsgebiet in der *Ophrys-Globularia elongata*-Subassoziation ausgebildet, von deren Areal ungefähr 1/3 erfaßt wurde.

- *Orchido morionis-Mesobrometum*: Auf abgelegenen Plateaus des Tafeljuras oder auf schwach geneigten sonnigen Hangterrassen im Kettenjura über Kalkbraunerden oder Braunerden im Wuchsbereich des *Cardamino-* oder *Galio odorati-Fagions*. Grobskelett findet sich erst in 15–20 cm Tiefe. Entsprechend der tieferen Gründigkeit des Bodens ist die Wasser- und Nährstoffversorgung besser als im *Teucrio-Mesobrometum*. Die Gesellschaft nimmt in mancher Hinsicht eine Mittelstellung zwischen *Teucrio-* und *Colchico-Mesobrometum* ein.

Kennzeichnende Arten: *Bromus erectus*, *Festuca ovina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Orchis morio* (optimal), *Ranunculus bulbosus*, *Potentilla verna*, *Rhinanthus minor*, *Asperula cynanchica*, *Tragopogon pratensis*.

Das *Orchido morionis-Mesobrometum* wurde 1950 ausschließlich einmal pro Jahr (zweite Hälfte Juni/Anfang Juli) gemäht. Das Untersuchungsgebiet umfaßt etwa 1/3 des ehemaligen Areales dieser Assoziation.

- *Colchico-Mesobrometum*: An mehr oder weniger steilen Nordhängen des Kettenjuras oder schattigen Berglehnen des Tafeljuras auf tiefgründigen, gut entwickelten Braunerden im Wuchsbereich des *Cardamino-* oder *Galio odorati-Fagions* sowie des *Fraxinions*. Der größere Tongehalt der Böden garantiert einen ausgeglichenen Wasserhaushalt und eine relativ günstige Nährstoffversorgung. Längere Frostwechselferioden fehlen.

Kennzeichnende Arten: *Bromus erectus*, *Festuca rubra*, *Anthoxanthum odoratum*, *Colchicum autumnale*, *Orchis mascula* (optimal), *Aquilegia vulgaris*, *Anemone nemorosa*, *Potentilla erecta*, *Lathyrus pratensis*, *Heracleum sphondylium*, *Phyteuma orbiculare*, *Phyteuma spicatum*, *Tragopogon pratensis*, *Crepis praemorsa*, *Rhynchospora squarrosa*.

Das *Colchico-Mesobrometum* wurde 1950 ausschließlich einmal pro Jahr (zweite Hälfte Juni/Mitte Juli) gemäht. Das Areal der *Aquilegia vulgaris* - *Crepis praemorsa* Fazies wird etwa zu 1/4 durch das Untersuchungsgebiet abgedeckt.

- *Tetragonolobo-Molinietum litoralis*: Auf freigelegten Mergelrohböden oder Mergelrendzinen. Je nach Tongehalt wechselfeucht bis wechselstrocken, immer mit extremen Schwankungen im Wasserhaushalt. Im Kontakt mit dem *Molinio-Pinion* oder *Fraxinion*.

Kennzeichnende Arten: *Molinia litoralis*, *Ophrys sphecodes*, *Ononis spinosa*, *Tetragonolobus siliquosus*, *Cirsium tuberosum*, *Ctenidium molluscum*.

Das *Tetragonolobo-Molinietum litoralis* wurde 1950 nur noch selten als Streuwiese regelmäßig oder unregelmäßig gemäht (Ende Juli/Mitte September): die meisten Bestände blieben sich selbst überlassen. Die Assoziation war im Untersuchungsgebiet aus edaphischen Gründen schon immer sehr selten (Schwerpunkt im Aargauer Jura).

- *Dauco-Salvio-Mesobrometum*: Durch Anwendung von Kunstdüngern ist in den ersten Jahrzehnten des 20. Jhdts. aus den trockenen, ungedüngten *Mesobromion*-Gesellschaften (*Teucrio-Orchido morionis-Mesobrometum*, *Tetragonolobo-Molinietum litoralis*, *Asperula cynanchica*-Subassoziation) das *Dauco-Salvio-Mesobrometum* hervorgegangen, zum Teil auch aus ehemaligem Acker- oder Rebland.

Kennzeichnende Arten: *Bromus erectus*, *Poa pratensis*, *Ranunculus bulbosus*, *Thlaspi perfoliatum*, *Medicago sativa*, *Onobrychis sativa* (beide meist durch Ansaat), *Lotus corniculatus*, *Daucus carota*, *Primula veris*, *Salvia pratensis*, *Plantago media*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Centaurea jacea*, *Thuidium abietinum*.

Das *Dauco-Salvio-Mesobrometum* wurde 1950 regelmäßig ein bis zweimal gemäht (erster Schnitt erste Hälfte Juni, zweiter Schnitt im August). Es war vielerorts ein vorübergehendes Stadium im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung.

Von diesen 5 Assoziationen des Berner-, Solothurner-, Basler- und Aargauerjuras wurden in den Jahren 1949–1954 das *Colchico-*, *Orchido morionis-* und *Teucrio-Mesobro-*

metum sowie das *Tetragonolobo-Molinietum litoralis* im Maßstab 1 : 50 000 kartiert und später auf Kartenblätter der Eidg. Landesphotographie 1 : 25 000 (Ausgabe 1976) übertragen. Um allfällige Übertragungsfehler möglichst gering zu halten, hat ZOLLER manche Lokalitäten in den Jahren 1976–1980 erneut besucht. Da damals sehr häufig, wurde das *Dauco-Salvio-Mesobrometum* leider nicht flächenmäßig aufgenommen. Seine besten Vorkommen wurden lediglich lokalisiert. Die wenigen Bestände, die nicht einer bestimmten Assoziation zuzuordnen waren, weil sie eine Zwischenstellung unter den verschiedenen *Mesobromion*-Rasen einnehmen, wurden 1949/54 als „*Mesobrometum* indet“ bezeichnet. Im Inventar 1982/1983 wurden sie der nächst verwandten Assoziation zugeordnet. Insgesamt umfaßt dieses Inventar die folgenden Blätter der Landeskarte der Schweiz: 1066 Rodersdorf, 1067 Arlesheim, 1068 Sissach, 1069 Frick, 1086 Delémont, 1087 Passwang, 1088 Hauenstein, 1089 Aarau, Teile von Blatt 1070 Baden sowie mehrere Blätter aus dem Kt. Schaffhausen. Sämtliche Lokalitäten, an denen im Zeitraum von 1945/1951 *Mesobromion*-Bestände pflanzensoziologisch aufgenommen wurden, sind auf den Karten eingetragen.

## 2.2 Die Kartierung der *Mesobromion*-Rasen 1982/1983

Diese beschränkt sich auf die Blätter 1067 Arlesheim und 1087 Passwang, wobei in der Blauenkette auch ein kleiner Teil des westl. an 1067 angrenzenden Blattes 1066 Rodersdorf mitberücksichtigt wurde, um den geographischen Verhältnissen Rechnung zu tragen. Wie der heutige Zustand der um – 1950 registrierten *Mesobromion*-Gebiete festgestellt worden ist, sei an den zwei folgenden Modellbeispielen aus der Blauenkette und dem Gempfenplateau erläutert (vgl. Tab. 1 und Fig. 2).

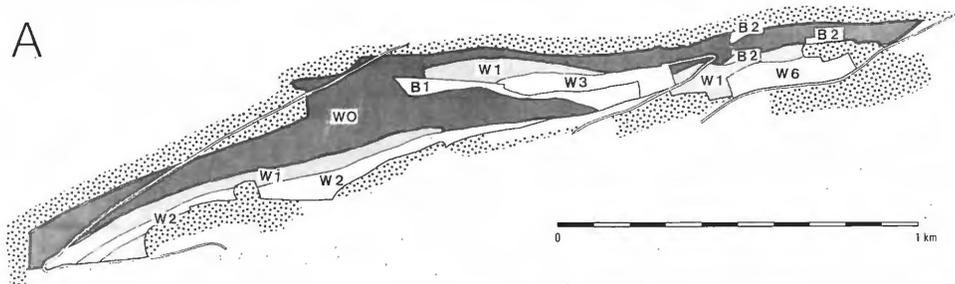
Tab. 1: Kartierungseinheiten

\*: steigende Indices für brachliegende Bestände (B) und bewirtschaftete (W) bezeichnen die zunehmende Divergenz (meist Verarmung) im Vergleich zu den *Mesobromion* - Gesellschaften im Untersuchungsgebiet.

Kartierungseinheiten*	Nutzungstypen	Pflanzengesellschaften
B 0 ; B 1 ; B 2	Brachen	Vergrasungs- und Verbuschungsstadien der Brachlandsukzession <i>Origano-Brachypodietum</i> , <i>Colchico-Brachypodietum</i> ; <i>Pteridium aquilinum</i> -Gesellschaft, <i>Berberidion</i> , <i>Rubo-Prunio</i> ; <i>Pagetalia</i>
W 0 ; W 1	bewirtschaftete Magerrasen	<i>Mesobromion</i> <i>Teucrio-Mesobrometum</i> , <i>Orchido morionis-Mesobrometum</i> , <i>Colchico-Mesobrometum</i> , <i>Tetragonolobo-Molinietum</i> , <i>Salvio-Mesobrometum</i> ; <i>Mesobromion</i> verarmt
W 2; W 3 ; W 4	Pettwiesen	<i>Arrhenatherion</i> <i>Arrhenatheretum brometosum</i> ; <i>Arrhenatheretum typicum</i> ; <i>Arrhenatherion</i> verarmt
W 2; W 3; W 4	Pettweiden	<i>Cynosurion</i> ( <i>Arrhenatheretum brometosum</i> ), <i>Festuco-Cynosuretum</i> ; <i>Lolio-Cynosuretum</i> ; <i>Cynosurion</i> verarmt
W 5	Aufforstungen	---
W 6	Äcker, Umbruchwiesen, Rebland, Pflanzgärten	---
W 7	Gebäude mit Umschwung, Straßen	---

Für jedes einzelne Vorkommen wurde ein „Gebietsplan“ (Fig. 2) hergestellt. Als Grundlagen für die Topographie dienten die Übersichtspläne der Schweizer Grundbuchvermessung 1 : 10 000 und wo nicht erhältlich die Landeskarte der Schweiz 1 : 25 000, Ausgabe 1976. Daraus wurden die einzelnen Gebiete auf den Maßstab 1 : 5 000 reprographiert und die Reprographien von Hand retouchiert. In jedem Gebiete wurden an folgenden Stellen pflanzensoziologische Aufnahmen gemacht:

A



- Grenzen der Mesobromion-Halbtrockenrasen von 1950
- ▨ umgebende Waldvegetation 1950
- Fahrwege und -straßen
- heutige Vegetationsgrenzen
- B Brache
- W Wirtschaftsflächen | Indices s. Tab.1
- ▣ heute noch vorhandene Mesobromion-Halbtrockenrasen (artenreich/artenarm)

B

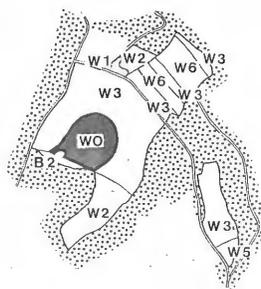


Fig. 2: Zwei Kartierungsbeispiele

Teilfigur A: „Blauenweid“, Gemeinde Blauen, Kt. Bern. 600–700 m ü. M., Exposition SSO, Neigung 14–30°. *Teucris-Mesobrometum* von 1950.

Teilfigur B: „Zürzech“, Gemeinde Gempen, Kt. Solothurn. 720 m ü. M., Plateaulage. *Orchido morionis-Mesobrometum* von 1950.

– An den Aufnahmestellen von ZOLLER 1945–1951: Aequivalentaufnahmen im Rahmen der möglichen Lokalisierbarkeit.

– In weiteren, noch existierenden *Mesobromion*-Beständen.

– In anderen, pflanzensoziologisch erfassbaren Beständen, die aus den ehemaligen *Mesobromion*-Rasen hervorgegangen sind.

Für sämtliche Bestandesaufnahmen wurde die Häufigkeit der Arten nach der von ZOLLER 1954 b verwendeten Abundanz/Dominanz-Skala geschätzt:

Bezeichnung	Deckung (%)	Abundanz	Mittlerer Wert (%)
–		selten, 1–2 Ex.	
+		zerstreut	
1	1 – 5	verbreitet	2
2	5 – 12,5		8,5
3	12,5 – 25		18,5
4	25 – 50		37,5
5	50 – 75		62,5
5!	75 – 100		87,5

Außer den pflanzensoziologischen Aufnahmen wurden für jedes Gebiet die weiteren landschaftlichen Veränderungen festgestellt, die seit 1950 eingetreten sind. Im Bereich von Blatt 1067 Arlesheim konnte der von EWALD (1978) kartierte Landschaftswan-

del beigezogen werden (Zeitraum 1950–1970). Diese pflanzensoziologischen und landschaftlichen Erhebungen bilden die Grundlage für die Liste der Kartierungseinheiten (vgl. Tab. 1). Sie diente dazu, sämtliche Gebiete flächendeckend und vergleichbar aufzunehmen, woraus für jedes Gebiet sofort die mehr oder weniger stark fortgeschrittene Veränderung beziehungsweise Verarmung hervorgeht. Dazu ist ausdrücklich festzuhalten, daß die Gruppe der bewirtschafteten Magerrasen (WO; W1) auch stark verarmte Bestände umfaßt, in denen die bezeichnenden Florenelemente oder die besonders attraktiven Arten des *Mesobromion* nicht mehr vorkommen. Aus den Gebietsplänen ließ sich die heutige Nutzungsstruktur feststellen und der Anteil der verschiedenen Nutzungsformen an den ehemaligen Halbtrockenrasen flächenmäßig berechnen.

Nur wenige, kleinflächige *Mesobromion*-Bestände kamen bei der Kartierung 1982/83 neu zum Inventar von 1949/54 hinzu. Diese wurden damals offenbar übersehen und sind nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

### 3. Rückgang der verschiedenen Halbtrockenrasen

#### 3.1 Flächenvergleich

Anhand der von ZOLLER in den Jahren 1949–1954 durchgeführten Kartierung läßt sich berechnen, daß der Anteil der Halbtrockenrasen kurz nach dem zweiten Weltkrieg im Untersuchungsraum auf Blatt Passwang noch 215 ha oder 1,5 % der Gesamtfläche betrug, auf Blatt Arlesheim mit 328 ha etwa 3 % des untersuchten Areals (vgl. Fig. 3). Aus Fig. 3 ist ferner zu entnehmen, daß der Gesamtrückgang der Halbtrockenrasen seit 1950 auf beiden Kartenblättern ungefähr gleich stark ist. Auf Blatt Passwang sind noch 22 % der ehemaligen Halbtrockenrasen übriggeblieben, auf Blatt Arlesheim 24 %, was einer Abnahme von 78 % bzw. 76 % entspricht. Daraus folgt, daß auf beiden der untersuchten Kartenblättern der Anteil an Halbtrockenrasen auf weniger als 1 % der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes zurückgegangen ist.

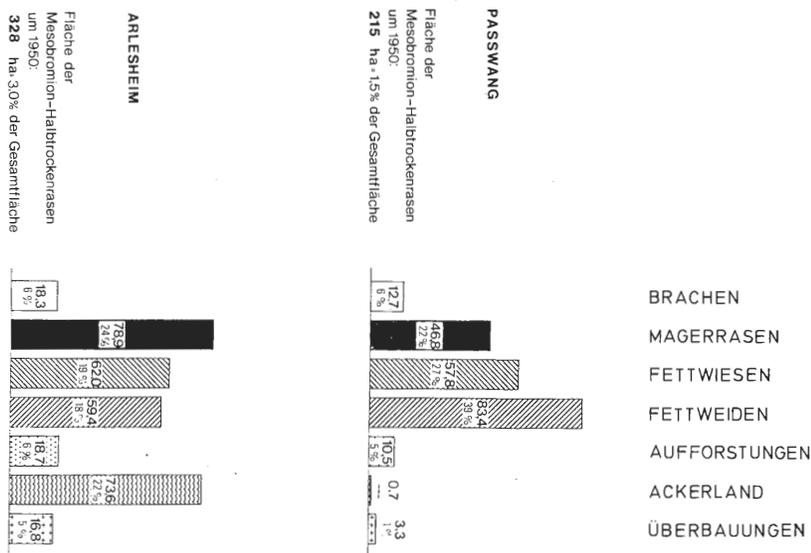


Fig. 3: Flächen- und Prozentanteile der heutigen Nutzungsform im Bereich der Halbtrockenrasen-Bestände des Verbandes *Mesobromion* von 1950 in den Teiluntersuchungsflächen „Passwang“ und „Arlesheim“. Flächenangaben in ha.

In den Fig. 3 und 4 kommt deutlich zum Ausdruck, daß die Intensivierung der Landwirtschaft die Hauptursache für den Rückgang der Magerrasen bildet, während Brachlegung (evtl. mit nachträglicher Aufforstung oder Verkauf des ehemaligen, extensiv bewirtschafteten Kulturlandes zu Bauzwecken) weniger ins Gewicht fallen. Aus Fig. 4 geht jedoch hervor, daß nicht alle Assoziationen gleichermaßen von diesen Strukturveränderungen betroffen sind.

So hat sich vom *Teucrio-Mesobrometum* auf Blatt Passwang über 1/4, auf Blatt Arlesheim sogar über die Hälfte der 1950 registrierten Fläche erhalten. Dabei ist allerdings in Rechnung zu stellen, daß ein großer Teil dieser Bestände stark verarmt ist. Inwiefern noch Bestände vorhanden sind, die mit den pflanzensoziologischen Strukturen von 1946–51 verglichen werden können, wird in Abschn. 4 kurz erläutert. Dagegen beträgt der Rückgang des *Orchido morionis-Mesobrometum* und des *Colchico-Mesobrometum* mindestens 80 bis 90 %. Berücksichtigt man, daß auch hier verarmte Bestände mitgerechnet worden sind, so erscheinen die Schätzungen von KIENZLE (1983) realistisch, nach denen von den ehemaligen Flächen des *Colchico-Mesobrometums* nur noch 5 % existieren.

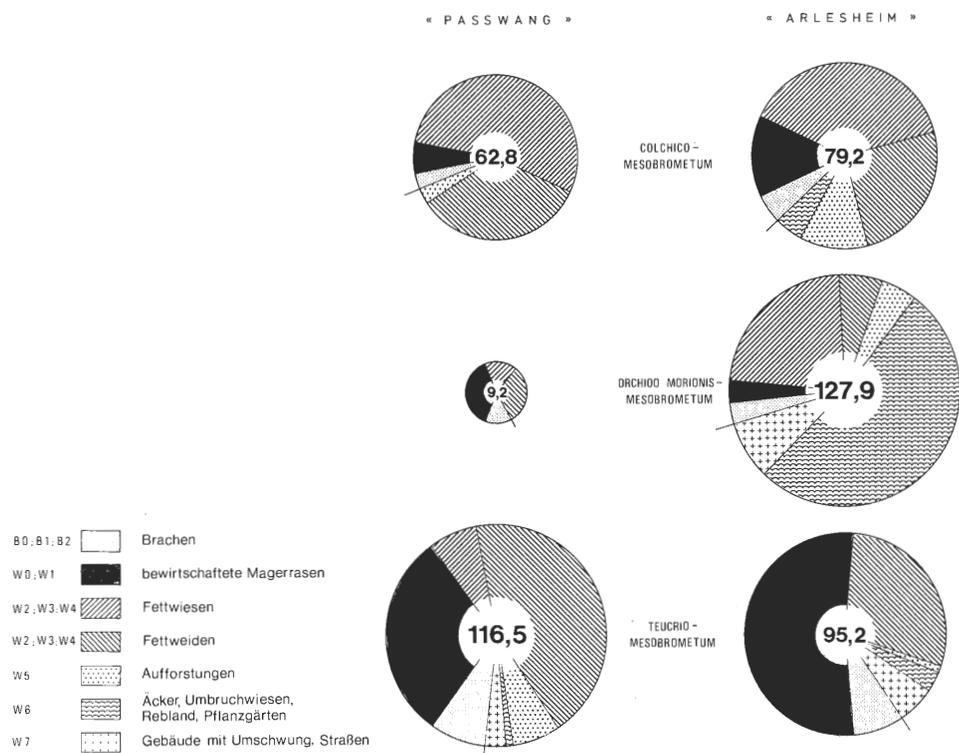


Fig. 4: Heutige Nutzungsstruktur der um 1950 erfaßten Bestände der wichtigeren *Mesobromion*-Typen (*Colchico-Mesobrometum*, *Orchido-morionis-Mesobrometum*, *Teucrio-Mesobrometum*) in den Teiluntersuchungsgebieten „Passwang“ und „Arlesheim“. Flächenangaben in ha für 1950.

Aus Fig. 5 wird ersichtlich, daß der Rückgang der Halbtrockenrasen auch lokal recht verschieden ist, was sich teilweise aus topographischen, edaphischen und kulturellen Verschiedenheiten erklären läßt. Besonders kraß erscheint er im östlichen Teil

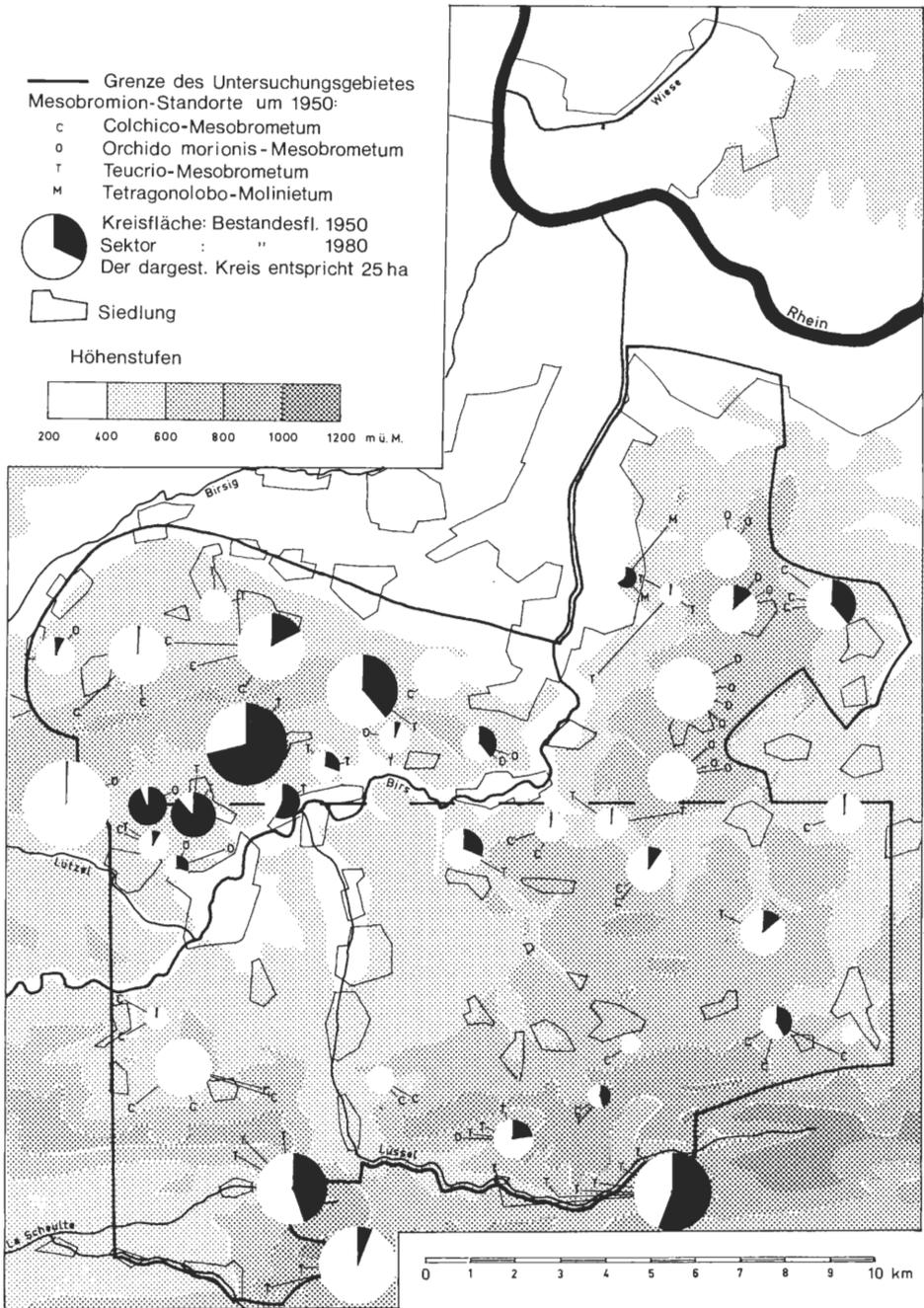


Fig. 5: Verbreitung der *Mesobromion*-Halbtrockenrasen von 1950 und ihr Flächenrückgang bis 1980 in den Teiluntersuchungsgebieten „Arlesheim“ und „Passwang“. Quellen: Kartierung der *Mesobromion*-Rasen durch H. Zoller (1949–1954); Wiederholung durch Ch. Wagner 1983 („Arlesheim“) und V. Frey 1982 („Passwang“).

von Blatt Arlesheim auf dem Gempenplateau. Wegen ihrer kaum geneigten Oberfläche, der geringen Entfernung von bäuerlichen Dorfsiedlungen und einer mittleren Gründigkeit des Bodens wurden dort nahezu sämtliche Bestände des *Orchido morionis-Mesobrometum* landwirtschaftlich verbessert. In der westlich der Birs anschließenden Blauenkette blieben auf der Südabdachung weit mehr *Mesobromion*-Rasen erhalten als auf der Nordseite. Schon früher hat H. ZOLLER (1947, 1954 b) gezeigt, daß sich das am Nordabfall vertretene *Colchico-Mesobrometum* leicht in ertragsreichere *Arrhenatherion*- oder auch Kunstwiesen umwandeln läßt, dank des ausgeglichenen Wasserhaushalts und der guten Nährstoffversorgung auf den tiefgründigen Böden über Gehängelehmen oder über den tonreichen Schichten des unteren Doggers. Voraussetzung für stärkere Düngung bildete der Bau befahrbarer Straßen auf die ehemaligen ungedüngten „Bergwiesen“. Dagegen waren die im Sommer öfters austrocknenden *Teucrio-Mesobrometen* des Südhanges viel eher vor einer stärkeren Intensivierung geschützt, was auch ihre noch immer vorherrschende Nutzung als „Allmend“-Weide erklärt. So haben sich am Blauen-Südhang, ausgesprochen siedlungsnah, noch ansehnliche Stücke von *Mesobromion*-Rasen erhalten, die über die Landesgrenzen der Schweiz quantitativ und qualitativ für die Erhaltung der mitteleuropäischen Trockenrasenflora von größter Bedeutung sind. Diese Bedeutung kann nicht hoch genug eingeschätzt werden, wenn man überrascht feststellt, daß der Rückgang aller *Mesobromion*-Rasen in den stadt- und siedlungsfürferen Teilen des Untersuchungsgebietes auf Blatt Passwang ebenso stark ist wie auf Blatt Arlesheim. Quantitativ und qualitativ mit dem *Teucrio-Mesobrometum* am Blauensüdhang vergleichbare Bestände finden sich dort nur im Schelten- und Lüsseltal auf der Südseite der Fringeli-Kette sowie in der Umgebung von Beinwil. Auch wenn ein gebietsweiser Vergleich nicht möglich erscheint, so ist hier die Feststellung wichtig, daß unsere Ermittlungen ergeben haben, daß auch die über dem *Mesobromion*-Verband gelegenen Bergweiden und Bergwiesen zwischen 900–1200 m Meereshöhe von der gleichen Tendenz der Umwandlung in floristisch verarmte Bestände betroffen sind.

### 3.2 Aktuelle Nutzungsstrukturen

Nach Fig. 4 weichen die heutigen Nutzungsstrukturen der ehemaligen *Mesobromion*-Rasen je nach Assoziation beträchtlich voneinander ab. So ist vom *Colchico-Mesobrometum* ein großer Teil in Fett- bzw. Kunstwiesen umgewandelt worden; vom *Orchido morionis-Mesobrometum* wurden viele Flächen in Ackerland oder andere Intensivkulturen (öfters auch Maisanbau) verwandelt, manche *Teucrio-Mesobrometen* sind von Magerweiden in  $\pm$  fette Weiden übergegangen. Da diese Umwandlung wegen der Trockenheit weniger gelingt, ist hier der Anteil an Brachen und Aufforstungen am höchsten. Die Unterschiede erklären sich leicht aus den verschiedenen edaphischen und lokalklimatischen Bedingungen, die in den verschiedenen Assoziationen herrschen (vgl. 2.1.). So kann das frische *Colchico-Mesobrometum* besonders gut als Fettwiese bewirtschaftet werden. Das flache *Orchido-Mesobrometum* eignet sich am besten für maschinelle Bearbeitung, während im *Teucrio-Mesobrometum* am ehesten eine intensivere Beweidung in Betracht kommt. Geringer als erwartet, ist der Anteil an brachgefallenen Flächen, die insgesamt nur mit ca. 10 % am gesamten Rückgang beteiligt sind. Dieser Anteil dürfte wohl etwas höher ausfallen, wenn das *Dauco-Salvio-Mesobrometum* in die Berechnung miteinbezogen würde. Viele der stärker geneigten Bestände dieser Assoziation bleiben sich selbst überlassen und verbuschen, weil sie wegen ihrer Steilheit niemand mehr mäht.

Nach Fig. 3 und 4 sind die Nutzungsstrukturen im Bereich der beiden Teiluntersuchungsgebiete sehr verschieden verteilt. Diese Unterschiede lassen sich leicht aus den topographischen Verhältnissen erklären. So rührt der hohe Ackerlandanteil im Bereich von Blatt „Arlesheim“ offensichtlich von den ackerfähigen Beständen auf dem Gem-

penplateau her. Solche ebenen Plateaulagen fehlen im Gebiet Passwang fast vollständig. Obwohl Umbruch und Ackerbau als Ursachen des Rückgangs z. B. von KLEIN et al. (1982) nicht genannt werden, handelt es sich hier keineswegs um Ausnahme-Erscheinungen. Durch Gründung von Außenhöfen sind auch im Aargauer-Jura praktisch alle eben gelegenen *Mesobromion*-Rasen verschwunden und durch den Bau guter Straßen hat sich sogar auf den Hochflächen des Schaffhauser-Randens ein ähnlicher Wandel vollzogen. Ferner übertrifft der Verlust durch Überbauung im stadtnahen Bereich von Blatt Arlesheim die entsprechende Einbuße auf Blatt Passwang um das Fünffache. Zwar scheint mit nur 16,8 ha sich der Rückgang von Halbtrockenrasen durch Einfamilien- und Wochenendhäuser innerhalb bescheidener Grenzen zu bewegen, doch sind gerade solchen Wohnsiedlungen einige besonders wertvolle Bestände zum Opfer gefallen. (z. B. Gem. Hofstetten). Umgekehrt war in den höher gelegenen niederschlagsreichen Berggebieten auf Blatt Passwang ein vermehrter Übergang zu Fettweiden von vornherein zu erwarten.

#### 4. Qualitative Veränderungen

Aus Platzgründen muß eine eingehende und umfassende Darstellung einer besonderen Publikation vorbehalten bleiben (ZOLLER et al. in Vorb.). Deshalb seien aus dem Vergleichsmaterial von 15 Äquivalentaufnahmen, die alle im Gebiet von Blatt 1067 Arlesheim gelegen sind, nur die Orchidaceen herausgegriffen, da ihr Verhalten in weiten Kreisen auf ein besonderes Interesse stößt. Von den 15 Lokalitäten gehören je sechs zum *Teucrio*- bzw. *Colchico-Mesobrometum*, die restlichen drei zum *Orchido morionis-Mesobrometum*. Die Äquivalentaufnahmen des *Teucrio-Mesobrometum* können noch heute als typische Bestände dieser Assoziation angesprochen werden, diejenigen des *Colchico-Mesobrometum* sind als verarmt zu bezeichnen, während diejenigen des *Orchido morionis-Mesobrometum* kaum mehr zu dieser Gesellschaft gerechnet werden können, sondern eher dem Verband der *Arrhenatherion*-Wiesen zuzuordnen sind. Wie aus Tab. 2 hervorgeht, haben die Stetigkeit und die mittlere Deckung auch von früher ausgesprochen häufigen Orchideen entscheidend abgenommen: *Orchis morio*, *Orchis mascula*, *Dactylorhiza maculata*, *Anacamptis pyramidalis*, *Gymnadenia conopsea* und *Listera*

Tab.2: Die Veränderungen von Stetigkeit S und mittlerer Deckung D einiger Orchideenarten im *Mesobromion* des Schweizer Jura südlich von Basel im Zeitraum zwischen 1950 und 1980.

Der Vergleich fußt auf ausgewählten Äquivalentaufnahmen von Beständen, deren Nutzung (als Weide respektive Mähwiese) um 1980 dieselbe war wie um 1950.

Die Kenngrößen berechnen sich wie folgt: Stetigkeit S = Häufigkeit des Erscheinens einer Art in den Aufnahmen im Verhältnis zur Zahl der ausgewerteten Aufnahmen; Werte: I = 0-20%, II = 21-40%, III = 41-60%, IV = 61-80%, V = 81-100%. Mittlere Deckung D = Mittel der Abundanz/Dominanz-Werte einer Art, errechnet aus den Aufnahmen, in denen die Art erscheint; für die Werte vgl. Skala in Kap. 2.2

Die mit \* bezeichneten Arten haben ihren Schwerpunkt im *Mesobromion*.

Gesellschaft	<i>Teucrio Mesobrometum</i>				<i>Orchido morionis-Mesobrometum</i>				<i>Colchico-Mesobrometum</i>			
	Weide 6				Mähwiese 3				Mähwiese 7			
	S		D		S		D		S		D	
Nutzung	1950		1980		1950		1980		1950		1980	
Anzahl Äquivalentaufnahmen	S		D		S		D		S		D	
Kenngröße	S		D		S		D		S		D	
Aufnahmedatum	1950		1980		1950		1980		1950		1980	
<i>Ophrys apifera</i> *	.	I	.	-								
<i>Ophrys fuciflora</i> *	I	I	+	-								
<i>Orchis morio</i> *	II	II	1	-	V	.	1	.				
<i>Orchis mascula</i> *	.	I	.	-	II	II	+	-	V	I	+	.
<i>Dactylorhiza maculata</i>									II	II	+	+
<i>Anacamptis pyramidalis</i> *	IV	II	+	+							+	.
<i>Platanthera chlorantha</i> *	III	I	+	-					IV	.	+	.
<i>Gymnadenia conopsea</i>	I	I	+	+	II	.	+	.	V	.	+	.
<i>Listera ovata</i>									V	.	+	.

*ovata*. Die entsprechenden Aequivalentaufnahmen auf Blatt Passwang von FREY (1983) zeigen eine übereinstimmende Tendenz. Demnach sind die Populationen vieler Orchideen nicht nur infolge der Umwandlung oder Zerstörung ehemaliger *Mesobromion*-Assoziationen verschwunden, sondern sie haben selbst in den noch existierenden Halbtrockenrasen an Häufigkeit beträchtlich abgenommen. Diese Tatsache ist deshalb besonders schwerwiegend, weil sämtliche dieser Arten einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt in den *Mesobromion*-Rasen aufweisen oder zum Teil  $\pm$  ausschließlich auf Halbtrockenrasen beschränkt sind. Wie in einer weiteren Publikation über die qualitativen Veränderungen gezeigt werden soll, (ZOLLER et al. in Vorb.) gilt, von wenigen Ausnahmen abgesehen, das Gleiche auch für alle übrigen charakteristischen *Mesobromion*-Arten.

## 5. Diskussion

Die Wiederholung der Kartierung von *Mesobromion*-Rasen im Gebiet der Kartenblätter Arlesheim und Passwang bestätigt anhand von genauen Flächenvergleichen den von WOLKINGER et al. (1981) auf 90 % und mehr geschätzten Rückgang der Halbtrockenrasen in den letzten 30 Jahren. Mit einem Flächenanteil von weniger als 1 % an der Gesamtfläche des Kartierungsraumes fallen sie wirtschaftlich kaum mehr nennenswert ins Gewicht. In den wenigen, noch verbliebenen Restbeständen persistieren von vielen bezeichnenden Arten mitteleuropäischer Kalkgebirge die letzten größeren Populationen. Ohne wirksamen Schutz und Pflege dieser Restbestände werden sie im Untersuchungsgebiet in höchstens 2–3 Jahrzehnten verschwinden, auch häufigere Orchideen, die mit Ausnahme von *Anacamptis pyramidalis*, wie *Orchis morio*, *Platanthera chlorantha* u. a. nicht unter die gefährdeten Arten der Schweizerflora von 1982 (LANDOLT et al.) aufgenommen worden sind. Für Schutz- und Pflegemaßnahmen eignen sich im Untersuchungsgebiet nur noch die verbliebenen Restbestände des *Teucrio-Mesobrometum*, während die wenigen Fragmente des *Colchico-* und *Orchido morionis-Mesobrometum* infolge zu geringer Fläche wohl kaum gehalten werden können. Entsprechende Bestrebungen sind bereits verwirklicht (Himmelried; Dittingen) oder noch im Gange (Blauen). Wie KIENZLE (1979, 1984) und ZOLLER et al. (1984) gezeigt haben, verlaufen im nicht mehr bewirtschafteten *Teucrio-Mesobrometum* verschiedene Vegetationssukzessionen, die vom Halbtrockenrasen über Brachwiesengesellschaften und Gebüsche oder Föhrenbestände zum Orchideen-Buchenwald führen. Ziel der Pflegepläne sollte es deshalb sein, unter Beibehaltung großer und diverser Halbtrockenrasen in einem Reservat möglichst verschiedene dieser Folgestadien in einem reichhaltigen Mosaik nebeneinander zu halten. Dabei dürfte sich das *Origano-Brachypodietum* (KIENZLE 1984) als besonders wertvolle Saumgesellschaft erweisen, da hier mehrere naturschützerisch wichtige Arten sogar besser gedeihen als in *Mesobromion*-Rasen wie *Anthericum ramosum*, *Anacamptis pyramidalis*, *Agrimonia eupatoria*, *Peucedanum cervaria*, *Aster amellus* u. a. (vgl. auch ZOLLER et al. 1984).

Im Hinblick auf die Zukunft von *Mesobromion*-Naturschutzgebieten erhebt sich aber die Frage, ob die jährlich aus der Luft eingetragene Stickstoff-Immission von 20–40 kg pro Jahr und Hektar (vgl. ULRICH 1982, HERMANN ELLENBERG 1984) nicht maßgeblich am Rückgang vieler *Mesobromion*-Arten beteiligt ist. Diese sind zwar inklusive *Ophrys*-Arten (vgl. VOGT 1984) keineswegs „düngerfeindlich“, vermögen aber nur bei nährstoffarmen Verhältnissen mit Arten zu konkurrenzieren, die unter günstigeren trophischen Bedingungen rasch eine große Biomasse erzeugen. Es ist deshalb sehr naheliegend den Rückgang der Orchideen in den Aequivalentflächen dadurch zu erklären, daß sie von der sich rascher und stärker entfaltenden Biomasse der Gräser unterdrückt wurden, wobei wahrscheinlich der viel geringere Lichtgenuß ein ausschlagge-

bender Faktor war. Um hierüber gesicherte Aussagen machen zu können, wären weitere Forschungen auf Dauerbeobachtungsflächen in den Mesobrometen, Populationszählungen und Konkurrenz-Experimente unter kontrollierten Bedingungen notwendig, und vor allem müßte man wissen, ob eine weitere landwirtschaftliche Düngung unterblieben ist.

## Zusammenfassung

1. Eine Flächenkartierung von drei verschiedenen *Mesobromion*-Rasen (*Teucrio*-, *Orchido morionis*- und *Colchico-Mesobrometum*) wurde zwischen 1949 und 1954 im nördlichen Schweizer Jura durchgeführt. Diese Kartierung wurde in den Jahren 1982 und 1983 auf zwei südlich von Basel gelegenen Blättern der Landeskarte der Schweiz wiederholt (Blatt 1067 Arlesheim, Blatt 1087 Passwang).
2. In sämtlichen 1949/54 registrierten *Mesobromion*-Gebieten wurden die Anteile der Nutzungsstrukturen 1982/83 flächengleich aufgenommen, und sofern noch vorhanden, wurden in den schon zwischen 1946 und 1951 analysierten Beständen Aequivalentaufnahmen durchgeführt.
3. Die mageren *Mesobromion*-Rasen sind im Gebiet von Blatt Arlesheim von 328 ha auf 78,9 ha zurückgegangen, was einer Abnahme um 75 % entspricht. Auf Blatt Passwang sank die Fläche der *Mesobromion*-Rasen von 215 ha auf 46,8 ha, was einem Verlust von 78 % entspricht.
4. Die Ursachen des Rückgangs hängen in erster Linie mit der Intensivierung der Landwirtschaft zusammen, weichen aber bei den verschiedenen Assoziationen erheblich voneinander ab. Das *Colchico-Mesobrometum* wurde vorwiegend in Fett- und Kunstwiesen umgewandelt, während das *Orchido morionis-Mesobrometum* heute vielfach als Ackerland bewirtschaftet wird und sich anstelle des *Teucrio-Mesobrometums* oft Fettweiden ausgebreitet haben.
5. Nicht alle drei Assoziationen sind von diesem Rückgang gleich stark betroffen, am wenigsten das *Teucrio-Mesobrometum*, von dem noch nahezu die Hälfte der Bestände verblieben sind. *Colchico*- und *Orchido morionis-Mesobrometum* sind im Untersuchungsgebiet im Verschwinden begriffen.
6. Der Rückgang der Orchideen ist nicht nur durch das Verschwinden der ehemaligen *Mesobromion*-Rasen bedingt. Wie die Aequivalentaufnahmen zeigen, sind sie auch in heute noch bestehenden *Mesobromion*-Rasen zurückgegangen, auch wenn diese nicht oder nur wenig gedüngt wurden.

## Summary

H. ZOLLER, Chr. WAGNER, V. FREY (1986): Floristic changes of unfertilized *Mesobromion*-meadows, caused by agriculture during the last thirty years (1950–1980).

1. In the year 1949/1954 the whole surface of the *Mesobromion*-alliance was mapped in an area south of Basle (national map of Switzerland 1 : 25 000, no. 1067 Arlesheim, no 1087 Passwang). There were distinguished the three following, ecologically different associations: the *Teucrio-Mesobrometum* on south exposed, sunny slopes, the *Orchido morionis-Mesobrometum* upon high plateaus and the *Colchico-Mesobrometum* on north exposed, shady places.

2. In the years 1982/1983 the surface of the different kinds of utilization was investigated and mapped in all *Mesobromion*-meadows registered 1949/1954. In those regions, where the former unfertilized *Mesobromion*-meadows are still existing the phytosociological inventories were repeated 1982/1983 at the same places.
3. The unfertilized *Mesobromion*-meadows have decreased in the region of the sheet no. 1067 Arlesheim from 328 ha to 78,9 ha (loss of 76 %). In the region of the sheet no. 1087 Passwang the surface has diminished from 215 ha to 46,8 ha (loss of 78 %).
4. This strong decrease is mainly caused by the higher intensity of modern agriculture, but the causes of decreasing are very different. The *Colchico-Mesobrometum* was chiefly transformed into fertilized meadows or artificial grass, whereas the *Orchido morionis-Mesobrometum* is actually utilized by agriculture (corn, potato, maize). At the place of *Teucro-Mesobrometum* fertilized pastures have often spread out.
5. The rate of decrease differs between the three associations. *Colchico-* and *Orchido morionis-Mesobrometum* are vanishing in the investigated area, while half of the *Teucro-Mesobrometum*-meadows are still persisting.
6. The disappearing of *Mesobromion*-meadows is an important, but not the only cause of the general decrease of Orchids. The recent phytosociological inventories of the same areas analysed at 1949/1954 show clearly, that the Orchids have diminished in still existing *Mesobromion*-meadows even though they were hardly fertilized.

## Literatur

- BISCHOF, N. (1981): Gemähte Magerrasen in der subalpinen Stufe der Zentralalpen. – *Bauhinia* 7(2).
- ELLENBERG, Hermann (1985): Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluß von Düngung und Immissionen. – *Schweiz. Z. Forstwesen* 136.
- EWALD, K. (1978): Der Landschaftswandel. Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jhd. – *Tätigkeitsber. Naturforsch. Ges. Baselland* 30, Liestal.
- FREY, V. (1983): Wandel und Rückgang der Mesobrometen im Schweizer Jura (Blatt 1087 Passwang). – Diplomarbeit, Bot. Inst. Univ. Basel.
- GEHRT, E.: Zur Erfassung der naturschutzrelevanten Weiden mit Bewirtschaftungsbeiträgen. – ARP, Solothurn (unveröff.).
- GUTERSOHN, H. (1964): *Geographie der Schweiz*, 2.2, Bern.
- KIENZLE, U. (1979): Sukzessionen in brachliegenden Magerwiesen des Juras und des Napfgebietes. – Diss. Univ. Basel, Sarnen.
- ,– (1983): Sterben die Mesobrometen aus? – *Bauhinia* 7(4).
- ,– (1984): *Origano-Brachypodietum* und *Colchico-Brachypodietum*, zwei Brachwiesen-Gesellschaften im Schweizer-Jura. – *Phytocoenologia* 12(4).
- KLEIN, A. & H. KELLER (1982): Trockenstandorte und Bewirtschaftungsbeiträge. – Bundesamt Forstwesen, Bern.
- KORNECK, D., W. LANG & H. REICHERT (1981): Rote Liste der in Rheinland-Pfalz ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. – *Beitr. Landespflege Rheinland-Pfalz* 8.
- LANDOLT, E., H.P. FUCHS, Ch. HEITZ & R. SUTTER (1982): Bericht über die gefährdeten und seltenen Gefäßpflanzen der Schweiz. – *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* 49, Zürich.
- RICHARD, J.L. (1975): Les groupements végétaux du Clos du Doubs. – *Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz* 57.
- RITTER, M. (1984): Trockenvegetation im Grünland des Kantons Jura. – *Beitr. zum Naturschutz in der Schweiz* 6, SBN, Basel.
- ULRICH, B. (1982): Gefahren für das Waldökosystem durch saure Niederschläge. – *Mittg. Landesanst. Oekologie, Nordrh.-Westf., Sonderheft*.

- VOGT, W. (1984): Pflanzensoziologische Untersuchungen im Naturschutzgebiet Chilpen bei Diegten (BL). - Tätigkeitsber. Naturf. Ges. Baselland **32**, Liestal.
- WAGNER, Ch. (1984): Nutzungsbedingte Veränderungen auf *Mesobromion*-Standorten in der Region Basel (Blatt Arlesheim). - Diplomarbeit, Bot. Inst. Univ. Basel.
- WOLKINGER, F. & PLANK S. (1981): Les pelouses sèches en Europe. - Conseil de l'Europe.
- ZOLLER, H. (1947): Studien an *Bromus erectus*-Trockenrasengesellschaften in der Nordwestschweiz, speziell im Blauengebiet. - Ber. Geobot. Inst. Rübel 1946, Zürich 1947.
- , (1954 a): Die Arten der *Bromus erectus*-Wiesen des Schweizerjuras, ihre Herkunft und Areale mit besonderer Berücksichtigung der Verbreitung in ursprünglicher Vegetation. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel **28**.
- , (1954b): Die Typen der *Bromus erectus*-Wiesen des Schweizerjuras. - Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz **33**.
- , (1974): Flora und Vegetation der Innalluvionen zwischen Scuol und Martina (Unterengadin). - Ergebn. wissenschaftl. Unters. Schweiz. Nationalpark NS. **12**(4).
- ZOLLER, H., N. BISCHOF, A. ERHARDT & U. KIENZLE (1984): Biocoenosen von Grenzertragsflächen und Brachland in den Berggebieten der Schweiz. Hinweise zur Sukzession, zum Naturschutzwert und zur Pflege. - Phytocoenologia **12**(2/3).

Anschrift der Verfasser: Botanisches Institut der Universität, Abteilung für Pflanzensystematik, CH-4056 Basel, Schweiz



# Die Vegetation des Großen Leinebusches bei Göttingen

## Ein seltenes Beispiel bodenfeuchter Laubmischwälder auf Muschelkalk

Hartmut Dierschke

### Zusammenfassung

Der Große Leinebusch, auf einem Muschelkalkplateau südwestlich von Göttingen gelegen, zeichnet sich durch die Kombination von Kalkuntergrund und Stauwasser tonreicher Schichten aus. Diese ökologischen Besonderheiten bedingen verschiedene naturnahe, artenreiche Laubmischwald-Gesellschaften, in denen *Fagus sylvatica* stark zurücktritt oder fehlt. In Südniedersachsen gibt es keinen ähnlichen Wald vergleichbarer Größe. Folgende Waldgesellschaften lassen sich unterscheiden:

Erlen-Sumpfwald (*Carici elongatae-Alnetum*)

(Erlen-)Eschenwald (*Carici remotae-Fraxinetum*)

Mädesüß-Eichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum stachyo-filipenduletosum*)

Reiner Waldziest-Eichen-Hainbuchenwald (*St.-C. stachyo-typicum*)

Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwald (*St.-C. stachyo-corydaletosum*).

Buchenwälder des *Melico-Fagetum* sind fast nur randlich vorhanden.

Neben der vegetationskundlichen Beschreibung werden bodenökologische Daten angeführt (Bodenprofile, Vernässungsgrad, pH-Werte, Nährstoffgehalte, Stickstoff-Nettomineralisation), die sowohl die floristischen Abstufungen untermauern als auch allgemein auf sehr günstige Lebensbedingungen für die Wälder hinweisen.

### I. Einleitung

Die Umgebung von Göttingen wird durch mesozoische Gesteine (vorwiegend Muschelkalk und Buntsandstein) und deren Böden bestimmt. Unter subatlantisch-humidem Klimateinfluß (mit z. T. leicht subkontinentalen Tendenzen) besteht die natürliche Vegetation vorwiegend aus Buchenwäldern (vgl. DIERSCHKE 1985). Laubmischwälder sind meist erst durch Nieder- und Mittelwaldwirtschaft entstanden (s. SCHUBART 1966).

Auf fast allen Standorten muß man also *Fagus sylvatica* die höchste Konkurrenzkraft zusprechen. Selbst die flachgründig-steilen, zur Austrocknung neigenden Südhänge des Muschelkalkes werden noch von Buchenwäldern (*Carici-Fagetum*) eingenommen. Nur auf besonders feuchten Böden in Tälern oder auf stauenden, tonreichen Substraten ist die Wuchskraft der Buche stark eingeschränkt. Von den hier zu erwartenden Wäldern sind aber höchstens kleine Reste erhalten, wobei solche Standorte in der Göttinger Umgebung ohnehin recht selten sind.

Eine Ausnahme, wohl auch im weiteren Bereich Südniedersachsens, bildet der Große Leinebusch, ein größeres Waldgebiet südwestlich von Göttingen. Er zeigt ver-

schiedene Ausprägungen buchenarmer bis -freier Laubmischwälder auf staufeuchten bis nassen Tonböden über Muschelkalk, die es verdienen, einmal genauer beschrieben zu werden.

Auf diese heute in Südniedersachsen einmaligen Wälder wurden wir im Rahmen einer großräumigen Erfassung der Waldgesellschaften westlich des Leinetales (SCHRÖDER 1971) aufmerksam. Später schlossen sich mehrjährige vegetationskundlich-ökologische Untersuchungen an. Schließlich ergab sich im Rahmen eines ökologischen Beweissicherungsverfahrens für den Neubau einer Bundesbahnstrecke, die einen Randbereich des Großen Leinebusches untertunnelt, ein aktueller Anlaß, das Gebiet noch einmal gründlich zu bearbeiten und die Pflanzengesellschaften zu kartieren (DIERSCHKE 1983).

Der besondere biologische Wert des Großen Leinebusches ist inzwischen weithin anerkannt. Neben einer wechselvollen Flora und Vegetation wird auch die Tierwelt als besonders artenreich eingestuft (DABER & HEITKAMP 1981). Zur Zeit läuft das Verfahren zur Unterschutzstellung des Gebietes.

## II. Das Untersuchungsgebiet

Der Große Leinebusch gehört zum weiten Muschelkalkplateau der Dransfelder Hochfläche westlich des Göttinger Leinetales. Das großenteils ebene bis schwach wellige Gebiet (um 320 m NN) fällt ganz allmählich von NW nach SO ab. Nur nach Südwesten, im Übergang zur Mulde des Grauen Tales, gibt es stärker geneigte Hänge.

Ökologisch bestimmend sind die Ceratitenschichten des Oberen Muschelkalkes ( $mo_2$ ), die aus einem Wechsel harter Kalksteinplatten und toniger Zwischenlagen bestehen (NAGEL & WUNDERLICH 1969). Diese „Tonplatten“ stehen im Leinebusch direkt an oder befinden sich dicht unter der Oberfläche. Aus ihnen sind tonreiche, zu Wasserstau neigende Böden entstanden, die man allgemein den Pelosolen zuordnen kann. In den untersten Bodenhorizonten findet man oft kleine Kalksteine. Etwas schluffigere Böden deuten auf leichte Lößbeimengungen hin; vereinzelt gibt es kleine Lößinseln mit basenärmeren Parabraunerden.

Der Vernässungsgrad der Böden ist einmal abhängig von der Mächtigkeit und allgemeinen Lage der Tonschicht, dann aber auch vom Kleinrelief und schließlich, zeitlich gesehen, von der Niederschlagsverteilung und der Pumptätigkeit der transpirierenden Pflanzendecke. Im Winter und Frühjahr sind fast überall recht hohe Wasserstände feststellbar; in nassen Mulden kommt es teilweise zu Überstauungen. In der Vegetationsperiode sinkt der Wasserstand bald ab, kann aber bei stärkeren Niederschlägen auch wieder rasch ansteigen. In niederschlagsarmen Sommermonaten kommt es zu stärkerer Austrocknung; viele Böden werden sehr hart und zeigen Schrumpfrisse.

Eine natürliche Entwässerung ist mit Ausnahme einer kleinen Rinne zum Grauen Tal hin nicht vorhanden. Zwar werden besonders die nasserer Gebietsteile von etlichen Gräben durchzogen. Sie sind aber nur periodisch mit Wasser gefüllt und haben meist keinen Abfluß nach außen, bewirken also nur eine leichte Umverteilung des Wassers im Gebiet selbst.

Nur an den Hängen zum Grauen Tal im Südwesten herrschen abweichende Bedingungen. Hier streichen die Ceratitenschichten aus. Bestimmend sind vor allem die har-

ten Bänke des Trochitenkalkes ( $mo_1$ ), die flach- bis mittelgründige, skelettreiche Kalkböden (Rendzina, verbrauchte Rendzina) ergeben.

### III. Angaben zur Flora und Phänologie

Eine Florenliste der Gefäßpflanzen (DIERSCHKE 1983) ergab für den Großen Leinebusch 160 Arten. Wenn man einige Störungszeiger abzieht und berücksichtigt, daß es sich um ein reines Waldgebiet handelt, ist diese Zahl sehr hoch. So findet man hier mit Ausnahme einiger Trockenheitszeiger fast die ganze Palette anspruchsvoller Waldpflanzen kalkreicher Standorte, manche in beeindruckender Menge und Üppigkeit. Hinzu kommt eine größere Zahl von Feuchte- und Nässezeigern.

In diesen artenreichen Wäldern ergeben sich vor allem im Frühjahr bis Frühsommer sehr bunte, abwechslungsreiche Aspekte. Einige Ergebnisse phänologischer Untersuchungen aus dem Leinebusch finden sich bei DIERSCHKE (1982; bes. Abb. 3). Schon im zeitigen Frühjahr fallen weiße Flecken von *Leucojum vernum* auf. Im April beginnt die erste richtige Blühwelle mit unzähligen hellgelben Blüten von *Primula elatior*, bald unterstützt durch blaue Flecken von *Pulmonaria obscura*, goldgelbe Farben von *Anemone ranunculoides* und *Ranunculus ficaria* und dem Weiß von *Anemone nemorosa*. Hier werden teilweise bereits Unterschiede der Staunässe erkennbar: In nassen Mulden sind die Frühblüher kaum vorhanden. Feuchte, oft weiche Böden sind vor allem durch Primel und Scharbockskraut charakterisiert, während etwas weniger feuchte Standorte vor allem durch die weiße Farbe großer Herden des Buschwindröschens auffallen.

Anfang Mai überlagert eine zweite Blühwelle die erste. Zunehmend mischt sich das Gelb von *Ranunculus auricomus* ein. An feuchteren bis nassen Stellen bilden sich weiße Flecken von *Cardamine pratensis* mit einem Maximum in sehr nassen, fast baumfreien Mulden.

Mitte Mai beginnt mit der Blüte von *Stellaria holostea* und *Ranunculus lanuginosus* eine neue Phase bis weit in den Juni hinein. Besonders die weithin leuchtenden, in großen Mengen hervortretenden Blüten des Wolligen Hahnenfußes bestimmen weithin das Bild. Die Baumschicht, vorher noch recht offen, bildet jetzt ein dichtes Blätterdach und läßt nur noch in Lücken mehr Licht zum Boden durch.

In die vorige Phase mischen sich etwas später erneut andere Aspekte. Vor allem die weißen Blüten von *Allium ursinum* fallen stärker auf. *Galium odoratum* bildet einzelne Flecken, vorwiegend an weniger feuchten Stellen. An den nassesten und helleren Stellen hat sich inzwischen eine sehr üppig-hochwüchsige Schicht von Sommerpflanzen entwickelt, deren erste zu blühen beginnen (*Geum rivale*, *Valeriana dioica*, *Ranunculus repens*). Als einziger auffällig blühender Strauch fällt vereinzelt *Crataegus laevigata* auf, allerdings nur an sehr lichten Stellen.

Schon in der zweiten Maihälfte und verstärkt im Juni vergilben die vielen Frühlingsgeophyten und werden durch hohe Sommerpflanzen ersetzt. Vor allem die durchweg sehr üppige Decke des Scharbockskrautes verschwindet rasch. In der zweiten Junihälfte bestimmen sommergrüne Arten ganz das Bild, wenn auch deutliche Blühaspekte kaum noch zu erkennen sind. *Aegopodium podagraria* bildet stellenweise weiße lockere Flecken, mehr einzeln blüht *Lilium martagon*. Später fallen dann noch *Filipendula ulmaria* an nassen Stellen, weiter verbreitet *Stachys sylvatica* und *Campanula trachelium* etwas auf.

So hat der Große Leinebusch vom zeitigen Frühjahr an bis in den Hochsommer hinein seinen besonderen Reiz. Für den Botaniker hat er ihn auch ohne die vielen bunten Farbaspekte. Gibt es hier doch eine Reihe von Arten, die zumindest in der an Feuchtbiotopen armen Umgebung kaum oder gar nicht vorkommen. Hierzu zählen vor allem *Carex elongata*, *Calamagrostis canescens*, *Iris pseudacorus* und *Poa remota*. Letztere kommt in Südniedersachsen überhaupt nur an zwei Stellen vor (s. HAEUPLER 1976) und ist auch in weiteren Gebieten sehr selten (vgl. LUDWIG 1954, RÜHL 1969, KAHLHEBER 1982).

Im Rahmen Nordwestdeutschlands zeigen die Wälder Südniedersachsens teilweise schon leicht subkontinentale Züge. Dies gilt vor allem auch für bodenfeuchte Laubmischwälder, wie Vergleiche mit anderen Gebieten zeigen. Als atlantische Art erreicht *Ilex aquifolium* von Nordwesten her gerade noch den Solling, ist dagegen z. B. in Westfalen für ähnliche Wälder recht bezeichnend (vgl. BURRICHTER 1953, POTT 1985). Dagegen gibt es eine Reihe von Pflanzen, die nach OBERDORFER (1983) mehr kontinentale Verbreitungsschwerpunkte zeigen. Zumindest in bodenfeuchten Laubmischwäldern kommen sie weiter nordwestlich kaum noch vor. Hierzu gehören *Asarum europaeum*, *Galium sylvaticum*, *Hordelymus europaeus*, *Lathyrus vernus*, *Lilium martagon* und *Ranunculus lanuginosus*. Sie treten auch in der Umgebung oft sehr wuchskräftig und mit hoher Stetigkeit auf und dringen weit auf Feuchtstandorte vor.

#### IV. Waldnutzung und Gehölzstruktur

Wie schon anderenorts dargestellt (SCHUBART 1966, DIERSCHKE 1985), wurden die Wälder Südniedersachsens, wie allgemein in Mitteleuropa, über viele Jahrhunderte stark übernutzt. Anstelle naturnaher Buchenwälder entstanden Laubmisch-Nieder- und Mittelwälder, oft eher dem *Carpinion* zugehörig. Reste dieser alten Nutzungsformen sind heute in der Umgebung des Großen Leinebusches noch vielfach erhalten. Die in Privatbesitz befindlichen Gebiete werden erst heute allmählich in Hochwald überführt, wobei *Fagus sylvatica* wieder an Gewicht zunimmt.

Die Bestände des Großen Leinebusches weichen allerdings deutlich von diesen Wäldern ab. In der hohen, oft über 30 m erreichenden oberen Baumschicht herrschen sehr gutwüchsige, mächtige, oft breitkronige Eichen, seltener einzelne Buchen, dazu Eschen, Berg- und Spitzahorn. Die etwas weniger hohen Bäume von Hainbuche, Feldahorn, Vogelkirsche, vereinzelt auch Winterlinde bilden vorwiegend geradwüchsige, stellenweise bis weit über 20 m hohe Bäume, so daß es keine klare Differenzierung in zwei Baumschichten gibt. Eine Unterschicht bilden eher die an einigen Stellen stärker nachwachsenden jungen Buchen, allerdings nur in weniger feuchten Bereichen. Fast bei allen Bäumen handelt es sich um Kernwüchse. Stockausschläge und andere Formen stärkerer menschlicher Eingriffe (s. BURRICHTER 1984) sind kaum vorhanden.

Insgesamt ist die Baumschicht recht dicht, so daß eine richtige Strauchschicht fehlt. Nur vereinzelt findet man Sträucher von Haselnuß oder Weißdorn sowie Jungwuchs der Bäume. Letzterer konzentriert sich in Schlaglücken des plenterartig genutzten Waldes. Oft herrschen dann Eschen und Ahorne, während Buche und Hainbuche mehr einzeln nachwachsen. Nur die Eiche zeigt fast keine Verjüngung (s. auch LOHMEYER 1967).

Das gesamte Waldbild macht heute einen relativ ungestörten, naturnahen Eindruck und unterscheidet sich so grundsätzlich von Laubmischwäldern trockenerer Standorte, die nur als halbnatürlich (DIERSCHKE 1984) einzustufen sind. Schon in

einem forstlichen Bericht von 1749 (zitiert nach SCHUBART 1966) wird der Leinebusch als Gebiet besonders gutwüchsiger Eichen (etwa 3 000 Stück im Alter von 80–100 Jahren) erwähnt, von denen heute wohl noch etliche vorhanden sind. Auch Eichenanflug wird für die damalige Zeit erwähnt. SCHUBART selbst vertritt hingegen die Meinung, daß auch im Leinebusch das Vordringen der Eiche als Hauptbaum nur mit besonderer menschlicher Hilfe möglich war.

Nach meiner Meinung, gestützt auf ökologische Untersuchungen (s. u.), zeigt der Leinebusch aber großenteils ein recht naturnahes Waldbild. Die Holzartenzusammensetzung im einzelnen ist sicherlich vom Menschen mitgeprägt. Der natürliche Anteil von *Fagus sylvatica* ist schwer abzuschätzen. Einige sehr hohe, breitkronige Buchen zeugen von guter Wuchskraft. Ähnliche Einzelbäume gibt es aber auch anderswo auf feuchteren Böden. In dichten Anpflanzungen wächst die Buche recht gut. Auf stellenweise starken Buchennachwuchs wurde bereits hingewiesen.

Untersucht man die Böden des Leinebusches in Trockenjahren, sind vielfach kaum Staunässemerkmale zu erkennen, so daß man Zweifel bekommt, ob es sich um einen Laubmischwald-Standort handelt. In feuchteren Jahren tritt Stauwasser jedoch bis in den Frühsommer hinein auch in oberen Bodenhorizonten auf (s. Abb. 2). Vermutlich reicht dies aus, die Wuchskraft der Buche einzudämmen. Nach ELLENBERG (1982, S. 221) wird *Fagus sylvatica* auf kolloidreichen Böden in ihrer Konkurrenzkraft deutlich beeinträchtigt, sobald der Grundwasserspiegel mehr als 3 Monate bei 50 cm oder höher steht. Solche Bedingungen sind im Leinebusch nicht selten und erklären sicher mit die heutige Gehölzstruktur.

## V. Die Waldgesellschaften

Im Vordergrund der Beschreibung stehen die Laubmischwälder feuchter bis nasser Standorte, die das eigentlich Besondere des Großen Leinebusches darstellen. Flächenmäßig überwiegen artenreiche, bodenfeuchte Eichen-Hainbuchenwälder verschiedener Ausprägung. Hinzu kommen in nassen Mulden reine Eschenwälder. Hervorzuheben ist weiterhin ein einzelner Schwarzerlen-Bestand auf langfristig überstautem Boden. Nur an höheren oder stärker hängigen Stellen gibt es Buchenwälder. Nicht weiter erwähnenswert sind einige kleine, meist schlechtwüchsige Nadelholzbestände.

### 1. Eichen-Hainbuchenwälder (Tabelle 1, im Anhang)

#### *Stellario-Carpinetum*, Subass.-Gruppe von *Stachys sylvatica*

Artenreiche Eichen-Hainbuchenwälder bestimmen weithin das Bild im Großen Leinebusch. Vieles in den vorhergehenden Kapiteln Gesagte (z. B. Gehölzstruktur, Phänologie) gilt vor allem für diese Bestände. Ihre syntaxonomische Bewertung folgt weitgehend einer Übersicht der Eichen-Hainbuchenwälder Nordwestdeutschlands (DIERSCHKE 1986). Sie ergibt eine deutliche Zweiteilung dieser Wälder in solche basenreicher und basenarmer Standorte, die als zwei Subassoziations-Gruppen aufzufassen sind. Erstere lassen sich als Subass.-Gruppe von *Stachys sylvatica* vereinigen (bei DIERSCHKE 1985 provisorisch nach *Raunuculus ficaria* benannt). Sie ähnelt der schon bei TÜXEN (1937) etwas weiter gefaßten „Feuchten Subassoziations-Gruppe“, die auch später ohne klare Benennung in der Literatur auftaucht, bzw. den oftmals erwähnten „artenreichen feuchten Eichen-Hainbuchenwäldern“.

In der genannten Übersicht enthält die Subass.-Gruppe von *Stachys sylvatica* folgende Subassoziationen:

*Stellario-Carpinetum stachyo-typicum*  
*Stellario-Carpinetum stachyo-filipenduletosum*  
*Stellario-Carpinetum stachyo-corydaletosum.*

Das *St.-C. stachyo-typicum* bildet den Kern der Subass.-Gruppe und entspricht dem alten *Quercus-Carpinetum stachyetosum* von TÜXEN (1937), das gegenüber den beiden anderen Untereinheiten aber keine Trennarten aufweist. Die früher als *Quercus-Carpinetum primuletosum veris* abgetrennten halbnatürlichen Laubmischwälder stellen nordwestliche Ausläufer des *Galio-Carpinetum* dar. Andere Untereinheiten (z. B. *Q.-C. elymetosum*, *Q.-C. dryopteridetosum*) gehören eher ins *Fagion*.

Im Großen Leinebusch sind alle oben erwähnten Subassoziationen vertreten, wie Tabelle 1 zeigt. Dabei ist die floristische Grundstruktur zunächst recht ähnlich. In der teilweise stärker strukturierten, 25–35 m hohen Baumschicht herrschen meist *Quercus robur* und *Carpinus betulus*, z. T. mit höheren Anteilen von *Fagus sylvatica*. Auch hohe, sehr wuchskräftige Eschen sind sehr bezeichnend. Hinzu kommen mehrere andere Arten, die insgesamt ein bemerkenswert artenreiches Bild ergeben.

In der meist nur schwach erkennbaren, teilweise ganz fehlenden Strauchschicht findet man häufiger junge Buchen, dazu öfters *Corylus avellana* und *Crataegus laevigata*.

In der sehr üppigen Krautschicht, deren reizvoller phänologischer Wechsel schon hervorgehoben wurde, gibt es eine größere Zahl überall vorkommender Arten, die oft als anspruchsvolle, auf feuchtere Böden konzentrierte Mullbodenpflanzen anzusprechen sind. Hierzu gehören vor allem die Trennarten der Subass.-Gruppe, von denen *Primula elatior*, *Pulmonaria obscura*, *Ranunculus ficaria* und *R. lanuginosus* fast überall auftreten. Hinzu kommen weiter verbreitete Arten wie *Anemone nemorosa*, *Asarum europaeum*, *Milium effusum* u. a.

Die erstere Gruppe, verstärkt durch *Deschampsia cespitosa*, *Stachys sylvatica*, *Circaea lutetiana* und *Cardamine pratensis*, erlaubt auch eine Abtrennung der Eichen-Hainbuchenwälder gegenüber den Buchenwäldern (s. DIERSCHKE 1985). Dagegen sind eigentliche *Carpinion*-Arten, wie auch sonst in Nordwestdeutschland, gering an Zahl. Neben *Carpinus betulus* (dazu vereinzelt *Prunus avium* und *Tilia cordata*) in der Baumschicht findet man häufig *Stellaria holostea*, *Dactylis polygama* und *Galium sylvaticum*, die zwar hier ihr Optimum haben, aber auch in Buchenwäldern öfters zu finden sind.

Das häufige Vorkommen des Waldlabkrautes deutet bereits eine gewisse Verwandtschaft zum *Galio-Carpinetum* an, ist aber wohl dessen am wenigsten aussagekräftige Art. Es kann vielmehr zusammen mit anderen Arten gemäßigt kontinentaler Verbreitungsschwerpunkte (*Asarum europaeum*, *Hordelymus europaeus*, *Lathyrus vernus*, *Lilium martagon*, *Ranunculus lanuginosus*) als bezeichnend für eine subkontinental getönte Gebietsausbildung (Vikariante) angesehen werden, wie sie weiter südlich auch von Th. MÜLLER (1966, 1967) beschrieben wurde.

### 1.1 Reiner Waldziest-Eichen-Hainbuchenwald

#### *Stellario-Carpinetum stachyo-typicum*

Weite Bereiche des leicht bis mäßig staufeuchten Muschelkalkplateaus nehmen sehr gut ausgeprägte Eichen-Hainbuchenwälder ein, die neben den Trennarten der Subass.-Gruppe keine weiteren Besonderheiten zeigen und insgesamt recht einheitlich aussehen. Lediglich an sehr schattigen Stellen, z. B. unter großen, einzelstehenden

Buchen oder Buchengruppen, tritt ein Teil der Krautschicht-Arten etwas zurück. Die Artenzahl ist oft sehr hoch und erreicht in einer Aufnahme 45. Viele der oben genannten bezeichnenden Arten haben hier ihr Optimum. Zusammen mit dem Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwald (s. 1.2) kommen hier weitere Arten gemeinsam vor, die weniger nässeverträglich sind, z. B. *Anemone ranunculoides*, *Lamium galeobdolon*, *Lathyrus vernus*, *Campanula trachelium*, *Mercurialis perennis*, *Vicia sepium*, *Hedera helix* u. a. Auch die mehr als Buchenbegleiter angesehenen Arten findet man hier häufig: *Hordeolum europaeum* und *Galium odoratum* sind sehr stet vorhanden, *Melica uniflora* kommt dagegen weniger vor.

Im schwach welligen Mikrorelief lassen sich noch Unterschiede erkennen, die auf feinere Abstufungen der Bodenfeuchtigkeit hinweisen: Etwas feuchtere Standorte sind durch *Cardamine pratensis*, *Deschampsia cespitosa*, *Carex sylvatica*, *Athyrium filix-femina*, *Circaea lutetiana*, *Dryopteris carthusiana* und *Ajuga reptans* gekennzeichnet und erlauben die Abtrennung einer *Cardamine*-Variante. Etwas höher gelegenen oder etwas stärker geneigten Flächen fehlen diese Arten. In dieser Typischen Variante haben nässemeidende Arten, z. B. *Fagus sylvatica*, *Hepatica nobilis* und *Lilium martagon* einen leichten Schwerpunkt. Im Frühjahr bestimmt oft *Anemone nemorosa* den Aspekt. Später herrschen dichte Flecken des sehr schattenverträglichen *Asarum europaeum*. Besonders buchenreiche Flecken, gelegentlich mit einer dichteren 2. Baumschicht aus nachwachsender *Fagus sylvatica*, die man als „artenreichen Buchenmischwald“ bezeichnen kann, zeigen schon Übergangscharakter zu bodenfrischen *Fagion*-Gesellschaften (in Tabelle 1 nicht erfaßt).

## 1.2 Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwald

### *Stellario-Carpinetum stachyo-corydaletosum*

Vom Reinen Waldziest-Eichen-Hainbuchenwald (1.1) unterscheidet sich diese Gesellschaft vor allem durch das Auftreten besonders anspruchsvoller Nährstoffzeiger. Besonders auffällig ist *Allium ursinum*, das gelegentlich dichte Bestände bildet, meist aber auffallend lückig und kleinblättrig wächst. Offenbar sind auf den staufeuchten Böden die Bedingungen für den Bärlauch nicht optimal. Im Gegensatz zu Bärlauch-Buchenwäldern (vgl. DIERSCHKE 1985, Tabelle 2) findet man hier deshalb eine artenreichere Krautschicht, wenn auch viele Arten in der Wuchskraft gegenüber anderen Beständen zurückstehen. Die Gesamtartenzahl liegt noch durchweg über 30 (Höchstwert 41).

Als weitere Trennarten dieser Subassoziation sind *Leucosium vernum*, *Lamium maculatum*, *Gagea lutea* und *Corydalis cava* zu nennen. Auch *Aegopodium podagraria* hat hier seinen Schwerpunkt. Der Lerchensporn bildet zwar gelegentlich größere Flecken, ist aber oft nur eingestreut oder fehlt ganz. Im weiteren Gebiet kommen *Allium* und *Corydalis* oft ganz getrennt vor, ohne daß man dafür klare Gründe erkennen kann. Wenn auch in Südniedersachsen allgemein *Allium ursinum* die charakteristische Art dieser Wälder ist, was im deutschen Namen ausgedrückt wird, gehören diese doch zur *Corydalis*-Subassoziation, die schon von TÜXEN (1937) als *Quercu-Carpinetum corydaletosum* beschrieben wurde.

Nur andeutungsweise lassen sich im Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwald parallel zu 1.1 eine *Cardamine*- und eine Typische Variante erkennen. Allgemein scheint aber diese Gesellschaft etwas weniger vernässende Bereiche zu bevorzugen, ohne daß im Gelände klare Verteilungsmuster erkennbar sind (s. 5). Auffällig ist z. B. auch der stellenweise hohe Anteil von *Fagus sylvatica*. Bei dichterem Buchen-Unterwuchs kommt

es am ehesten zu artenärmeren Dominanzbeständen von *Allium ursinum*, das als Frühlingsgeophyt der Schattenphase aus dem Wege geht.

### 1.3 Mädesüß-Eichen-Hainbuchenwald

#### *Stellario-Carpinetum stachyo-filipenduletosum*

Floristisch klarer abgrenzbar sind staufeuchte bis -nasse Mulden mit deutlich weicherer Böden, denen manche nässemeidenden Arten fehlen (s. 1.1), die aber durch üppige Vorkommen sommergrüner, oft hochwüchsiger Pflanzen auffallen. Sie bilden floristisch, ökologisch und räumlich den Übergang zu reinen Eschenwäldern des *Alno-Ulmion* (s. 2). In der Baumschicht gewinnt *Fraxinus excelsior* an Gewicht, aber immer in Kombination mit Eiche und Hainbuche. *Fagus sylvatica* fehlt dagegen fast ganz.

In der üppigen Krautschicht findet man als Trennarten dieser Subassoziation vorwiegend Arten, die ihre Hauptverbreitung im Eschenwald haben: *Crepis paludosa*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Rumex sanguineus*, *Festuca gigantea*, *Valeriana dioica*, *V. procurrens*. Als zusätzliche geographische Trennart ist *Poa remota* besonders zu erwähnen. Dieses Gras bildet hier fleckenweise dichte, glänzend-grüne Bestände mit Blütenhalmen bis über 1,5 m Höhe. Auch die Trennarten der *Cardamine*-Variante von 1.1 haben hier deutlich bessere Wuchsbedingungen.

Die meist kleineren Flächen dieser Waldgesellschaft sind teilweise von Gräben durchzogen, die im Frühjahr längere Zeit Wasser enthalten, das aber kaum abfließen kann. So machen sich Auswirkungen einer Entwässerung fast nur an Grabenrändern bemerkbar, wo am ehesten nässemeidende Arten, z. B. auch einzelne Buchen, auftreten.

## 2. (Erlen-) Eschenwälder (Tabelle 2)

### *Carici remotae-Fraxinetum*

Nur vereinzelt und kleinflächig sind die Böden im Großen Leinebusch langfristig so naß, daß weder Eiche, Hainbuche oder andere Bäume noch entsprechende Arten der Krautschicht zu wachsen vermögen. Nur *Fraxinus excelsior* (20–25 m hoch) und vereinzelt *Alnus glutinosa* kommen noch vor. Im Frühjahr fallen diese Bereiche schon von weitem als langfristig sehr helle Stellen auf. Einmal stehen die Bäume sehr locker (Deckungsgrad der Baumschicht 40–70 %), und außerdem belaubt sich die Esche sehr spät und hat eine sehr lichtdurchlässige Krone. Nässe und Licht begünstigen im Frühjahr vor allem *Cardamine pratensis*, das hier dichte weiße Flecken bildet. Andere Frühlingsblüher treten hingegen z. T. zurück, ohne ganz zu fehlen.

Trotz der größeren Helligkeit gibt es keine Strauchschicht. Einzelne Jungbäume und Sträucher findet man am ehesten an Grabenrändern, wo das Wasser etwas rascher aus dem Oberboden versickern kann. Die Gräben sind lange Zeit mit Wasser gefüllt, und auch kleine Bodenmulden oder Wildschwein-Suhlen sind lange überstaut. So gibt es in der Krautschicht vor allem im Frühjahr ein Kleinmosaik dichter bewachsener bis fast freier Stellen. Erst zum Sommer hin verbirgt die aufwachsende hohe Staudenschicht diese Unterschiede. Hohe Deckungsgrade erreichen, oft in fleckigem Wechsel, vor allem *Geum rivale* (oft vorherrschend), *Filipendula ulmaria* und seltener *Urtica dioica*. Dazwischen findet man reichlich *Crepis paludosa*, *Valeriana*-Arten, *Deschampsia cespitosa*, *Ranunculus repens* u. a. (s. Tabelle).

Die Unterschiede zum Mädesüß-Eichen-Hainbuchenwald (1.3) bestehen also in einer andersartigen Baumschicht und deutlichen Mengenverschiebungen in der Krautschicht zugunsten hochwüchsiger Nässezeiger.

Tab.2: (Erlen-) Eschenwälder  
(*Carici remotae-Fraxinetum* W. Koch 1926)

Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Deckung B	60	55	40	50	60	70	70
Deckung St	10	3		3	3		5
Deckung Kr.	90	95	99	99	99	90	90
Artenzahl	36	31	30	33	31	38	36
<b>Baumschicht</b>							
<i>Fraxinus excelsior</i>	3	4	3	3	3	4	4
<i>Alnus glutinosa</i>	2	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus betulus</i>	.	.	.	.	1	1	1
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.	+
<b>Strauchschicht</b>							
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	.	.	.	.	.	+
<i>Acer campestre</i>	+	.	.	.	.	.	+
<i>Crataegus laevigata</i>	.	1	.	.	.	.	.
<i>Corylus avellana</i>	.	.	.	1	1	.	1
<b>Krautschicht</b>							
Ch-V <i>Circaea lutetiana</i>	1	1	2	1	1	2	1
<i>Rumex sanguineus</i>	1	1	1	1	+	1	1
<i>Festuca gigantea</i>	+	1	1	1	1	2	1
<i>Carex remota</i>	.	+	+	1	1	1	2
<i>Poa remota</i>	.	+	.	2	1	1	1
<i>Chrysoplenium alternifolium</i>	.	.	.	2	1	.	1
D <i>Geum rivale</i>	1	4	2	2	4	3	2
<i>Filipendula ulmaria</i>	3	2	1	1	2	2	1
<i>Crepis paludosa</i>	.	2	2	2	2	1	2
<i>Poa trivialis</i>	1	+	+	1	+	.	.
<i>Valeriana procurrens</i>	1	1	2	.	.	1	+
<i>Valeriana dioica</i>	1	.	1	1	1	.	2
O-K <i>Ranunculus ficaria</i>	3	4	3	4	3	4	4
<i>Primula elatior</i>	2	1	1	1	1	2	2
<i>Anemone nemorosa</i>	2	+	1	+	+	2	1
<i>Carex sylvatica</i>	+	1	1	+	1	2	1
<i>Stellaria holostea</i>	1	1	.	.	+	1	+
<i>Ranunculus auricomus</i>	2	1	.	1	1	2	2
<i>Milium effusum</i>	1	+	1	.	.	+	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	.	+	.	+	.	+
<i>Bromus benekenii</i>	.	.	+	.	.	1	+
<i>Stachys sylvatica</i>	.	.	.	1	1	.	1
<i>Asarum europaeum</i>	+	.	.	.	.	+	.
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	.	+	+	.	.	.	.
<i>Paris quadrifolia</i>	.	+	.	+	.	.	.
<i>Carpinus betulus</i>	.	+	.	.	.	+	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	+	.	.	.
<b>Übrige Arten</b>							
<i>Ranunculus repens</i>	3	2	5	2	1	3	2
<i>Deschampsia cespitosa</i>	2	2	2	2	1	1	1
<i>Cardamine pratensis</i>	2	2	2	1	1	2	1
<i>Athyrium filix-femina</i>	+	+	1	+	+	+	+
<i>Dryopteris carthusiana</i>	1	+	.	+	+	+	+
<i>Urtica dioica</i>	3	.	1	2	1	+	1
<i>Crataegus laevigata et spec.</i>	+	.	+	.	+	+	.
<i>Dactylis glomerata</i> agg.	.	.	+	.	+	+	+
<i>Juncus effusus</i>	+	.	1	.	.	+	.
<i>Ajuga reptans</i>	1	.	1	.	.	.	+
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	1	.	.	+	1	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	1	+	.	1
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	.	+	.	1	1
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	+	.	+	+
<i>Galium palustre</i>	2	.	1	.	.	.	.
<i>Platanthera bifolia</i>	+	.	1	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	+	.	.	+	.	.	.
<i>Epilobium montanum</i>	+	.	.	.	.	+	.
<i>Geranium robertianum</i>	.	.	.	+	.	.	+

Je einmal in Aufn.1: *Pulmonaria obscura* 1, *Myosotis sylvatica* +, *Veronica chamaedrys* +, *Dactylorhiza maculata* +; in 2: *Calamagrostis canescens* 1, *Scrophularia nodosa* +, *Brachypodium sylvaticum* +; in 4: *Viola reichenbachiana* 1; in 6: *Acer campestre* +, *Rosa canina* +, *Quercus robur* +.

Ohne Zweifel handelt es sich bei diesen Beständen um eine Gesellschaft des *Alno-Ulmion*, das durch Kennarten gut repräsentiert ist. Gute Assoziations-Kennarten fehlen dagegen. Man kann aber wohl eine Zuordnung zum *Carici remotae-Fraxinetum* vornehmen. Die bezeichnende *Carex pendula* fehlt auch in der weiteren Umgebung ganz (s. RÜHL 1969, HAEUPLER 1976).

### 3. Schwarzerlen-Sumpfwald

#### *Carici elongatae-Alnetum* fragm.

Als besondere Rarität, nicht nur für den Großen Leinebusch, sondern für einen weiteren Bereich, kann ein kleiner Schwarzerlenbestand in einer langfristig wassererfüllten Mulde aufgefaßt werden. Selbst *Alnus glutinosa* wächst hier schlecht (bis 10 m hoch); die Krautschicht ist sehr artenarm. Besonders hervorzuheben ist aber das sehr isolierte Vorkommen von *Carex elongata*, die offenbar früher ganz übersehen wurde (vgl. HAEUPLER 1976). Ihre größten, schon fast atypischen Exemplare hat sie übrigens im Bereich des Eschenwaldes an sehr nassen, nur vom Rande her etwas überschatteten Stellen.

Die Zusammensetzung des Erlenwaldes, der als Fragment des *Carici elongatae-Alnetum* anzusehen ist, zeigt die folgende Aufnahme:

Baumschicht (40 %)	Strauchschicht (1 %)
3 <i>Alnus glutinosa</i>	+ <i>Alnus glutinosa</i>
	+ <i>Fraxinus excelsior</i>
Krautschicht (85 %)	
5 <i>Carex acutiformis</i>	1 <i>Poa trivialis</i>
1 <i>Carex elongata</i>	1 <i>Ranunculus ficaria</i>
1 <i>Iris pseudacorus</i>	1 <i>Anemone nemorosa</i>
1 <i>Lysimachia vulgaris</i>	+ <i>Ranunculus repens</i>
1 <i>Filipendula ulmaria</i>	+ <i>Angelica sylvestris</i>
1 <i>Athyrium filix-femina</i>	+ <i>Lythrum salicaria</i>
+ <i>Dryopteris carthusiana</i>	+ <i>Fraxinus excelsior</i>
+ <i>Deschampsia cespitosa</i>	+ <i>Aegopodium podagraria</i>

### 4. Buchenwälder (Tabelle 3)

Über die Rolle von *Fagus sylvatica* im Großen Leinebusch wurde bereits einiges gesagt. Zwar gibt es gelegentlich buchenreichere Bestände, die als „Buchenmischwald“ soziologisch und ökologisch im Übergangsbereich *Carpinion-Fagion* stehen, echte Buchenwälder findet man hingegen nur vereinzelt, fast nur an stärker geneigten Hängen, wo entweder gar keine Tonschichten vorhanden sind oder eine bessere natürliche Drainage gegeben ist. Am deutlichsten wird dies an den Hängen zum Grauen Tal, wo oft sehr abrupt der Laubmischwald in reine, artenärmere Buchenwälder übergeht. Die dort noch jungen Bestände zeigen im Unterwuchs aber viele Störungen und Unregelmäßigkeiten und wurden deshalb nicht aufgenommen.

Ältere bodenfrische Buchenwälder wachsen vor allem an den Hängen eines spornartigen Ausläufers des Plateaus nach Nordosten. Einige Aufnahmen zeigt Tabelle 3. Unter einer dichten Baumschicht, vorwiegend aus hohen alten Buchen, gibt es eine dichte, wenn auch artenärmere Krautschicht, in der viele Pflanzen der Laubmischwälder zurücktreten oder fehlen. Eine Reihe von Kalkzeigern und weiteren anspruchsvollen Arten ermöglicht die Zuordnung zum Kalkbuchenwald (*Melico-Fagetum lathyro-typicum*; s. DIERSCHKE 1985) in einer bodenfrischen *Ranunculus ficaria*-Variante. Das

Tab.3: Buchenwälder 1-5 *Melico-Fagetum lathyro-typicum*  
 Var. von *Ranunculus ficaria*  
 6-7 *Melico-Fagetum eu-luzuletosum*

Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Deckung B	98	98	80	95	90	98	90
Deckung St		10	5	5	5		
Deckung Kr	90	70	75	75	80	10	30
Artenzahl	28	35	25	42	28	19	24
<b>Baumschicht</b>							
<i>Fagus sylvatica</i>	5	5	5	5	5	5	5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2	2	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	1	.	1	.	.
<i>Carpinus betulus</i>	.	.	.	2	2	.	.
<b>Strauchschicht</b>							
<i>Fagus sylvatica</i>	.	2	1	1	1	.	.
<i>Carpinus betulus</i>	.	.	1	.	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i>	.	.	.	1	.	.	.
<b>Krautschicht</b>							
Ch-V <i>Galium odoratum</i>	1	1	3	2	3	+	.
<i>Melica uniflora</i>	2	+	.	1	3	1	1
<i>Fagus sylvatica</i>	+	+	+	1	.	+	+
<i>Hordelymus europaeus</i>	2	1	1	+	.	.	.
D Subass.-Gruppe u. Subass. 1							
<i>Asarum europaeum</i>	2	1	1	2	1	.	.
<i>Ranunculus auricomus</i>	2	+	1	+	+	.	.
<i>Pulmonaria obscura</i>	1	+	1	1	1	.	.
<i>Primula elatior</i>	2	2	2	1	.	.	.
<i>Anemone ranunculoides</i>	2	2	.	1	+	.	.
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	1	+	.	.	1	.	.
<i>Lathyrus vernus</i>	.	1	+	1	.	.	.
<i>Hepatica nobilis</i>	.	.	+	+	1	.	.
<i>Arum maculatum</i>	1	.	.	.	+	.	.
<i>Crataegus spec.</i>	.	.	+	+	.	.	+
<i>Mercurialis perennis</i>	.	1	.	.	.	.	.
D Var. <i>Ranunculus ficaria</i>	4	2	2	1	1	.	.
D Subass. 2							
<i>Luzula luzuloides</i>	.	.	.	.	.	2	1
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Polytrichum formosum</i>	.	.	.	.	.	.	+
O-K <i>Anemone nemorosa</i>	3	2	3	3	2	2	2
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	1	1	1	1	+	1
<i>Lamiastrum galeobdolon</i>	2	2	1	1	1	+	.
<i>Stellaria holostea</i>	1	+	1	1	1	.	1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	2	1	+	1	.	1	+
<i>Milium effusum</i>	1	.	+	1	2	1	1
<i>Hedera helix</i>	.	1	1	+	1	+	2
<i>Dactylis polygama</i>	.	+	+	+	1	+	+
<i>Viola reichenbachiana</i>	+	+	.	+	1	.	.
<i>Phyteuma spicatum</i>	1	1	.	+	.	.	2
<i>Poa nemoralis</i>	.	1	+	.	1	.	1
<i>Acer campestre</i>	.	+	.	1	+	+	.
<i>Acer platanoides</i>	1	.	.	+	.	+	.
<i>Prunus avium</i>	.	.	.	+	+	+	+
<i>Allium ursinum</i>	+	.	.	.	+	.	.
<i>Carex sylvatica</i>	.	+	.	.	.	.	+
<i>Hieracium sylvaticum</i>	.	+	.	.	.	.	+
<i>Carpinus betulus</i>	.	.	.	+	+	.	.
<b>Übrige Arten</b>							
<i>Vicia sepium</i>	1	+	1	+	+	.	.
<i>Moehringia trinervia</i>	+	1	.	+	2	+	.
<i>Galium aparine</i>	+	+	.	+	.	+	+
<i>Sambucus nigra</i>	.	+	.	.	.	+	.
<i>Arctium nemorosum</i>	.	.	+	+	+	.	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	+	+	+	.
<i>Urtica dioica</i>	+	.	.	+	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	1	.	.	.	.	1
<i>Atrichum undulatum</i>	.	1	.	.	.	.	+

Je einmal in Aufn.1: *Lathraea squamaria* 1, *Impatiens noli-tangere* +; in 2: *Brachypodium sylvaticum* +, *Mycelis muralis* +, *Ulmus glabra* +; in 3: *Cardamine pratensis* 1, *Bromus benekenii* 1; in 4: *Stachys sylvatica* +, *Dryopteris filix-mas* 1, *Lonicera xylostemum* +, *Geranium robertianum* +, *Geum urbanum* +, *Senecio fuchsii* +, *Impatiens parviflora* +, *Circaea lutetiana* +; in 6: *Quercus spec.* +; in 7: *Luzula pilosa* +, *Deschampsia cespitosa* +, *Galium sylvaticum* +.

Scharbockskraut ist vor allem in Aufn. 1 gut vertreten. Die entsprechende Fläche liegt nicht am Hang, sondern etwas herausgehoben im Eichen-Hainbuchenwald.

Gleiches gilt auch für Aufn. 6-7. Die etwas höheren Flächen fallen schon von weitem durch eine artenärmere und sehr schütterere Krautschicht auf, in der sogar einige Säurezeiger, vor allem *Luzula luzuloides*, auftreten. Bodenuntersuchungen zeigen hier mächtige Lößauflagen, die offenbar jeden Kalkeinfluß des Untergrundes abschirmen. Die Bestände gehören zum *Melico-Fagetum eu-luzuletosum* (s. DIERSCHKE 1985).

## 5. Räumliche Verteilung der Waldgesellschaften

Abb. 1 zeigt einen Ausschnitt der im Maßstab 1:5 000 erfaßten Vegetationskarte von 1982/83. Das Muschelkalkplateau fällt in diesem Teil des Gebietes einmal ganz allmählich von NW nach SO ab, außerdem im mittleren Kartenteil auf der linken Seite stärker von NO nach SW (Abhänge zum Grauen Tal). Die staunassen, meist schwach muldigen Bereiche liegen alle im Nordteil, d. h. im höchstgelegenen Gebiet. Auf sehr weichen Böden findet sich hier das *Carici remotae-Fraxinetum*, umgeben vom *Stella-*

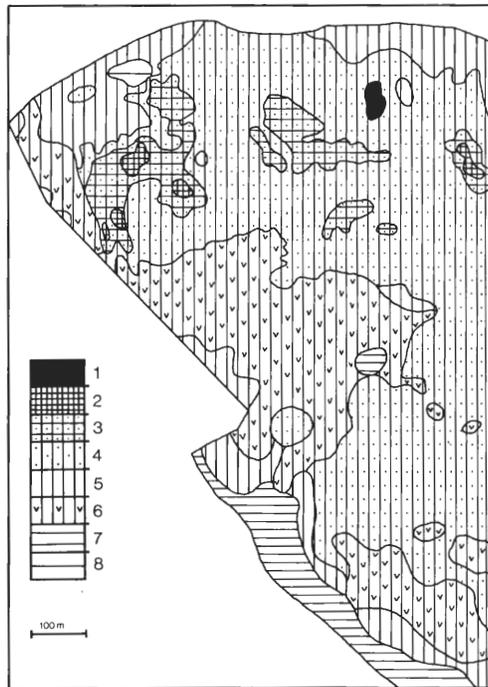


Abb. 1: Ausschnitt der Vegetationskarte des Großen Leinebusches, etwas vereinfacht (Aufnahme 1982/83)

- 1 *Carici elongatae-Alnetum*
- 2 *Carici remotae-Fraxinetum*
- 3 *Stellario-Carpinetum stachyo-filipenduletosum*
- 4 *Stellario-Carpinetum stachyo-typicum, Cardamine-Var.*
- 5 *Stellario-Carpinetum stachyo-typicum, Typische Var.*
- 6 *Stellario-Carpinetum stachyo-corydaletosum*
- 7 *Melico-Fagetum lathyro-typicum*
- 8 *Melico-Fagetum eu-luzuletosum*

*rio-Carpinetum stachyo-filipenduletosum*, das teilweise auch alleine die Mulden ausfüllt. Im Nordosten liegt die nasse Stelle des Schwarzerlen-Sumpfwaldes.

Große Gebietsteile werden von der *Cardamine*-Variante des *Stellario-Carpinetum stachyo-typicum* eingenommen, das auch floristisch den Kern des Eichen-Hainbuchenwaldes darstellt. Die Typische Variante (mit weniger Feuchtezeigern) wächst vorwiegend in Übergangsbereichen zu weniger feuchten Standorten, die als Acker- oder Grünland genutzt werden. Das *Stellario-Carpinetum stachyo-corydaletosum*, meist durch dichte bis lockere *Allium ursinum*-Bestände gut erkennbar, zeigt Verbreitungsschwerpunkte in Richtung des zum Grauen Tal allmählich abfallenden Plateaus im Südwesten, kommt aber fleckenhaft auch anderswo vor.

Buchenwälder sind, wie schon unter 4 erläutert, fast nur randlich an steileren Hängen im SW zu finden. Zwei Sonderfälle stellen eine kleine Buchenwald-Insel im Norden auf einem Lößhügel und eine dichte Buchenpflanzung im mittleren Teil dar.

## VI. Bodenökologische Untersuchungen

Über mehrere Jahre hinweg wurden im Großen Leinebusch und in benachbarten Waldgebieten bodenökologische Untersuchungen zum Wasser- und Nährstoffhaushalt durchgeführt. Die Ergebnisse sollen an anderer Stelle ausführlicher dargestellt werden. Zur Beleuchtung der allgemeinen Situation und der ökologischen Unterschiede der Waldgesellschaften können hier nur einige Teilergebnisse herausgegriffen werden.

### 1. Bodentypen und Bodenart

Auf einigen repräsentativen Flächen der verschiedenen Waldgesellschaften wurden Bodenprofile aufgenommen. Einige Beispiele zeigt Abb. 2. Als Bodenart wurde im Gelände fast durchweg toniger Lehm festgestellt. Die Korngrößen-Analyse (Tabelle 4; Absieben des Sandes, Schlämmanalyse nach Atterberg) ergab meist einen schluffigen Ton.

Tab.4: Korngrößenzusammensetzung und Volumengewicht

Boden (s. Abb. 2)	Tiefe (cm)	S%	U%	T%	g/cm <sup>3</sup>
1	0-5	3	43	54	0,6
	15-25	5	42	53	1,0
2	0-5	6	47	47	0,8
	15-25	6	43	51	1,1
3	0-5	5	42	53	0,9
	15-25	6	42	52	1,1
4	0-5	3	43	54	0,8
	15-25	5	45	50	1,1
5	0-5	4	57	39	0,9
	15-25	5	51	44	1,2

Das Ausgangssubstrat der Böden besteht also aus tonigem Lockermaterial, das aber in unterschiedlicher Tiefe zunehmend mit kleinen Kalksteinen durchsetzt ist. Ob es sich hierbei im unteren Teil um halbverwittertes Gestein (C<sub>v</sub>) oder bereits umgelagertes Material handelt, sei dahingestellt. Die hohen Schluffgehalte dürften sich als Lößbeimengungen deuten lassen.

Entsprechend dem hohen Tongehalt von meist über 45 % gehören fast alle Böden zu den Kalk-Pelosolen, im Großen Leinebusch durchweg mehr oder minder pseudo-

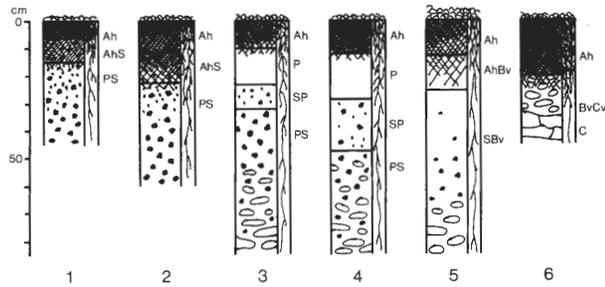


Abb. 2: Bodenprofile der wichtigsten Waldgesellschaften  
 1 Stark pseudovergleyter Mull-Pelosol  
 (*Carici remotae-Fraxinetum*)  
 2 Stark pseudovergleyter Mull-Pelosol  
 (*Stellario-Carpinetum stachyo-filipenduletosum*)  
 3 Mäßig pseudovergleyter Mull-Pelosol  
 (*Stellario-Carpinetum stachyo-typicum*)  
 4 Mäßig pseudovergleyter Mull-Pelosol  
 (*Stellario-Carpinetum stachyo-corydaletosum*)  
 5 Schwach pseudovergleyte Mull-Braunerde  
 („Frischer Buchenmischwald“)  
 6 Mull-Rendzina  
 (*Melico-Fagetum lathyro-typicum*)

vergleyt. Überall ist bestenfalls eine lockere Laubstreu des Vorjahres vorhanden, die großenteils bis zum Spätsommer verschwindet. Es handelt sich also um Mull-Pelosole.

Charakteristisch ist für diese Böden ein sehr plastisches Verhalten. Im Winter und Frühjahr ist das gut durchfeuchtete bis nasse Substrat schmierig-weich. Zum Sommer hin trocknen die Böden unterschiedlich ab. In niederschlagsarmen Perioden kommt es zu Schrumpfrissen. Der humose Oberboden ist oft zu größeren Klumpen fest verbakken, im Unterboden kommt es zur Absonderung von Polyedern. Oft ist dann der Boden vor allem unten fast steinhart.

Zur Zeit der Probenahme im Mai 1979 waren alle Böden noch gut durchfeuchtet. Entsprechend waren keine Absonderungsformen erkennbar. Dafür war die Fleckung bis Marmorierung gut zu sehen, die in Trockenzeiten in weniger vernässten Horizonten fast verschwindet. Wie Abb. 2 zeigt, unterscheiden sich die meisten Böden vorwiegend nach dem Ausmaß und der Höhe erkennbarer Rostfleckung bis Marmorierung, d. h. nach der Andauer und Höhe von Vernässungsphasen. Die eingetragene Bodentiefe gibt die ökologische Gründigkeit an, d. h. den durchwurzelbaren Bereich. Die Durchwurzelungstiefe und -stärke ist in jedem Profil rechts angedeutet.

Bis auf Profil Nr. 6, eine Mull-Rendzina unter Kalkbuchenwald am SW-Hang zum Grauen Tal, zeigen alle Böden Vernässungserscheinungen. Eine erste Gruppe bilden Nr. 1 und 2 als stark pseudovergleyte Mull-Pelosole. Unter dem Eschenwald (1) beginnt die Rostfleckung schon bei 5 cm im  $A_h$ -Horizont, im Mädesüß-Eichen-Hainbuchenwald (2) etwas tiefer. Der Boden ist sehr weich und bleibt auch im Sommer feucht bis naß. So konzentrieren sich fast alle Wurzeln in der obersten Bodenschicht.

Eine zweite Gruppe bilden die Profile 3 und 4, die man als mäßig pseudovergleyte Mull-Pelosole ansprechen kann. Der Oberboden ist etwas weniger stark humos und geht nach unten allmählich in einen mittel(grau)braunen P-Horizont ohne Fleckung

über. Erst ab 25–30 cm Tiefe sind deutliche Vernässungsmerkmale erkennbar. Ab 50 cm oder etwas tiefer (bei den Profilen 1–2 erst bei 70–80 cm) beginnen Kalkstein-Beimengungen, die nach unten zunehmen. Sie mögen eine bessere Wasserversickerung begünstigen. Die Böden des Waldziest- (3) und des Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwaldes (4) unterscheiden sich nur leicht durch etwas abgeschwächte Pseudogley-Merkmale im zweiten Fall. Beide sind wesentlich tiefer, wenn auch unten nur schwach durchwurzelt.

Profil Nr. 5 liegt etwas höher unter einem buchenreichen Wald, der noch viele Elemente des Eichen-Hainbuchenwaldes zeigt. Man kann ihn als floristischen und ökologischen Übergangswald zwischen *Carpinion* und *Fagion* ansehen („Frischer Buchenmischwald“). Wie Tabelle 4 zeigt, ist der Boden etwas tonärmer, also wohl stärker mit Löß angereichert. Entsprechend handelt es sich nicht mehr um einen Pelosol sondern um eine schwach pseudovergleyte Mull-Braunerde. Die Streuauflage ist etwas stärker und bleibt länger erhalten.

Insgesamt gibt es also deutliche Parallelen zwischen Boden- und Vegetationsausbildung. Ökologische Merkmale des Bodens passen gut zu den ökologischen Artengruppen der verschiedenen Waldgesellschaften. Die Bodenprofile entsprechen auch recht gut denjenigen ähnlicher Untersuchungen in anderen Gebieten, insbesondere von BUTZKE (1969) und ESKUCHE (1978) aus der Westfälischen Bucht unter vergleichbaren Waldgesellschaften.

## 2. Stauwasser-Einfluß

Neben genaueren Bodenfeuchte-Analysen im Jahresverlauf wurden 1978 in 50 cm tiefen Gruben auch wöchentlich einmal die Wasserstände gemessen. Einige daraus abgeleitete Kurven zeigt Abb. 3. Sie ergänzen recht gut die schon aus den Bodenprofilen erkennbaren Merkmale.

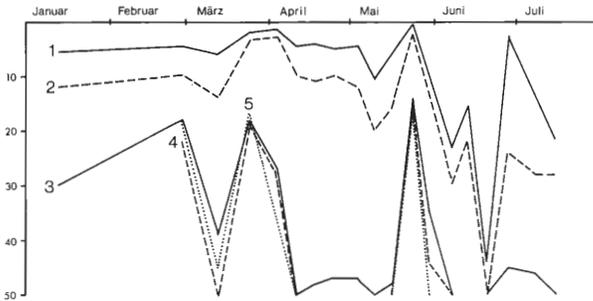


Abb. 3: Stauwasser-Ganglinien verschiedener Waldgesellschaften im Jahr 1978 (Numerierung wie Abb. 2)

Allgemein spiegelt sich in den Wasserstandsschwankungen das Niederschlagsgeschehen mit dem Wechsel feuchterer und trockenerer Perioden. Ab Anfang April macht sich auch die neu austreibende Vegetation als Wasserverbraucher bemerkbar. Das insgesamt sehr unregelmäßige Bild ist sicher charakteristisch für Pseudogleye im Gegensatz zu mehr gleichmäßigen Grundwasserganglinien in Gleyböden. Der starke, plötzliche Anstieg der Wasserstände Ende Mai ist auf mehrere Tage mit starken Regenfällen zurückzuführen.

Die Böden des Eschen-(1) und Mädesüß-Eichen-Hainbuchenwaldes (2) sind erwartungsgemäß durch langanhaltende, bis in den Oberboden reichende Vernässung ge-

kennzeichnet, wobei letzterer deutlich weniger naß ist, so daß der Oberboden in der Vegetationsperiode etwas besser durchlüftet wird. Nur in längeren Trockenperioden geht der Wasserstand stark zurück, ohne daß es zu echter Austrocknung kommt.

Die übrigen Böden (3–5) weichen deutlich ab. Nur vereinzelt erreicht der Wasserstand 20 cm Höhe. Im Frühjahr bewegt er sich eher bei 30–40 cm, ab April verschwindet das Wasser rasch. Am feuchtesten ist der Boden des Waldziest-Eichen-Hainbuchenwaldes (3), in dem der Wasserstand nur kurzfristig im Juni unter 50 cm sank. Dagegen trocknen die Böden des Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwaldes (4) und des Buchenmischwaldes (5) ab Anfang April rascher aus, können aber bei Starkregen auch kurzfristig wieder vernässen. Insgesamt kommt es aber in Jahren mit normaler Niederschlagsverteilung bis weit in den Sommer hinein nie zu schädlicher Trockenheit. Selbst in längeren Trockenperioden zeigen nur wenige Pflanzen Welkeerscheinungen.

Ein Vergleich mit der Literatur ergibt wiederum recht gute Übereinstimmungen. Schon die klassische Arbeit von ELLENBERG (1939) erbrachte wichtige Ergebnisse über den Bodenwasserhaushalt in Eichen-Hainbuchenwäldern, damals noch als *Quercus-Carpinetum* zusammengefaßt. Im *Q.-C. filipenduletosum* steht das Wasser oft nahe der Bodenoberfläche, während es im *Q.-C. stachyetosum* selten über 25 cm ansteigt. Im Buchenmischwald, damals als *Q.-C. asperuletosum* bezeichnet, bleibt der Wasserspiegel selbst im Frühjahr unter 50 cm. Mit anderen Worten: *Fagus sylvatica* verträgt kaum längere Vernässung in Bodenhorizonten oberhalb von 50 cm. Im Vergleich mit den Daten aus dem Großen Leinebusch wird nun klar, daß das Zurücktreten bis Fehlen der Rotbuche hier durchaus naturgegeben ist, wenn auch forstliche Einflüsse eine Rolle spielen mögen. Im *Stellario-Carpinetum stachyo-typicum* (Kurve 3) ist sie aufgrund langfristiger Luftarmut im Oberboden in ihrer Konkurrenzkraft deutlich geschwächt.

Für das *St.-C. stachyo-corydaletosum*, dessen Böden offenbar weniger lange und intensiv vernässen, wurde schon auf gelegentlich verstärkten Buchenanteil hingewiesen. Nach ELLENBERG (1939) brauchen auch die Trennarten dieser Subassoziation, meist relativ tiefwurzelnde Arten, gut durchlüftete, locker-humose Böden.

Allerdings ist die Vernässung für Frühlingsgeophyten mit frühzeitiger Entwicklung im Leinebusch im zeitigen Frühjahr doch recht hoch. Dies mag ein Grund dafür sein, daß *Allium ursinum* oft deutlich geschwächt wächst und *Corydalis cava* weithin fehlt. Dagegen scheint Frühjahrsnässe für *Leucojum vernum* weniger problematisch zu sein. Der Märzbecher wächst auch an recht feuchten Stellen sehr gut und blüht reichlich. Bodenfeuchte-Untersuchungen von ESKUCHE (1978) zeigen übrigens im Feuchteverlauf zwischen dem Waldziest- und Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwald kaum Unterschiede.

### 3. Bodenchemische Daten

Auch hier können nur einige Grunddaten bzw. Summenwerte herausgegriffen werden, die aber recht gut die ökologische Stellung der Waldgesellschaften kenntlich machen (Tabelle 5). Die Untersuchungen wurden jeweils in zwei Bodenschichten des Mineralbodens (0–5, 15–25 cm) durchgeführt. Die Untersuchungsmethoden entsprechen denjenigen bei DIERSCHKE (1974).

#### 3.1 Säuregrad des Bodens

Die pH-Werte zeigen recht einheitliche Tendenz. In Tabelle 5 ist jeweils die Spanne der im Jahresverlauf 1975 gemessenen Werte in Wasseraufschlammung angegeben.

Tab. 5: Bodenchemische Daten

Boden (s. Abb. 2)	Tiefe (cm)	pH 1975 (H <sub>2</sub> O)	C <sub>org</sub> %	N <sub>tot</sub> %	C/N	N <sub>min</sub> (kg/ha, 0-25 cm)	
						1.4.-7.7.	1.4.-10.11.75
1	0-5	5,1-6,8	7,0	0,5	14,0	4,3	59,1
	15-25	6,4-6,9	1,3	0,2	6,5		
2	0-5	5,6-6,9	6,4	0,5	12,8	30,9	76,6
	15-25	6,1-7,0	2,8	0,3	9,3		
3	0-5	4,8-5,6	6,0	0,5	12,0	59,7	147,2
	15-25	6,0-6,8	2,1	0,2	10,5		
4	0-5	4,8-6,0	6,4	0,5	12,8	78,5	129,6
	15-25	5,5-6,7	2,9	0,3	9,7		
5	0-5	4,5-5,7	5,6	0,4	14,0	49,7	116,1
	15-25	4,9-5,9	1,9	0,2	9,5		

Der Oberboden ist durchweg etwas saurer, während sich in tieferen Schichten der Kalk einfluß stärker bemerkbar macht. Außerdem liegen die Werte in den zeitweise vernäßten Oberböden von 1 und 2 deutlich höher. Einen ähnlichen Effekt beobachtete BUTZKE (1969) und wertete ihn als „Aufbasung“ durch Überstauung mit basenreichem Wasser (s. auch ELLENBERG 1939).

### 3.2 Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte und C/N-Verhältnis

Nach den gemessenen C<sub>org</sub>-Werten, die im Oberboden zwischen 5,6 und 7 % liegen, sind alle A<sub>h</sub>-Horizonte stark bis sehr stark humos. In den nassen Böden 1 und 2 ist eine leichte Anreicherungstendenz erkennbar. Auch der Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwald hat einen sehr humusreichen Boden. Bemerkenswert ist außerdem, daß selbst in 15-25 cm Tiefe noch ein relativ hoher C-Gehalt nachweisbar ist.

Vergleicht man die C-Gehalte mit Untersuchungen in benachbarten Waldgebieten (SCHMIDT 1970), so liegen sie deutlich niedriger als in Rendzinen der Kalkbuchenwälder, aber wesentlich höher als in mesotrophen Braunerden unter entsprechenden Buchenwäldern.

Ähnliches gilt für die Gesamtgehalte an Stickstoff, die in allen untersuchten Böden eine recht gleichartige Konzentration zeigen. Auch hier haben die Rendzinen wesentlich höhere Gehalte, mesotrophe Braunerden dagegen niedrigere.

Das C/N-Verhältnis ergibt, wie nach der Humusform Mull zu erwarten, sehr niedrige Werte, die im Zusammenhang mit allen anderen Faktoren auf sehr günstige Nährstoffbedingungen schließen lassen. Relativ am schlechtesten ist der Wert im Oberboden des Eschenwaldes (1) und des Buchenmischwaldes (5). Insgesamt liegen die Werte im gleichen Bereich wie diejenigen anderer artenreicher Wälder (s. SCHMIDT 1970, DIERSCHKE 1974).

### 3.3 Mineralstickstoff-Nachlieferung

Die in Tabelle 5 angegebenen Werte stammen aus Gelände-Brutversuchen im Jahr 1975 in 0-5 und 15-25 cm Tiefe. Um Summen für die ganze Profiltiefe 0-25 cm zu bekommen, wurden Interpolationswerte für den Bereich 5-15 cm hinzugerechnet. Außerdem sind einmal Summen für Frühjahr bis Frühsommer (15 Wochen) und dann für die ganze Vegetationsperiode (33 Wochen) angegeben.

Die N<sub>tot</sub>-Werte und das C/N-Verhältnis lassen für alle untersuchten Böden eine gleichartige, gute Stickstoffversorgung vermuten. Dagegen zeigen die Mineralisationswerte teilweise deutliche Unterschiede, die sehr gut mit der Vegetationsabstufung

übereingehen. Als entscheidender differenzierender Faktor ist die unterschiedliche Durchfeuchtung der Böden anzusehen. Bei Vernässung, aber auch bei größerer Bodentrockenheit ist die Stickstoff-Mineralisation gehemmt. Ein möglichst gleichmäßiger mittlerer Feuchtezustand schafft dagegen besonders gute Bedingungen.

Betrachtet man zunächst die Summen für die ganze Vegetationsperiode, fallen sofort die sehr niedrigen Werte für den Eschenwald (1) und den Mädesüß-Eichen-Hainbuchenwald (2) auf (59,1 bzw. 76,6 kg). Die beste Stickstoffversorgung zeigt der Waldziest-Eichen-Hainbuchenwald (3) mit 147,2 kg. Dies ist etwas verwunderlich, da doch die besonders anspruchsvollen Arten im Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwald (4) wachsen. Der relativ niedrige Wert des Buchenmischwaldes geht hingegen mit anderen Daten überein.

Bei alleiniger Betrachtung der Frühjahrsmonate ändert sich etwas die Reihenfolge der Standorte. Hier zeigt wirklich der Boden des Bärlauch-Eichen-Hainbuchenwaldes mit 78,5 kg den weitaus höchsten Wert. Der im Frühjahr besonders nasse Boden des Eschenwaldes fällt mit nur 4,3 kg noch stärker ab. Die Unterschiede zwischen Frühjahrs- und Gesamtwerten erklären sich wohl aus der unterschiedlichen Austrocknung der Böden im Sommer bis Herbst. Wie schon Abb. 3 zeigte, bleibt der Waldziest-Eichen-Hainbuchenwald gegenüber dem Bärlauch-reichen Bestand über lange Zeit etwas feuchter, so daß auch die Mineralisationsintensität langfristig sehr hoch ist. Dies kommt den vielen sommergrünen Pflanzen zugute. Für die anspruchsvollen Geophyten ist hingegen nur das Frühjahr von Bedeutung. So ergibt sich für ihr Vorherrschen auf Fläche 4 eine plausible Erklärung. Bei mäßiger Abtrocknung holt der Boden des Eschenwaldes zum Sommer hin etwas auf. Auch hier ist eine üppige Vegetation sommergrüner Pflanzen bezeichnend.

Ein Vergleich mit Literaturdaten aus benachbarten Wäldern ergibt kein ganz klares Bild. Die Eichen-Hainbuchenwälder des Großen Leinebusches liegen in ihrer Stickstoff-Nachlieferung etwa im gleichen Bereich wie bodenfrische Kalkbuchenwälder (s. GRIMME 1977, ELLENBERG 1977) und können allgemein als gut mit Stickstoff versorgt eingestuft werden. KRIEBITZSCH & HASEMANN (1983) haben ähnliche Werte für bodentrockenere Eichen-Hainbuchenwälder gemessen. Dagegen wurden in bodenfeuchten Eichen-Hainbuchenwäldern, die unserem *Stellario-Carpinetum stachyo-typicum* und *-corydaletosum* entsprechen, Jahressummen bis fast 240 kg/ha festgestellt (bis 20 cm Bodentiefe). Diese Werte erscheinen auch im Gesamtüberblick ungewöhnlich hoch (vgl. ELLENBERG 1977). Die etwas weniger tonigen Böden mögen aber für die Mineralisation noch günstiger sein. Übrigens läßt sich auch in dieser Arbeit eine bessere Stickstoff-Nachlieferung des *St.-C. stachyo-corydaletosum* nur im Frühjahr tendenziell erkennen.

Die niedrigen Mineralisationssummen im Erlenwald (1) sind am ehesten mit solchen des *Carici-Fagetum* vergleichbar (GRIMME 1977). Dies zeigt recht deutlich, wie in Böden mit recht hohen Stickstoffvorräten einmal Nässe und im anderen Fall Trockenheit die Mineralisation einschränken.

## VII Literatur

- BURRICHTER, E. (1953): Die Wälder des Meßtischblattes Iburg, Teutoburger Wald. – Abh. Landesmus. Naturkunde Münster 15(3), 92 S.
- ,– (1984): Baumformen als Relikte ehemaliger Extensivwirtschaft in Nordwestdeutschland. – *Drosera* 784(1): 1–18.
- BUTZKE, H. (1969): Über die Böden der feuchten Eichen-Hainbuchenwälder im zentralen Teil des westfälischen Münsterlandes (Kernmünsterland). – *Fortschr. Geol. Rheinland u. Westf.* 17: 207–218.
- DABER, J. & U. HEITKAMP (1981): Landschaftspflegerische Untersuchung für die Neubaustrecke Hannover-Würzburg, Bauabschnitt 4, Planfeststellungsabschnitt 4.3, km 109, 975–113, 910. – Rosdorf, 42 S.
- DIERSCHKE, H. (1974): Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefälle an Waldrändern. – *Scripta Geobot.* 6, 246 S.
- ,– (1982–86): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens.
- I (1982): Phänologischer Jahresrhythmus sommergrüner Laubwälder. – *Tuexenia* 2: 173–194.
- II (1985): Syntaxonomische Übersicht der Laubwald-Gesellschaften und Gliederung der Buchenwälder. – *Tuexenia* 5: 491–521.
- III (1986): Syntaxonomische Gliederung der Eichen-Hainbuchenwälder. – *Tuexenia* 6 (im Druck).
- ,– (1983): Vegetationskundliches Gutachten über den Bereich des geplanten Naturschutzgebietes „Großer Leinebusch“. – Mskr. (Daber-Landschaftsplanung, Rosdorf), 13 S. + Vegetationskarte.
- ,– (1984): Natürlichkeitsgrade von Pflanzengesellschaften unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation Mitteleuropas. – *Phytocoenologia* 12(2/3): 173–184.
- ELLENBERG, H. (1939): Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. – *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. Nieders.* 5: 135 S.
- ,– (1977): Stickstoff als Standortfaktor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. – *Oecol. Plant.* 12(1): 1–22.
- ,– (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 3. verb. Aufl. – Stuttgart, 989 S.
- ESKUCHE, U. (1978): Bodenwasserhaushalt von Wäldern in der Westfälischen Bucht und im Wesergebiet nördlich von Minden. – *Schriftenr. Landesanst. Wasser u. Abfall NRW* 37, 63 S.
- GRIMME, K. (1977): Wasser- und Nährstoffversorgung von Hangbuchenwäldern. – *Scripta Geobot.* 12, 58 S.
- HAEUPLER, H. (1976): Atlas zur Flora von Südniedersachsen. – *Scripta Geobot.* 10, 367 S.
- KAHLHEBER, H. (1982): *Poa chaixii* VILL. und *Poa remota* FORS. im Westerwald. – *Hess. Florist. Briefe* 4/1982, 62.
- KRIEBITZSCH, U. & A. HASEMANN (1983): Standortverhältnisse von Waldgesellschaften auf Keuper im südlichen Leinetal. – *Verhandl. Ges. f. Ökologie* 11: 221–237.
- LOHMEYER, W. (1967): Über den Stieleichen-Hainbuchenwald des Kern-Münsterlandes und einige seiner Gehölz-Kontaktgesellschaften. – *Schriftenr. f. Vegetationskd.* 2: 161–180.
- LUDWIG, W. (1954): Über ein wenig bekanntes Rispengras: *Poa remota* FORS. – *Hess. Florist. Briefe* 3(32): 1–2.
- MÜLLER, Th. (1966): Die Wald-, Gebüsch-, Saum-, Trocken- und Halbtrockenrasengesellschaften des Spitzberges. – *Natur- u. Landschaftsschutzgeb. Baden-Württ.* 3: 278–475.
- ,– (1967): Die geographische Gliederung des *Galio-Carpinetum* und des *Stellario-Carpinetum* in Südwestdeutschland. – *Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl.* 26(1): 47–65.
- NAGEL, U. & H.-G. WUNDERLICH (1969): Geologisches Blockbild der Umgebung von Göttingen. – *Schr. Wirtschaftswiss. Ges. z. Studium Nieders. N.F. AI* 91, 48 S. + Karte.
- OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. überarb. Aufl. – Stuttgart, 1051 S.
- POTT, R. (1985): Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. – *Abh. Landesmus. Naturk. Münster* 47(4), 75 S.

- RÜHL, A. (1969): Über die Verbreitung einiger Waldpflanzen im Weser-Leineberglande. - Göttinger Florist. Rundbr. 3(4): 77-80.
- SCHMIDT, W. (1970): Untersuchungen über die Phosphorversorgung niedersächsischer Buchenwaldgesellschaften. - Scripta Geobot. 1, 120 S.
- SCHRÖDER, L. (1971): Laubmischwaldgesellschaften der Dransfelder Hochfläche. - Staatsex. Arb. Göttingen. Mskr., 58 S.
- SCHUBART, W. (1966): Die Entwicklung des Laubwaldes als Wirtschaftswald zwischen Elbe, Saale und Weser. - Aus dem Walde 14, 213 S.
- TÜXEN, R. (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. - Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. Nieders. 3: 1-170.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Hartmut Dierschke, Systematisch-Geobotanisches Institut, Untere Karspüle 2, D-3400 Göttingen

Dierschke: Die Vegetation des Großen Leinebusches . . .

Tab. 1: Eichen-Hainbuchenwälder (Stellario-Carpinetum Oberd. 1957, Subass.-Gruppe von Stachys sylvatica)  
 1-7 St.-C. stachyo-filipenduletosum 8-27 St.-C. stachyo-typicum, Var. von Cardamine pratensis  
 35-49 St.-C. stachyo-corydaletosum 28-34 St.-C. stachyo-typicum, Typische Variante

Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49						
Deckung B	90	75	75	95	90	70	90	90	80	90	90	90	95	90	95	85	95	95	85	95	70	80	85	90	95	95	90	95	90	85	80	75	95	85	80	90	60	90	80	70	85	90	90	75	90	75	80								
Deckung St			20		1	10	5	2		8	1			2	10	1	2			1	2			10	10	1	10	2	8	1	2	5	15	5	3	3	1	1	1	1	3		2	1	1	1									
Deckung Kr	90	70	98	95	99	98	98	98	95	80	60	95	95	99	90	90	98	98	90	98	98	99	80	90	95	98	99	90	95	75	98	95	95	95	99	99	90	99	99	95	90	99	99	99	99	70	99	99							
Artenzahl	33	39	43	35	37	35	39	45	40	40	34	44	35	44	42	35	39	39	30	39	44	37	43	40	34	44	38	37	31	39	38	32	30	36	39	36	39	36	35	32	34	41	37	39	36	30	36	35							
<b>Baum- und Strauchschicht</b>																																																							
Ch <i>Quercus robur</i>	4	2	.	4	4	1	4	4	4	3	3	2	5	3	3	2	4	4	3	3	1	5	3	1	4	3	3	3	4	4	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	4	2	3	2	3	2	4							
Ch <i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					
Ch <i>Tilia cordata</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					
<i>Quercus robur</i>	2	3	2	.	4	2	2	3	4	2	3	3	2	.	3	3	3	3	3	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	1	1	1	1	1	3	4	2	2	2	1				
<i>Fraxinus excelsior</i>	2	2	3	3	2	1	2	1	1	.	2	2	.	2	2	.	1	1	.	1	2	.	1	2	.	1	2	.	2	3	2	.	2	2	2	2	3	2	2	2	1	3	2	2	1	2	2	2	2	1					
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	2	.	.	1	.	.	.	2	1	3	+	2	2	2	.	.	1	3	3	.	1	2	.	3	3	2	2	1	2	3	3	3	3	3	2	1	2	+	1	3	.	1	3	.	1	3	.						
<i>Acer campestre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	1	.	1	1	1	3	2	3	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	.	2	2	.	1			
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	.	1	.	.	1	.	2	.	1	2	.	1	2	.	.	1	3	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	2	.	1	2	1	2	1	2	2	.	1	.	.				
<i>Acer platanoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<b>Strauchschicht</b>																																																							
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	1	.	.	1	1	.	.	1	+	.	.	1	2	+	.	.	+	1	.	.	.	.	2	.	.	2	1	2	+	1	1	1	1	1	1	1	1	+	+	.	1	.	.	+	.	1	.	.					
<i>Corylus avellana</i>	.	.	2	.	.	2	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Crataegus laevigata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Acer campestre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Carpinus betulus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<b>Krautschicht</b>																																																							
Ch <i>Stellaria holostea</i>	1	1	1	2	1	2	2	3	3	1	1	2	1	2	2	2	2	3	2	2	1	1	2	1	2	2	3	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	+	1	2	1	+	2	1	1	1	1	1						
Ch <i>Dactylis polyg. et sp.</i>	.	1	+	1	+	1	.	1	1	1	1	1	+	1	+	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
Ch <i>Galium sylvaticum</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Ch <i>Carpinus betulus</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Ch <i>Prunus avium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>D Subass.-Gruppe</b>																																																							
<i>Primula elatior</i>	2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1					
<i>Ranunculus auricomus</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
<i>Pulmonaria obscura</i>	1	+	1	.	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	3	1	+	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
<i>Ranunculus ficaria</i>	5	3	4	4	4	5	5	5	4	3	3	5	5	4	4	3	5	4	4	3	5	4	5	3	5	3	1	5	2	5	4	2	4	3	1	2	1	1	3	2	.	3	.	1	2	2	3	2	.	2					
Δ <i>Ranunculus lanuginosus</i>	.	.	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	+	2	2	1	2	1	1	2	+	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
<i>Arum maculatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys sylvatica</i>	.	.	1	.	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Geum urbanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Paris quadrifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Adoxa moschatellina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>D Subass. + Var.</b>																																																							
<i>Valeriana dioica</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	2	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca gigantea</i>	+	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valeriana procurrens</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex remota</i>	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geum rivale</i>	1	1	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis paludosa</i>	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	2	+	2	3	3	1	1	.	.	.</																																													

# Strukturaufbau und Umweltbedingungen der nordhessischen Linden-Bergulmen-Hangschuttwälder (*Tilio-Ulmetum glabrae*) am Beispiel des Baunsberges bei Kassel

V. Glavac

## 1. Einführung

Ziel dieser Untersuchung ist eine Beschreibung der Sommerlinden-Bergulmen-Waldbestände der Gesellschaft *Tilio platyphylli-Ulmetum glabrae* und ihrer unwirtlichen Blockhalden-Standorte in Nordhessen, die über die pflanzensoziologischen Erkenntnisse hinausreicht und die besondere Stellung dieser Vegetationseinheit in der Waldvegetation der heutigen Kulturlandschaft verdeutlicht. Am Beispiel eines Waldgebietes sollen ihre struktur- und umweltkennzeichnenden Systemeigenschaften aufgrund ausgewählter ertrags-, vegetations- und bodenkundlicher Kenn- und Meßgrößen vorgestellt werden.

Ferner wird auf eine mögliche Gefährdung dieser Waldgesellschaft durch industriegesellschaftsspezifische Immissionen der luftverunreinigenden Stoffe hingewiesen.

Einführend soll auf zwei Wesensmerkmale des Sommerlinden-Bergulmen-Hangschuttwaldes aufmerksam gemacht werden, auf

- besonders rohe Boden- bzw. Wurzelraumverhältnisse, die den Nährstoff- und Wasserhaushalt sowie das Vorkommen und die Raumaufteilung der Pflanzenarten bestimmen und
- eine damit verbundene geschichtliche Kontinuität der heutigen Pflanzenbestandsstrukturen, die bis in die subboreale, späte Wärmezeit der Eichenmischwälder zurückreichen kann.

Denn oft blieb unbeachtet, daß die Blockhaldenwälder über Jahrtausende von jeglicher agrarwirtschaftlicher Nutzung verschont blieben. Auch einen Weideeinfluß kann man sich hier allenfalls in einer abgeschwächten Form vorstellen. Dasselbe gilt ebenfalls für die neuzeitlichen Waldbaueingriffe, da eine Umgestaltung der Waldbestände mit ertragssteigernden ortsgerechten oder auch fremden Baumarten durch die Standortverhältnisse weitgehend verhindert wurde.

Die Umbildung geschah ausschließlich durch niederwaldwirtschaftsbedingte Baumarten-Mengenverschiebungen und durch gelegentlich übermäßige Holzeinschläge. Wegen des Ausbleibens oder der abgeschwächten Holznutzung während der letzten Jahrzehnte treten sie heute meist als ausgewachsene Niederwälder mit einzelnen Samenbäumen, d. h. in Form subspontaner Mittelwälder auf.

## 2. Untersuchungsgebiet

Die untersuchten Waldbestände befinden sich am Baunsberg, der in der Gemarkung Altenbauna der Stadt Baunatal im Landkreis Kassel liegt. Er stellt einen Vorberg

oder einen vorgeschobenen Ausläufer des Hohen Habichtswaldes (von dem er heute durch die Autobahn Kassel-Dortmund abgeschnitten ist) am südöstlichen Rand der naturräumlichen Einheit Habichtswälder Bergland dar (vgl. HEINTZE, 1971).

Seine Entstehung verdankt er der vulkanischen Tätigkeit am Ende des Untermiozäns. Auch hier wurden die lockeren tertiären Sedimente durch die Lavaausgüsse von Olivin unterbrochen und von den emporgeschleuderten Basalttuffen überdeckt. Die Relieferhebung, auf welcher Spuren einer vorgeschichtlichen Siedlung gefunden wurden, erreicht 413 m. ü. NN. Sie erstreckt sich in Nord-Süd-Richtung.

Die Ost- und Westhänge des Baunsberges sind mit tiefgründigen Parabraunerden aus Lockersedimenten und Braunerden aus Basaltschutt bedeckt. Etwa 2/3 des Gebietes wird von Perlgas-Buchenwäldern (*Melico-Fagetum*) und ca. 1/3 von Hainsimsen-Buchenwäldern (*Luzulo-Fagetum*) eingenommen. Nur kleinflächig wurden sie in Fichten- und Lärchenforste umgewandelt.

An seinen Osthängen, zwischen 290 und 410 m ü. NN., befinden sich mehrere „Blockmeere“ und Hangmulden, die hochwüchsige Edellaubholzwälder tragen. Mit dem Ziel, die Basaltblockwälder (*Tilio-Ulmetum glabrae*) zu erhalten, wurde hier 1982 ein Naturschutzgebiet mit einer Flächengröße von 26 ha eingerichtet.

### 3. Struktur der Waldgesellschaft

#### 3.1. Aufbau des Baumbestandes

Für die ertrags- und waldbaukundlichen Untersuchungen wurden in den hochwüchsigen Beständen des *Tilio-Ulmetum* 4 Probeflächen mit Flächenausdehnungen von 0.394, 0.221, 0.198 und 0.142 ha angelegt. Auf ihnen geschah die Vermessung sämtlicher Baumstämme mit den Brusthöhendurchmessern (1.3 m) über 5 cm und ihre Einteilung in 10 cm-Durchmesserklassen. Außerdem wurden sie nach der IUFRO-Klassifikation (1956, s. auch LIEBUNDGUT 1959, 1982) hinsichtlich ihrer Schichtzugehörigkeit und anderer Merkmale klassifiziert. Die Oberschicht wird dabei mit 2/3 bis 3/3, die Mittelschicht mit 1/3 bis 2/3 und die Unterschicht mit unter 1/3 der Oberhöhe definiert.

Die für Baumarten verwendeten Abkürzungen sind:

- E = Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*)
- Ba = Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*)
- Sa = Spitzahorn (*Acer platanoides*)
- Bu = Buche (*Fagus sylvatica*)
- Lw = Winter-Linde (*Tilia cordata*)
- Ls = Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos*)
- Ub = Berg-Ulme (*Ulmus glabra*)
- Uf = Feld-Ulme (*Ulmus carpiniifolia*)
- Ee = Eberesche (*Sorbus aucuparia*)
- Tk = Traubenkirsche (*Prunus padus*)
- Bi = Hänge-Birke (*Betula pendula*)

Der Beschirmungsgrad der untersuchten Bestände erwies sich als sehr unterschiedlich, da sie oft wegen ausbleibender, zögernder oder langwieriger Verjüngung gelichtet waren. Die entsprechenden Daten sind in der Vegetationstabelle aufgeführt.

Insgesamt 12 Baumarten, meist Edellaubhölzer, beteiligen sich am Bestandaufbau. Überraschend zeigt die Verteilung der Stammzahlen nach Stärkeklassen das Bild eines Plenterwaldes (s. Abb. 1-4). Nur der 4. Bestand, der auf einem relativ feinerdeichen Boden stockt, wo die Buche konkurrenzfähiger wird, zeigt eine Tendenz zur glockenförmigen Baumdistribution, wie sie die bewirtschafteten Hochwälder der umliegenden Waldungen aufweisen. Das *Tilio platyphyllo-Ulmetum glabrae* besitzt demnach eine urwaldähnliche Struktur!

Gewiß ist dies eine Pseudo-Urwaldstruktur, da die Baumstämme größtenteils aus Stockausschlägen hervorgegangen sind. Die Zahl der „Mutterbäume“ ist selbstverständlich geringer; sie entziehen sich allerdings dieser Darstellungsart.

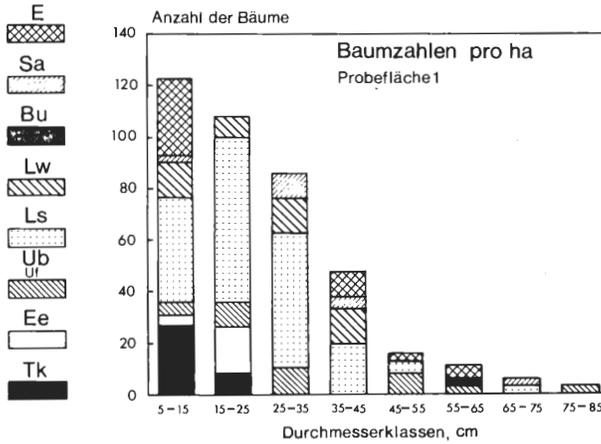


Abb. 1: Urwaldähnliche Struktur der Sommerlinden-Bergulmen-Hangschutt-Niederwälder mit Samenbäumen von Bergulme, Spitzahorn, Esche und Buche.

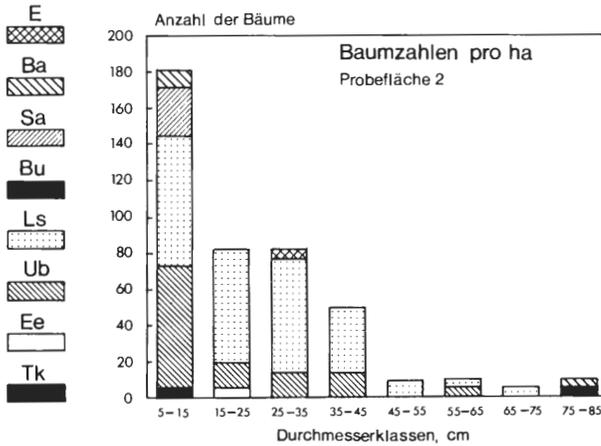


Abb. 2: Gelichteter urwaldähnlicher Niederwald mit Samenbäumen von Buche, Bergahorn und Sommerlinde.

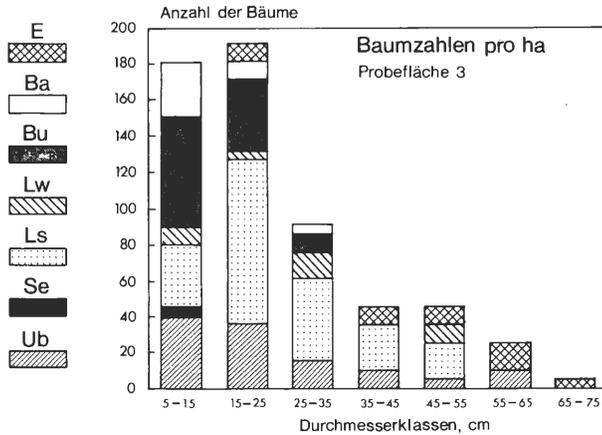


Abb. 3: Urwaldähnliche Struktur mit Buchenjungwuchs sowie Eschen- und Ulmen-Überhältern.

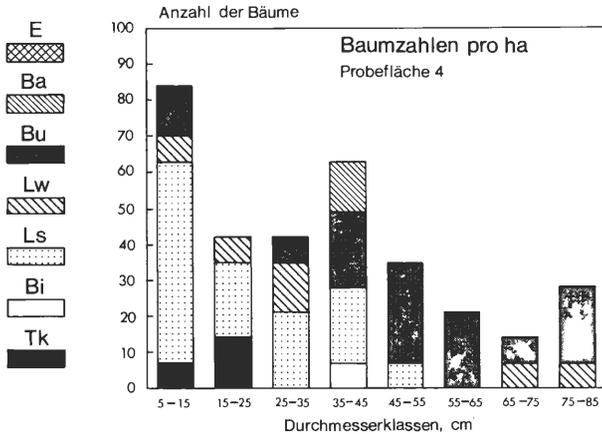


Abb. 4: Durch Buche beeinflusste Bestandesstruktur, wodurch die Übergänge zum bewirtschafteten Hochwald angedeutet werden.

Die mengenmäßige Beteiligung (in %) einzelner Baumarten im Kronenraum, differenziert nach Ober-, Mittel- und Unterschicht, wird auf Abb. 5 dargestellt. Die Sommerlinde, von BOHN (1981) als Assoziations-Kennart herausgestellt, nimmt in allen Schichten eine dominante Stellung ein. Weiterhin läßt sich aus dieser Abbildung das Konkurrenzvermögen anderer Baumarten abschätzen. So fällt z. B. auf, daß die Berg-Ulme erst im Bereich der Blockhalden mit hohen Stammzahlen vertreten ist, während die Buche nur auf feinerreicheren Böden die Oberhand gewinnen kann. Die Traubenkirsche und Eberesche sind naturgemäß ausschließlich in der Unterschicht anzutreffen.

### 3.2 Floristische Artenzusammensetzung

Floristische Beschreibungen der Edellaubholz-Blockschuttwälder des Hessischen Berglandes liegen von KNAPP (1967), HARTMANN & JAHN (1967), RÜHL (1967), HILLES-

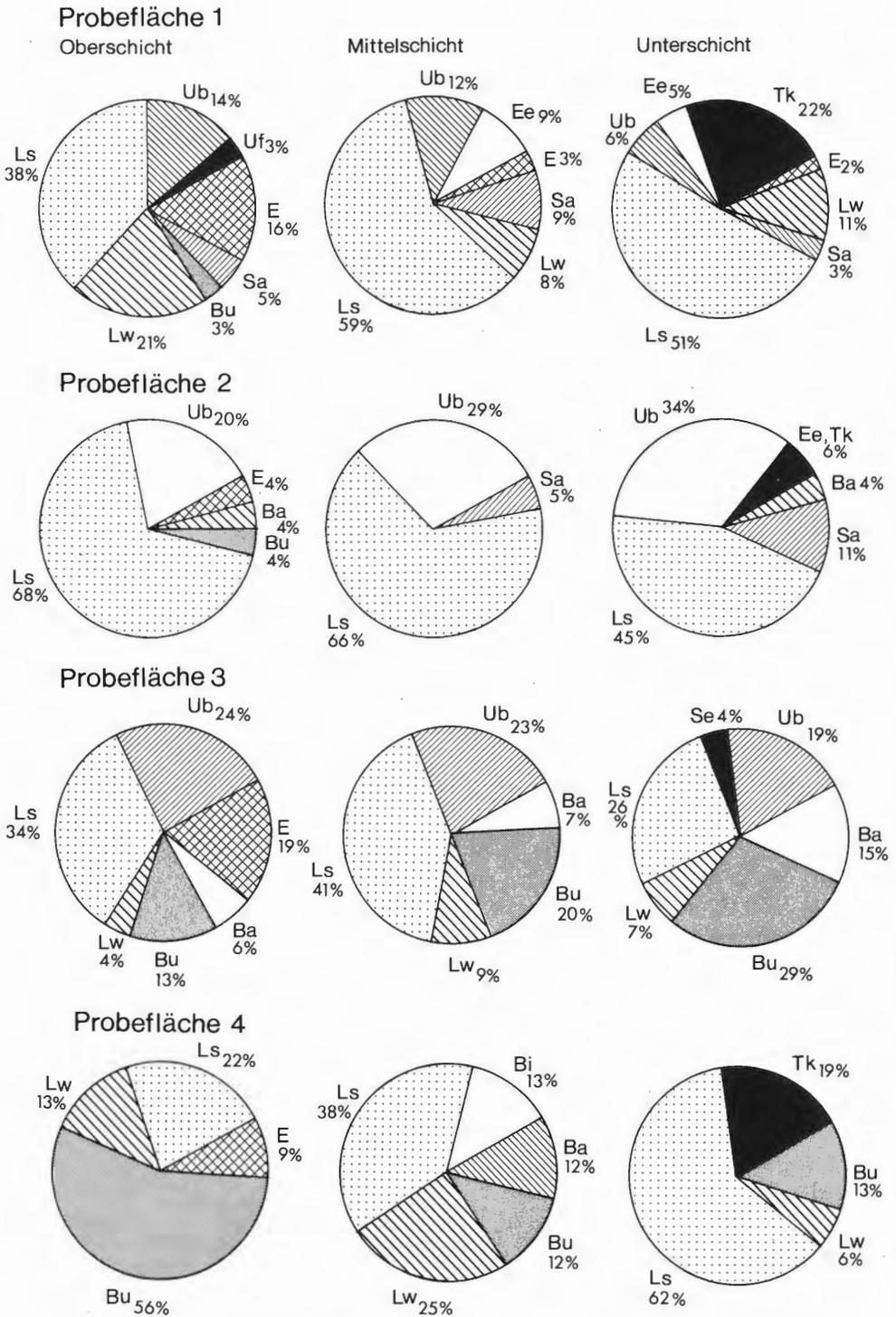


Abb. 5: Prozentuale Beteiligung der Baumarten im Aufbau der Ober-, Mittel- und Unterschicht der vier Untersuchungsbestände.

HEIM (1968), HILLESHEIM-KIMMEL et al. (1978), ULMANN & FÜRST (1980) und KRUMMEL (1981) vor. Besonders treffende Schilderungen sind in der Arbeit von BOHN (1981) zu finden.

Mit 14 Vegetationsaufnahmen werden die untersuchten Sommerlinden-Bergulmen-Hangschuttwaldbestände in Tab. 1 vorgestellt. Da der Aufbau der Baumschicht im vorausgegangenen Abschnitt abgehandelt wurde, beschränken wir uns hier auf einige Anmerkungen über das Artengefüge der Strauch-, Kraut- und Mooschicht.

Tab.1: *Tilio platyphylli-Ulmetum glabrae* RÜHL 1967

Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Meereshöhe (m ü.M.)	320	310	320	340	380	360	370	350	340	340	350	360	350	370
Hangneigung (0°)	40	40	40	40	40	00	40	<5	35	40	30	40	40	40
Himmelsrichtung	NW	NW	NW	NW	NW	-	WW	-	WW	NW	WW	WW	NN	NO
Baumhöhe (m)	22	14	27	25	15	26	26	22	20	22	23	26	25	22
Deckungsgrad d. Baumschicht (%)	80	60	70	80	50	90	90	100	60	60	90	90	100	70
Deckungsgrad d. Strauchschicht	<5	40	20	<5	70	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	- 10
Deckungsgrad d. Krautschicht	10	30	20	<5	10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	40	90	20
Deckungsgrad d. Mooschicht	30	40	40	40	40	40	30	10	20	30	<5	10	<5	50
Steinbedeckung (%)	80	90	90	100	90	90	100	80	100	100	70	20	10	80

Baumarten:

<i>Tilia platyphyllos</i>	B	3	2	2	2	3	2	3	1	1	1	2	1	.	2
	St	+	.	2	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.
	K	.	.	+	.	r	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	B	1	+	1	2	1	.	1	1	1	2	.	+	2	1
	St	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	K	.	r	r	.	r	.	r	+	.	+	.	+	.	
<i>Ulmus montana</i>	B	.	.	1	2	+	3	3	4	2	2	.	3	1	2
	St	.	.	1	+	.	+	+	+	.	.	.	+	.	+
	K	.	.	+	.	.	.	r	.	+	.	.	.	+	
<i>Acer platanoides</i>	B	2	1	1	2	.	+	1	.	.	.	.	.	.	
	St	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	K	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	B	.	.	.	.	+	1	2	1	.	2	.	1	2	1
	St	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
	K	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1	1	
<i>Tilia cordata</i>	B	+	.	2	+	.	.	.	.	2	.	+	1	2	2
	St	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	K	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Fagus sylvatica</i>	B	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	3	2	2	+
	St	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	
<i>Prunus padus</i>	B	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	St	+	3	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	
	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Sorbus aucuparia</i>	B	.	2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
	St	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	
<i>Acer campestre</i>	St.K	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Straucharten:

<i>Sambucus racemosa</i>	+	+	+	+	+	+	.	.	+	.	r	+	.	+
<i>Ribes alpinum</i>	+	1	1	+	4	+	.	.	.	+	.	.	.	2
<i>Rubus idaeus</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lonicera xylosteum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Krautschicht:

<i>Dryopteris filix-mas</i>	1	+	2	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	1
<i>Urtica dioica</i>	+	2	+	1	2	r	+	r	+	+	.	+	.	.	2
<i>Impatiens noli-tangere</i>	.	1	.	.	1	.	.	.	+	+	.	+	.	.	2
<i>Impatiens parviflora</i>	2	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	+	
<i>Polypodium vulgare</i>	.	r	.	.	2	.	.	.	+	+	.	.	.	1	
<i>Geranium robertianum</i>	.	.	1	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	2	
<i>Galium odoratum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	.	
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	
<i>Epilobium montanum</i>	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	1	

Fortsetzung Tab.1

Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Lamium galeobdolon</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Mercurialis perennis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1	+
<i>Milium effusum</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	+	.
<i>Melica uniflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	5	.
<i>Mycelis muralis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Luzula luzuloides</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Senecio fuchsii</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Moehringia trinervia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Scrophularia nodosa</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium sylvaticum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnocarpium robertianum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arum maculatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Circea lutetiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Viola reichenbachiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Actea spicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Chaerophyllum temulum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Alliaria petiolata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Arctium nemorosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Campanula trachelium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Carex sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Hedera helix</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Anemone nemorosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Lunaria rediviva</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Convallaria majalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Dactylis polygama</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Sedum telephium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Convolvulus sepium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<b>Moosschicht:</b>														
<i>Hypnum cupressiforme</i>	2	.	2	2	2	2	2	1	2	3	2	.	+	2
<i>Brachythecium rutabulum</i>	2	2	2	2	2	2	2	+	+	.	.	1	.	.
<i>Dicranum scoparium</i>	2	1	1	1	2	1	.	.	.	1	+	.	.	1
<i>Mnium affine</i>	2	1	.	+	1	.	.	.	+	+	+	+	.	.
<i>Isoetecium myurum</i>	.	2	1	1	.	+	1	+	+	1	.	.	.	.
<i>Plagiothecium nemorale</i>	2	2	.	.	2	1	.	2	.	2	.	2	.	.
<i>Brachythecium populeum</i>	.	.	.	.	.	1	2	+	2	1	.	+	.	.
<i>Mnium cuspidatum</i>	2	.	.	+	.	.	2	.	+	+	.	.	.	.
<i>Hypnum filiforme</i>	2	.	.	.	.	2	.	.	1	.	+	.	.	.
<i>Plagiochila asplenoides</i>	.	2	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2
<i>Racomitrium heterostichum</i>	.	1	1	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mnium undulatum</i>	.	1	.	1	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Pohlia nutans</i>	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2
<i>Brachythecium velutinum</i>	2	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Lophocolea heterophylla</i>	2	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Thuidium tamariscifolium</i>	.	2	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Polytrichum formosum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	2	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lepidozia reptans</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Barbilophozia barbata</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mnium punctatum</i>	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Isopterum elegans</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atrichum undulatum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Weisia controversa</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Metzgeria furcata</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thuidium delicatulum</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eurhynchium striatum</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cladonia coniocraea</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Grimmia hartmanii</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Homalia trichomanoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Madotheca platyphylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Plagiothecium neglectum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Catharinaea undulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Brachypodium reflexum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

In der spärlich auftretenden Strauchschicht ist das häufige Vorkommen der Berg-Johannisbeere (*Ribes alpinum*) bemerkenswert. In der Krautschicht, die auf den unwirtlichen Steinblockhalden lediglich Deckungsgrade bis zu 30 % aufweist, kommen mit größerer Stetigkeit Männlicher Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*), Große Brennessel (*Urtica dioica*), Gemeines Springkraut (*Impatiens noli-tangere*), Kleinblütiges Springkraut (*Impatiens parviflora*), Engelsüß (*Polypodium vulgare*), Ruprechtskraut (*Geranium robertianum*), Waldmeister (*Galium odoratum*), Hain-Rispengras (*Poa nemoralis*), Berg-Weidenröschen (*Epilobium montanum*) und Kletten-Labkraut (*Galium aparine*) vor. Die Artenzahlen und die Deckungsgrade nehmen gradientenartig mit der Feinerdeausfüllung der Grobskelettzwischenräume zu. Die Übergänge zu den Perlgras-Buchenwäldern sind in den Aufnahmen 12 bis 14 erkennbar.

Die Moosdecken sind immer dann gut ausgebildet, wenn das Gestein ausreichend beschattet ist. Hier konnten 35 Arten festgestellt werden. Sie treten gemeinsam in epilithischen Moosgesellschaften der Ordnung *Grimmiales hartmannii* Philippi 1956 (vgl. v. HÜBSCHMANN, 1984) auf.

Die Pflanzendecke spiegelt die Verteilung von „Stein und Erde“, die Ambivalenz von „Armut und Reichtum“ auf kleinstem Raume wider. Günstige Wuchsplätze sind von den „anspruchsvollen Dauerbewohnern“ besetzt. Der Sommerlinden-Bergulmen-Wald hinterläßt den Eindruck einer passiven, selbsterneuerungsträgen Dauergesellschaft. Erst nach unzähligen fehlgeschlagenen Keimversuchen gelingt es einer Baumart, ein neues ausgewachsenes Individuum im Bestand zu etablieren. Der Konkurrenzvorteil der Edellaubhölzer liegt sehr wahrscheinlich in ihrer Fähigkeit begründet, die Wurzelraumgegebenheiten, insbesondere in der entscheidenden juvenilen Phase, besser zu nutzen.

#### 4. Umweltbedingungen

Die entscheidenden Standortsfaktoren, die das Vorkommen der Linden-Bergulmen-Hangschuttwälder bedingen, sind die Bodeneigenschaften (s. Abb. 6). Die Konkurrenzfähigkeit der Baumarten in allen ihren Entwicklungsstadien wird von der Beschaffenheit der feinerdearmen und hohlraumreichen Basaltblockhalden bestimmt.

Die Mächtigkeit der im jüngsten Pleistozän bloßgelegten „Blockmeere“ des nordhessischen Berglandes wird von HORN (1971) in den oberen Steinfeldbereichen auf 1 bis 3 m, in den unteren auf 3 bis maximal 10 m geschätzt. Sie sind meist in die Tertiärsedimente eingebettet und enthalten feinkörniges basaltisches Verwitterungsmaterial sowie Lößlehm.

Folgende Parameter sind von vegetationsökologischer Bedeutung:

- Die Tiefgründigkeit des hohlraumreichen Basaltskelettes, d. h. seine Durchdringbarkeit bzw. die Erreichbarkeit der darunter liegenden Lockersedimente durch Baumwurzeln,
- die Menge der Feinerde in dem Blockhaldenkörper,
- die Häufigkeit und Größe der Humustaschen, die von den Durchmessern der Gesteinsblöcke und der Pflanzenbewuchsgeschichte abhängen. Es können  $O_L$ -Ansammlungen,  $O_L-O_F$ -Dellen,  $O_L-O_F-O_H$ -Humustaschen und  $O_L-O_F-O_H-A_h$ -Bodenfragmente beobachtet werden, deren Abfolge oft durch Hohlräume unterbrochen wird,

- die Herkunft der Laubstreu, deren Zersetzbarkeit artspezifisch ist,
- die chemische Zusammensetzung des bodenbildenden Muttergesteins und
- die Einträge der luftverunreinigenden Stoffe.

Die Stoffflüsse in diesem Waldökosystem spielen sich nicht auf der ganzen Bodenoberfläche ab. Sie sind auf ca. 10 bis 30 % „Eintrittsstellen“ reduziert. Deswegen erweisen sich die zwischen den Steinen liegenden Humus- und Feinerdeansammlungen als ausgesprochen nährstoffreich. Ebenfalls darf daher nicht verwundern, daß sie auch hohe Schwermetallgehalte enthalten und starker Säureeinwirkung ausgesetzt sind.

Auf 14 Vegetationsaufnahmeflächen (s. Tab. 1) wurden aus den  $O_H/A_h$ -Horizonten Bodenproben entnommen, Gleichgewichtsbodenlösungen hergestellt und pH, Al, Fe, Mn, Ca, Mg und K (mg/l) gemessen. Außerdem haben wir noch 2 N HCl-Auszüge zwecks Bestimmung der Schwermetallgehalte (Pb, Cd, Zn, Cu, Cr, Ni) vorbereitet (vgl. BRÜNE & ELLINGHAUS 1981).

Die Ermittlung der pH-Werte geschah mit Hilfe einer Glaselektrode. Die erwähnten Mineralstoff-Elemente wurden mit dem Atomabsorptionsspektralphotometer (AAS, Perkin-Elmer 3030) bestimmt. Außerdem konnten die Humusgehalte mit der Glühverlust-Methode erkundet werden.

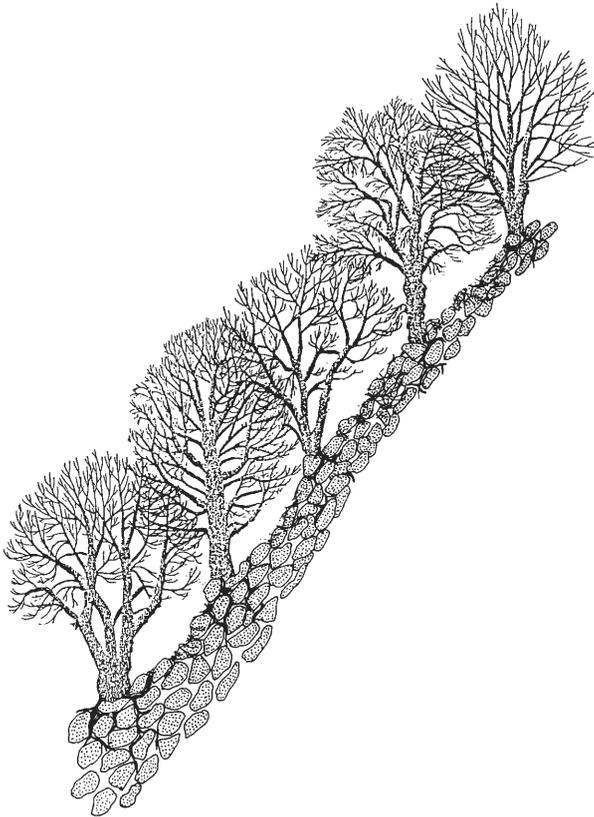


Abb. 6: Profil eines Sommerlinden-Bergulmen-Hangschuttwaldes.

Tab. 2: Mineralstoffgehalte der Gleichgewichtsbodenlösungen, OH/Ah-Horizont

GBL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$	S	V
pH	4.17	4.60	4.60	4.75	4.38	5.56	4.68	4.59	4.37	4.29	3.87	5.98	4.87	3.88	4.61	0.58	12.55
Al (ppm)	1.39	1.56	1.25	1.33	1.73	0.87	1.32	0.88	0.86	0.84	2.19	0.49	2.86	2.02	1.40	0.64	45.60
Mn "	2.09	0.94	1.71	0.90	2.65	0.09	0.42	0.30	2.94	2.07	4.63	0.86	0.32	4.43	1.74	1.49	85.52
Fe "	0.40	0.80	0.34	0.27	0.41	0.22	0.54	0.41	0.19	0.27	0.41	0.40	0.88	0.35	0.42	0.20	47.57
K "	16.1	12.2	8.5	6.3	11.0	13.7	6.6	13.4	22.0	16.0	5.4	18.0	4.9	5.0	11.36	5.45	47.94
Ca "	62.1	52.1	57.3	65.6	48.8	58.7	53.2	43.4	56.5	94.4	22.1	67.2	31.8	30.0	53.09	18.11	34.12
Mg "	12.8	10.5	12.5	16.1	14.2	12.5	14.7	11.9	15.8	22.3	7.2	19.3	8.2	9.3	13.38	4.15	31.05
NH <sub>4</sub> "	0.29	0.37	0.25	0.17	0.16	0.23	0.16	0.20	0.31	0.47	0.28	0.88	0.47	0.29	0.32	0.19	58.48
NO <sub>3</sub> "	46.6	28.0	40.6	39.4	37.4	29.7	33.4	32.0	77.7	43.5	14.5	19.2	3.56	21.8	33.38	17.48	52.36

Tab. 3: Schwermetallgehalte in 2 N HCl-Auszügen, OH/Ah-Horizont

GBL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\bar{X}$	S	V
Pb (ppm)	194.7	144.2	253.9	223.6	127.3	182.7	237.6	63.2	127.2	139.3	387.1	120.2	132.6	354.4	192.0	92.05	47.94
Cd "	1.52	1.38	2.64	2.90	0.82	1.78	2.13	0.56	1.02	1.33	2.27	1.44	1.17	1.51	1.61	0.67	42.0
Zn "	120.1	119.4	179.1	20.78	63.3	20.2	138.7	53.8	137.5	104.9	105.9	54.3	88.4	78.6	91.78	46.29	50.44
Cu "	26.6	17.2	29.2	26.0	12.8	22.0	24.1	10.9	14.8	23.0	37.8	17.9	25.9	30.4	22.76	7.45	32.73
Cr "	3.71	3.19	5.35	4.28	12.4	4.19	6.36	9.74	3.15	3.12	5.89	4.13	6.53	5.18	5.52	2.67	48.35
Ni "	18.3	14.0	20.8	21.0	25.6	16.0	25.7	20.6	15.7	14.7	23.8	14.2	13.2	19.7	18.81	4.31	22.93
OS(%)	76	83	75	76	33	82	71	21	87	86	71	83	52	69	68.9	20.0	29.0

OS(%) = organische Substanz in %

Die Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen sind in Tab. 2 dargestellt. Sie bestätigen weitgehend die Befunde von v. GADOW (1975). Wie erwartet enthalten die humusreichen Feinerdeansammlungen ausgesprochen viele Mineralstoffe.

Die Eigenart dieser Systemeigenschaften kann nur durch den Vergleich mit anderen Buchenwaldgesellschaften, mit dem *Luzulo-*, *Melico-* und *Lathyro-Fagetum* des Hessischen Berglandes verdeutlicht werden. Auf Abb. 7 werden die untersuchten bodenchemischen Größen vergleichend dargestellt. Neben hohen Nitratgehalten enthielten die untersuchten Bodenproben hohe Calcium-, Magnesium- und Kaliumgehalte.

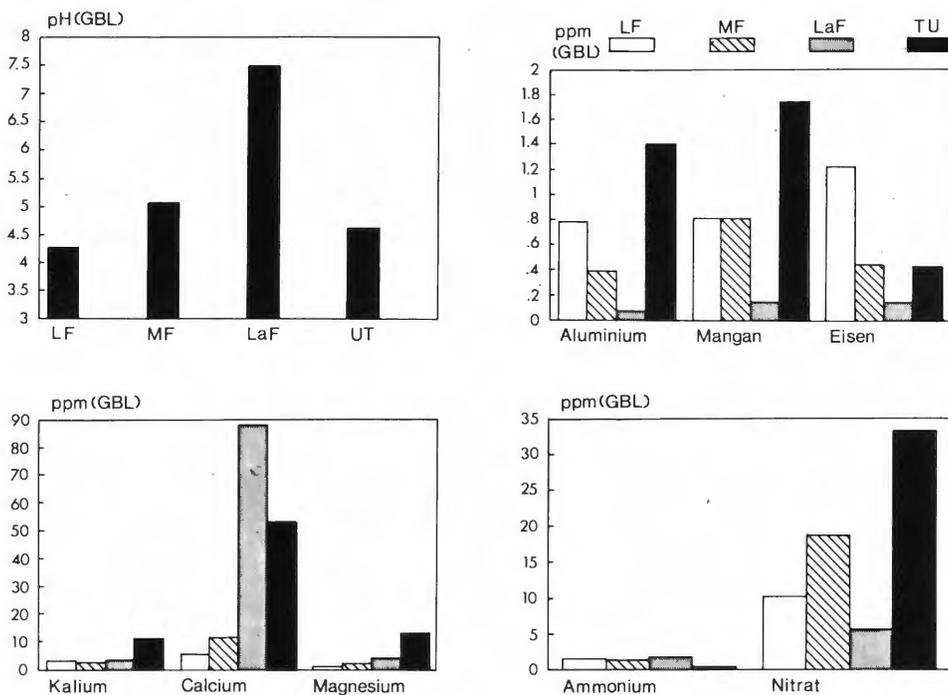


Abb. 7: Vergleich der pH-Werte und der Mineralstoffgehalte in Gleichgewichtsbodenlösungen (GBL, 4-10 cm Bodentiefe) von 13 Beständen des *Luzulo-Fagetum* (LF), 9 Beständen des *Melico-Fagetum* (MF), 6 Beständen des *Lathyro-Fagetum* (LaF) und 14 Beständen des *Tilio-Ulmetum* (TU).

Es darf nicht vergessen werden, daß die aktuellen pflanzenverfügbaren Mineralstoff- und Wassermengen ein anderes Bild zeigen würden, wenn sie pro Volumeneinheit des Bodenkörpers berechnet worden wären.

Die sehr gute, aber räumlich beschränkte Nährstoffversorgung ist das Spezifikum des Sommerlinden-Bergulmen-Hangschuttwaldes.

Als negative Folge dieser ökosystemprägenden Eigenschaften kann die starke Schwermetallkontamination (s. Tab. 3) genannt werden, die durch die hohen Humusgehalte begünstigt wird (vgl. BRÜMMER & HERMS 1983).

Zum Schluß soll noch der negative Einfluß des Reh- und Rotwildes auf die Erneuerung der *Tilio-Ulmetum glabrae*-Waldbestände erwähnt werden.

## 5. Schlußwort

Zusammenfassend läßt die am Beispiel des Baunsberges vorgelegte Untersuchung über die Sommerlinden-Bergulmen-Hangschuttwälder folgende Aussagen zu:

- Die Waldgesellschaft *Tilio-Ulmetum* besitzt einen ausgesprochenen naturnahen Charakter.
- Ihr Standort kann als ein „Ur-Waldstandort“ (nicht mit dem Urwald-Standort zu wechseln!) bezeichnet werden, da er einer landwirtschaftlichen Nutzung und den strukturverändernden Eingriffen des modernen Waldbaues dauerhaft entzogen war.
- Der Baumbestand besitzt eine urwaldähnliche oder plenterartige Struktur.
- Die Umwelt der Sommerlinden-Bergulmen-Waldgesellschaft wird hauptsächlich durch die Wurzelraumgegebenheiten einer Basalt-Blockhalde bestimmt.
- Die ausgesprochen heterogene Wurzelraumstruktur mit einem unausgeglichenen Nährstoff- und Wasserhaushalt bestimmt das Vorkommen und die Vitalität der Pflanzengemeinschaftsmitglieder.
- Da die Stoffflüsse durch die Oberflächengestaltung auf 10 bis 30 % der Fläche konzentriert sind, werden Boden und Pflanzen von den luftverunreinigenden Stoffen besonders stark beeinflusst.

In der heutigen Kulturlandschaft sind die Sommerlinden-Bergulmen-Hangschuttwälder besonders schutzwürdig. Durch gezielte Pflegemaßnahmen sollten ihre urwaldähnlichen Strukturen gefördert werden.

## 6. Literatur

- BOHN, U. (1981): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 200 000 – Potentielle natürliche Vegetation – Blatt CC 5518 Fulda. – Schr.Reihe Vegetationskd. 15, Bonn-Bad Godesberg, 330 S.
- BRÜMMER G. & U. HERMS, (1983): Influence of soil reaction and organic matter on the solubility of heavy metals in soils. In: ULRICH, B. & J. PANKRATH (eds.): Effects of Accumulation of Air pollutants in Forest Ecosystems. – Dordrecht (Reidel): 233–243.
- BRÜNE, H. & R. ELLINGHAUS (1981): Schwermetallgehalte in hessischen Böden. – Landw. For- schung., Kongreßband Trier, 38: 338–349.
- GLAVAC, V. (1984): Dem Waldsterben auf der Spur. Aufgaben und Methoden der ökologischen Ve- getationskunde, Buchenwaldgesellschaften als Beispiel. – Vorveröffentlichung in Prisma, Z. GhK, 32: 24–28.
- GADOW, A.v. (1975): Ökologische Untersuchungen in Ahorn- Eschenwäldern. – Diss. Univ. Göt- tingen, 76 S.
- HARTMANN, F.K. & G. JAHN (1967): Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. Bd. 1. – Stuttgart (Fischer), 636 S.
- HEINTZE, G. (1971): Landschaftsrahmenplan, Naturpark Habichtswald. – Inst. f. Naturschutz Darmstadt, Scr. Reihe 10 (3), 114 S mit Karten.
- HILLESHEIM, U. (1968): Vegetationskundliche Untersuchung des Baunsberges. – Inst. f. Natur- schutz Darmstadt. Manuskript, 3 S.
- HILLESHEIM-KIMMEL, U., H. KARAFIAT, K. LEWEJOHANN & W. LOBIN (1978): Die Naturschutzge- biete in Hessen, 2. Aufl. – Schr. Reihe Inst. Naturschutz Darmstadt 11 (3), 395 S.
- HORN, M. (1971): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Hessen. 1 : 25 000, Blatt Nr. 4721 Naumburg, Wiesbaden, 285 S.

- HÜBSCHMANN, A.V. (1984): Überblick über die epilithischen Moosgesellschaften Zentraleuropas. - *Phytocoenologia*, **12** (4): 495-538.
- KNAPP, R. (1967): Die Vegetation des Landes Hessen., Ber. Oberhessen. - Ges. f. Natur- und Heilkunde, Gießen, **35**: 93-148.
- KRUMMEL, F. (1981): Flora und Vegetation des BSG Hirzstein im Habichtswald bei Kassel. - Wiss. Hausarbeit, GhK, 64 S.
- LEIBUNDGUT, H. (1959): Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwuchsanalyse von Urwäldern. - *Schweiz. Z. Forstw.*
- , (1982): Europäische Urwälder der Bergstufe. - Stuttgart (Haupt), 306 S.
- RÜHL, A. (1967): Das Hessische Bergland. Eine forstlich-vegetationsgeographische Übersicht. - *Forsch. z. Dt. Landeskd* **161**, 164 S., 45 Kart.
- ULMANN, I. & J.O. FÜRST (1980): Pflanzengesellschaften des NSG „Gangolfsberg“ (südliche Röhn) und seiner Randgebiete. - *Mitt. flor. soz. Arbg. N.F.* **22**: 87-110.
- Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. V. Glavac, Arbeitsgruppe für Pflanzen-, Vegetations- und Landschaftsökologie, Fachbereich Biologie/Chemie, Gesamthochschule Kassel, Heinrich-Plett-Str. 40, 3500 Kassel



# *Prunus mahaleb*-Gebüsch

Theo Müller

*Prunus mahaleb*, die Felsenkirsche oder Steinweichsel ist als pontisch-(sub)mediterranes Geoelement (WALTER & STRAKA 1970; HORVAT, GLAVAČ & ELLENBERG 1974) eine sehr bezeichnende Art der submediterranen, von dem Gebiet um das Schwarze Meer (Pontus) bis zur Iberischen Halbinsel reichenden Flaumeichen-Region. Von ihren Verbreitungszentren in der Submediterranregion aus strahlt die Steinweichsel auf verschiedenen Wegen in das temperate Europa ein. Zum einen erreicht sie dem Donauweg folgend, von Verbreitungslücken unterbrochen Niederösterreich, die Tschechoslowakei, die Fränkische Alb bei Regensburg und schließlich die Schwäbische Alb im oberen Donautal (bis Beuron, Landkreis Sigmaringen). Zum anderen gelangt sie, aus dem Rhonetal über den Französisch-schweizerischen Jura kommend, gerade noch bis zum Hochrheingebiet bei Schaffhausen. Westlich der Vogesen stößt die Steinweichsel bis Südbelgien und Nordfrankreich vor und geht von hier aus auch ins Mosel-, Nahe- und Mittelrheingebiet, vermutlich auf diesem Wege auch bis ins mittlere Maingebiet, dabei sich ähnlich verhaltend wie der Französische Ahorn (*Acer monspessulanum*), die Kornelkirsche (*Cornus mas*) und auch der Buchs (*Buxus sempervirens*), der allerdings nur noch das Moseltal erreicht.

Die Steinweichsel ist ausgesprochen lichtbedürftig und verhält sich demgemäß wie die meisten *Prunetalia*-Arten, die ihre volle Entfaltung in nicht beschatteten Gebüsch erfahren, aber auch – teilweise mit etwas reduzierter Vitalität – in ± lichte Wälder, insbesondere *Quercetalia pubescentis-petraeae*-Buschwälder eindringen können. So schreibt JAKUČS 1961 in seiner umfassenden Monographie der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas über den Steinweichsel-Flaumeichen-Karstbuschwald (*Ceraso mahaleb-Quercetum pubescentis* Jakucs et Fekete 57 nom. inv. Zolyomi 58): „Meist hat sie (die Assoziation) eine ausgesprochen Waldrand-Erscheinung (doch als solche mag sie auch homogen vorkommen und eine große Verbreitung erreichen) und verknüpft sich dynamisch mit Steppenwiesen-Mosaikteilen.“ Dies ist also die Situation, bei der *Prunus mahaleb* auch in Waldgesellschaften vorkommen kann.

*Prunus mahaleb*-Gebüsch des temperaten Europas sind bis jetzt unter verschiedensten Namen beschrieben worden (vgl. Erläuterungen zu den Spalten 1–8 der Tabelle 1). Als erster hat GAMS 1927 das *Prunus mahaleb*-Gebüsch unter diesem Namen beschrieben, während BRAUN-BLANQUET 1961 dieses als Subassoziation seines Berberitzen-Rosen-Busches (*Berberido-Rosetum* Br.-Bl. 1961. *prunetosum mahaleb*) faßte. Weitere Beschreibungen mit verschiedenen Namen folgten von DELELIS-DUSOLLIER & GEHU 1972, GALLANDAT 1972, TÜXEN in GEHU, RICHARD & TÜXEN 1972, DELELIS-DUSOLLIER 1973, RAMEAU 1973, KORNECK 1974 u. a. Stellt man alle diese aus verschiedenen Gebieten mitgeteilten *Prunus mahaleb*-Gebüsch zusammen (Tabelle 2, Spalten 1–8), so zeigt sich ein recht einheitliches Bild: ein sehr stetes Vorkommen von *Prunus mahaleb*, reiche Ausstattung mit Kennarten des *Berberidion vulgaris* Br.-Bl. 50 und der Ordnung *Prunetalia spinosae* Tx. 52. In ihrem soziologischen Grundgefüge ähneln sie zwar alle dem *Pruno-Ligustretum vulgaris* Tx. 52, als dessen „submediterrane Steigerung“ sie aufgefaßt werden könnten, wie es RAMEAU 1973 getan hat. Da aber die Kennartengarnitur des *Pruno-Ligustretum* um die so bezeichnende submediterrane Art *Prunus mahaleb* bereichert wird, darüber hinaus aber in keinem Gebiet neue, eigene Kennarten hinzukommen, liegt es nahe, wie es OBERDORFER & MÜLLER 1979 getan haben, diesen *Prunus mahaleb*-Gebüsch den Rang einer selbständigen Assoziation zuzuerkennen, sie aber

Tabelle 1: *Prunetum mahaleb* (Gams 27, Br.-Bl. 61) Oberd. et Müll 79, Vikariante mit *Berberis vulgaris*, typische Subassoziation.

Aufn.1: Bei Gschneier/Schluderns, Vintschgau/Italien, 29.8.1971.  
Dichtes Gebüsch an Wegböschung, *Melico-transsilvanicae-Agrophyretum repentis* Müll. et Görs 66 als Saum.  
Aufn.2: Bei Tannas/Laas, Vintschgau/Italien, 28.8.1971.  
Sehr dichtes Gebüsch zwischen Äckern.

Aufnahme	1	2
Aufnahmefläche in m <sup>2</sup>	50	75
Exposition	S	S
Neigung in °	15	10
Höhe der Strauchschicht in m	2-3	2-3
Deckung der Strauchschicht in %	95	100
Deckung der Krautschicht in %	5	2
Höhe in m über NN	1260	1380
<hr/>		
A <i>Prunus mahaleb</i> Str.	3	3
V <i>Berberis vulgaris</i> Str.	2	3
<i>Ligustrum vulgare</i> Str.	2	1
<i>Rhamnus cathartica</i> Str.	1	2
<i>Rosa rubiginosa</i> Str.	1	2
<i>Viburnum lantana</i> Str.	.	+
DV <i>Lonicera xylosteum</i> Str.	1	+
<i>Juniperus communis</i> Str.	.	+
O <i>Prunus spinosa</i> Str.	3	2
<i>Rosa tomentosa</i> Str.	1	.
<i>Rosa canina</i> agg. Str.	.	1
<i>Crataegus monogyna</i> Str.	.	1
K <i>Prunus avium</i> Str.	1	.
Sonstige Arten		
<i>Agropyron repens</i>	1	.
<i>Melica transsilvanica</i>	1	.
<i>Fragaria vesca</i>	+	.
<i>Vicia cracca</i>	+	.
<i>Chelidonium majus</i>	+	.
<i>Coronilla varia</i>	+	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	+
<i>Chaerophyllum aureum</i>	.	+
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	+

mangels weiterer Kennarten in einer Assoziation zusammenzufassen. Dabei kann diese, GAMS 1927 und BRAUN-BLANQUET 1961 folgend als *Prunetum mahaleb* (Gams 27, Br.-Bl. 61) Oberd. et Müll. 79 bezeichnet werden. Nur in der orealen Stufe der Südwestalpen (oberes Durancetal um Briançon, oberes Tal der Dora Riparia bei Susa) kommt als neue Kennart die Briançon-Pflaume (*Prunus brigantina* Vill. in L., „Le Marmottier“), ein westalpiner Altendemit, hinzu und bildet eine dem *Prunetum mahaleb* zwar nah verwandte, aber dennoch eigene Assoziation, das *Berberido-Prunetum brigantinae* Br.-Bl. 61 (Tabelle 2, Spalte 9). Um aufzuzeigen, daß es auch noch außerhalb des *Berberidion Prunus mahaleb*-Gesellschaften gibt, ist in Tabelle 2, Spalte 10 eine solche aus Südwestfrankreich dargestellt (nach DELELIS-DUSOLLIER 1983), die zum submediterranean-subatlantischen Verband *Pruno-Rubion ulmifolii* O. de Bolos 54 gehört.

Als Xerotherm-Gebüsch besiedelt das *Prunetum mahaleb* südexponierte Felshänge oder entsprechende steinige Steilhänge, sowohl auf Kalkgestein als auch kalkfreien, aber basenreichen Gesteinen wie z. B. Melaphyren oder Devonschiefern im Mittelrheingebiet. An diesen Plätzen tritt es teils als pionierartiges Felsgesträuch, teils als waldmantelbildende Dauergesellschaft (meist von *Quercion pubescentis-petraeae*-Gesellschaften, insbesondere des *Buxo-Quercetum*) auf, die oft mit dem *Cotoneastro-Amelanchieretum* in Kontakt stehen und mit ihm verzahnt sind. Deshalb kann öfters *Amelanchier ovalis* und *Cotoneaster integerrima* übergreifen und entsprechende Subassoziationen bilden. Dabei handelt es sich wie beim *Cotoneastro-Amelanchieretum* im wesentlichen um naturnahe, primäre Gebüsch, wobei das *Prunetum mahaleb* etwas tiefgründiger und damit meist auch etwas frischere Standorte einnimmt als das *Cotoneastro-*

*Amelanchieretum*. Für diese *Prunus mahaleb*-Gebüsche bietet sich deshalb als deutsche Bezeichnung „Steinweichsel-Felshang-Gebüsch“\*) an. Teilweise können Bestände des *Prunetum mahaleb* auch als Ersatzgesellschaften von *Quercion pubescentis*-Gesellschaften (z. B. des *Aceri monspessulani-Quercetum petraeae* Oberd. 57, des *Buxo-Quercetum pubescentis* Br.-Bl. 31, des *Lithospermo-Quercetum petraeae* Br.-Bl. 32 etc.), auch als Mantelgebüsche von degradierten *Carpinion*- und *Fagion*-Gesellschaften, sowie als Sukzessions- oder Rekolonisationsgebüsche z. B. in *Mesobromion*-Gesellschaften auftreten. Meist sind dann waldaufbauende Gehölze der *Quercio-Fagetea* wie *Corylus avellana*, *Quercus robur* und *petraea*, *Sorbus torminalis* oder sogar *Prunus avium*, *Fraxinus excelsior*, selbst *Fagus sylvatica* beigemischt, die die Entwicklungstendenz anzeigen und bei ausbleibenden Störungen das Gebüsch wieder in Wald überführen können.

Bei den im *Prunetum mahaleb* (Tabelle 2, Spalten 1–8) zusammengefaßten, bisher unter verschiedenen Assoziationsnamen beschriebenen *Prunus mahaleb*-Gebüschern handelt es sich mangels eigener Kennarten nicht um selbständige Assoziationen sondern um „geographische Rassen“ oder „Vikarianten“ der einzelnen Gebiete, so wie sie, OBERDORFER 1953 und 1957 folgend, MÜLLER & GÖRS 1958 präzise gefaßt haben: „Unter einer geographischen Rasse einer in einem größeren Raume verbreiteten Assoziation soll nur deren geringfügige Abwandlung innerhalb eines kleineren, geographisch umgrenzten Gebietes verstanden werden, z. B. Verbreitung Mitteleuropa, Rasse des Schwarzwaldes, Odenwaldes, Schwäbische Alb etc. Diese geographische Rasse soll durch Arten differenziert sein, die an diesen bestimmten geographischen Raum aus arealgeographischen oder anderen Gründen gebunden sind. Eine solche geographische Rasse einer Assoziation muß aber in sich auch wieder nicht unbedingt gleichwertig sein. Der geographische Raum, an den sie gebunden ist, besitzt sehr oft außer der flächenhaften, horizontalen Ausdehnung auch noch eine höhenmäßige, vertikale Ausdehnung. Mit dieser vertikalen Ausdehnung einer geographischen Einheit wird natürlich auch eine Assoziation in einem gewissen Umfange abgewandelt, wenn man nicht sogar beim Überschreiten einer bestimmten Höhenstufe zu einer neuen, in der Charakterartengarnitur oder der charakteristischen Artenkombination verschiedenen Assoziation kommt. Für eine vertikale, nur geringfügige Abwandlung einer Assoziation, die meistens durch wenige Arten ausgedrückt wird, die nur an eine bestimmte Höhenlage

\* Da es sich bei den deutschen, im Gegensatz zu den lateinischen Bezeichnungen von Pflanzengesellschaften um keine wissenschaftlichen Namen handelt, sondern damit auch dem vegetationskundlich Interessierten ein möglichst anschaulicher Name geboten werden soll, wird bewußt an die Tradition der alten Pflanzengeographen und Pflanzensoziologen wie HEER 1835, KERNER VON MARILAUN 1863, STEBLER & SCHRÖTER 1892, GRADMANN 1898, RÜBEL 1912 u. a. angeknüpft, die als deutsche Bezeichnung von Pflanzengesellschaften und Assoziationen meist eine bezeichnende, vorherrschende, hochstete oder gesellschaftstreuere Art in Verbindung mit einer Standortseigenschaft, dem Wuchsort oder der Pflanzenformation verwendet und dies auch so empfohlen haben wie z. B. Burstgras-Trockenrasen, Krautweiden-Teppich, Täschelkraut-Halbe, Blaugras-Halbe, Rostseggen-Halbe, Silikat-Schneetälchen, Seggen-Ried, Goldhafer-Wiese, Milchkraut-Weide, Hochmoor-Heide, Hochstauden-Gebüsch, Legföhren-Gebüsch, Arven-Wald, Schlucht-Wald etc. Entsprechendes gilt auch für den Begriff Flur = pflanzlicher Aufwuchs, z. B. Quell-Flur, Urgesteins-Flur, Geröll-Flur, Pflanzgras-Schuttflur, Läger-Flur, Hochstauden-Flur etc. Es ist unverständlich, weshalb der in diesem Sinne seit über 100 Jahren verwendete Begriff „Flur“ bis jetzt von der Duden-Redaktion, die sonst bemüht ist, jede neue und neueste Sprachschöpfung – und sei sie noch so obskur – zu erfassen, bis jetzt nicht beachtet worden ist, obwohl sowohl in der „Brockhaus Enzyklopädie“ (1966–1974) als auch in den bisher erschienenen Bänden 1–5 des „Lexikon der Biologie“ (1983–1985) Begriffe wie Hochstaudenflur, Karflur, Lägerflur, Schlagflur enthalten sind, erläutert und auf Vegetationseinheiten bezogen werden.

Tabelle 2: *Prunus mahaleb*-Gebüſche

Spalte	1	1a	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zahl der Aufnahmen	55	1	43	20	13	82	25	55	35	7	7
Seehöhe m: von	200	220	200	20	20	330	300	370	500	1160	
bis	380		500	120	120	790	800	770	1450	1400	
<i>A Prunus mahaleb</i> Str.	80 <sub>+3</sub>	2	93 <sub>+4</sub>	100 <sub>+4</sub>	100 <sub>+4</sub>	79 <sub>+4</sub>	100 <sub>+4</sub>	100 <sub>+4</sub>	100 <sub>+4</sub>	86 <sub>+4</sub>	100 <sub>+4</sub>
<i>A Prunus brigantina</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	86 <sub>+3</sub>	.
<i>DA Cytisus sessilifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43 <sub>+2</sub>	.
<i>V Pruno-Rubion ulmifolii</i>											
<i>Rubus ulmifolius</i>	.	.	.	5 <sub>1</sub>	15 <sub>+</sub>	.	.	.	6 <sub>1</sub>	.	100 <sub>+4</sub>
<i>Rubia peregrina</i>	.	.	23 <sub>+2</sub>	.	38 <sub>+4</sub>	2 <sub>1</sub>	24 <sub>+</sub>	.	.	.	86 <sub>+2</sub>
<i>Tamus communis</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	5 <sub>1</sub>	8 <sub>+</sub>	2 <sub>+</sub>	.	.	.	.	86 <sub>+2</sub>
<i>Lonicera periclymenum</i>	.	.	.	15 <sub>+</sub>	8 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	14 <sub>+</sub>
<i>DV Quercus pyrenaica</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	73 <sub>+</sub>
<i>Rhamnus alaternus</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43 <sub>+</sub>
<i>V Berberidion vulgaris</i>											
<i>Viburnum lantana</i> Str.	73 <sub>13</sub>	3	72 <sub>+3</sub>	100 <sub>+2</sub>	85 <sub>+2</sub>	73 <sub>+2</sub>	88 <sub>+2</sub>	89 <sub>+3</sub>	54 <sub>+2</sub>	14 <sub>+</sub>	.
<i>Ligustrum vulgare</i> Str.	47 <sub>14</sub>	1	93 <sub>+3</sub>	50 <sub>+4</sub>	62 <sub>+2</sub>	90 <sub>+3</sub>	48 <sub>+2</sub>	80 <sub>+4</sub>	91 <sub>+4</sub>	14 <sub>+</sub>	.
<i>Rhamnus cathartica</i> Str.	51 <sub>+2</sub>	+	37 <sub>+1</sub>	50 <sub>+2</sub>	54 <sub>+1</sub>	52 <sub>+2</sub>	52 <sub>+1</sub>	76 <sub>+3</sub>	80 <sub>+3</sub>	29 <sub>+</sub>	.
<i>Berberis vulgaris</i> Str.	56 <sub>+3</sub>	1	30 <sub>+2</sub>	.	.	29 <sub>+1</sub>	40 <sub>+2</sub>	40 <sub>+2</sub>	97 <sub>14</sub>	100 <sub>+3</sub>	.
<i>Amelanchier ovalis</i> Str.	24 <sub>+2</sub>	.	.	.	54 <sub>+4</sub>	41 <sub>+1</sub>	68 <sub>+1</sub>	16 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Cotoneaster integerrima</i> Str.	62 <sub>+2</sub>	+	.	.	.	49 <sub>+1</sub>	.	42 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Rosa rubiginosa</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	25 <sub>+2</sub>	57 <sub>+3</sub>	29 <sub>+1</sub>	29 <sub>+1</sub>
<i>Rosa micrantha</i> Str.	.	.	7 <sub>+2</sub>	25 <sub>+3</sub>	54 <sub>+2</sub>	.	.	.	.	.	.
<i>Rhamnus alpina</i> Str.	.	.	2 <sub>+</sub>	.	.	9 <sub>+</sub>	.	.	.	43 <sub>+2</sub>	.
<i>Rubus canescens</i>	7 <sub>1</sub>	.	.	.	.	2 <sub>12</sub>	.	.	.	.	.
<i>Rosa vosagiaca</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	13 <sub>+2</sub>	43 <sub>+2</sub>	.	.
<i>Rosa agrestis</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	13 <sub>+1</sub>	9 <sub>+1</sub>	.	.
<i>Rosa glauca</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	7 <sub>+1</sub>	6 <sub>+1</sub>	.	.
<i>Rosa caesia</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	.	31 <sub>+1</sub>	29 <sub>+</sub>	.
<i>Rosa montana</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	.	9 <sub>+</sub>	43 <sub>+</sub>	.
<i>Rosa abietina</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	.	6 <sub>+</sub>	14 <sub>+</sub>	.
<i>Rosa sherardii</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	13 <sub>+1</sub>	.	.	.
<i>Rosa jundzillii</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	5 <sub>+1</sub>	.	.	.
<i>DV Juniperus communis</i> Str..	9 <sub>+1</sub>	.	56 <sub>+3</sub>	50 <sub>+2</sub>	54 <sub>+2</sub>	15 <sub>+3</sub>	64 <sub>+1</sub>	15 <sub>+2</sub>	31 <sub>+2</sub>	.	14 <sub>+</sub>
<i>Lonicera xylosteum</i> Str.	4 <sub>+</sub>	.	93 <sub>+3</sub>	.	15 <sub>+1</sub>	32 <sub>+2</sub>	50 <sub>+</sub>	49 <sub>+2</sub>	80 <sub>+1</sub>	57 <sub>+2</sub>	.
<i>Sorbus aria</i> Str.	35 <sub>+2</sub>	.	60 <sub>+2</sub>	.	.	16 <sub>+1</sub>	24 <sub>+</sub>	42 <sub>+2</sub>	29 <sub>+1</sub>	.	.
<i>Sorbus torminalis</i> Str.	25 <sub>+2</sub>	+	26 <sub>+2</sub>	30 <sub>+2</sub>	8 <sub>+</sub>	.	8 <sub>+</sub>	.	.	.	.
<i>Ribes alpinum</i> Str.	47 <sub>+2</sub>	.	33 <sub>+1</sub>	.	.	18 <sub>+</sub>	.	5 <sub>+</sub>	9 <sub>+</sub>	.	.
<i>Cornus mas</i> Str.	.	.	35 <sub>12</sub>	10 <sub>+2</sub>	23 <sub>+3</sub>	.	8 <sub>+</sub>	5 <sub>2</sub>	.	.	.
<i>Rosa pimpinellifolia</i> Str.	18 <sub>+1</sub>	+	.	.	.	.	.	.	.	43 <sub>+</sub>	.
<i>Rhamnus saxatilis</i> Str.	.	.	.	.	.	.	52 <sub>+</sub>	13 <sub>+1</sub>	.	.	.
<i>Δ Acer monspessulanum</i> Str.	84 <sub>+3</sub>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sarothamnus scoparius</i>	35 <sub>+2</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Genista pilosa</i>	13 <sub>12</sub>	.	2 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Δ Rubus fruticosus</i> agg.	15 <sub>+1</sub>	.	58 <sub>+3</sub>	55 <sub>+3</sub>	23 <sub>+1</sub>	20 <sub>+2</sub>	.	2 <sub>1</sub>	.	.	86 <sub>+4</sub>
<i>Hedera helix</i>	16 <sub>12</sub>	.	51 <sub>+3</sub>	40 <sub>+5</sub>	54 <sub>25</sub>	24 <sub>+2</sub>	.	4 <sub>+1</sub>	.	.	86 <sub>14</sub>
<i>Teucrium scorodonia</i>	18 <sub>+1</sub>	.	5 <sub>+</sub>	5 <sub>+</sub>	23 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	14 <sub>+</sub>
<i>Melica uniflora</i>	11 <sub>+1</sub>	.	5 <sub>+</sub>	.	15 <sub>+2</sub>	12 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.
<i>Daphne laureola</i> Str.	.	.	28 <sub>+1</sub>	.	8 <sub>2</sub>	.	.	.	.	.	.
<i>Δ Buxus sempervirens</i> Str. (d)	9 <sub>24</sub>	.	14 <sub>15</sub>	.	.	22 <sub>+5</sub>	52 <sub>+3</sub>	.	.	.	.
<i>Quercus pubescens</i> Str.	.	.	7 <sub>+</sub>	.	.	12 <sub>+</sub>	52 <sub>+1</sub>	.	3 <sub>2</sub>	.	.
<i>Quercus pubescens x petraea</i>	.	.	19 <sub>+1</sub>	.	.	33 <sub>+3</sub>	.	.	.	.	.
<i>Δ Laburnum anagyroides</i> Str.	.	.	9 <sub>+2</sub>	80 <sub>+3</sub>	15 <sub>+2</sub>	7 <sub>+1</sub>	24 <sub>+</sub>	.	.	.	.
<i>Δ Taxus baccata</i> Str.	4 <sub>+1</sub>	.	.	.	69 <sub>+2</sub>	.	.	.	.	.	.
<i>Δ Coronilla emerus</i> Str.	.	.	.	.	.	87 <sub>+2</sub>	48 <sub>+2</sub>	.	.	.	.
<i>Cotoneaster tomentosa</i> Str.	.	.	.	.	.	49 <sub>+1</sub>	12 <sub>+</sub>	.	.	.	.
<i>Lonicera etrusca</i>	.	.	.	.	.	2 <sub>+</sub>	12 <sub>+</sub>	.	.	.	.

Fortsetzung Tab. 2

Spalte	1	1a	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Acer opalus</i> Str.	.	.	.	.	.	27 <sub>+2</sub>	.	.	.	.	.
<i>Δ Cotinus coggygria</i> Str.	.	.	.	.	.	.	64 <sub>+4</sub>	.	.	.	.
<i>Colutea arborescens</i> Str.	.	.	.	.	.	.	56 <sub>+3</sub>	.	.	.	.
<i>Δ Cytisus nigricans</i>	.	.	.	.	.	.	.	44 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Hepatica nobilis</i>	.	.	.	.	.	.	12 <sub>+</sub>	29 <sub>+1</sub>	.	14 <sub>+</sub>	.
<i>Clematis recta</i>	.	.	.	.	.	.	.	5 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Melica picta</i>	.	.	.	.	.	.	.	2 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>O Rosa canina</i> agg. Str.	91 <sub>13</sub>	1	72 <sub>+2</sub>	85 <sub>+1</sub>	62 <sub>+1</sub>	55 <sub>+1</sub>	40 <sub>+1</sub>	60 <sub>+3</sub>	86 <sub>+1</sub>	71 <sub>+1</sub>	71 <sub>+1</sub>
<i>Crataegus monogyna</i> Str.	89 <sub>+3</sub>	2	93 <sub>14</sub>	95 <sub>+2</sub>	38 <sub>+2</sub>	39 <sub>+2</sub>	68 <sub>+1</sub>	36 <sub>+2</sub>	60 <sub>+2</sub>	14 <sub>+</sub>	86 <sub>+1</sub>
<i>Cornus sanguinea</i> Str.	18 <sub>+3</sub>	1	95 <sub>+3</sub>	75 <sub>+4</sub>	69 <sub>+3</sub>	54 <sub>+3</sub>	32 <sub>+2</sub>	87 <sub>+4</sub>	46 <sub>+2</sub>	14 <sub>1</sub>	100 <sub>+4</sub>
<i>Prunus spinosa</i> Str.	86 <sub>+3</sub>	2	79 <sub>14</sub>	80 <sub>+3</sub>	23 <sub>+1</sub>	23 <sub>+4</sub>	16 <sub>+1</sub>	27 <sub>+3</sub>	91 <sub>+3</sub>	.	100 <sub>+4</sub>
<i>Corylus avellana</i> Str.	5 <sub>+</sub>	.	49 <sub>+5</sub>	100 <sub>+3</sub>	38 <sub>+3</sub>	23 <sub>+3</sub>	32 <sub>34</sub>	51 <sub>+4</sub>	23 <sub>+1</sub>	14 <sub>+</sub>	.
<i>Clematis vitalba</i>	2 <sub>1</sub>	.	23 <sub>+3</sub>	10 <sub>+2</sub>	38 <sub>+1</sub>	2 <sub>+</sub>	28 <sub>+1</sub>	20 <sub>+2</sub>	9 <sub>+3</sub>	.	57 <sub>+1</sub>
<i>Euonymus europaeus</i> Str.	42 <sub>+2</sub>	.	44 <sub>+2</sub>	30 <sub>+2</sub>	31 <sub>+1</sub>	28 <sub>+</sub>	.	25 <sub>+3</sub>	3 <sub>1</sub>	.	29 <sub>+1</sub>
<i>Pyrus pyraeaster</i> Str.	16 <sub>+1</sub>	.	26 <sub>+2</sub>	.	8 <sub>+</sub>	.	.	16 <sub>+2</sub>	6 <sub>+</sub>	.	43 <sub>+2</sub>
<i>Malus sylvestris</i> Str.	.	.	28 <sub>+1</sub>	10 <sub>+</sub>	15 <sub>+</sub>	10 <sub>+1</sub>	.	18 <sub>+1</sub>	.	.	.
<i>Crataegus laevigata</i> Str.	.	.	5 <sub>2</sub>	5 <sub>+</sub>	.	18 <sub>+1</sub>	.	25 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Rosa tomentosa</i> Str.	.	.	7 <sub>+</sub>	.	.	.	.	5 <sub>+</sub>	43 <sub>+1</sub>	14 <sub>+</sub>	.
<i>Ribes uva-crispa</i> Str.	.	.	9 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	13 <sub>+1</sub>	31 <sub>+1</sub>	71 <sub>+3</sub>	.
<i>Viburnum opulus</i> Str.	.	.	12 <sub>+2</sub>	30 <sub>+1</sub>	.	1 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.
<i>Rosa corymbifera</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	20 <sub>+1</sub>	49 <sub>+2</sub>	14 <sub>+</sub>	.
<i>Humulus lupulus</i>	.	.	.	.	.	.	.	7 <sub>+</sub>	23 <sub>+1</sub>	.	.
<i>Rosa obtusifolia</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	13 <sub>+1</sub>	.	.	.
<i>K Acer campestre</i> Str.	2 <sub>1</sub>	.	23 <sub>+2</sub>	35 <sub>+1</sub>	15 <sub>+</sub>	4 <sub>+1</sub>	12 <sub>+</sub>	25 <sub>+2</sub>	6 <sub>+</sub>	.	71 <sub>+2</sub>
<i>Fraxinus excelsior</i> Str.	2 <sub>1</sub>	.	30 <sub>+2</sub>	80 <sub>+3</sub>	23 <sub>+</sub>	10 <sub>+1</sub>	.	31 <sub>+1</sub>	29 <sub>+1</sub>	71 <sub>+1</sub>	.
<i>Helleborus foetidus</i>	4 <sub>1</sub>	.	16 <sub>+</sub>	5 <sub>2</sub>	23 <sub>+</sub>	15 <sub>+2</sub>	44 <sub>+</sub>	2 <sub>+</sub>	.	29 <sub>+</sub>	.
<i>Prunus avium</i> Str.	2 <sub>1</sub>	.	19 <sub>+</sub>	75 <sub>+1</sub>	31 <sub>+1</sub>	.	.	4 <sub>23</sub>	29 <sub>+1</sub>	.	14 <sub>+</sub>
<i>Quercus robur</i> Str.	5 <sub>+1</sub>	.	26 <sub>+2</sub>	65 <sub>+3</sub>	46 <sub>+3</sub>	1 <sub>+</sub>	.	.	.	.	14 <sub>1</sub>
<i>Quercus petraea</i> Str.	45 <sub>+2</sub>	.	44 <sub>+3</sub>	5 <sub>+</sub>	.	1 <sub>+</sub>	44 <sub>+1</sub>	53 <sub>+3</sub>	.	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	22 <sub>+1</sub>	.	5 <sub>+</sub>	.	.	10 <sub>+1</sub>	.	2 <sub>1</sub>	23 <sub>+1</sub>	29 <sub>1</sub>	.
<i>Primula veris</i> ssp. <i>canescens</i>	.	.	7 <sub>+</sub>	5 <sub>+</sub>	8 <sub>1</sub>	15 <sub>+1</sub>	32 <sub>+</sub>	24 <sub>+1</sub>	.	.	.
<i>Ulmus minor</i> Str.	.	.	2 <sub>+</sub>	15 <sub>+1</sub>	31 <sub>+</sub>	.	.	4 <sub>23</sub>	6 <sub>+</sub>	.	57 <sub>+4</sub>
<i>Melica nutans</i>	2 <sub>1</sub>	.	2 <sub>+</sub>	.	.	1 <sub>+</sub>	12 <sub>+</sub>	15 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Melittis melissophyllum</i>	.	.	5 <sub>+</sub>	.	15 <sub>+</sub>	21 <sub>+1</sub>	28 <sub>+1</sub>	16 <sub>+1</sub>	.	.	.
<i>Carpinus betulus</i> Str.	.	.	28 <sub>13</sub>	25 <sub>+1</sub>	15 <sub>+</sub>	6 <sub>+2</sub>	.	9 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i> Str.	.	.	7 <sub>+</sub>	10 <sub>+1</sub>	23 <sub>+</sub>	.	.	2 <sub>2</sub>	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i> Str.	.	.	16 <sub>+2</sub>	45 <sub>+1</sub>	31 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	5 <sub>+</sub>	31 <sub>+3</sub>	.	.	.	.	.	.
<i>Mercurialis perennis</i>	.	.	5 <sub>+</sub>	.	15 <sub>23</sub>	.	24 <sub>+</sub>	.	.	.	.
<i>Lathyrus vernus</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	.	.	1 <sub>+</sub>	.	5 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Campanula trachelium</i>	.	.	.	5 <sub>+</sub>	.	.	.	.	17 <sub>+1</sub>	29 <sub>+</sub>	.
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	.	.	.	.	.	6 <sub>+</sub>	.	4 <sub>+</sub>	9 <sub>+</sub>	.	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	9 <sub>+1</sub>	.	2 <sub>1</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhynchospora triquetrus</i>	2 <sub>1</sub>	.	.	.	.	1 <sub>1</sub>	.	.	.	.	.
<i>Eurhynchium striatum</i>	2 <sub>+</sub>	.	.	.	.	1 <sub>2</sub>	.	.	.	.	.
<i>Arum maculatum</i>	.	.	.	5 <sub>+</sub>	8 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.
<i>Tilia cordata</i> Str.	.	.	.	5 <sub>+</sub>	8 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.
<i>Ruscus aculeatus</i>	.	.	.	.	8 <sub>+</sub>	.	8 <sub>+</sub>	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i> Str.	.	.	.	.	8 <sub>+</sub>	.	.	7 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Prunus padus</i> ssp. <i>borealis</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	.	23 <sub>23</sub>	14 <sub>3</sub>	.
Ferner: Spalte 1: <i>Arabis turrita</i> 7 <sub>+</sub> , <i>Stellaria holostea</i> 4 <sub>+</sub> ; Spalte 1a: <i>Sorbus domestica</i> Str. 1; Spalte 2: <i>Dryopteris filix-mas</i> 2 <sub>+</sub> ; Spalte 3: <i>Viola reichenbachiana</i> 10 <sub>+</sub> , <i>Rosa arvensis</i> 8 <sub>2</sub> ; Spalte 4: <i>Primula acaulis</i> 8 <sub>1</sub> , <i>Ilex aquifolium</i> Str. 8 <sub>+</sub> ; Spalte 7: <i>Galium sylvaticum</i> 9 <sub>+</sub> , <i>Lithospermum purpureacaeruleum</i> 4 <sub>+1</sub> , <i>Rosa gallica</i> 2 <sub>+</sub> , <i>Tilia platyphyllos</i> Str. 2 <sub>+</sub> ; Spalte 8: <i>Populus alba</i> Str. 3 <sub>+</sub> ; Spalte 9: <i>Paris quadrifolia</i> 14 <sub>+</sub> , <i>Euphorbia dulcis</i> 14 <sub>+</sub> .											
Sonstige Arten											
<i>Galium album</i>	31 <sub>+1</sub>	.	23 <sub>+</sub>	30 <sub>+1</sub>	8 <sub>+</sub>	30 <sub>+3</sub>	16 <sub>+</sub>	2 <sub>+</sub>	29 <sub>+1</sub>	100 <sub>+2</sub>	57 <sub>+1</sub>

Fortsetzung Tab. 2

Spalte	1	1a	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Teucrium chamaedrys</i>	9 <sub>+1</sub>	+	19 <sub>+1</sub>	10 <sub>+</sub>	15 <sub>+</sub>	45 <sub>+3</sub>	76 <sub>+1</sub>	20 <sub>+2</sub>	11 <sub>+1</sub>	.	.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	25 <sub>12</sub>	.	67 <sub>+2</sub>	70 <sub>+4</sub>	69 <sub>+1</sub>	23 <sub>+2</sub>	4 <sub>+</sub>	47 <sub>+3</sub>	20 <sub>+1</sub>	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	36 <sub>+</sub>	+	23 <sub>+</sub>	.	.	15 <sub>+</sub>	36 <sub>+1</sub>	22 <sub>+</sub>	14 <sub>+</sub>	.	14 <sub>+</sub>
<i>Origanum vulgare</i>	25 <sub>+1</sub>	+	16 <sub>+</sub>	15 <sub>+1</sub>	8 <sub>+</sub>	.	8 <sub>+1</sub>	24 <sub>+2</sub>	20 <sub>+</sub>	.	.
<i>Bromus erectus</i>	2 <sub>+</sub>	.	9 <sub>+1</sub>	5 <sub>1</sub>	.	.	48 <sub>+2</sub>	.	6 <sub>23</sub>	29 <sub>+</sub>	14 <sub>+</sub>
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	26 <sub>+1</sub>	5 <sub>1</sub>	.	20 <sub>+1</sub>	4 <sub>+</sub>	15 <sub>+1</sub>	23 <sub>+1</sub>	43 <sub>+</sub>	.
<i>Viola hirta</i>	16 <sub>+</sub>	.	35 <sub>+1</sub>	25 <sub>+1</sub>	8 <sub>+</sub>	1 <sub>1</sub>	.	23 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Bupleurum falcatum</i>	20 <sub>+</sub>	.	12 <sub>+</sub>	5 <sub>1</sub>	23 <sub>+</sub>	.	.	11 <sub>+1</sub>	6 <sub>1</sub>	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	7 <sub>+</sub>	.	14 <sub>+2</sub>	15 <sub>+1</sub>	.	.	.	7 <sub>+1</sub>	23 <sub>+</sub>	.	29 <sub>+1</sub>
<i>Polygonum odoratum</i>	38 <sub>+1</sub>	+	9 <sub>+</sub>	.	.	.	8 <sub>+</sub>	7 <sub>+1</sub>	.	14 <sub>+</sub>	.
<i>Galium aparine</i>	5 <sub>+</sub>	.	.	10 <sub>+1</sub>	.	.	.	4 <sub>+1</sub>	14 <sub>+</sub>	43 <sub>+4</sub>	71 <sub>+3</sub>
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	.	12 <sub>+</sub>	5 <sub>+</sub>	23 <sub>+2</sub>	.	12 <sub>+1</sub>	7 <sub>+1</sub>	.	29 <sub>+1</sub>	.
<i>Geranium sanguineum</i>	24 <sub>+</sub>	+	.	.	31 <sub>+3</sub>	.	.	24 <sub>+1</sub>	.	.	14 <sub>+</sub>
<i>Inula conyza</i>	2 <sub>1</sub>	.	5 <sub>+</sub>	20 <sub>+</sub>	.	.	8 <sub>+</sub>	9 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Geum urbanum</i>	2 <sub>+</sub>	.	.	5 <sub>+</sub>	.	.	.	4 <sub>+1</sub>	17 <sub>+</sub>	57 <sub>+2</sub>	.
<i>Poa pratensis</i>	4 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	2 <sub>+</sub>	9 <sub>+</sub>	57 <sub>+1</sub>	71 <sub>+1</sub>
<i>Rubus caesius</i>	.	.	.	10 <sub>+</sub>	.	1 <sub>+</sub>	.	4 <sub>12</sub>	34 <sub>+2</sub>	14 <sub>+</sub>	.
<i>Bryonia dioica</i>	.	.	.	5 <sub>+</sub>	.	.	.	9 <sub>+1</sub>	14 <sub>+1</sub>	14 <sub>+</sub>	29 <sub>+1</sub>
<i>Hypericum perforatum</i>	9 <sub>+</sub>	.	12 <sub>+</sub>	.	.	.	.	2 <sub>+</sub>	23 <sub>+</sub>	.	.
<i>Carex humilis</i>	4 <sub>+</sub>	.	.	.	.	9 <sub>+1</sub>	48 <sub>+1</sub>	5 <sub>13</sub>	.	.	.
<i>Stachys recta</i>	7 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	4 <sub>+</sub>	25 <sub>+1</sub>	14 <sub>+</sub>	.	.
<i>Melica ciliata</i>	20 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	.	.	11 <sub>+1</sub>	23 <sub>+1</sub>	43 <sub>+1</sub>	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	2 <sub>1</sub>	.	2 <sub>+</sub>	.	.	.	28 <sub>+</sub>	5 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Frangula alnus</i> Str.	.	1	.	25 <sub>+</sub>	.	2 <sub>+</sub>	.	7 <sub>+1</sub>	.	.	.
<i>Carex flacca</i>	.	.	19 <sub>+2</sub>	15 <sub>1</sub>	31 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	.	29 <sub>+1</sub>
<i>Salix caprea</i> Str.	.	.	9 <sub>+2</sub>	20 <sub>+2</sub>	8 <sub>+</sub>	2 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i> Str.	.	.	9 <sub>+1</sub>	15 <sub>+2</sub>	.	2 <sub>+</sub>	.	2 <sub>1</sub>	.	.	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	16 <sub>+2</sub>	10 <sub>+</sub>	.	.	.	.	3 <sub>+</sub>	29 <sub>+</sub>	.
<i>Pinus sylvestris</i> Str.	.	.	9 <sub>+1</sub>	10 <sub>+1</sub>	.	.	4 <sub>+</sub>	5 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i> Str.	.	.	5 <sub>+</sub>	5 <sub>+</sub>	.	.	.	13 <sub>+2</sub>	20 <sub>+1</sub>	.	.
<i>Calamintha clinopodium</i>	.	.	.	.	.	2 <sub>+</sub>	4 <sub>+</sub>	.	11 <sub>+</sub>	29 <sub>+1</sub>	.
<i>Verbascum lychnitis</i>	4 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	7 <sub>+</sub>	.	29 <sub>+</sub>	.
<i>Vinca minor</i>	2 <sub>+</sub>	.	2 <sub>+</sub>	.	.	1 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	2 <sub>+</sub>	.	.	5 <sub>1</sub>	.	.	.	.	.	.	29 <sub>+</sub>
<i>Coronilla varia</i>	.	.	7 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	2 <sub>+</sub>	9 <sub>+1</sub>	.	.
<i>Robinia pseudacacia</i> Str.	.	.	2 <sub>+</sub>	.	.	4 <sub>+</sub>	.	.	.	.	14 <sub>+</sub>
<i>Vicia sepium</i>	.	.	9 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	11 <sub>+</sub>	14 <sub>+</sub>	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	3 <sub>+</sub>	43 <sub>+</sub>	.
<i>Digitalis lutea</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	.	23 <sub>+</sub>	.	.	.	.	14 <sub>+</sub>	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	.	.	15 <sub>+</sub>	.	.	16 <sub>+</sub>	.	9 <sub>+</sub>	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	15 <sub>+</sub>	.	.	.	.	11 <sub>+</sub>	.	29 <sub>+2</sub>
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	10 <sub>+1</sub>	.	.	.	7 <sub>+3</sub>	.	.	14 <sub>1</sub>
<i>Sesleria albicans</i>	.	.	.	.	46 <sub>14</sub>	15 <sub>+2</sub>	.	35 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Seseli libanotis</i>	2 <sub>+</sub>	+	2 <sub>1</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	9 <sub>+</sub>	.	2 <sub>1</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asplenium trichomanes</i>	7 <sub>+</sub>	.	.	.	.	16 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	.
<i>Arabis hirsuta</i>	4 <sub>1</sub>	.	.	.	.	12 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	.
<i>Dictamnus albus</i>	29 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	.	.	5 <sub>12</sub>	.	.	.
<i>Alliaria petiolata</i>	16 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	.	.	7 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Rhytidium rugosum</i>	5 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	11 <sub>+3</sub>	.	.	.
<i>Fragaria viridis</i>	18 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	4 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Sedum telephium</i>	4 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	7 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Homalothecium lutescens</i>	2 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	13 <sub>+2</sub>	.	.	.
<i>Polygonum dumetorum</i>	2 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	9 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Melica transsilvanica</i>	2 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	6 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	7 <sub>+</sub>	10 <sub>+2</sub>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Avena pubescens</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	35 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea nemoralis</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	15 <sub>+2</sub>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	10 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helianthemum nummularium</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	5 <sub>1</sub>	.	.	.	.	.	.	.

Fortsetzung Tab. 2

Spalte	1	1a	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	5 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	.	5 <sub>+</sub>	5 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum cristatum</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	5 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aquilegia vulgaris</i>	.	.	2 <sub>+</sub>	.	.	1 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	.	5 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	11 <sub>+2</sub>	.	.
<i>Lathyrus heterophyllus</i>	.	.	7 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.	14 <sub>+</sub>	.
<i>Solanum dulcamara</i>	.	.	.	10 <sub>+</sub>	8 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.
<i>Orchis purpurea</i>	.	.	.	5 <sub>+</sub>	15 <sub>+</sub>	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea scabiosa</i>	.	.	.	5 <sub>+</sub>	.	.	.	4 <sub>+</sub>	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	15 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	11 <sub>+</sub>	.	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	5 <sub>+</sub>	.	.	.	.	14 <sub>+</sub>	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	5 <sub>2</sub>	.	.	.	.	.	43 <sub>+1</sub>	.
<i>Festuca rubra</i>	.	.	.	.	31 <sub>+1</sub>	.	.	.	.	.	29 <sub>+2</sub>
<i>Carex alba</i>	.	.	.	.	.	.	8 <sub>1</sub>	.	3 <sub>2</sub>	.	.
<i>Veronica teucrium</i>	.	.	.	.	.	.	.	7 <sub>+</sub>	6 <sub>+</sub>	.	.
<i>Viola odorata</i>	.	.	.	.	.	.	.	4 <sub>1</sub>	3 <sub>+</sub>	.	.
<i>Chelidonium majus</i>	.	.	.	.	.	.	.	2 <sub>1</sub>	14 <sub>+</sub>	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i> Str.	.	.	.	.	.	.	.	2 <sub>2</sub>	.	14 <sub>+</sub>	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	11 <sub>+</sub>	43 <sub>+2</sub>	.
<i>Carex muricata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	6 <sub>+</sub>	.	14 <sub>+</sub>

Ferner

- Spalte 1: *Hypnum cupressiforme* 67<sub>+3</sub>, *Aster linosyris* 27<sub>+1</sub>, *Polypodium vulgare* 15<sub>+1</sub>, *Pleurozium schreberi* 9<sub>14</sub>, *Dicranum scoparium* 9<sub>12</sub>, *Sedum rupestre* 5<sub>+1</sub>, *Thuidium tamariscinum* 4<sub>+</sub>, *Deschampsia flexuosa* 4<sub>+</sub>, *Peucedanum cervaria* 2<sub>+</sub>, *Silene nutans* 2<sub>+</sub>, *Trifolium alpestre* 2<sub>+</sub>, *Valeriana wallrothii* 2<sub>+</sub>, *Brachythecium rutabulum* 2<sub>+</sub>, *Phleum phleoides* 2<sub>+</sub>, *Melandrium album* 2<sub>+</sub>, *Barbilophocia barbata* 2<sub>+</sub>, *Sedum maximum* 2<sub>+</sub>, *Corydalis solida* 4<sub>+</sub>, *Scleropodium purum* 2<sub>+</sub>, *Anomodon viticulosus* 2<sub>+</sub>, *Lophocoele bidentata* 2<sub>+</sub>, *Polytrichum formosum* 2<sub>+</sub>, *Thalictrum minus* 2<sub>+</sub>.
- Spalte 2: *Viscum album* 7<sub>+</sub>, *Galium verum* 5<sub>+</sub>, *Pulmonaria tuberosa* 5<sub>+</sub>, *Vitis vinifera* 5<sub>1</sub>, *Melampyrum arvense* 2<sub>+</sub>, *Knautia arvensis* 2<sub>+</sub>, *Stachys officinalis* 2<sub>+</sub>, *Briza media* 2<sub>+</sub>, *Laserpitium latifolium* 2<sub>+</sub>, *Trifolium rubens* 2<sub>+</sub>, *Medicago lupulina* 2<sub>+</sub>.
- Spalte 3: *Listera ovata* 10<sub>+</sub>, *Sanguisorba minor* 10<sub>+</sub>, *Seseli montanum* 5<sub>1</sub>, *Scabiosa columbaria* 5<sub>+</sub>, *Taraxacum officinale* 5<sub>+</sub>.
- Spalte 4: *Helianthemum apenninum* 46<sub>+1</sub>, *Serratula tinctoria* 31<sub>+2</sub>.
- Spalte 5: *Melampyrum pratense* 10<sub>+1</sub>, *Rosa pendulina* Str. 1<sub>2</sub>.
- Spalte 6: *Thymus serpyllum* 30<sub>+1</sub>, *Scrophularia hoppei* 20<sub>+</sub>, *Rumex scutatus* 15<sub>+</sub>, *Galeopsis angustifolia* 15<sub>+</sub>, *Juniperus sabina* 10<sub>+1</sub>, *Achnatherum calamagrostis* 5<sub>+</sub>.
- Spalte 7: *Festuca pallens* 22<sub>+2</sub>, *Allium senescens* ssp. *montanum* 9<sub>+1</sub>, *Dianthus gratianopolitanus* 9<sub>+1</sub>, *Anthericum ramosum* 7<sub>+</sub>, *Peucedanum oreoselinum* 4<sub>+1</sub>, *Bupthalmum salicifolium* 4<sub>+</sub>, *Galium glaucum* 4<sub>+</sub>, *Aegopodium podagraria* 4<sub>+1</sub>, *Thesium bavarum* 2<sub>+</sub>, *Pusatilla vulgaris* 2<sub>+</sub>, *Coronilla coronata* 2<sub>2</sub>, *Hippocrepis comosa* 2<sub>1</sub>, *Polygala chamaebuxus* 2<sub>2</sub>, *Euphorbia verrucosa* 2<sub>2</sub>, *Prunella grandiflora* 2<sub>+</sub>, *Aster amellus* 2<sub>1</sub>, *Inula hirta* 1<sub>1</sub>, *Calamintha acinos* 2<sub>+</sub>, *Sedum album* 2<sub>1</sub>, *Dianthus carthusianorum* 2<sub>+</sub>.
- Spalte 8: *Elymus repens* 17<sub>+</sub>, *Elymus intermedius* 9<sub>13</sub>, *Chaerophyllum aureum* 9<sub>+</sub>, *Elymus caninus* 6<sub>+</sub>, *Calamagrostis epigeios* 3<sub>+</sub>.
- Spalte 9: *Eryngium hieraciifolium* 43<sub>+1</sub>, *Epilobium montanum* 43<sub>+</sub>, *Festuca ovina* agg. 29<sub>+1</sub>, *Heraclium sphondylium* 29<sub>+</sub>, *Medicago falcata* 29<sub>+</sub>, *Astragalus cicer* 14<sub>2</sub>.

In Spalte 1a ist eine Einzelaufnahme wiedergegeben; die Zahlen geben die geschätzten Mengen nach BRAUN-BLANQUET an. In allen übrigen Spalten drücken die Zahlen die Stetigkeit der Arten in Prozenten aus. Diese wurden, soweit sich Stellen hinter dem Komma ergaben, bei 0,5 und mehr aufgerundet, bei weniger als 0,5 abgerundet. Um sich ein Bild von der Struktur der einzelnen Syntaxa machen zu können, wurden den Prozentzahlen als Indexzahlen die Mengenangaben (nach BRAUN-BLANQUET) angefügt. Dabei bedeuten die Doppelzahlen "von-bis", z.B. 75<sub>13</sub> Stetigkeit 75%, Menge von 1-3.

In den Tabellen wurden folgende Symbole verwendet:

- |  |  |
|--|--|
| A Kennart(en) der Assoziation  | K Kennarten der Klasse (einschließlich aus anderen Ordnungen der Klasse übergreifende Arten) |
| DA Trennart(en) der Assoziation  | O Kennarten der Ordnung  |
| DV Trennarten des Verbandes  | V Kennarten des Verbandes  |
| d Trennart(en) einer Subassoziation  |  |
| Δ Geographische Trennarten (Trennarten der Vikariante oder geographischen Rasse) |  |

Die wissenschaftlichen Namen der höheren Pflanzen richten sich im allgemeinen nach OBERDORFEN & MÜLLER 1983, die der Moose nach FRAHM & FREY 1983.

Spalten 1-8 *Prunetum mahaleb* (Gams 27, Br.-Bl. 61) Oberd. et Müller 79

Spalte 1 : *Prunetum mahaleb*, *Acer monspessulanus*-Vikariante (*Aceri monspessulani*-*Viburnetum* Korneck 74). 55 Aufn. aus der Nordpfalz, dem Nahebergland, dem Mittelrhein- und Moseltal von KORNECK 1974.

Spalte 1 a: *Prunetum mahaleb*, *Acer monspessulanus*-Vikariante. 1 Aufn. aus dem Naturschutzgebiet Kalbenstein, Landkreis Main-Spessart von TH. MÜLLER (n.p.).

Spalte 2 : *Prunetum mahaleb*, *Rubus fruticosus*-Vikariante (*Rubo-Prunetum mahaleb* Gêhu et Delelis-Dussollier in Delelis-Dussollier 73). 43 Aufn. aus Frankreich (Regionen Lorraine, Champagne, Bourgogne, Franche-Compte), davon 1. Aufn. von DUCHAUFOR 1950, 11 Aufn. von RAMEAU 1973 (*Ligustro-Prunetum* Tx. 52) und 31 Aufn. aus DELELIS-DUSSOLIER 1973 (Tab.1 *Rubo-Prunetum mahaleb rubietosum*, *buxetosum* und *typicum*; darin enthalten 2 Aufn. von DURIN, MULLENDERS & VANDEN BERGHEM 1964).

Spalte 3 : *Prunetum mahaleb*, *Laburnum anagyroides*-Vikariante (Groupement à *Laburnum anagyroides-Prunus mahaleb* de Foucault et Delelis-Dussollier 83). 20 Aufn. aus Frankreich (Regionen Basse-Normandie, Haute-Normandie, Picardie), davon 14 Aufn. von DELELIS-DUSSOLIER 1973 (Tab.1 *Rubo-Prunetum laburnetosum*) und 6 Aufn. von DE FOUCAULT & DELELIS-DUSSOLIER 1983 (Tab. II Aufn. 17, 18, 22, 23, 24 und 26).

Fortsetzung Tab. 2

- Spalte 4 : *Prunetum mahaleb*, *Taxus baccata*-Vikariante (*Taxo-Prunetum mahaleb* Delelis et Géhu 72 *typicum* = groupement à *Rubia peregrina* et *Taxus baccata* de Foucault et Delelis-Dussollier 83 und *Taxo-Prunetum mahaleb amelanchieretosum* = groupement à *Amelanchier ovalis* et *Taxus baccata* de Foucault & Delelis-Dussollier 83). 13 Aufn. aus Frankreich (unteres Seine-Tal) von DELELIS-DUSSOLIER & GEHU 1972 (Tab.1 Aufn. 1-7 *typicum*, 1-6 *amelanchieretosum*).
- Spalte 5 : *Prunetum mahaleb*, *Coronilla emerus*-Vikariante (*Coronilla emeri-Prunetum mahaleb* Gallandat 72). 82 Aufn. aus dem französischen und schweizerischen Jura, davon 32 Aufn. von GALLANDAT 1972, 5 Aufn. von R. TÜXEN, 4 Aufn. von RICHARD & TÜXEN 1972, 38 Aufn. von DELELIS-DUSSOLIER 1973 und 7 Aufn. von BARBA 1974.
- Spalte 6 : *Prunetum mahaleb*, *Cotinus coggygria*-Vikariante (*Rhamno saxatilis-Buxetum* lde Bannes-Puygiron 33; Tx. 52, *Rhamno saxatilis-Prunetum mahaleb* [Quantin 35] Tx. 52 nom. nov. Delelis-Dussollier 73, *Pruno mahaleb-Cotinetum coggygriae* Rivas-Martinez et Géhu 78). 25 Aufn. aus Frankreich (Rhônegebiet in den Départements Ain und Haute Savoie), aus der Schweiz (Wallis) und Italien (Talkessel von Bozen), davon 13 Aufn. von DELELIS-DUSSOLIER 1973, 4 Aufn. von RIVAS-MARTINEZ & GEHU 1978 und 8 Aufn. von TH. MÜLLER (n.p.).
- Spalte 7 : *Prunetum mahaleb*, *Cytisus nigricans*-Vikariante. 55 Aufn. aus dem Durchbruchstal der Donau durch die Schwäbische und Fränkische Alb, davon 1 Aufn. von GAUCKLER 1938 (Tab. V Aufn. 2), 24 Aufn. von GAIM 1980 n.p. (*Cotoneastro-Amelanchieretum ovalis prunetosum mahaleb*, *Pruno-Ligustretum prunetosum mahaleb*) und 30 Aufn. von TH. MÜLLER (n.p.).
- Spalte 8 : *Prunetum mahaleb*, *Berberis vulgaris* Vikariante (*Prunus mahaleb*-Gebüsch Gams 27, *Berberido-Rosetum* Br.-Bl. 181 61 *prunetosum mahaleb* Br.-Bl. 61). 35 Aufn. aus der Schweiz (Wallis, Münstertal) und Italien (Vintschgau, Umgebung von Völs), davon 3 Aufn. von GAMS 1927, 1 Aufn. von RIVAS-MARTINEZ & GEHU 1979 und 31 Aufn. von TH. MÜLLER (n.p.). Die Aufnahmen des *Berberido-Rosetum prunetosum mahaleb* in BRAUN-BLANQUET 1961 enthalten auch die Saumgesellschaften und wurden deshalb hier nicht ausgewertet.
- Spalte 9 : *Berberido-Prunetum brigantinae* Br.-Bl. 61. 7 Aufn. aus Frankreich (Umgebung von Briançon) von BRAUN-BLANQUET 1961.
- Spalte 10 : *Prunus mahaleb-Pruno-Rubion ulmifolii*-Gesellschaft (groupement à *Prunus mahaleb* Delelis-Dussollier 83). 7 Aufn. aus Südwestfrankreich (Départements Dordogne, Lot, Tarn et Garonne) von DELELIS-DUSSOLIER 1983.

gebunden sind, aber in verschiedenen geographischen Einheiten mit den entsprechenden Rassen einer Assoziation vorkommen können, wird der Zusatz . . . Form vorge schlagen. Als Höhenbeiworte wären dann etwa planar, collin, montan, alpin etc. beizufügen, z. B. montane Form; für die rein geographische Rasse ist dagegen die geographische Bezeichnung beizufügen, z. B. Schwarzwaldrasse. Man kann dann unter Umständen bei einer Rasse mehrere Formen unterscheiden, z. B. Schwarzwald-Rasse, submontane Form, montane Form etc. Durch diese Unterscheidung von Rasse und Form hat man die Möglichkeit einer sauberen Untergliederung einer Assoziation nach der vertikalen und horizontalen Richtung, wobei die Untereinheiten Subassoziation, Varianten etc. für standörtlich-ökologische Ausbildungen zur Verfügung stehen. . . . Außerdem wird dadurch die Schaffung von neuen Assoziationen vermieden. . . . Der Begriff der Subassoziationsgruppe wird dann verwendet, wenn bei ein und derselben Assoziation sich Subassoziationen in Bezug zu einem ökologischen Faktor unterscheiden, in Bezug zu anderen ökologischen Faktoren aber die gleichen Abstufungen vorhanden sind."

Da für manche das Wort „Rasse“ belastet erscheint, ist es besser, dafür die Bezeichnung „Vikariante“ zu verwenden.

Als Typ des *Prunetum mahaleb* ist die Vikariante mit *Berberis vulgaris* (Tabelle 2, Spalte 8) anzusehen, die dem *Prunus mahaleb*-Gebüsch bei GAMS 1927 bzw. dem *Berberido-Rosetum prunetosum mahaleb* bei BRAUN-BLANQUET 1961 entspricht. Sie ist durch keine besonderen geographischen Trennarten sondern lediglich durch das hochstete und meist reichliche Auftreten von *Berberis vulgaris* ausgezeichnet. Da die Aufnahmen bei GAMS 1927 vermutlich teils nicht vollständig sind, teils Gemische mit Rasen darstellen, die bei BRAUN-BLANQUET 1961 auch die Saumgesellschaften enthalten, seien hier zwei „Typusaufnahmen“ mitgeteilt.

Die Bestände der vorliegenden Vikariante dürften zu einem großen Teil anthropogen sein, doch ist anzunehmen, daß es an steilen, ± steinigten oder felsigen Leitern auch „natürliche“ Bestände gibt, so wie es schon GAMS 1927 vermutet („ . . . halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß sich auch in ihnen Reste «natürlicher», d. h. nur von wilden Säugern und Vögeln beeinflusster Vegetation verbergen.“). Die Vikariante kommt in gleicher Zusammensetzung in der Schweiz im Wallis und im Münstertal wie auch in Italien in Südtirol (Vintschgau, Völser Aicha u. a.) vor, wobei sich in den höheren Lagen Arten wie *Rosa vosagiaca*, *R. caesia*, *R. montana* oder *R. abietina* als montane Formtrennarten zugesellen können. Eine größere Frische benötigende Ausbildung mit *Pru-*

*nus padus* ssp. *borealis*, *Rubus caesius*, *Campanula trachelium*, *Humulus lupulus*, *Sambucus nigra*, *Bryonia dioica* findet sich entlang der Vintschgauer Bewässerungsanlagen („Waale“).

Sehr nahe verwandt mit der Vikarianten mit *Berberis vulgaris* ist die mit *Cytisus nigricans* (Tabelle 2, Spalte 7) des Donaublichs der Fränkischen und Schwäbischen Alb, die ausgezeichnet ist durch die geographischen Trennarten *Cytisus nigricans*, *Hepatica nobilis*, *Clematis recta* und *Melica picta*, alles Arten mit gemäßigt kontinentaler Verbreitung. Hier gibt es im Kontakt mit dem *Cotoneastro-Amelanchieretum* einerseits und kontinental getönten *Quercus robur*-reichen *Quercion pubescentis-petraeae*-Gesellschaften andererseits naturnahe „Felshang-Gebüsche“, in denen neben *Amelanchier ovalis*, *Cotoneaster integerrima* und *Rosa glauca* die Vikariantentrennart *Cytisus nigricans* vorkommt, aber auch  $\pm$  anthropogene Gebüsche, denen *Cytisus nigricans* fehlt. GAIM 1980 hat deshalb die „Steinwechsel-Felshang-Gebüsche“ dem *Cotoneastro-Amelanchieretum*, die  $\pm$  anthropogenen dem *Pruno Ligustretum* jeweils als Subassoziation *prunetosum mahaleb* zugeordnet. Auch hier können auf der höher gelegenen Schwäbischen Alb *Rosa vosagiaca* und *R. sherardii* als montane Formtrennarten hinzukommen, während *Clematis recta* auf die Fränkische Alb beschränkt ist.

Die Vikariante mit *Coronilla emerus* (Tabelle 2, Spalte 5) stellt mit den geographischen Trennarten *Coronilla emerus*, *Cotoneaster tomentosus*, *Quercus pubescens* und ihr Bastard mit *Quercus petraea*, *Acer opalus* und ziemlich selten *Lonicera etrusca* eine „submediterrane Steigerung“ des *Prunetum mahaleb* dar; zugleich weist sie mit dem Vorkommen von *Rubus fruticosus* agg., *Hedera helix* und *Melica uniflora* auch einen gewissen subatlantischen Einschlag auf. Sie ist im französischen und schweizerischen Jura an trockenwarmen Südhängen meist Mantelgesellschaft entweder in der Subassoziation mit *Buxus sempervirens* des *Buxo-Quercetum pubescentis* oder in der typischen Subassoziation des *Lithospermo-Quercetum petraeae* (bzw. *Coronillo-Quercetum* MOOR 62), gelegentlich auch Ersatzgesellschaft dieser *Quercion pubescentis-petraeae*-Gesellschaften.

Eine weitere Steigerung des submediterranen Charakters – größere sommerliche Wärme und Trockenheit – erfährt das *Prunetum mahaleb* in der Vikariante mit *Cotinus coggygria* (Tabelle 2, Spalte 6), in der zusätzlich zu den Trennarten der letzten Vikarianten *Cotinus coggygria* und *Colutea arborescens* hinzukommen. Folgt man der gründlichen Arbeit von SCHWABE 1985, in der sie die Gliederung von Assoziation in Vikarianten (geographische Rassen) konsequent weiterentwickelt hat und analog der Gliederung einer Assoziation in Subassoziationen und Varianten die Vikarianten in Gebiets- und Lokalausbildungen gliedert, dann kann man die beiden hier unterschiedenen Vikarianten mit *Coronilla emerus* und *Cotinus coggygria* zu einer Vikariante mit *Coronilla emerus* zusammenfassen. Sie gliedert sich in eine „reine“ Gebietsausbildung (Tabelle 2, Spalte 5) mit schon deutlichen submediterranen Zügen und in eine Gebietsausbildung mit *Cotinus coggygria* (Tabelle 2, Spalte 6), bei der der submediterrane Charakter noch ausgeprägter ist, und die deshalb weniger weit nach Norden vordringt als die „reine“ Gebietsausbildung. Teils handelt es sich wie bei der typischen Subassoziation um Mantelgesellschaften (z. B. des *Buxo-Quercetum pubescentis* Br.-Bl. 31 im mittleren Rhonetal, des *Campanulo bononiensis-Quercetum pubescentis* Br.-Bl. 61 im Wallis oder bei der Subassoziation mit *Corylus avellana* um eine anthropogene Ersatzgesellschaft derartiger Wälder oder schließlich bei der Subassoziation mit *Juniperus sabina* des Wallis um einen Übergang zum *Cotino-Juniperetum sabinae* Rivas-Martinez et Géhu 78.

Mit dem Vorkommen von *Acer monspessulanum*, *Sarothamnus scoparius* und *Genista pilosa*, teilweise auch von *Buxus sempervirens* weist die Vikariante des Nahe-, Mosel- und Mittelrheingebiets (Tabelle 2, Spalte 1) sehr viel Eigenständigkeit auf, wenn sie auch mit dem gelegentlichen Vorkommen von *Rubus fruticosus* agg., *Hedera helix*, *Teucrium scorodonia* und *Melica uniflora* gewisse Beziehungen zu den weiteren „subatlantischen Vikarianten“ (Tabelle 2, Spalten 2–4) zeigt. Die Vikariante steht meist im Kontakt mit dem *Aceri monspessulani-Quercetum petraeae*, als dessen Mantel- und Ersatzgesellschaft sie auftreten kann. KORNECK 1974 beschrieb neben der typischen Subassoziation eine mit *Cotonester integerrima*, die im wesentlichen als die primäre Dauergesellschaft betrachtet werden muß. Etwas ärmer an Arten kommt die Vikariante auch noch im mittleren Maingebiet vor (vgl. die Aufnahme in Tabelle 2, Spalte 1a), wobei das Fehlen einzelner Arten hier bestimmt auch auf den unterschiedlichen Gesteinsuntergrund – hier Kalkgestein des Muschelkalks, dort kalkfreies aber basenreiches Gestein – zurückgeführt werden kann.

Die drei weiteren Vikarianten (Tabelle 2, Spalten 2–4) können im Sinne von SCHWABE 1985 auch zu einer „subatlantischen Vikariante“ zusammengefaßt und die hier unterschiedenen Vikarianten nur als Gebietsausbildungen angesehen werden. Sie sind ausgezeichnet durch das reichliche und stete Vorkommen von *Rubus fruticosus* agg. und *Hedera helix*, während die weiteren geographischen Trennarten *Teucrium scorodonia*, *Melica uniflora* und *Daphne laureola* verhältnismäßig selten sind. Die Vikariante bzw. Gebietsausbildung des mittleren und nordöstlichen Frankreichs (Tabelle 2, Spalte 2) weist keine weiteren Trennarten auf. Von DELELIS-DUSOLLIER 1973 wurden 3 Subassoziationen unterschieden: 1. *rubietosum peregrinae* als Mantelgesellschaft verschiedener *Quercus pubescens*-Buschwälder; 2. *buxetosum* als Mantelgebüsch des *Buxo-Quercetum*; 3. *typicum* als Mantelgebüsch von *Carpinion*- und *Quercion roboris-petraeae*-Gesellschaften. Verkörpern die beiden ersten  $\pm$  naturnahe Ausbildungen, so ist die dritte Subassoziation ausgesprochen anthropogen. Die Vikariante bzw. Gebietsausbildung mit *Laburnum anagyroides* des nördlichen Frankreichs (Tabelle 2, Spalte 3) umfaßt ausschließlich anthropogene Bestände, die teils als Mantelgebüsch von  $\pm$  degradierten *Fagion*-Gesellschaften oder als Sukzessions- oder „Rekolonisations“-Gebüsch in *Mesobromion*-Rasen auftreten. Die Vikariante bzw. Gebietsausbildung mit *Taxus baccata* aus dem unteren Seine-Tal (Tabelle 2, Spalte 4) vermittelt insgesamt zum südenglischen *Roso-Sorbetum ariae* (Tansley 11) Tx. 52, das ebenfalls reichlich *Taxus baccata* und *Rosa micrantha*, aber statt *Prunus mahaleb* ziemlich stet *Sorbus aria* besitzt, der in der vorliegenden Vikariante des *Prunetum mahaleb* vollkommen fehlt. Seiner gesamten Artenzusammensetzung nach gehört das *Roso-Sorbetum* aber nicht mehr zum *Berberidion* sondern zum *Pruno-Rubion ulmifolii* O. de Bolos 54. Dagegen gehört die *Taxus*-Vikariante des *Prunetum mahaleb*, zumindest die Subassoziation *amelanchieretosum*, die als primäre Dauergesellschaft naturnahe Steinweichsel-Felshanggebüsch bildet, eindeutig noch zum *Berberidion*, während die typische Subassoziation, die *Rubia peregrina* und *Rubus ulmifolius* enthält – deshalb in Anlehnung an die entsprechende Ausbildung der *Rubus fruticosus*-Vikariante (Tabelle 2, Spalte 2) vielleicht besser als „*rubietosum peregrinae*“ zu bezeichnen – und damit deutlich zum *Pruno-Rubion ulmifolii* vermittelt. Deshalb hat sie FOUCAULT & DELELIS-DUSOLLIER 1983 als *Rubia peregrina-Taxus baccata*-Gesellschaft von der Subassoziation *amelanchieretosum* abgetrennt, die sie dann konsequenterweise als *Amelanchier ovalis-Taxus baccata*-Gesellschaft bezeichneten. Dazu besteht aber keine Notwendigkeit, denn beide Gesellschaften können als Subassoziationen wie bei DELELIS-DUSOLLIER & GÉHU 1972 einer *Taxus*-Vikariante bzw. -Gebietsausbildung des *Prunetum mahaleb* gefaßt werden, das hier an der Grenze seiner Verbreitung mit dem *Pruno-Rubion ulmifolii* in Kontakt tritt.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß in der Literatur *Prunus mahaleb* auch in weiteren Gebüsch-Gesellschaften auftaucht. So erscheint die Steinweichel in den 4 Aufnahmen des *Sorbo-Rhamnetum frangulae* bei RAMEAU 1974, das mit den angegebenen Kennarten *Rhamnus frangula* (= *Frangula alnus*) und *Sorbus aria* wohl kaum eine selbständige Assoziation darstellt, zweimal mit +. Ferner taucht die Steinweichel in den 4 Aufnahmen des *Sambuco-Coryletum* bei RAMEAU 1974 je zweimal mit + und 1, in den 10 Aufnahmen des *Convallario-Coryletum* bei MOOR 1960 3mal auf. Die beiden letzten Gesellschaften gehören zu einer Gruppe von *Corylus*-Gebüsch, deren zusammenfassende Bearbeitung noch aussteht. Bei ihnen handelt es sich teils um  $\pm$  primäre, oder durch Rodung und Steinschlag fluktuierend-primäre Buschpioniergesellschaften am Fuße von Felsen und zugleich oft im Mantel angrenzender *Tilio-Acerion*-Gesellschaften, teils auch um *Corylus*-Alterstadien bekannter Assoziationen, die als solche zu fassen sind und als solche kaum den Rang einer selbständigen Assoziation verdienen.

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden verschiedene, mit unterschiedlichen Namen beschriebene *Prunus mahaleb*-Gebüsch in einer synthetischen Tabelle verglichen. Dabei zeigt sich, daß die meisten aus dem temperaten Europa beschriebenen Assoziationen mit *Prunus mahaleb* (Tabelle 2, Spalten 1-8) außer dieser Art keine weiteren Kennarten besitzen und deshalb bei konsequenter Anwendung der Charakterartenlehre zu einer Assoziation, dem *Prunetum mahaleb* (Gams 27, Braun-Blanquet 61) Oberd. et Müll. 79 zusammenzufassen und in verschiedene Vikarianten (Geographische Rassen), bzw. nach SCHWABE 1985 auch in Gebietsausbildungen zu gliedern sind, die sich durch geographische Trennarten unterscheiden. Die einzelnen Vikarianten werden kurz besprochen. Für das *Prunetum mahaleb* werden 2 Typusaufnahmen mitgeteilt. Eine weitere *Prunus mahaleb*-reiche Assoziation ist das endemisch südwestalpische *Berberido-Prunetum brigantinae* Br.-Bl. 61 (Tabelle 2, Spalte 9), das durch die Kennart *Prunus brigantina* Vill. in L. ausgezeichnet ist. Vergleichend mit dem *Prunetum mahaleb*, das eine eindeutige *Berberidion*-Gesellschaft ist, wird in Tabelle 2, Spalte 10 noch eine *Prunus mahaleb-Pruno-Rubion ulmifolii* Gesellschaft dargestellt.

Nur durch die Gliederung von Assoziationen in geographische Vikarianten (Rassen), Gebiets- und Lokal-Ausbildungen sowie Höhenformen einerseits, in standörtlich bedingte Subassoziationen, Varianten und Subvarianten andererseits ist es möglich, diese in ihrer geographischen (horizontalen und vertikalen) und standörtlichen Vielfalt befriedigend zu erfassen, was auch von SCHWABE 1985 nachdrücklich gefordert wird. Damit wird zugleich einer Inflation von Assoziationen vorgebeugt und die Übersicht über sie erleichtert.

## Literatur

- BARBE, J. (1974): Contribution a l'étude phytosociologique du Vignoble et des premiers plateaux du Jura Central. - Thèse Université de Besançon, 190 pp.
- BANNES-PUYGIRON, G. DE (1933): Le Valentinois méridional. - Comm. S.I.G.M.A. 19, 200 pp., Montpellier.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1918): Eine pflanzengeographische Exkursion durch das Unterengadin und in den Schweizerischen Nationalpark. - Beitr. Geobot. Landesaufnahme Schweiz 4, 79 pp., Zürich.

- BRAUN-BLANQUET, J. (1961): Die Inneralpine Trockenvegetation. – *Geobotanica selecta* 1, 273 pp., Stuttgart.
- BROCKHAUS ENZYKLOPÄDIE, 1966–1974: 20 Bände. – Wiesbaden.
- DELELIS-DUSOLLIER, A. (1973): Contribution à l'étude des haies, des fourrés préforstiers, des manteaux sylvatiques de France. – Thèse Université Lille II, 146 pp., Lille.
- DELELIS-DUSOLLIER, A. (1983): Nouvelles données phytosociologiques sur les fourrés préforstiers du Sud-Ouest de la France. – *Colloques phytosociologiques* 8: 241-259, Lille.
- DELELIS-DUSOLLIER, A. & M. GÉHU (1972): Aperçu phytosociologique sur les fourrés à *Taxus* de la basse vallée de la Seine et comparaison avec ceux de l'Angleterre. – *Documents phytosociologiques* 1: 39-46, Lille.
- DUCHAUFOUR, P. (1950): Recherches sur l'évolution des sols calcaires en Lorraine. – *Ann. Ec. Nat. Eaux et Forêts et St. Rech. et Exp. Nancy* 12(1): 99-153.
- DUDEN, Der Große (1968): Rechtschreibung der deutschen Sprache und der Fremdwörter. – Band 1, 800 pp., Mannheim.
- DURIN, L., W. MULLENDERS & C. VANDEN BERGHEN (1964): Le forêts à *Buxus* des bassins de la Meuse Française et de la Haute Marne. – *Bull. Soc. royale Botanique de Belgique* 98: 6-100, Bruxelles.
- FRAHM, J.-P. & W. FREY (1983): Moosflora. – UTB 1250, 522 pp., Stuttgart.
- FOUCAULT, B. DE & A. DELELIS-DUSOLLIER (1983): Sur le statut syntaxonomique des manteaux calcicoles du Nord-Ouest du Nord de la France. – *Colloques phytosociologiques* 8: 261-271, Lille.
- GAIM, H.-J. (1980): Gebüschgesellschaften des Regensburger Raumes. – Zulassungsarbeit Universität Regensburg, 85 pp., Regensburg, n. p.
- GALLANDT, J.-D. (1972): Etude de la végétation des lisières de la Chênaie buissonnante dans trois localités du pied du Jura Suisse (*Quercion pubescenti-petraeae* et *Geranion sanguinei*). – *Bull. Soc. Neuch. de Sc. Nat.* 95: 97-111, Neuchâtel.
- GAMS, H. (1927): Von den Follatères zur Dent de Morcles. Vegetationsmonographie aus dem Wallis. – *Beitr. geobot. Landesaufnahme Schweiz* 15, 760 pp., Bern.
- GAUCKLER, K. (1938): Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzensoziologischer, ökologischer und geographischer Betrachtung. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 23: 5-133, München.
- GÉHU, J.-M. & A. DELELIS-DUSOLLIER (1983): Essai sur un schéma synsystematique des végétations arbustives préforestières de l'Europe occidentale. – *Colloques phytosociologiques* 8: 461-479, Lille.
- GÉHU, J.-M., J.-L. RICHARD & R. TÜXEN (1972): Compte-rendu de l'excursion de l'Association Internationale de Phytosociologie dans le Jura en Juin 1967 (2ème partie). – *Documents phytosociologique* 3: 1-50, Lille.
- GRADMANN, R. (1898): Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. 1. Band: Allgemeiner Teil. – 401 pp., Tübingen.
- HEER, O. (1835): Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Teils des Cantons Glarus; ein Versuch, die pflanzengeologischen Erscheinungen der Alpen aus climatologischen und Bodenverhältnissen abzuleiten. – *Mitt. aus dem Gebiet der theoretischen Erdkunde* 1, Zürich.
- HORVAT, I., V. GLAVAČ & H. ELLENBERGER (1974): Vegetation Südosteuropas. – *Geobotanica selecta* 4, 752 pp., Stuttgart.
- JAKUCS, P. (1961): Die phytozöologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas. – 314 pp., Budapest.
- KERNER VON MARILAUN, A. (1863): Das Pflanzenleben der Donauländer. – 350 pp., Innsbruck.
- KORNECK, D. (1974): Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 7, 196 pp., Bonn-Bad Godesberg.
- LEXIKON DER BIOLOGIE 1983-1985. 8 Bände (bisher erschienen Bände 1-5). – Freiburg, Basel, Wien.
- MOOR, M. (1960): Waldgesellschaften und ihre zugehörigen Mantelgebüsche am Mückenberg südlich von Aesch (Basel). Ein Beitrag zur Vegetation des Juraflusses im unteren Birstal. – *Bauhinia, Zeitschr. d. Basler Bot. Ges.* 1(3): 211-221, Basel.
- MÜLLER, TH. & S. GÖRS (1958): Zur Kenntnis einiger Auenwaldgesellschaften im württembergischen Oberland. – *Beitr. naturk. Forsch. Süd.-Dtl.* 27(2): 88-165, Karlsruhe.

- OBERDORFER, E. (1953): Zur Nomenklaturfrage in der Pflanzensoziologie. – *Vegetatio* 4: 222–224, Den Haag.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – *Pflanzensoziologie* 10, 564 pp., Jena.
- OBERDORFER, E. & TH. MÜLLER (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 4. Aufl., 997 pp., Stuttgart.
- OBERDORFER, E. & TH. MÜLLER (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 5. Aufl., 1051 pp., Stuttgart.
- QUANTIN, A. (1935): Evolution de la végétation à l'étage de la Chênaie dans le Jura méridional. – Thèse Paris, Comm. S.I.G.M.A. 37, 382 pp., Lyon.
- RAMEAU, J.-C. (1973): Essai de synthèse sur les groupements forestiers calcicoles de la Bourgogne et du sud de la Lorraine. – Thèse Université Besançon. Ann. Sc. de l'Université de Besançon, Botanique 3(14): 343–530, Besançon.
- RIVAS-MARTINEZ, S. & J.-M. GÉHU (1978): Observations syntaxonomiques sur quelques végétations du Valais Suisse. – Documents phytosociologiques N.S. 3: 371–432, Lille.
- RÜBEL, E. (1912): Pflanzengeographische Monographie des Berninagesbietes. – *Bot. Jahrbücher* 47, 615 pp., Leipzig.
- SCHWABE, A. (1985): Monographie *Alnus incana*-reicher Waldgesellschaften in Europa. Variabilität und Ähnlichkeit einer azonale verbreiteten Gesellschaftsgruppe. – *Phytocoenologia* 13(2): 197–302, Stuttgart-Braunschweig.
- STEBLER, F.G. & C. SCHRÖTER (1892): Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. X. Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. – *Landw. Jahrb. d. Schweiz* 6: 95–212, Zürich.
- TÜXEN, R. (1952): Hecken und Gebüsch. – *Mitt. geogr. Ges. Hamburg* 50: 85–117.
- WALTHER, H. & H. STRAKA (1970): Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. – 2. Aufl., 478 pp., Stuttgart.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Theo Müller, Fachhochschule Nürtingen, Fachbereich Landespflege, Neckarsteige 10, D-7440 Nürtingen.



# Der Besenginster (*Sarothamnus scoparius*) als bodenständiges Strauchgehölz in einigen natürlichen Pflanzengesellschaften der Eifel.

Wilhelm Lohmeyer

## Einleitung

Etliche im Rheinland bodenständige Blütenpflanzen haben nach dem Seßhaftwerden des Menschen und besonders als Folge extensiver bäuerlicher Bodennutzung starke Ausbreitung erfahren, während ihre natürlichen Vorkommen an räumlich jeweils eng begrenzte und verstreut liegende Extremstandorte gebunden sind. Der subatlantische Besenginster (*Sarothamnus scoparius*) bietet dafür guten Anschauungsunterricht. Sein ursprüngliches Areal schließt, wenn nicht alles trügt, die den nordwestlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges umfassende und hinsichtlich ihres Klimas stark ozeanisch getönte Eifel mit ein (vgl. KIRCHNER, v. et al. 1938; Abb. S. 33). Die meisten Böden dieser Berglandregion sind – sieht man von den sogenannten Kalkmulden ab – aus sauren Sedimentgesteinen, vorwiegend unterdevonischen Tonschiefern und Grauwacken entstanden und ziemlich nährstoff- und basenarm. Dem „genügsamen“ Besenginster sagen sie indessen zu. *Sarothamnus scoparius* ist zahlreich vertreten und repräsentiert obendrein dank seines ungemein attraktiven, leuchtend goldgelben Flors zwischen Ende Mai und Mitte Juni die augenfälligste Strauchart des Gebietes. Was Wunder, daß er zur Blütezeit auch „Eifelgold“ genannt wird.

Wie das Gros der übrigen Wildsträucher des Schiefergebirges braucht der Besenginster viel Licht, um gut gedeihen und keimfähige Samen zeitigen zu können. Er siedelt mal einzeln, mal trupp- oder gar herdenweise entlang Wegen (Abb. 1) und Waldrändern, auf Straßenböschungen, Schneisen, Kahlschlägen und Brandflächen, auf Acker-, Grünland- und Weinbergbrachen. Dabei handelt es sich fast immer um Wuchsplätze, wo *Sarothamnus* bis übermannshoch wird und oft dichte Gestrüppe bildet, sich aber nicht aus eigener Kraft unbefristet zu behaupten vermag, sondern ein floristisches Element der anthropogenen Ersatzvegetation bodensaurer Wälder, namentlich des *Luzulo-Fagion* oder des *Quercion robori-petraeae*, darstellt und bestimmte Sukzessionsstadien kennzeichnet (vgl. BARTSCH 1940, S. 72; SCHMITHÜSEN 1934, S. 89).

In früheren Zeiten und regional noch Anfang des 20. Jahrhunderts waren durch Raubbau und Vieheintrieb hervorgerufene Walddevastierung sowie Ödlandentstehung durch Rottwirtschaft (PAFFEN 1940) und Schiffelkulturen<sup>1)</sup> (WENZEL 1962) die Hauptursachen dafür, daß der Besenginster massenhaft Standorte eroberte, deren natürliche Pflanzendecke säuretolerante Baumgehölze beherrschen, namentlich Buche (*Fagus sylvatica*) und Traubeneiche (*Quercus petraea*), ferner Stieleiche (*Quercus robur*) und gelegentlich auch Birken (*Betula pendula*, *B. pubescens*).

Ihrem äußeren Erscheinungsbild nach sind optimal entwickelte anthropogene *Sarothamnus*-Gebüsche (Abb. 1) einander recht ähnlich. Faßt man jedoch alle verfügba-

---

<sup>1)</sup> Darunter versteht man „Feld-Heide-Wechselwirtschaft mit Brand der Heideplaggen und Aschendüngung“. Zwei- bis dreijährige Ackernutzung wechselt mit 10 bis 15 (-20) Jahre währender Heideperiode ab (vgl. SCHLÜTER 1939, ferner SCHMITHÜSEN 1934).



Abb. 1: Bis 1,80 m hohes, optimal entwickeltes und in voller Blüte stehendes anthropogenes Besenginster-Gebüsch entlang eines Feldweges als Ersatzgesellschaft des *Luzulo-Fagetum*. Stein- und grushaltiger sandig-schluffiger Boden mittlerer bis großer Entwicklungstiefe über devonischem Tonschiefer. Mittelrheingebiet (23.5.75).

ren Vegetationsaufnahmen von ihnen in Tabellen zusammen, werden, was die Arten-garnitur der analysierten Probestände angeht, gravierende Unterschiede offenkundig. Die Liste der außer dem Besenginster regelmäßig vorhandenen Gefäßpflanzen ist relativ kurz. Als einigermaßen stete Begleiter entpuppen sich auf dürrtigen Nahrungsangebot hindeutende Wildstauden, etwa Rotes Straußgras (*Agrostis tenuis*), Gewöhnliches Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*), weiches Honiggras (*Holcus mollis*), Echter Ehrenpreis (*Veronica officinalis*), Kleiner Sauerampfer (*Rumex acetosella*) und Salbei-Gamander (*Teucrium scorodonia*).

Dominiert *Sarothamnus* dagegen die Brachevegetation von ehemals längerfristig gründlich bearbeitetem und gedüngtem Acker- oder Rebland, stehen die erwähnten Magerkeitszeiger der Krautschicht hinten und stattdessen überwiegen Gräser und Kräuter mit höherem Nährstoffbedarf: Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*) und Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*), um wenigstens einige aus ihren Reihen zu nennen.

Seitdem Land- und Forstwirtschaft ab Ende der vierziger Jahre allenthalben intensiver und effektiver betrieben werden, hat *Sarothamnus scoparius* zwangsläufig beträchtliche Mengeneinbußen erlitten und es ist nicht auszuschließen, daß sein Anteil künftig noch weiter schrumpft. Gleichwohl gehört er vielerorts zweifellos zu den spontanen Strauchgehölzen, die, falls der Mensch ihre originären Lebensräume vor radikalen Veränderungen bewahrt, Platzhalter auf Dauer sein dürften.

## Natürliche Strauchgesellschaften mit *Sarothamnus scoparius*

### 1. Liguster- und Weißdorn-Schlehengebüsche der *Prunetalia* Tx. 1952

Bereits letztes Jahrzehnt veröffentlichte und durch Feldbeobachtungen neueren Datums mehrfach bestätigte phytosoziologische Studienergebnisse aus der Eifel lassen darauf schließen, daß der Besenginster in natürlichen Schlehen-Ligustergebüsch (Pruno-Ligustretum Tx. 1952) eine seiner herkömmlichen Heimstätten hat (vgl. KORNECK 1974, Tab. 147, Aufn. 5, 9 u. 10; LOHMEYER 1978, Aufn. 7 der Tab. S. 276). Hier und da figuriert er aber auch als Bestandesglied natürlicher Weißdorn-Schlehen-Strauchgesellschaften des *Crataego-Prunion spinosae* (vgl. KORNECK 1974, s. 163), so am linksseitigen Prallhang der Ahr bei Schuld wenige Meter über dem Flußlauf, direkt unterhalb einer Felswand. Trotz abschüssigen Geländes bleibt der von oben permanent Nachschub erhaltende Verwitterungsschutt teilweise liegen, weil die hervortretenden vielschichti-



Abb. 2: Ursprünglicher, gegen WSW gerichteter meso- bis mikrorelieffreicher Felsabsturz (Prallhang der im Vordergrund sichtbaren Ahr bei Schuld). Der voll erblühte Besenginster (Bildmitte) markiert ein lichtiges *Prunetalia*-Gebüsch mit Schlehe, Weißdorn, Hundsrose, Brombeere und anderen Sträuchern, die im losen Verwitterungsschutt wurzeln, der stellenweise den anstehenden stark klüftigen Sedimentgesteinen (Tonschiefer, Grauwacke) aufliegt. Örtlich Übergänge zur Besenginster-Felsheide. Der links nach oben angrenzende natürliche Stockausschlagwald besiedelt Standorte, wo etwas Bodenbildung (Verlehmung) stattgefunden hat. (23.5.75).

gen Felsmassen (Abb. 2) zerklüftet sind und dementsprechend ihre Oberfläche nicht glatt, sondern narbig und gefurcht ist. Das geringe Wasserhaltevermögen des angehäuf-ten Lockermaterials erlaubt keine Bewaldung. Aus Samen verjüngte Traubeneiche und sonstige Baumarten verschwinden binnen weniger Monate oder vegetieren vorüberge-hend kümmerlich dahin.

Straucharten meistern den flachgründigen Standort bedeutend besser und bilden – zumindest lichte – Gebüsche. *Sarothamnus* ist in größerer Zahl zugegen, jedoch von verschiedener Konstitution. Aber sein Blütenaspekt übertrifft an Intensität den aller ihn begleitenden Holzgewächse (vgl. Abb. 2), darunter Brombeere (*Rubus spec.*) und Apfel (*Malus spec.*, vielleicht Kulturflüchtling). Des weiteren teilt er den Platz mit Hundsrose (*Rosa canina*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Weißdorn (*Crataegus monogyna*), Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*) und Kreuzdorn (*Rhamnus catharticus*) – alle-samt meso- und meso- bis eutraphente Arten. Sie sind auf den wegen ihrer Steilheit landwirtschaftlich ungenutzten Talflanken der Silikateifel gemeinhin an rohe bis schwach entwickelte Hangschuttböden gebunden, wohl deshalb, weil die Verlehmung der feinkörnigen Gemengteile – Tonschiefer- und Grauwackenbruchstückchen – noch in vollem Gange ist. Bei diesem dank stetiger Zufuhr neuer Gesteinstrümmen unabläs-sig fortschreitenden Zersetzungsprozeß werden kontinuierlich den Pflanzen zugute kommende Nährstoffe freigesetzt, so daß auch relativ „anspruchsvolle“ Sträucher aus-reichende Nahrung finden.

## 2. *Deschampsia flexuosa*-Subass. des *Cotoneastro-Amelanchieretum* Faber 1936

Charakteristisch für die „Xerothermvegetation“ (KORNECK 1974) des Mittelrhein-gebietes ist das bodensaure Zwergmispel-Felsenbirnengebüsch. GLAVÁČ und KRAUSE (1969) haben diese Gesellschaft hier erstmals an zahlreichen Fundorten genauer stu-diirt, sie treffend beschrieben, als eigene Subassoziation vorgestellt und ihr den Na-men *Cotoneastro-Amelanchieretum genistetosum pilosae*<sup>2)</sup> gegeben. Über 50 % der da-mals publizierten 42 Belegaufnahmen stammen aus der östlichen Eifel und zwar haupt-sächlich aus dem Ahrtal. Sehr wahrscheinlich geben die meisten von ihnen das floristi-sche Inventar solcher Bestände wieder, deren Entstehung und Erhaltung mit menschli-chen Aktivitäten in keinem ursächlichen Zusammenhang stehen; vgl. dazu LOHMEYER 1978, Tab. S. 276, Aufn. 1–4.

Unter den Subassoziations-Trennarten findet sich außer *Genista pilosa*, *Teucrium scorodonia*, *Deschampsia flexuosa* und anderen Azidophyten recht häufig auch *Sarothamnus scoparius*. Doch ist er im allgemeinen am Gesellschaftsaufbau nur in be-schränkter Zahl beteiligt.

Natürliche Gebüsche der basenarmes Bodensubstrat anzeigenden Ausbildungs-form des *Cotoneastro-Amelanchieretum* signalisieren zugleich voll besonnte und schon allein aus Gründen der Feinerdeknappheit unbewaldet bleibende Sonderstandorte:

<sup>2)</sup> Entspricht im großen und ganzen der *Genista pilosa*-Rasse des von KORNECK (1974) berechtig-terweise neu abgegrenzten und neu benannten *Cotoneastro-Amelanchieretum deschampsietum flexuosae*. Diese Ausbildung sei, behauptet ihr Autor ohne jede Einschränkung, „Mantelgesell-schaft“ des (übrigens nie klar umrissenen und daher etwas fragwürdigen) *Luzulo-Quercetum*. Aber viele Befunde vor Ort sprechen dagegen. Gestrüppe der *Deschampsia flexuosa*-Subass. stehen häufig völlig frei auf Felsstandorten größerer Ausdehnung, und es ist eher die Ausnah-me, daß sie bodensauren Wäldern direkt angelehnt sind.

Felsabstürze, Felsrippen und -vorsprünge der Talflanken und felsige Hangschulterpartien, wo die anstehenden Gesteine mindestens fingerbreite und mineralische Verwitterungsprodukte bergende Spalten und Fugen aufweisen. In dem überwiegend aus Schiefer- und Grauwackenzersatz bestehenden Füllsel sind Gemeine Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*) und Gemeine Zwergmispel (*Cotoneaster integerrimus*) tief und fest verwurzelt. Dementsprechend bieten sie einem beim Klettern sicheren Halt. Ähnliches gilt für den Besenginster. Jedoch fehlt es ihm in Höhenlagen unter 300 m (vgl. GLAVAČ & KRAUSE 1969) auf derartigen Wuchsplätzen – aus welchen Gründen auch immer – an Wettbewerbskraft, um Zwergmispel und Felsenbirne ernstlich bedrängen, geschweige denn verdrängen zu können. Er wird nicht so alt wie sie und sein Wuchsvermögen ist, das erkennt man schon auf den ersten Blick, allemal schwächer. Er liefert dennoch in Fülle Samen und hält trotz arger Schäden, die Dürre, Frost und/oder Insektenfraß von Zeit zu Zeit bei ihm anrichten, viele Jahre durch. Keimung findet fast regelmäßig statt, wenngleich die Rate der überlebenden Jungpflanzen gering ist. Trotzdem gewährleistet der spärliche Nachwuchs seinen Fortbestand.

Daß *Sarothamnus scoparius* im *Cotoneastro-Amelanchieretum deschampsietosum* altes Heimatrecht besitzt, steht wohl außer Diskussion. Bei *Prunus mahaleb* (vgl. GLAVAČ & KRAUSE 1969, Tabelle 1) bedarf diese Frage in verschiedenen Teilen der Eifel noch der endgültigen Klärung. Dagegen ist die Bibernelle-Rose (*Rosa pimpinellifolia*) sicherlich ein – wenngleich ziemlich seltenes – urwüchsiges Strauchgehölz des Felsenbirnenbüsches. Ihre Vergesellschaftung mit *Sarothamnus*, *Cotoneaster* und *Amelanchier* dokumentiert folgende Vegetationsaufnahme (vgl. auch KORNECK 1974, Tab. S. 139, 140; LOHMEYER 1978, Tab. S. 276, Aufn. 2 u. 3.):

*Cotoneastro-Amelanchieretum deschampsietosum flexuosae.*

Fund- und Standort: „Umrich“, 500 m nordwestl. Lochmühle (Ahr), ca. 300 m über NN. Felspartie aus klüftigem basenarmen Schichtgestein auf beidseitig stark abfallendem Geländeerücken (21.4.75).

Strauchschicht: 2.2 *Amelanchier ovalis*; 4.3 *Cotoneaster integerrimus*; 2.3 *Rosa pimpinellifolia*; 1.1 *Sarothamnus scoparius*; + ° *Sorbus aria*.

Krautschicht: + *Agrostis tenuis*; 1.2 *Deschampsia flexuosa*, 1.2 *Festuca ovina* s.1.; 1.1 *Lathyrus montanus*; + .2 *Polygonatum odoratum*; 2.2 *Polypodium vulgare*; 1.2 *Teucrium scorodonia*.

Mooschicht: 1.2 *Dicranum scoparium*, 1.2 *Dicranum undulatum*; 1.2 *Hypnum cupressiforme*; 1.2 *Pleurozium schreberi*.

Bodensaurer *Quercus petraea*-Trockenwald und *Calluna*-reiche Zwergstrauchheide sind die Anrainer.

*Rosa spinosissima* hat tiefreichendes Wurzelwerk und nimmt sich recht vital aus, wird jedoch von Felsenbirne, Zwergmispel und Besenginster überragt. In Spalten siedelnd, bildet sie mitunter langgestreckte Sproßkolonien (Polycormone).

### 3. *Calluno-Genistetum pilosae* Oberd. 1938 (Tab. 1)

Vergleichbare Standorte: Felsige Steilhänge, Hangvorsprünge und -schultern, die aber – relief und/oder expositionsbedingt – weniger der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, und infolge zu geringer Klüftung ihres Gesteins von Baumgehölzen und *Prunetalia*-Sträuchern gemieden werden, geben Wuchsplätze für eine natürliche Zwergstrauchheide, das *Calluno-Genistetum pilosae* ab – vorausgesetzt, daß stellenweise mineralische und organische Abbaustoffe dem festen Grundgestein aufliegen.

KORNECK (1974, Tab. 111) nennt und belegt durch Vegetationsaufnahmen mehrere mittlrheinische Vorkommen dieser Assoziation, vier aus dem Brohl- und Ahrtal, mit-

Tab.1: Natürliche Heidekraut-Ginster-Felsheide (*Calluno-Genistetum pilosae* OBERD. 1938), Ausbildung mit Besenginster (*Sarothamnus scoparius*).

Nr. d. Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8
Artenzahl	19	16	15	16	15	16	15	19
Ch <i>Genista pilosa</i>	3.3	2.2	1.2	+2	2.1	2.2	2.2	2.2
O <i>Calluna vulgaris</i>	4.3	4.3	4.3	4.3	5.5	4.3	4.4	3.3
D <i>Sarothamnus scoparius</i>	+2	1.1	+2	2.1	1.1	+2	+2	2.1
<b>B <u>Kräuter und Gräser:</u></b>								
<i>Deschampsia flexuosa</i>	2.2	1.2	2.2	+2	1.2	2.2	1.2	2.2
<i>Hieracium pilosella</i>	1.2	1.2	1.2	-	+2	+2	1.2	1.1
<i>Teucrium scorodonia</i>	-	1.1	+2	+2	1.2	1.2	2.2	+2
<i>Hieracium sylvaticum</i>	+	-	+	+	+	1.1	+	-
<i>Hieracium lachenalii</i>	1.1	+	-	+	-	-	+	1.1
<i>Anthericum liliago</i>	-	+	1.1	+	-	+2	1.1	-
<i>Solidago virgaurea</i>	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Festuca ovina</i> s.l.	+2	+	+	1.2	-	-	-	-
<i>Hieracium umbellatum</i>	1.1	-	+	+	-	-	-	-
<b><u>Moose und Flechten:</u></b>								
<i>Dicranum scoparium</i>	1.2	1.2	2.2	2.3	+2	1.2	1.2	+2
<i>Hypnum cupressiforme</i>	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2.2	2.2	2.2
<i>Polytrichum piliferum</i>	+2	1.2	+2	+2	1.2	1.1	1.1	1.1
<i>Cladonia chlorophaea</i>	+2	+2	-	+2	+2	1.1	+2	1.1
<i>Pohlia nutans</i>	1.1	1.2	+2	-	+	-	-	+2

Ferner folgende Begleiter mit geringer Stetigkeit und Menge:

Aufn.1: *Agrostis tenuis*, *Viscaria vulgaris*, *Cephaloziella starkii*, *Cladonia furcata*, *Cladonia symphycarpia*; Aufn.2: *Agrostis tenuis*, *Polygonatum odoratum*; Aufn.3: *Cladonia gracilis*; Aufn.4: *Pleurozium schreberi*; Aufn.5: *Vaccinium myrtillus*, *Ame-lanchier ovalis*; Aufn.6: *Viscaria vulgaris*, *Cladonia impexa*, *Cephaloziella starkii*; Aufn.7: *Campanula rotundifolia*; Aufn.8: *Campanula rotundifolia*, *Cladonia gracilis*, *Cladonia mitis*, *Cornicularia aculeata*, *Dicranum undulatum*, *Pleurozium schreberi*.

Fundorte:

Aufn.1: Brohl (Rhein). Felsiger Hangvorsprung des Rheinberges. NW-exponiert. Etwa 170 m über NN. (2.7.75).

Aufn.2: Laach, links der Ahr. Rücken des Umerich, ebene Lage, 750 m südwestl. der Kirche Maischoß. Etwa 270 m über NN. (29.4.75).

Aufn.3: Laach, links der Ahr. Felsrippe mit treppenförmigem Relief auf dem Umerich. W-exponiert. Etwa 280 m über NN (29.4.75).

Aufn.4 und 5: Nordteil "Krähhard" rechts der Ahr bei Altenahr. Felsgrat. Wuchsplatz zwischen herausragenden, fast senkrecht stehenden Schichtpaketen; des weiteren NW-exponierter Felsabsturz. Etwa 200-220 m über NN. (19.5.76).

Aufn.6 und 7: "Teufelsley" rechts der Ahr bei Altenahr. Felsiger Steilhang. W-exponiert. Etwa 200-210 m über NN. (28.4.75).

Aufn.8: Felsiger Steilhang links der Ahr zwischen der Ortschaft Schuld und dem Weißkopf. W-exponiert. Etwa 300 m über NN. (23.5.75).

hin aus der Osteifel. Zwar bleibt *Sarothamnus scoparius* dabei unerwähnt, aber er zählt nach eigenen Befunden im Gebiet nicht selten zum Artenbestand der Gesellschaft (vgl. Tab. 1). Nur ist sein Mengenanteil relativ bescheiden. Gewöhnlich bestimmen *Calluna vulgaris* und *Genista pilosa* das Bild der - bisweilen völlig geschlossenen - Pflanzendecke. Andererseits hat hier der Besenginster, erst einmal zu blühfähigen Exemplaren herangewachsen, keine Widersacher, die ihm das Feld wirklich streitig machen könnten (Abb. 3).

Von *Calluna-Genista pilosa*-Heiden eingenommene Felspartien sind standörtlich nie absolut homogen. Zuweilen bedeckt moderhaltiges sandig-grusiges Lockermaterial von wenigen Zentimetern Mächtigkeit nur die - im Regelfall kleinräumigen - ebenen bis schwach geneigten Teilflächen der Felskonsolen an den Hangabstürzen, der Felsrippen und -rücken. Die relativ unbedeutenden Quantitäten angehäufter Zersetzungs-



Abb. 3: Geschlossener Bestand einer Zwergstrauch-Heide (*Calluno-Genistetum*) mit Heidekraut, Behaartem Ginster (blühend) und eingesprengtem Besenginster (blühend) auf einem von Natur aus waldfreien, gegen WNW abfallenden Felsvorsprung mit geringmächtiger Deckschicht aus Tonschiefer-Grauwacken-Zersatzmaterial. Moderartiger Auflagehumus. Oberhalb der Kirche in Schuld (rechts der Ahr). Kontakt: Bodensaurer Traubeneichen-Buschwald. (25.5.75).

produkte genügen noch am ehesten für Heidekraut (*Calluna vulgaris*), Geschlängelte Schmiele (*Deschampsia flexuosa*) und Kleines Habichtskraut (*Hieracium pilosella*) als Nahrungslieferant und Wasserreservoir.

Je dünner der Belag, desto dürftiger der Phanerogamenbesatz und umso mehr Flechten<sup>3)</sup> und „Sandmoose“ wie *Polytrichum juniperinum* „machen das Rennen“.

Weil *Calluna vulgaris* das saure Bodensubstrat bloß flach und lediglich nahe der Oberfläche dicht durchwurzelt, erleidet sie in außergewöhnlich niederschlagsarmen und warmen Sommern – wie letztmals 1976 – empfindliche Rückschläge. Vornehmlich am Rand der *Calluno-Genistetum*-Bestände, unweit von den mehr gegen Südwesten geneigten Hanglagen mit typischer xero- und thermophiler Vegetation (*Cotoneastro-Ame-*

<sup>3)</sup> Für Bestimmungshilfen bei Moosen und Flechten sei Herrn A. v. HÜBSCHMANN, Stolzenau/Weser, auch an dieser Stelle herzlich gedankt.

*lanchieretum*-Gebüsch, *Sedo-Scleranthetalia*-Gesellschaften; vgl. KORNECK 1974) stirbt das Heidekraut mitunter restlos ab (was nicht ausschließt, daß es auch als „Fugenbesiedler“ in Erscheinung tritt und dann besser „über die Runden kommt“). Ebenso verdorren manchmal einige Begleitarten, vorweg *Hieracium pilosella* und *Festuca ovina* s. l.. Der beigesellte Behaarte Ginster nimmt dagegen kaum Schaden, denn seine Wurzeln folgen selbst sehr schmalen Fugen oder gar feinsten Rissen und erschließen noch Feuchtigkeitsvorräte in beträchtlicher Tiefe. Aus demselben Grund übersteht *Sarothamnus scoparius* längere Trockenperioden ohne schwerwiegende Verluste. Immerhin bemerkt man bei ihm deutliche Vitalitätsunterschiede. Örtlich kümmert er unverkennbar. Andere seiner Pflanzen sind wuchsfreudiger und bringen regelmäßig Frucht, falls nicht Insektenbefall das Blühen vereitelt. Freilich gedeiht der Besenginster niemals derart üppig wie an Stellen mit tiefgründigeren, waldfähigen Böden.

Es spricht nach den bisherigen Beobachtungsergebnissen mehr dafür als dagegen, daß er in einem Großteil der an felsige Standorte gebundenen natürlichen Zwergstrauchheiden gute Chancen hat, sich zeitlich unbegrenzt zu regenerieren. Saatgut von *Sarothamnus scoparius* und allen ihn begleitenden Phanerogamen keimt auf den infolge sommerlicher Dürre entstandenen Vegetationslücken. *Calluna vulgaris*<sup>4)</sup> gewinnt rasch wieder die Oberhand, trotz Anwesenheit des Behaarten Ginsters, der ihr langfristig an Konkurrenzkraft kaum nachsteht, wenn nicht örtlich gar überlegen ist. Indessen geht die Masse der Besenginster-Nachkommen vor Erlangung des Mannbarkeitsalters zu Grunde. Andererseits haben vergleichende Studien im Gelände ergeben, daß alle paar Jahre einige *Sarothamnus*-Sämlinge überleben und schließlich fruktifizierende Büsche daraus hervorgehen.

#### 4. *Genisto pilosae-Sarothamnetum* ass. nov. (Tab. 2)

Das Drahtschmielen-Zwergmispel-Felsenbirnengebüsch (*Cotoneastro-Amelanchieretum deschampsietosum*) wird oberhalb der Höhenmarke um 280 m allmählich seltener und – man kann das im Ahrtal leicht überprüfen – durch die Besenginster-Felsheide (*Genisto pilosae-Sarothamnetum*) ersetzt. Von dieser Spezialistengesellschaft besiedelte S- bis SW-exponierte felsige Hangpartien repräsentieren, genau betrachtet, Mosaik aus Wuchsplätzen etwas unterschiedlicher Standortsqualität, was sich im Aspekt der Vegetation auch widerspiegelt. Zwischen offen zu Tage tretenden und häufig senkrecht stehenden klüftigen Tonschiefer- bzw. Grauwackenschichten (Abb. 4), die über Flur entweder scharfkantig und noch fest gefügt oder bereits arg brüchig geworden sind und bröckelig zerfallen, lagert in wechselnder Menge loses und lokal zeitweilig ins Rutschen geratendes feinerdehaltiges steinig-grusiges Verwitterungsmaterial, das vor allem flache Dellen und Runsen auskleidet. Eindrucksvolle Beispiele dafür gibt es an den Talflanken links der Ahr nahe dem Dorf Schuld, der Rur südwestlich des Städtchens Heimbach (Abb. 6) und an noch weiteren steilen sonenseitigen Felshängen des Eifelberglandes (so gegenüber der Ortschaft Reifferscheidt in 500 m Meereshöhe).

Die Lebensräume der natürlichen *Genista pilosa-Sarothamnus*-Heiden stimmen weitgehend mit den Örtlichkeiten der gehäuft autochthonen Vorkommen des Besen-

<sup>4)</sup> Wenige Jahre nach der Etablierung durch Ansamung findet bei diesem Zwergstrauch vegetative Vermehrung statt. Seine niederliegenden Sprosse bewurzeln sich, was ihrem Längenwachstum und außerdem der Bildung neuer Triebe sehr förderlich ist. So entstehen Sproßkolonien (Polycorme), die nach und nach ineinander wachsen (falls genügend Erdreich vorhanden ist) und dann als solche nicht mehr ohne weiteres zu erkennen sind.

Tab.2: Natürliche Besenginster-Felsheide (*Genisto-Sarothamnetum* ass. nov.)  
a. *Anthericum liliago*-Variante  
b. Typische Variante

Nr. d. Aufnahme Artenzahl	a						b	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ch <i>Sarothamnus scoparius</i> Str.	4.3	4.3	4.3	3.2	4.3	4.3	3.3	4.3
<i>Sarothamnus scoparius</i> juv.	1.1	+	1.1	+	2.1	2.1	+	+
V,O <i>Genista pilosa</i>	+2	+2	1.2	1.2	1.2	+2	+2	+2
<i>Calluna vulgaris</i>	-	+2	-	-	1.2	+2	+2	+2
D <i>Anthericum liliago</i>	+2	+	1.1	1.1	+	2.1	-	-
B <u>Krautschicht:</u>								
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1.2	2.2	1.2	+2	+2	+	1.2	2.2
<i>Teucrium scorodonia</i>	2.2	1.2	2.2	1.2	2.2	2.2	+2	2.2
<i>Hieracium pilosella</i>	1.2	1.2	1.2	2.2	1.2	+2	1.2	-
<i>Galeopsis segetum</i>	1.1	+	1.1	+	-	+	1.1	1.1
<i>Festuca ovina</i> s.l.	+2	+	+	1.2	2.2	2.2	+	-
<i>Hieracium umbellatum</i>	+2	1.1	-	-	+	+	-	-
<i>Campanula rotundifolia</i>	+2	-	+	+2	-	+2	-	-
<u>Moosschicht:</u>								
<i>Polytrichum piliferum</i>	1.2	2.3	2.2	2.2	1.2	2.2	2.3	2.3
<i>Cladonia furcata</i>	1.2	+	1.1	1.2	1.1	+	1.2	2.2
<i>Hypnum cupressiforme</i>	2.2	1.2	2.2	1.2	+2	1.2	-	-
<i>Racomitrium canescens</i>	1.1	1.1	-	2.2	-	-	2.3	2.3
<i>Cladonia chlorophaea</i>	-	-	-	1.2	1.2	1.1	-	1.2
<i>Dicranum scoparium</i>	1.2	-	+	1.2	-	-	1.2	-

Ferner mit geringer Stetigkeit und Menge: *Hieracium lachenalii* in Aufn. 1, 2 und 3; *Rumex acetosella* in 2,5,7; *Solidago virgaurea* in 1,4; *Amelanchier ovalis* in 2; *Prunus spinosa* in 3; *Quercus petraea* in 3; *Juniperus communis* in 4; *Hieracium sabaudum* in 5; *Agrostis tenuis* in 6; *Calamagrostis arundinacea* in 7; *Rubus fruticosus* in 7; *Hieracium sabaudum* in 8; *Ceratodon purpureus* in 5,6,7; *Cladonia coniocraea* in 5,6,7; *Cornicularia aculeata* in 5,6,8; *Pohlia nutans* in 5,7,8; *Cladonia squamosa* in 6,7,8; *Cladonia mitis* in 1,2; *Cladonia gracilis* in 1,8; *Cladonia alcicornis* in 2,3; *Cladonia impexa* in 4,8; *Cladonia foliacea* in 4; *Cladonia pyxidata* in 7; *Pleurozium schreberi* in 7; *Cephaloziella divaricata* in 8.

Fundorte:

- Aufn.1 und 2: Steilhang links der Ahr zwischen der Ortschaft Schuld und dem Weilskopf. SW-exponiert. 320 bzw. 330 m über NN. (23.5.75).  
Aufn.3 und 4: Schroffer Prallhang mit treppenartigen Felsabsätzen, links der Ahr, 1,3 km westsüdwestl. der Kirche Schuld. WSW-exponiert. Etwa 270 bzw. 280 m über NN. (5.7.84).  
Aufn.5 und 6: Felsiger Hang des Meuchelberges, links der Rur, 750 m südwestl. des Bahnhofes Heimbach. SSW-exponiert. Etwa 330 bzw. 340 m über NN. (15.5.85).  
Aufn.7: Felsiger Steilhang rechts des Reifferscheider Baches gegenüber von Reifferscheid. SSW-exponiert. Etwa 500 m über NN. (13.6.84).  
Aufn.8: Felsrippe am Hang des Krorepsberges, links des Schafbaches, 5,25 km westl. der Kirche in Schleiden. SW-exponiert. Etwa 450 m über NN. (13.6.84).

ginsters überein. Das sind Biotope, wo dieser grünrutige Strauch keine ebenbürtigen Konkurrenten hat, was für sein Durchhaltevermögen von entscheidender Bedeutung ist, zumal ihm die Unbilden des edaphisch und kleinklimatisch extremen Standorts schon arg genug zusetzen. Er leidet episodisch unter Wassermangel und, wie erst kürzlich wieder während der Kältewelle Anfang 1984, unter Frost. Manches Jahr bewirken Insekten, besonders die Larven bzw. Raupen den schlimmsten Schaden. Sie verzehren das Chlorophyll der Sprosse oder dezimieren Knospen, Blätter und Blüten. Es geht nicht ohne empfindliche Rückschläge ab, aber neuerliche Regeneration und Reproduktion bei *Sarothamnus* machen die Verluste wieder wett.

In den Felsheiden wird der Besenginster selten mehr als meterhoch. Manchmal ist er niederliegend und fast immer von struppigem Aussehen.

Seine Verzweigung beginnt gleich über dem Wurzelhals und nimmt nach oben hin beträchtlich an Dichte zu. Die Spitzen der die Infloreszenzen hervorbringenden letztjährigen Triebe sind gegen Ende des Winters vielfach auf einigen Zentimetern Länge abgestorben, was allerdings keine schwerwiegende Vitalitätsminderung zur Folge haben muß. Man gewinnt sogar den Eindruck, daß derartige partielle Sproßverstümmelungen – egal, wer oder was sie verschuldet hat – verstärkten Austrieb neuer Schößlinge bewirken und so die Regeneration des – im Vergleich zur Mehrzahl der übrigen Holzgewächse – doch recht frühzeitig alternden Besenginsters überdurchschnittlich lange aufrechterhält.

Verbeißt das Wild in der kalten Jahreszeit die grünen Ruten, wachsen ebenfalls von unter her frische Sprosse nach: Blütenträger des folgenden Jahres.<sup>5)</sup>

Auf Teilflächen von einigen Quadratmetern Größe mit stein- und grusreichem Sand-Schluff-Gemenge als lose Deckschicht über klüftigem Felsuntergrund stehen die *Sarothamnus*-Büsche zuweilen in geschlossenen Gruppen beisammen. (Abb. 6) Gewöhnlich sind und bleiben Besenginster-Felsheiden aber lückenhaft. Ihre Pflanzen wachsen einzeln oder bilden Horste und kleine Trupps. Zwischen den niedrigen Holzgewächsen, den Gräsern und Kräutern erkennt man deutlich die austretenden und mannigfaltig geformten Schichtköpfe sowie Grobschuttmassen, teils völlig nackt, teils flechten- und mossbewachsen (vgl. Abb. 4 u. 5).

Nicht wenige der bereits blühfähigen *Sarothamnus*-Sträucher wurzeln jedoch in Felsspalten und -fugen, und die darin befindlichen mineralischen und organischen Zerstellungsprodukte liefern ihnen alle notwendigen Nährstoffe. Ihre Vitalität hängt selbstverständlich in hohem Maße von der Quantität und der chemikalischen und physikalischen Beschaffenheit des Füllmaterials ab, ihre räumliche Verteilung vom Muster der Klüfte an der Oberfläche (Abb.4).

Aber wie dem auch sei – der Besenginster ist das dominierende Bestandesglied der Gesellschaft und ganzjährig aspektbestimmend. Er läuft keine Gefahr, von irgend einem seiner „Tischgenossen“ überflügelt zu werden und so ins Hintertreffen zu geraten.

Als höchstet erweist sich ferner *Genista pilosa*. Obwohl als Fugenbesiedler auf sonigen Wuchsplätzen ausgesprochen wettbewerbstüchtig, reich blühend und fruchtend, nimmt der Behaarte Ginster erstaunlicherweise niemals überhand. Er bekleidet gemeinhin höchstens 5 % der Bodenoberfläche.

*Calluna* ist ungleichmäßig verteilt. Ihr Deckungsgrad kann im Verlaufe weniger Jahre ganz beträchtlich schwanken. Sie wird – wie schon bei der Beschreibung des *Calluno-Genistetum* dargelegt – öfters dezimiert. Regenmangel und hohe Temperatur bewirken, daß ihr Wurzelbett während der Hauptwachstumszeit bis zur Basis total austrocknet. Vom sich ausbreitenden Besenginster unter Druck gesetzt und beschattet, de-

<sup>5)</sup> WILMANNNS et al. (1970) schreiben, daß *Sarothamnus scoparius* in der anthropogenen Ersatzvegetation bodensaurer Wälder des Schwarzwaldes ein Alter von 10–12 Jahren erreicht. Auf entsprechende Angaben muß hier verzichtet werden: Sie wären fragwürdig, mangels sicherer Daten. Nachhaltige und womöglich zum Absterben führende Schädigungen durch Witterungsunbilden und Insektenfraß erfahren in ganz unregelmäßigen Zeitabständen Exemplare aller Altersklassen. Das trifft weitgehend auch für die Besenginsterpflanzen der natürlichen Felsheiden zu, doch fehlt es in den Beständen dieser Gesellschaft nicht an *Sarothamnus*-Sträuchern, die 15 und mehr Jahre hinter sich gebracht haben und immer noch Samen zeitigen.



Abb. 4: Vorne natürliche Besenginster-Felsheide (*Genisto-Sarothamnetum*, *Anthericum liliago*-Var.), dahinter, scharf abgesetzt, geschlossener natürlicher Traubeneichen-Trockenwald (*Hieracio-Quercetum petraeae*, *Anthericum liliago*-Subass.), ebenfalls auf flachgründigem Standort, wo das basenarme Schichtgestein aber nur örtlich zu Tage tritt und vielfach bereits Verlehmung stattgefunden hat. Entstanden sind Braunerde-Ranker und Braunerden geringer Entwicklungstiefe. Deutlich sichtbar der Krüppelwuchs der Traubeneiche, vertrocknete Äste bis zur Spitze und natürlicher Stockausschlag an den Stammfüßen. Steiler SW-Hang links der Ahr bei Schuld (25.5.75).

generiert das Heidekraut. Es vergeilt und verkümmert schießlich. Ein Teil der *Genista-Sarothamnus*-Felsheiden entbehrt *Calluna vulgaris* ohnehin. Für das Ausbleiben dieses Zwergstrauches sind Feuchtigkeits- und Lichtmangel jedoch nicht unbedingt und gewiß nicht in jedem Fall allein verantwortlich. Ungenügender Feinerdevorrat oder zu rasch talwärts wanderndes Verwitterungsmaterial verhindern ebenfalls die Etablierung des Heidekrautes. Erfahrungsgemäß tut sich *Calluna* auf konsolidiertem Bodensubstrat viel leichter.

Gleich den drei erwähnten Strauchgehölzen sind die weitaus meisten der notierten Kräuter und Gräser wohl ebenfalls traditionelle Bestandeglieder der Besenginster-Felsheide. Offenbar stellen Salbei-Gamander, Draht-Schmiele und Kleines Habichtskraut die häufigsten Perennen des *Genisto-Sarothamnetum deschampsietosum* dar. Auch sie können nicht, was ihren Wasser- und Nahrungsbedarf angeht, ohne Unterlaß aus



Abb. 5: Natürliche Besenginster-Felsheide (*Genisto-Sarothamnetum*). Der in voller Blüte stehende Besenginster wurzelt fast ausschließlich im Füllsel der Schichtfugen und Spalten der offen zu Tage tretenden Tonschiefer und Grauwacken. Er ist durchweg von gedrungenem Wuchs. Örtlich überalterte Exemplare. Der Behaarte Ginster, nur spärlich beige-mischt, ist bereits verblüht. Oben rechts Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*) als Relikt des hier ausklingenden und vom *Genisto-Sarothamnetum* abgelösten *Cotoneastro-Amelanchieretum* (vgl. Text). Vorne rechts Heidekraut als Besiedler des aufliegenden Verwitterungsschutts. Sonnseitiger Steilhang links der Ahr zwischen dem Dorf Schuld und dem Weilskopf. (25.5.75).

dem Vollen schöpfen, sondern müssen beinahe jedes Jahr und womöglich mehrere Male Durststrecken durchstehen. Dennoch ist der Fortbestand dieser Begleiter nie ernstlich gefährdet. 1976 fielen *Festuca ovina* s. l. (darunter *Festuca heteropychys*) bis auf spärliche Reste der Dürre zum Opfer. Im nächsten Frühling keimten unzählige Samen, und von beiden Wildpflanzen faßten etliche festen Fuß. Anfang Herbst war die Artengarnitur wieder komplett.

Der Gelbe Hohlzahn (*Galeopsis segetum*)<sup>6)</sup> – einziger, aber immerhin wohl autochthoner Therophyt der Gesellschaft – ist eigentlich nur Lückenfüller und wurzelt vornehmlich in frisch akkumuliertem sandig-schluffigen Feinschutt, der örtlich das anstehende Schichtgestein verhüllt. Typischer sommerannueller Rohboden-Pionier, wech-

<sup>6)</sup> Truppweise besiedelt *Galeopsis segetum* außerdem an mikroreliefreichen Steilhängen kleine Feinschuttanhäufungen, von denen sehr viele freilich durch anthropogene Aktivitäten zustande gekommen sind. Diese, wenn sie blüht, recht ansehnliche Annuelle war noch letztes Jahrhundert eines der bezeichnenden Ackerwildkräuter der Silikatböden, namentlich in höheren Eifellagen (WIRTGEN 1857). Später haben ihr moderne bäuerliche Wirtschaftsmethoden bis auf kümmerliche Reste den Garaus gemacht. Indessen zählen die Besenginster-Felsheiden zu den sicheren Refugien des Gelben Hohlzahns.

seln seine Wuchsdichte und Vitalität von Vegetationsperiode zu Vegetationsperiode. Es kommt vor, daß er mehrere Jahre hintereinander ausfällt oder man nur kümmerliche Exemplare antrifft.

Vermutlich profitieren sämtliche vorhandenen Gefäßpflanzen wie auch einige Moose und Flechten von dem jeden Herbst aus benachbarten Baumgehölzbeständen, vor allem aus Traubeneichen-Trockenwäldern angewehten Fallaub, das sich im Phanerogamen-Aufwuchs fängt, schließlich auf den Boden gelangt und diesen zeitweilig etwas vor Verdunstung schützt. Es verrottet langsam und hinterläßt ein wenig moderartigen Humus. Nur selten und wenn, dann erst nach Jahren stetig und ungestört verlaufender Anhäufung bilden seine organischen Rückstände fingerdicke Deckschichten.

Das durch mehrere Aufnahmen aus der Eifel dokumentierte *Genisto pilosae-Sarothamnetum* bietet sich als natürliche Dauergesellschaft mit beständiger, charakteristischer Artenverbindung dar, was man von der schon wiederholt in der phytosoziologischen Literatur besprochenen und für verschiedene Landstriche neuerlich skizzierten *Calluna-Sarothamnus*-Ass. = (*Calluno-Sarothamnetum*) Malcuit 1928 (meist wird fälschlich 1929 angegeben) beim besten Willen nicht sagen kann, denn sie ist das „Sammelbecken“ für relativ unbeständige und vielfach kurzfristigen Veränderungen unterworfenen anthropogenen (und meist keine *Genista pilosa* bergende) Vegetationsstadien der regressiven oder progressiven Sukzession in Gebieten, in denen bodensaure Buchen- und Eichenwälder die potentiell natürliche Pflanzendecke abgeben. Ihrem – übrigens recht artenarmen – kompletten floristischen Inventar zufolge, fügt sich die Besenginster-Felsheide zwanglos den *Vaccinio-Genistetalia* (vgl. OBERDORFER 1978) ein, und bezogen auf die urwüchsigen Strauchheiden und *Prunetalia*-Gebüsche des Rheinischen Schiefergebirges hat der Besenginster im *Genisto-Sarothamnetum*<sup>7)</sup> eindeutig seinen Schwerpunkt. Er ist schlechthin die Charakterpflanze dieser Assoziation.

In den tieferen und wärmeren Lagen gehört die Ährige Graslinie (*Anthericum liliago*) regelmäßig der Gesellschaft an (Tab. S. 2, Aufn. 1-6: *Anthericum* Variante).

## Diskussion

Eingangs wurde es bereits angedeutet: Der Besenginster war in den Eifeler Tonschiefer- und Grauwackengebieten keineswegs immer so weit verbreitet und häufig zugegen wie das noch heute der Fall ist (trotz seines schon seit geraumer Zeit zu beobachtenden Rückganges). Ursprünglich bedeckten Laubwälder fast lückenlos Täler und Höhen. Weithin dominierte das *Luzulo-Fagetum*. Für *Sarothamnus* und die Mehrzahl seiner Felsheide-Begleitpflanzen gab es bloß wenige, überwiegend an steile Talflanken gebundene Sonderstandorte, wo sie Platz fanden und sich auch ohne anthropogene Beeinflussung der Vegetation kontinuierlich zu regenerieren und dauerhaft zu behaupten vermochten. Später verhalf ihnen dann der Acker- und Viehzucht treibende Mensch zur Expansion großen Ausmaßes. Er dezimierte oder vernichtete Waldungen und legte Felder an, die in einer dermaßen extensiven Art und Weise bewirtschaftet wurden, daß der Besenginster zeitweilig Fuß fassen konnte und auch zum Fruchten kam. Besonders in den relativ ebenen Lagen erlangten die anthropogenen und anthropozoogenen Pflanzengesellschaften hohe Flächenanteile. Noch letztes Jahrhundert

<sup>7)</sup> Es ist nicht auszuschließen, daß OBERDORFER (1978, S. 248) die Auffassung vertritt, bei den Beständen dieser Assoziation handele es „sich um in ihrer Vitalität schon deutlich geschwächte Entwicklungsrelikte“ – was immer er damit meint.

prägten weithin von *Calluna vulgaris* dominierte künstliche Zwergstrauchheiden mit *Genista pilosa* das Landschaftsbild namentlich der „ausgeräumten“ Hainsimsen-Buchenwald-Gebiete. Sie verdankten ihre Entstehung und Erhaltung vor allem der periodischen Beweidung durch Schafe.

*Hieracium pilosella* machte sich sowohl in Silikat- wie in Kalkmagerrasen breit. *Teucrium scorodonia* kam entlang den durch menschliche Aktivitäten zustande gekommenen Waldrändern stärker zum Zuge und des weiteren in den anthropogenen Eichen-Niederwaldbeständen (SCHMITHÜSEN 1934), die überwiegend Ersatzgesellschaften des *Luzulo-Fagetum* darstellen (TRAUTMANN 1962, 1973).

Nach den für das linksrheinische Schiefergebirge erarbeiteten Floren (ANDRES 1911, MÜLLER 1962, BERLIN und HOFFMANN 1975) rechnen die oben namentlich aufgeführten fünf Wildsträucher und -kräuter zu den häufigen Phanerogamen des Gebietes. Sie sind gewiß einheimisch<sup>8)</sup>, auch *Sarothamnus scoparius*, zumal dessen Indigenat in England seit 6300 Jahren gesichert ist (GODWIN 1975, S. 178). Allerdings erfährt man so gut wie nichts über ihre ursprünglichen Wuchsplätze und herkömmlichen Mitbewerber. Um der Klärung dieser Frage näher zu kommen, bedurfte es der genaueren Kenntnis der verbliebenen natürlichen Gehölzgesellschaften als Bausteine der - bei uns hochgradig vom Menschen geprägten - realen Vegetation. Inzwischen ist man nicht mehr auf reine Spekulationen angewiesen, denn die Resultate der in vielen Teilen der Eifel vor Ort getätigten phytosoziologischen Untersuchungen und der umfangreichen vergleichenden vegetationskundlichen Studien haben uns ein gutes Stück vorwärts gebracht (vgl. GLAVAČ & KRAUSE 1969, ferner KORNECK 1974, LOHMEYER 1978).

Eine bedeutende Anzahl von Gesellschaftslisten und Tabellen insbesondere aus den Publikationen der genannten Autoren erlauben die Schlußfolgerung, daß *Sarothamnus scoparius* gleichermaßen in autochthonen Zwergstrauchheiden und *Prunetalia*-Gebüschern reelle Chancen besitzt, sich unbefristet zu verjüngen und seiner Konkurrenten erfolgreich zu erwehren. Aber ausgerechnet eine so einprägsame, unverwechselbare und geradezu Aufmerksamkeit heischende Spezialistengesellschaft wie die an kleinklimatisch und edaphisch extreme, vollbesonnte, mikro- bis mesoreliefriche steinige Hangpartien gebundene Besenginster-Felsheide der Eifel, in der *Sarothamnus scoparius* nicht nur spontane Vorkommen besitzt, sondern auch weitgehend den Aspekt bestimmt, haben die Vegetationskundler entweder kaum beachtet, verkannt oder schlicht übersehen. Zugegeben - flächenmäßig spielt sie keine bedeutende Rolle, ihre Wuchsplätze sind manchmal isoliert und etwas versteckt gelegen, nicht immer mühelos erreichbar, oft schwer begehbar, weil holprig und/oder schroff. Und man kennt den Besenginster gemeinhin von Örtlichkeiten, wo er besser gedeiht, manchmal geradezu vor Üppigkeit strotzt, sich daher stattlicher ausnimmt und viel stärker auffällt. Aber an solchen Plätzen gibt *Sarothamnus* bekanntermaßen nur relativ kurze Gastrollen, während er auf den Wuchsorten der nach ihm benannten Felsheide offenbar schon seit Jahrtausenden „die Stellung hält“ und bezüglich seines Fortbestandes sicher dasteht - sofern irreparable anthropogene Zerstörungen der ihm zusagenden natürlichen Lebensräume unterbleiben.

<sup>8)</sup> WIRTGEN (1957) bemerkt, daß bei den Schifferkulturen an der Mosel und in der Eifel Besenginster mit hell- bis fast weißlich-gelben Blüten zur Ansaat gelangt ist. Es gibt aber keine Anhaltspunkte dafür, daß solche künstlich eingebrachten und nicht ursprünglichen Sippen in Besenginster-Felsheiden eingedrungen sind und fest Fuß gefaßt haben. Auf den angestammten Standorten des *Genisto-Sarothamnetum* und seiner „*Quercetum petraea*“-Kontaktbestände dürfte schon allein aus edaphischen Gründen und wegen des besonderen Mikroreliefs niemals „Feld-Heide-Wechselwirtschaft“ mit Brand der Heideplagen stattgefunden haben.

Häufigste Kontaktgesellschaft der *Anthericum liliago*-Var. des *Genisto-Sarothamnetum* ist - wie beim *Cotoneastro-Amelanchieretum deschampsietosum* - in Höhenlagen unterhalb 400 m der „bodensaure, xerotherme Traubeneichenwald“. Was wir über ihn aus der östlichen Eifel wissen, geht hauptsächlich auf die umfassenden und sehr instruktiven Studien von GLAVÁČ & KAUSE (1969) zurück. Sie nennen die Waldgesellschaft (nach *Luzula luzuloides*, *Quercus petraea* und *Silene nutans*) *Luzulo-Quercetum silenetosum*, bemerken aber zugleich, daß die Hainsimse (*Luzula luzuloides*) in den analysierten „Beständen . . . selten zu finden“ sei (GLAVÁČ & KKRAUSE 1969: Tab. 2). Und dann heißt es weiter, „die untersuchten Wälder liegen aber sämtlich im Verbreitungsgebiet der Hainsimse“ - eine richtige Feststellung, durch die sich jedoch die Namengebung kaum rechtfertigen läßt. Tatsächlich ist *Luzula luzuloides* im Rheinischen Schiefergebirge (und nicht nur hier) eine Buchenwaldpflanze, die dem natürlichen bzw. naturnahen xerothermen Traubeneichenwald (vgl. GLAVÁČ & KRAUSE 1969, S. 88: Zur Vegetationsanalyse) der sauren und „äußerst skelettreichen, flachgründigen Böden“ an sonnseitigen Talflanken weitgehend fehlt. Die Trockenheit des Standortes setzt ihr ein-



Abb. 6: Auf den von Natur aus waldfreien Tonschiefer-Felspartien am sonnseitigen Hang des Meuchelberges links der Rur (750 m südwestl. des Bahnhofes Heimbach) nimmt die Besenginster Felsheide mit Traubiger Graslinie relativ große Flächen ein. Ihre Kontaktvegetation auf stärker verlehmttem und feinerdereicherem, aber trotzdem auch sehr flachgründigem Boden bilden naturnahe bis natürliche Bestände des thermophilen Traubeneichen-Trockenwaldes (*Hieracio-Quercetum petraeae*, *Anthericum liliago*-Sub-ass.). (28.5.85).

deutig Grenzen, und ähnlich ergeht es der Buche und Birke. *Quercus petraea* herrscht unangefochten.

Ihr steht mehr durchwurzelbarer Gesteinszersatz zur Verfügung als die Standorte der Besenginster-Felsheide bieten können. Breitere und womöglich zahlreichere Spalten und Fugen bergen größere Mengen mineralisches Füllsel. Örtlich treten zwar Ton-schiefer- und Grauwacken offen zu Tage, aber an vielen Stellen ist das Verwitterungs-material nur teilweise oder gar nicht erodiert worden und dort hat Bodenbildung stattgefunden. Entstanden sind basenarme Ranker, Ranker-Braunerde und Braunerde ge-ringer Entwicklungstiefe.

Die Traubeneiche mißt gemeinhin nur 6–8 m Höhe. Sie trägt in extremen trocken-warmen Sommern augenfällige Dürreschäden davon, die das Geäst dezimieren und Krüppelwuchs hervorrufen, aber letztlich auch neue Sprossung an den Stammfüßen auslösen (Abb. 5, ferner LOHMEYER 1978, S. 272/273 u. Abb. 1). Wir haben es allem An-schein nach mit natürlichen bzw. recht naturnahen Stockausschlagwäldern zu tun, de-ren Siedlungsplätze aus edaphischen Gründen und des Mikroreliefs wegen für die Rott- und Schiffelwirtschaft ungeeignet waren. Da die Holzgewinnung wenig lohnte und die Regeneration äußerst zögernd verlief, hat sich die Nutzung in Grenzen gehalten. Die Suche nach alten Stümpfen, wie sie aus den anstelle bodensaurer Buchen- und Buchen-Eichenwälder vom Menschen geschaffenen Eichen-Niederwäldern bekannt sind, ist meist vergebens.

Auf S- und SW-exponierten Hangvorwölbungen trifft man in der Eifel mehrfach auf sich seit langem völlig selbst überlassene, intakte geschlossene Bestände des Trau-beneichen-Trockenwaldes, deren Kronendach freilich so beschaffen zu sein pflegt, daß selbst bei voller Belaubung relativ viel Licht einfällt.

Dennoch hat *Sarothamnus scoparius* im Unterstand keine Chance. Von ihm gibt es lediglich einige armrutige Exemplare, die steril bleiben, sowie hier und da Keimlinge. Anders die Krautschicht. Sie ist gut entwickelt. Das zeigt die anschließende Belegauf-nahme vom etwa 6–7 m hohen Traubeneichen-Trockenwald am sonnseitigen Hang zur Rur bei Heimbach, unweit der in Tab. 2 mit Aufn. 5 dokumentierten Besenginster-Fels-heide.

Probefläche 150 m<sup>2</sup>, 330 m über NN. Standortmosaik aus anstehendem Schieferfels und flachgründigem bis zur Oberfläche stein- und grushaltigem sandig-schluffigem Boden.

Baumschicht (meist Stockausschlag, 90 % deckend): 5.4 *Quercus petraea*

Strauchschicht (20 %): 1.1.° *Sarothamnus scoparius*, 2.1. *Quercus petraea* (jüngerer Stockaus-schlag)

Krautschicht (70 %): 1.1 *Anthericum liliago*, +° *Calluna vulgaris*, + *Campanula rotundifolia*, 4.3 *Deschampsia flexuosa* (= *Avenella flexuosa*), + *Festuca ovina*, +.2 *Hieracium pilosella*, 1.1 *H. sabaudum*, +.2 *H. sylvaticum*, 2.1 *H. umbellatum*, 2.1 *vulgatum*, + *Melampyrum pratense*, 2.1 *Teucrium scorodonia*,

Mooschicht (15%): +.2 *Bryum capillare*, + *Amblystegium serpens*, 1.2 *Ceratodon purpureus*, 1.1 *Dicranum scoparium*, 2.3 *Hypnum cupressiforme*, 1.1 *Cladonia chlorophaea*.

Eins von diversen, aus der NW-Eifel bisher noch nicht belegten, Reliktvorkom-men fast reiner *Quercus petraea*-Bestände, das, wie man vermuten darf, hinsichtlich sei-ner Artengarnitur und seiner Struktur dem autochthonen Wald des Sonderstandortes noch sehr ähnelt und in entscheidenden Merkmalen womöglich gleicht.

Der Traubeneichen-Trockenwald (*Luzulo-Quercetum silinetosum* und *Luzulo-Quercetum typicum* ap. GLAVÁČ & KRAUSE 1969 pp.) reicht über die 400 m Höhenlinie hinaus (seine obere Verbreitungsgrenze in der Eifel ist bisher nicht bekannt), aber die thermophilen Wildstauden fallen nach und nach aus, als letzte *Anthericum liliago*, jedoch bleibt das Arteninventar im großen und ganzen erhalten. Floristisch charakterisiert und differenziert ist diese Gehölzgesellschaft durch Habichtskräuter wie *Hieracium sabaudum*, *H. lachenalii* und *H. umbellatum*. Sie repräsentieren gleich *Deschampsia flexuosa*, *Melampyrum pratense* und *Teucrium scorodonia* traditionelle Bestandeglieder, blühen und fruchten auch unter geschlossenem Kronendach regelmäßig, vermehren sich generativ und großenteils zudem vegetativ. In keiner anderen *Quercion robur-petraeae*-Assoziation des Rheinischen-Schiefergebirges – es gibt hier auch das *Luzulo-Quercetum* in verschiedenen Ausbildungen (bodensaure Buchen-Eichenwälder) – sind sie annähernd so häufig und stet. Daher sei der schon früher gemachte Vorschlag wiederholt (vgl. LOHMEYER 1978), den Traubeneichen-Trockenwald der collinen bis submontanen Stufe des Gebietes *Hieracio-Quercetum* zu nennen.

Nach WILMANNNS et al. stellen *Teucrium scorodonia*, *Hieracium lachenalii* und *Hieracium umbellatum* „keine bezeichnenden und eindeutigen Waldpflanzen“ dar. Diese Angaben bedürfen der Korrektur, denn sie sind irreführend und alles in allem fragwürdig.

## Zusammenfassung

In der Eifel ist *Sarothamnus scoparius* Bestandeglied mehrerer natürlicher Gehölzgesellschaften, die ihrem Flächenanteil nach jedoch keine große Bedeutung haben. Dazu zählen *Ligustrum*- und *Crataegus-Prunus spinosa*-Gebüsche der *Prunetalia*, das *Cotoneastro-Amelanchieretum deschampsietosum*, das *Calluno-Genistetum pilosae* und das neu beschriebene *Genisto-Sarothamnetum*.

Näher eingegangen wird auch auf die von Natur aus wohl häufigste Anrainer-Gesellschaft der zuletzt genannten Assoziation: den bodensauren *Quercus petraea*-Trockenwald.

## Literatur

- ANDRES, H. (1911): Flora von Eifel und Hunsrück. – Wittlich.
- BARTSCH, J. & M. (1940): Vegetationskunde des Schwarzwaldes. – Pflanzensoziologie 4, 229 S.
- BERLIN H. & H. HOFFMANN (1975): Flora von Mayen und Umgebung. Eine Gefäßpflanzenliste der östlichen Hocheifel und des Mittelrheinbeckens. – Beitr. Landespflege in Rheinland-Pfalz 3: 167–391.
- GLAVÁČ V. & A. KRAUSE (1969): Über bodensaure Wald- und Gebüschgesellschaften trockenwarmer Standorte am Mittelrhein. – Sch.-Reihe Vegetationskd. 4: 85–102.
- GODWIN, H. (1975): The history of the British Flora. – 2. ed. Cambridge.
- KIRCHNER, O.V. et al. (1938): Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. – Bd. 3,2. Abt. Bogen 1–11. Stuttgart.
- KORNECK, D. (1974): Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. – Schr.-Reihe Vegetationskde. 7, 196 S.
- LOHMEYER, W. (1978): Über schutzwürdige natürliche Schlehen-Ligustergebüsche mit Lorbeerseidelbast und einige ihrer Kontaktgesellschaften mit Mittelrheingebiet. – Natur u. Landschaft 53: 271–277.

- MALCUIT, G. (1928): Les associations végétales de la vallée de la Lanternes. - Archives de botanique **2**, memoire 6; 211 S.
- MÜLLER, T. (1962): Flora und Vegetation des Kreises Euskirchen. - Veröff. d. Vereins d. Geschichts- und Heimatfreunde d. Kreises Euskirchen. B-Reihe **2**, 109 S.
- OBERDORFER, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften; Teil II. - Pflanzensoziologie **10**, 355 S.
- PAFFEN, K. (1940): Heidevegetation und Ödlandwirtschaft der Eifel. - Beitr. Landeskd. d. Rheinlande. III. Reihe **3**, 272 S.
- SCHMITHÜSEN, J. (1934): Der Niederwald des linksrheinischen Schiefergebirges. - Beitr. Landeskd. d. Rheinlande. II. Reihe **4**, 106 S.
- SCHÜTTLER, A. (1939): Kulturgeographie der mittlrheinischen Eifelkalkgebiete. - Diss. Bonn.
- TRAUTMANN, W. (1962): Natürliche Waldgesellschaften und nachwärmezeitliche Waldgeschichte am Nordwestrand der Eifel. - Veröff. d. Geobot. Inst. d. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, (Festschrift Firbas) **37**: 250-266.
- , - (1973): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1-200 000. - Potentielle natürliche Vegetation. Blatt CC 5502 Köln. - Schr.-Reihe Vegetationskde. **6**, 172 S.
- WENZEL, J. (1962): Ödlandentstehung und Wiederaufforstung in der Zentraleifel. - Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde **18**, 119 S.
- WILMANN, O. et al. (1979): Struktur und Dynamik der Pflanzengesellschaften im Reutwaldgebiet des mittleren Schwarzwaldes. - Documents phytosociologiques. N.S. **4**: 983-1024.
- WIRTGEN, PH. (1857): Flora der Preußischen Rheinprovinz und der zunächst angrenzenden Gebiete. - Bonn.

Anschrift des Verfassers: Dr. Wilhelm Lohmeyer, Flossweg 14, D-5300 Bonn 2 - Bad Godesberg

# Auengesellschaften im osterzynischen Bergland

Harro Passarge

## Summary

Coenological composition, subdivision, and ecological conditions of (sub-) montanic alluvial shrubs such as *Chaerophyllo-Salicetum viminalis*, *Petasito-Salicetum triandrae*, *Chaerophyllo-Salicetum fragilis* and similar communities of the E-Hercynian Mountains are analysed (s. tabl. 1-3). A comparison with other related European willow shrubs is given (s. tabl. 4). Syntaxonomical position and importance for landscape protection are recorded.

In der submontan-montanen *Fagus*-Stufe der nordöstlichen Mittelgebirge (Harz, Thüringer Wald, Erzgebirge) werden Waldbäche vornehmlich von *Alnus glutinosa*-reichen Wäldern, besonders *Arunco-Alnetum* (Kästner 38) Tx. 57 begleitet. Dort, wo nach Waldrodung die Bachaue wiesenwirtschaftlich genutzt wird, säumen vielfach kulissenartige Baumreihen von *Alnus glutinosa* und *Salix fragilis* die Fließe. Arm an schutzbedürftigen Waldpflanzen, tragen sie anders als die vorerwähnten Erlen-Auwälder Gehölzcharakter (z. B. *Petasito-Salicetum fragilis* Pass. 81). Reine Auengebüsche gehören hier zu den seltenen, bisher kaum beachteten Vegetationstypen. Wie in den planar-kollinen Stromauen sind *Salix triandra*, *S. viminalis* und *S. purpurea* diagnostisch wichtige Bestandbildner dieser Gebirgsufergebüsche.

## Vegetationseinheiten der Auengebüsche

### *Salicetum viminalis* Kaiser 26

Von den vorerwähnten Weidenarten stellt die Korbweide *Salix viminalis* erhöhte Temperatur- und Kontinentalitätsansprüche (T 6, K 7 nach ELLENBERG 1974). Ihre im nordost-herzynischen Bergland erweiterte Höhenamplitude bringt dies zum Ausdruck. Während die Art nach GEHU u. FRANCK (1984) an der Loire/Zentralfrankreich bereits zwischen 220-300 m NN ausklingt, und dies nach MÜLLER u. GÖRS (1958) in Württemberg im Höhenbereich von 400-600 m NN erfolgt, traf ich im Thüringer Wald noch *Salix viminalis*-Gebüsch oberhalb von 600-700 m NN. Die in W-Europa nur planar-kollin verbreitete Korbweide erreicht in Auen SW-Deutschlands submontane Lagen und ist so im NO selbst im mittel-montanen Bereich noch konkurrenzfähig.

In der submontanen Aue des O-Herzynikums ( $\pm 400-550$  m NN) ist *Salix viminalis* häufigster Gebüschbildner. Weit seltener als im Tiefland tritt *Salix triandra* hinzu, öfter dagegen buschförmige *Salix fragilis*. *Padus avium*, *Alnus glutinosa* und *Sambucus* sind nur vereinzelte Gehölze dieser Bachaue. Gemeinsam schließen sie sich  $\pm$  kleinflächig zu 3-5 m hohen licht-bis dichtgeschlossenen Uferbüschen zusammen. Nahezu flächendeckend (80-100 %) ist die in ihrem Schirmschutz lebende Bodenvegetation. Breitblättrige Stauden sind in ihr meist tonangebend, Gräser oder Grasartige nur wechselnd mitbeteiligt. Kleinkräuter, Lianengewächse und weitere Wuchsformengruppen finden sich untergeordnet, einzeln oder sporadisch. Insgesamt variieren Höhenlage und Region die Zusammensetzung (mit 20-30 Arten). Durch die Kombination von Stauden der *Aegopodium*-, *Stellaria nemorum*-, *Filipendula*- und *Urtica*-Gruppen erhält die submontane Korbweidenau ihr spezifisches Gepräge. Selbst unter den mit geringem Bauwert (Gruppenelement + - 1) vertretenen *Impatiens*-, *Senecio fuchsii*-, *Heracleum*-, *Ra-*

*nunculus repens*- und *Stachys*-Gruppen finden sich noch einige den Tieflandauen fremde Elemente. Trotz verbindender Gräser (*Phalaris*, *Poa trivialis*, *P. nemoralis*) und Kräuter ist der Wandel in der Artenverbindung (5 von 9 beteiligten Artengruppen) bei vergleichbaren Berglandauen tiefgreifender Natur. Der geringen coenologischen Affinität entsprechend, handelt es sich daher nicht um eine leicht abgewandelte Höhenform, sondern um eine zwar vikariierende, jedoch eigenständige Grundeinheit. Merkmale dieses *Chaerophyllo-Salicetum viminalis* (Pass. 81) ass. nov. der herzynischen Submontanstufe sind die (nach Zahl und Bauwert) nennenswert beteiligten gebirgsspezifischen Arten in Gehölz- und Feldschicht. An Holzgewächsen klingen *Salix triandra* ssp. *triandra* (*concolor*), *Padus avium* ssp. *petraea* und *Sambucus racemosa* bereits im Hügelland aus bzw. werden durch vikariierende Schwestertaxa (*S. triandra* ssp. *discolor*, *P. a.* ssp. *avium*) ersetzt. Nach Konstanz und Bauwert (Deckungsanteil) gestaffelt, gilt Entsprechendes in der Bodenvegetation für Arten mit (subboreal-) montaner Hauptverbreitung wie *Stellaria nemorum*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Senecio fuchsii*, *Geranium sylvaticum*, *Petasites hybridus*, *Myosotis nemorosa*, dazu regional begrenzt oder sporadisch *Thalictrum aquilegifolium*, *Cirsium helenioides*, *Chaerophyllum aureum*, *Poa chaixii* und *Alchemilla vulgaris* (Tab. 1). Außerdem differenzieren Feuchtezeiger, so *Filipendula ulmaria*, *Cirsium oleraceum*, *Polygonum bistorta*, *Geum rivale*, *Valeriana repens* und Wald-(saum)arten wie *Impatiens noli-tangere*, *Agropyron caninum*, *Festuca gigantea*, *Athyrium filix-femina*, *Holcus mollis*, (*Carex brizoides*, *Stachys sylvatica* und *Epilobium montanum*, *E. obscurum* u. a.) gegenüber Flachlandauen. Schließlich fehlen an den nordherzynischen Gebirgsbächen zahlreiche wärmebedürftige Tieflagenzeiger, insbesondere alle kletternden Schlingpflanzen (*Calystegia*, *Solanum*, *Humulus*, *Cuscuta*, *Fallopia*), außerdem *Rubus caesius*, *Glechoma*, *Symphytum* sowie viele nässeholde Pflanzen (*Iris*, *Lythrum*, *Lycopus*, *Phragmites*, *Rorippa*, *Mentha aquatica*, *Myosotis palustris*).

Derartig tiefgreifende floristisch-coenologische Unterschiede haben ökologische Gründe. Offensichtlich sind großklimatische Differenzen. Im submontanen N-Herzynikum (400–550 m NN) bewegen sich die langjährigen Temperaturmittel (1901–1950) überwiegend um 6–7° C im Jahresdurchschnitt bei Juli-Werten um 15–16° C. Die jährlichen Niederschlagssummen liegen meist zwischen 700–800 mm. (Vergleichswerte im ostelbischen Tiefland sind: 8–9° C, Juli um 18° C, bei 500–600 mm Jahresniederschlag.) Differenzverstärkend wirkt sich Mesoklimaeinfluß aus. Von den Stromauen (mit subkontinentalem Stromtaleffekt) abgesehen, erwärmen sich die mehrheitlich über 5 m breiten Niederungsflüsse in der offenen planaren Landschaft i. d. R. auf hochsommerliche Wassertemperaturen von 15–18° C, etwa dem Lufttemperaturdurchschnitt der 3 Sommermonate (IV–VIII) entsprechend. Dagegen ergaben meine Messungen in den ± 2–5 m breiten submontanen Wiesenbächen, selbst während hochsommerlicher Schönwetterperioden (bei Lufttemperaturmaxima über 20–25° C), stets nur Wasserwerte um 10 (8–11)° C, die damit erheblich unter dem Sommermittel der Lufttemperatur von 14–15° C liegen. Das rasch fließende, meist aus montanen Quellen stammende Wasser herzynischer Gebirgsbäche ist relativ kühl und verursacht eine entsprechende Mesoklimatönung, die von (Höhenstufen-verschiebendem) Einfluß auf die uferbegleitende Vegetation ist.

Bedeutsam für den Wasserhaushalt der Uferstandorte sind neben den im Bergland höheren Niederschlägen (und erhöhter relativer Luftfeuchte) vor allem die erheblich länger in die verkürzte Vegetationsperiode hineinreichenden Frühjahrsüberschwemmungen. Verspätete Schneeschmelze im Einzugsbereich, winterliches Niederschlagsmaximum oberhalb 500–600 m NN (anstelle des II/III-Minimum in tieferen Lagen) sowie geringeres Fassungsvermögen der weniger breiten und zudem stets flachen (0,2–0,5 m) Bachbetten wirken hierbei potenzierend zusammen. – Von untergeordneter Bedeutung scheinen die edaphischen Verschiedenheiten zwischen den lehmigen Geröllbö-

Tab.1: Submontane *Salix viminalis*-Gebüsche

Aufnahme Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Höhenlage in 10 m NN	47	47	50	48	48	48	55	48	46	41	48	48	46
Artenzahl	34	32	31	30	25	25	25	18	19	23	24	22	16

Gesträuchschicht:

<i>Salix viminalis</i>	5	3	3	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4
<i>Salix fragilis</i>	1	3	.	.	.	2	3	1	.	.	.	1	.
<i>Salix triandra</i>	.	.	3	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.
<i>Padus avium</i>	.	+	1	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus racemosa</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.

Feldschicht:

<i>Urtica dioica</i>	2	2	3	2	2	1	1	2	1	3	.	2	2
<i>Galium aparine</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	+	2	.	1	1
( <i>Phalaris arundinacea</i> )	.	+	1	+	.	+	1	+	1	2	1	3	.
<i>Poa trivialis</i>	1	.	2	1	1	.	.	.	.	1	1	.	2
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	1	.	.	1	+	1	.	.	+	.	1	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	1	2	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1
<i>Stellaria nemorum</i>	2	2	1	2	1	2	2	3	3	.	2	+	3
<i>Geranium sylvaticum</i>	1	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Petasites hybridus</i>	+	1	.	.	.	.	.	3	1	.	.	.	.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	.	+	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	2	+	1	+	1	.	+	.	1	2	+	+
<i>Cirsium oleraceum</i>	1	2	+	2	2	2	2	1	.	.	+	+	+
<i>Geum rivale</i>	+	+	.	+	.	+	.	.	.	+	+	+	.
<i>Valeriana repens</i>	+	1	.	1	+	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Angelica sylvestris</i>	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Polygonum bistorta</i>	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Impatiens noli-tangere</i>	+	.	2	+	1	.	+	+	.	.	1	2	.
<i>Myosotis nemorosa</i>	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.
<i>Epilobium roseum et spec.</i>	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	2	2	3	2	1	2	.	1	3	1	1	+	3
<i>Agropyron caninum</i>	1	1	2	2	2	2	2	2	.	1	.	.	.
<i>Lamium maculatum</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2
<i>Chaerophyllum aureum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Heraclium sphondylium</i>	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	1
<i>Anthriscus sylvestris</i>	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca gigantea</i>	.	+	1	+	.	.	1	+	.	.	+	+	.
<i>Stachys sylvatica</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Senecio fuchsii</i>	+	+	.	+	+	+	+	.	1	+	+	1	1
<i>Epilobium montanum</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
( <i>Galeopsis bifida</i> )	.	.	+	.	.	+	.	+	+	+	+	+	.
( <i>Epilobium angustifolium</i> )	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	.	+	+	1	1	.	1	+	1	.	.
<i>Scrophularia nodosa</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Carex brizoides</i>	3	3	1	3	3	3	.	1	.	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	+	1	.	+	+	2	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium helenioides</i>	1	1	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
D: <i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Stellaria holostea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Holcus mollis</i>	1	+	+	.	+	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Agrostis tenuis</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Alchemilla vulgaris</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
( <i>Deschampsia cespitosa</i> )	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.

außerdem: *Acer platanoides* +, *Chrysosplenium alternifolium* + (1); *Calystegia sepium* 1, *Alliaria petiolata* +, *Rumex aquaticus* + (3); *Primula elatior* + (4); *Symphytum officinale* + (5); *Achillea ptarmica* + (7); *Galeopsis speciosa* 1 (8); *Poa chaixii* +, *Salix* x spec. 1 (9); *Melandrium rubrum* 1, *Geum urbanum* + (10);

Fortsetzung Tab. 1:

*Cardamine amara* +, *Galeobdolon luteum* +, *Veronica chamaedrys* + (11); *Stachys palustris* +, *Vicia cracca* + (13).

Herkunft der Aufnahmen: Preßnitz, Gr. Rückertswalde Bhf NW (1,2), SO (4-6); Ober-Schmiedefeld W (7), Mittel-Schmiedefeld N(8); Pöhlbach, Königswalde N (3); Kleine Leina, Finsterbergen O (9), Engelsbach NO (10); Ebersbach, Pappenheim N (11, 12); Truse, Laudenbach O (13).

Vegetationseinheiten:

*Chaerophyllo-Salicetum viminalis* (Pass. 81) ass. nov.

(nomenklatorischer Typus: *Chaerophyllum hirsutum* - *Salix viminalis* - Ges. bei PASSARGE 1931, Tab. 1, Nr. 1)

a. *Carex brizoides*-Rasse (Nr. 1-8); b. Normalrasse (Nr. 9-13), *Rubus*-Unterges. (Nr. 9-10).

den im Bergland und den überwiegend sandig-schlickigen Uferstandorten im planar-kollinen Bereich. In beiden Fällen kann es sich um karbonatarmer Auenrankergleye (*Gley-Paternia* sensu KUBIENA 1948) kräftiger Trophie handeln, wie Arten der *Aegopodium*-, *Heracleum*- und *Stachys*-Gruppen belegen. – Stärker beeinflussend ist die Gefälle-bedingte erhöhte Erosionskraft der Gebirgshochwässer. Dies wirkt sich im allgemeinen weniger auf die bei lückenlosem Gehölzbewuchs biologisch gut geschützten Uferböden aus, wohl aber auf die Zusammensetzung der Begleitvegetation. So fehlen in ihr manch' gegen mechanische Schubkraft empfindliche Pflanzen (besonders Lianengewächse und Frühsommer-Stauden).

Das herzynische *Chaerophyllo-Salicetum viminalis* gliedert sich regional in eine Normalrasse (Harz, Thüringer Wald, Tab. 1, Nr. 9-13) sowie eine *Carex brizoides*-Rasse außerdem mit *Valeriana repens*, *Thalictrum aquilegifolium* und *Cirsium helenioides* im Erzgebirge (Tab. 1, Nr. 1-8). Wasserhaushaltsmäßig entspricht die Mehrheit der Aufnahmen der typischen Subass. Einige nässemeidende Arten wie *Sambucus racemosa*, *Rubus idaeus*, *Stellaria holostea*, *Geum urbanum* und *Poa chaixii* beschränken sich auf eine *Rubus*-Unterges. höhergelegener Uferstandorte (Tab. 1, Nr. 9, 10).

Offenbar erstmals belegt wurde die Ass. aus dem Harz als *Chaerophyllum hirsutum-Salix viminalis*-Ges. (Passarge 1981). Dagegen sind die 5 Aufnahmen der „Hochstauden-reichen *Salix viminalis*-Ass.“ von KAISER (1926) aus S-Thüringen zwar als gültige Erstbeschreibung der Ass.-Gruppe zu werten, gehören ohne Arten der *Stellaria nemorum*-, *Senecio fuchsii*-, *Impatiens*-Gruppen (trotz vorhandener *Filipendula*-Gruppe) nicht zum *Chaerophyllo-Salicetum viminalis*. Sie sind eher der korrespondierenden Tieflagen-Ass., *Aegopodio-Salicetum viminalis* (Steffen 31) Pass. 68 verwandt. In dieser spielen Arten der *Urtica*-, *Phalaris*-, *Alopecurus*-, *Ranunculus repens*-, *Aegopodium*- und *Heracleum*-Gruppen eine ähnliche Rolle wie in der herzynischen Gebirgsaue.

Zwischen beiden Ass. vermittelnde Ufergebüsche traf ich wiederholt in Höhen um 350-400 m NN. Solchen Ausbildungen fehlen viele Gebirgspflanzen, und einzelne Tieflagenarten z. B. *Glechoma*, *Rubus caesius*, auch *Agropyron repens* dokumentieren bereits ihre Zugehörigkeit zum *Aegopodio-Salicetum viminalis* (Tab. 2, Nr. 1-4); dies freilich in der *Chaerophyllum aureum*-Höhenform auch mit *Cirsium oleraceum* und *Polygonum bistorta*.

Die bisher höchstgelegenen Nachweise einer Korbweidenau sind in der Montanstufe zwischen 600-720 m NN angesiedelt. Gegenüber dem submontanen *Chaerophyllo-Salicetum* zeichnen sie sich floristisch nicht durch zusätzliche Gebirgsarten aus, allenfalls durch deren höheren Mengenanteil. Bezeichnend für sie ist das negative Merkmal einer um 25 % verminderten Artenzahl. Logisch erscheint der Ausfall einiger Mäßigwärmezeiger wie *Cirsium oleraceum* und *Galium aparine* (T 5 nach ELLENBERG

1974). Betroffen sind außerdem zahlreiche Trophiezeiger kräftiger Standorte der *Aegopodium*-, *Heracleum*-, *Senecio fuchsii*- und *Stachys sylvatica*-Gruppen. Dennoch dürfte die Ursache hierfür kaum geringwertiges Ausgangsmaterial der Bodenbildung sein, sondern das rauhere Montanklima mit Jahresmitteltemperaturen von 5–6° C, Juli-Mittel um 13–14° C bei Niederschlagssummen zwischen 900–1100 mm. Diese montane *Impatiens-Salix viminalis*-Ges. (Tab. 2, Nr. 7–9) ist somit Pendant zum ähnlich artenarmen *Rubo-Salicetum viminalis* (Hueck 31) Pass. 68 am Unterlauf mitteleuropäischer Ströme (PASSARGE 1956, PASSARGE u. HOFFMANN 1968, HOFMEISTER 1970, WALTHER 1977, REICHHOFF et al. 1981). Nach GEHU u. FRANCK (1984) begleiten den Loire-Unterlauf zwischen 20–160 m NN dem mitteleuropäischen *Rubo-Salicetum* vergleichbare Auengebüsche ohne anspruchsvolle Pflanzen. Erst im Mittellauf bei 220 m NN bis etwa 850 m Höhe bereichern Trophiezeiger der *Aegopodium*-, *Heracleum*- und *Alliaria*-Gruppen dem *Aegopodio-Salicetum* verwandte Loire-Gebüsche. In den höchsten Lagen (dort über 1000 m NN) zeichnen sich die Bachauengebüsche durch *Chaerophyllum hirsutum* und weitere Gebirgspflanzen aus, und analog zur herzynischen *Impatiens-Salix viminalis*-Ges. fehlen wiederum die vorerwähnten anspruchsvolleren Bodenpflanzen.

### *Salicetum triandrae* Malcuit ex Noirfalise 55

Weder arealmäßig noch standörtlich stimmen *Salix triandra* und *S. viminalis* so überein, daß allenthalben von einem einheitlichen *Salicetum triandrae-viminalis* Tx. (31) 50 gesprochen werden kann. Ähnlich wie in N-Europa (KIELLAND-LUND 1981) begegnen uns im herzynischen Bergland beide Arten nur selten gemeinsam und kaum paritätisch. Im Harz (PASSARGE 1981) und im Thüringer Wald traf ich die Mandelweide sehr vereinzelt und bestandbildend. Ihren 4–7 m hohen Büschen sind gelegentlich andere Weiden (*S. pupurea*, *S. fragilis*, *S. caprea*, *S. cinerea*) beigemischt. In der ± geschlossenen Bodenvegetation dominieren abermals Stauden der *Urtica*-, *Aegopodium*- und *Stellaria nemorum*-Gruppe (Tab. 2, Nr. 5–6). Trotz naher Verwandtschaft zum *Chaerophyllo-Salicetum viminalis* bestehen zwischen beiden Ausbildungen bemerkenswerte Unterschiede. Offensichtlich ist die deutlich (um 5 Taxa) verminderte Anzahl beim *Salix triandra*-Gebüsch. Analysiert man die fehlenden Spezies, so sind es vor allem schutzbedürftige Waldpflanzen der *Stachys*-, *Senecio fuchsii*- und *Poa nemoralis*-Gruppen, verschiedene Gebirgsarten und Feuchtezeiger wie *Stellaria nemorum* (nach OBERDORFER 1983 kalkmeidend!), *Geranium sylvaticum*, *Polygonum bistorta*, *Geum rivale*, *Impatiens noli-tangere* und *Myosotis nemorosa*. Diese Verluste können vereinzelt hinzutretende wärmebedürftige Elemente nicht aufwiegen.

Bei gleichen Klimabedingungen erklären sich die Differenzen teilweise edaphisch, denn bevorzugt werden karbonatreiche Standorte. Außerdem bieten die hochschäftigen *S. triandra*-Bestände im Vergleich zur tiefstäufigen *Salix viminalis* erheblich weniger Schirm und Hochwasser-Erosionsschutz.

Ähnliche Auengebüsche kalkreicher Alluvionen beschrieben MÜLLER u. GÖRS (1958) aus Württemberg (400–600 m NN) und stellten sie als eigenständige *Petasito-Salicetum triandrae* heraus. Differenzen (dort mit *Salix eleganos*, *S. myrsinifolia*, *Alnus incana*, *Solidago serotina*, *Galium mollugo*, *Brachypodium sylvaticum* usw.) sind überwiegend syneographischer Natur und rechtfertigen es, die nordherzynische Ausbildung als *Alopecurus-pratensis*-Vikariante dem *Petasito-Salicetum triandrae* Müller et GÖrs 58 anzuschließen.

Tab.2: Weitere *Salix viminalis*- und *S. triandra*-Gebüsch.

Aufnahme Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Höhenlage in 10 m NN	36	36	40	41	47	50	72	72	61
Artenzahl	25	19	21	16	11	11	18	16	10

Gesträuchschicht:

<i>Salix viminalis</i>	4	4	4	4	.	.	4	4	4
<i>Salix triandra</i>	.	.	.	1	4	4	.	.	.

Feldschicht:

<i>Urtica dioica</i>	3	1	2	4	2	+	.	.	2
<i>Galium aparine</i>	+	3	2	2	1	.	.	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	2	1	.	.	.	.	.	.	.
( <i>Phalaris arundinacea</i> )	2	.	1	.	.	+	1	1	4
<i>Poa trivialis</i>	1	1	1	2	1	.	.	1	.
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	+	+	.	.	.	1	.
( <i>Ranunculus repens</i> )	.	+	.	1	.	.	+	.	.
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	.	.	.	.	1	1	3	1	+
<i>Stellaria nemorum</i>	.	.	.	.	.	+	2	3	1
<i>Petasites hybridus</i>	.	.	1	.	3	4	.	1	.
<i>Polygonum bistorta</i>	+	.	+	.	+	.	1	1	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	.	.	.	+	.	1	+	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	2	+	.	1	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Impatiens noli-tangere</i>	.	.	.	.	.	.	2	3	1
<i>Myosotis nemorosa</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	.
<i>Epilobium roseum et spec.</i>	+	.	+	.	.	+	.	.	+
<i>Aegopodium podagraria</i>	1	1	2	2	3	2	.	.	.
<i>Chaerophyllum aureum</i>	1	1	+	.	+	.	.	.	.
<i>Lamium maculatum</i>	.	3	2	.	.	.	.	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	+	+	.	+	.	+	.	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	1	1	.	.	+	.	.	.	.
<i>Vicia sepium</i>	1	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis bifida</i>	+	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Agropyron repens</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.
( <i>Alliaria petiolata</i> )	.	+	+	.	.	.	.	.	.

außerdem: *Padus avium* +, *Cruciata laevipes* 1, *Geum urbanum* 1, *Melandrium rubrum* +, *Angelica sylvestris* 1, *Ranunculus acer* +, *Scrophularia nodosa* + (1); *Rubus caesius* 1, *Carduus crispus* 1, *Lysimachia nummularia* + (2); *Agrostis tenuis* 1, *Deschampsia cespitosa* +, *Arrhenatherum elatius* +, *Geranium sylvaticum* + (3); *Salix cinerea* 1, *Sambucus nigra* 1, *Phleum pratense* 1, *Lysimachia vulgaris* 1, *Calamagrostis canescens* 1, *Scutellaria galericulata* + (4); *Salix caprea* 1, *Agrostis stolonifera* + (6); *Salix purpurea* 1, *Mentha longifolia* 1, *Caltha palustris* 1, *Glyceria fluitans* 1, *Scirpus sylvaticus* +, *Rumex obtusifolius* +, *Cirsium arvense* + (7); *Salix fragilis* 1, *Galium palustre* +, *Athorium filix-femina* + (8); *Salix x rubens* 1, *Veronica beccabunga* +, *Alchemilla vulgaris* + (9).

Herkunft der Aufnahmen: Wiesengraben Schönau NO (1,2); Graben bei Catterfeld (3); Wiesensenke bei Schönau S (4); Ebersbach, Pappenheim N (5); Schwarza, Neuhammer (6); Haselbach, Oberhof W (7,8), Schwarza, Scheibe O (9).

Vegetationseinheiten:

1. *Aegopodio-Salicetum viminalis* (Steffen 31) Pass. 68  
*Chaerophyllum aureum*-Rasse (Nr. 1-4)
2. *Petasito-Salicetum triandrae* Müller et Görs 50  
*Alopecurus pratensis*-Vikariante (Nr. 5-6).
3. *Impatiens noli-tangere-Salix viminalis*-Ges. (Nr. 7-9).

*Salicetum purpureae* Wendelberger-Z. 52 (Tabelle 3)

Nur örtlich bildet *Salix purpurea* eigenständige 2–4 m hohe Gebüsch. Dies nicht allein hinsichtlich der Gehölzzusammensetzung, sondern ihrer gesamten Artenverbindung nach. Reich an Stauden, darunter zahlreiche Gebirgspflanzen, bleibt die artenarme Ausbildung (außer einem Fragment) ± auf den Montanbereich (550–720 m NN) beschränkt. Vereinzelt sind hier *Salix viminalis*, *Sorbus aucuparia* und strauchiger *Acer pseudoplatanus* beigemischt. In der Feldschicht wechseln Herden von *Phalaris* mit solchen breitblättriger Stauden ab, wobei *Stellaria nemorum*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Petasites* oder *Urtica* bestimmend hervortreten. Ansonsten vervollständigen Arten der

Tab.3: *Salix purpurea*-Gebüsch.

Aufnahme Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Höhenlage in 10 m NN	50	51	55	55	72	72	54	60	47
Artenzahl	21	34	27	23	23	20	18	14	9

Gesträuchschicht:

<i>Salix purpurea</i>	4	3	4	4	4	4	4	4	4
<i>Salix fragilis</i>	1	3	2	1	.	.	.	.	.
<i>Padus avium</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.

Feldschicht:

<i>Urtica dioica</i>	.	4	1	+	+	+	1	3	1
<i>Galium aparine</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	1	+	.	1	1	2	2	3	+
<i>Symphytum officinale</i> ( <i>Poa trivialis</i> )	+	+	.	.	.	.	.	.	.
( <i>Rumex obtusifolius</i> ) ( <i>Deschampsia cespitosa</i> )	.	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	+	.	.	+	.	1	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	.	1	2	1	3	3	1	1	3
<i>Stellaria nemorum</i>	.	.	2	1	3	3	1	1	3
<i>Geranium sylvaticum</i>	.	+	1	1	1	1	.	+	.
<i>Petasites hybridus</i>	.	.	+	.	2	2	4	.	.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	.	+	2	+	1	+	1	1
<i>Valeriana repens</i>	+	+	1	1	.	.	+	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	.	1	2	+	.	.	+	+	.
<i>Crepis paludosa</i>	.	.	.	.	+	+	.	+	.
<i>Polygonum bistorta</i>	+	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Impatiens noli-tangere</i>	1	+	+	.	1	1	1	1	.
<i>Epilobium roseum</i> et spec.	.	.	.	.	+	+	+	+	.
<i>Myosotis nemorosa</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Epilobium montanum</i>	.	+	.	.	+	+	.	.	.
<i>Senecio fuchsii</i> ( <i>Scrophularia nodosa</i> )	.	1	+	+	.	.	.	.	.
<i>Agropyron caninum</i>	1	2	2	2	.	.	.	.	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	1	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium maculatum</i>	.	3	+	.	.	.	.	.	.
<i>Heraclium sphondylium</i>	+	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca gigantea</i>	.	.	2	1	.	.	.	.	.
<i>Stachys sylvatica</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	+	+	+	+	+	+	.	.
<i>Vicia cracca</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis bifida</i>	1	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	+	+	.	.	.	+	.	.	.
( <i>Athyrium filix-femina</i> ) ( <i>Holcus mollis</i> )	.	.	+	.	+	+	.	.	.
<i>Carex brizoides</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.
( <i>Agropyron repens</i> )	1	.	.	.	.	.	.	.	.

Fortsetzung Tab. 3:

außerdem: *Holcus mollis* +, *Achillea ptarmica* +, *Iris pseudacorus* + (1); *Viburnum opulus* +, *Geranium robertianum* +, *Poa nemoralis* 1, *Epilobium angustifolium* 1, *Chaerophyllum aureum* +, *Calystegia sepium* +, *Rumex aquaticus* +, *Alopecurus pratensis* + (2); *Ribes rubrum* +, *Aconitum variegatum* 2 (3); *Salix caprea* 1, *Fraxinus excelsior* 1, *Geum rivale* 1 (4); *Poa chaixii* +, *Glechoma hederacea* 1, *Veronica chamaedrys* + (5); *Salix viminalis* +, *Acer pseudoplatanus* +, *Agrostis tenuis* + (6); *Agrostis stolonifera* 1, *Myosoton aquaticum* +, *Melandrium rubrum* + (7); *Sorbus aucuparia* 1, *Oxalis acetosella* + (8); *Equisetum fluviatile* 1, *Cardamine amara* + (9).

Herkunft der Aufnahmen: Natzschung, Rothenthal N (1); Pöhlbach, Königswalde N (2); Preßnitz, Oberschmiedeberg Bhf S (3), W (4); Haselbach, Oberhof W (5,6); Schwarza, Langebach (7), Goldisthal W (8); Ebersbach, Pappenheim N (9).

Vegetationseinheiten:

1. *Carex brizoides*-*Salix purpurea*-Ges. (Nr. 1)
2. *Chaerophyllo-Salicetum fragilis* Müller et Görs 58  
*Senecio fuchsii*-Rasse (Nr. 2-4)
3. *Crepis* - *Salix purpurea*-Ges. (Nr. 5-9).

*Impatiens*-, *Filipendula*- und *Ranunculus repens*-Gruppen die Kombination. Mit dem *Chaerophyllo-Salicetum viminalis* verglichen, fehlen die anspruchsvollen Vertreter der *Aegopodium*- und *Heracleum*-Gruppe, ebenso *Senecio fuchsii*. Der benachbarten *Impatiens-Salix viminalis*-Ges. nah verwandt, gehören *Crepis paludosa*, *Geranium sylvaticum*, *Epilobium montanum* und *Petasites* zu den Besonderheiten dieser herzynisch-montanen *Crepis-Salix purpurea*-Ges. (Tab. 3, Nr. 5-9). - Wie vielerorts in Stromauen scheint *Salix purpurea* ähnlich schotterreiche Auenstandorte zu bevorzugen. Trotz dieser Analogie sind kaum nähere Beziehungen zum grasreichen *Salicetum purpureae* der Donauaue gegeben (WENDELBERGER - Z. 1952, JELEM 1974). Unerwartet begegnete mir im Thüringer Wald die sonst im Tiefland verbreitete *Salix purpurea* ssp. *lambertiana* mit teils gegenständigen Blattpaaren.

Erweiterte sich bei *Salix viminalis* die Höhenamplitude in Richtung NO, so ist das Gegenteil für *Salix purpurea* mit subozeanischem Verbreitungsschwerpunkt zutreffend. Am Loire-Unterlauf ist die Art bereits in der *Salix triandra*-*S.-viminalis*-Aue stärker beteiligt und wird ab 200-300 m NN zunehmend Bestandbildner (GEHU u. FRANCK 1984). Andernorts säumen unter ozeanischen Klimabedingungen *Salix purpurea*-Gebüsche selbst Flachlandauen, insbesondere auf ärmeren Sanden. Derartige Beispiele von der unteren bzw. mittleren Ems (BURRICHTER et al. 1980, RUNGE 1981) entsprechen erwartungsgemäß einem artenarmen Tieflagentyp mit *Glechoma*, *Humulus* und *Calystegia* (ohne *Aegopodium*, *Heracleum* oder Gebirgszeigern). Dagegen gelangt die wenig konkurrenzfähige Art im Thüringer Wald erst im sommerkühlen, niederschlagreichen Montanklima (900-1100 mm/Jahr) zur Vorherrschaft. - Schon im südlich angrenzenden Erzgebirge steigen *Salix purpurea*-Auen bis in die Submontanstufe (unter 550 m NN) ab. Regelmäßig von buschiger *Salix fragilis*, dazu *Padus avium*, bisweilen *Fraxinus* und *Salix caprea* begleitet, weist die Bodenvegetation neben den allgemeinen verbreiteten *Urtica*, *Phalaris* sowie Gebirgspflanzen wiederum die anspruchsvolleren Arten der *Aegopodium*-, *Heracleum*-, *Stachys*- und *Senecio fuchsii*-Gruppen auf. Schon oberhalb 500 m markieren *Symphytum* und *Calystegia* ersten Tieflageneinfluß. Aufnahme Nr. 1 (Tab. 3) ist nahezu frei von Montanzeigern und belegt mit *Symphytum*, *Iris*, *Carex brizoides* und *Agropyron repens* bereits bei 500 m NN den Umschlag in ein hochkollines *Carex brizoides-Salix purpurea*-Gebüsch, das ähnlich nach KÄSTNER (1938) bis 240 m NN absteigt. Die übrigen Beispiele entsprechen weitgehend dem *Chaerophyllo-Salicetum fragilis* Müller et Görs 58 (Tab. 3, Nr. 2-4). Als *Senecio fuchsii*-Rasse mit *Geranium sylvaticum*, *Impatiens* und *Thalictrum aquilegifolium* ersetzen sie im Erzgebirge die südwestliche *Primula elatior*-Rasse mit *Melandrium rubrum*, *Humulus*, *Galium mollugo*,

*Eyonymus* usw. Mit beiden nah verwandt sind schließlich die mittelmontanen Formen des westkarpatischen *Agrostio-Salicetum purpureae* Jurko 64.

## Syntaxonomische Bewertung

Galt mein Bemühen zunächst, alle erkennbaren Gesetzmäßigkeiten der Vegetationsverteilung zu erfassen und durch entsprechende Aufnahmen zu dokumentieren, so bedarf die Vielfalt der Erscheinungen nachfolgend einer ordnenden Übersicht. Diese zeigt einerseits natürliche Zusammenhänge auf und gewährleistet andererseits Überschaubarkeit. Grundlage einer objektiven Systematik sollte die coenologische Verwandtschaft sein, wobei mir nicht (mutmaßliche) Charakterarten, sondern übereinstimmende Struktur und Artengruppierung (unter Berücksichtigung des coenologischen Bauwertes/Gruppenmenge als Rangfolgemerkmale) am geeignetsten erscheinen.

Dem starken Wandel der Artenverbindung in den submontanen Auen entsprechend, sind alle an Gebirgspflanzen und Feuchtezeigern der *Stellaria nemorum*-, *Filipendula*-, *Impatiens*- und *Senecio-fuchsii*-Gruppen reichen Gebüsche untereinander nah verwandt und lassen sich dem *Chaerophyllo-Salicion purpureae* Pass. 81 zwanglos zuordnen. Im herzynischen Untersuchungsgebiet gehören hierzu die im vorhergehenden behandelten Vegetationseinheiten:

*Petasito-Salicetum triandrae* Müller et Görs 58  
*Chaerophyllo-Salicetum fragilis* Müller et Görs 58  
*Chaerophyllo-Salicetum viminalis* (Pass. 81) ass. nov.  
*Impatiens-Salix-viminalis*-Ges.  
*Crepis-Salix purpurea*-Ges.

Europa-weite Verbreitung des Verbandes (Tab. 4) wird durch verwandte Auengebüsche in den Karpaten: *Salicetum eleagno-purpureae* Sillinger 33, *Agrostio-Salicetum purpureae* Jurko 64 sowie *Veratrum-Salix purpurea*-Gebüsche der Cevennen (GEHU u. FRANCK 1984) bestätigt. Gebirgselemente und Staudenreichtum unterscheiden *Chaerophyllo-Salicion purpureae* von grasreichen praealpinen Alluvialgebüschen des Verbandes *Salicion eleagni* Aichinger 33 (Moor 1958). Beiden stehen die planarkollinen Tieflagegebüsche im eingeeengten *Salicion triandrae* Müller et Görs 58 em. (excl. *Petasito-Salicetum triandrae*, *Chaerophyllo-Salicetum fragilis*) ohne Gebirgsarten und Feuchtstauden, meist reich an relativ wärmebedürftigen Elementen gegenüber. Zu letzterem Verband gehören die im Gebiet in hochkollinen Formen erfaßten:

*Aegopodio-Salicetum viminalis* (Steffen 31) Pass. 68  
*Carex brizoides-Salix purpurea*-Ges.

Innerhalb der Klasse *Salicetea purpureae* Moor 58 gibt die jeweils näher verwandte Artengruppierung zwischen Auengebüsch und Baumweidengehölz des gleichen Höhenbereiches den Ausschlag für die Ordnungszugehörigkeit. *Chaerophyllo-Salicion purpureae* ist Glied der Ordnung montaner Weidenauen, *Petasito-Salicetalia fragilis* Pass. 81. Analog gehört *Salicion triandrae* zur planarkollinen *Salicetalia albae* Müller et Görs 58 em. Pass. 81.

Tab.4: Diagnostisch wichtige Artengruppierung europäisch-montaner Auen-  
gebüschse

Spalte	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
Zahl der Aufnahmen	13	5	8	6	6	4	15	14	5	7
mittlere Artenzahl	25	15	27	19	23	26	40	28	17	21
<b>Gestrüchschicht:</b>										
<i>Salix purpurea*</i>	42	11	.	.	42	44	53	55	54	54
<i>Salix triandra</i>	42	54	12	21	31	.	10	20	10	.
<i>Salix viminalis</i>	20	.	54	54	20	10	.	00	.	.
<i>Salix eleagnos</i>	42	.	.	.	.	42	.	.	.	.
<i>Salix fragilis</i>	.	10	42	21	52	42	31	30	.	.
<i>Padus avium</i>	.	.	21	10	40	21	10	10	.	.
<i>Alnus incana</i>	21	.	.	.	.	.	40	30	.	.
<i>Salix pentandra</i>	20	.	.	.	10	.	10	00	.	.
<i>Salix cinerea</i>	.	10	.	.	41	.	10	.	.	.
<b>Feldschicht:</b>										
<i>Urtica dioica</i>	50	53	52	52	50	32	41	52	52	20
<i>Galium aparine</i>	00	42	11	51	50	11	10	31	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	.	10	.	.	.	.	10	31	10	.
<i>Rubus caesius</i>	50	.	.	.	10	.	.	31	.	.
( <i>Phalaris arundinacea</i> )	41	31	40	52	51	31	.	.	52	32
<i>Ranunculus repens</i>	30	.	30	10	10	10	40	51	20	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	31	20	.	10	20	21	10	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	30	10	.	.	.	.	.	.	32	10
<i>Filipendula ulmaria</i>	20	20	51	41	40	31	51	21	51	52
<i>Cirsium oleraceum</i>	30	21	52	40	50	21	20	10	10	.
<i>Angelica sylvestris</i>	20	10	30	10	20	.	40	40	10	51
<i>Valeriana officinalis</i>	00	.	41	.	20	41	40	20	10	10
<i>Geum rivale</i>	.	.	30	20	10	10	50	20	.	31
<i>Polygonum bistorta</i>	.	10	20	20	20	.	.	00	21	51
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	50	42	52	51	40	31	52	41	52	51
<i>Petasites hybridus</i>	50	33	21	20	10	10	41	31	32	.
<i>Stellaria nemorum</i>	.	10	52	52	50	21	20	20	52	.
<i>Geranium sylvaticum</i>	.	.	50	20	.	31	.	.	31	21
<i>Melandrium rubrum</i>	.	.	.	10	50	.	30	.	10	20
<i>Primula elatior</i>	.	.	.	.	40	.	50	20	.	40
<i>Impatiens noli-tangere</i>	30	.	41	31	.	30	30	31	41	.
<i>Myosotis nemorosa</i> et spec.	40	.	20	20	.	20	40	41	.	.
( <i>Sonccio fuchsii</i> )	.	.	40	51	.	30	30	00	.	20
( <i>Thalictrum aquilegifolium</i> )	.	.	31	.	.	20	40	10	.	.
<i>Aconitum div. spec.</i>	.	.	.	.	10	11	30	.	.	20
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	.	.	.	.	10	.	.	.	.	52
<i>Trollius europaeus</i>	.	.	.	.	.	.	10	.	.	51
<i>Veratrum lobelianum</i>	.	.	.	.	.	.	10	.	.	50
<i>Aegopodium podagraria</i>	30	52	52	52	30	31	51	43	.	.
<i>Agropyron caninum</i>	00	20	52	10	50	42	50	41	.	.
<i>Lamium maculatum</i>	10	.	11	31	.	22	30	00	.	.
<i>Heraclium sphondylium</i>	00	30	30	40	20	40	30	40	10	10
<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	10	30	.	20	20	20	10	.	.
<i>Stachys sylvatica</i>	10	.	20	10	50	20	20	10	.	.
<i>Festuca gigantea</i>	30	.	40	20	.	21	.	00	.	.
( <i>Carex brizoides</i> )	.	.	53	.	20	11	.	.	.	.

Vegetationseinheiten:

Chaerophyllo-Salicion purpureae Pass. 81

1. Petasito-Salicetum triandrae Müller et Görs 58

*Salix eleagnos*-Vikariante (a)

*Alopecurus*-Vikariante (b)

2. Chaerophyllo-Salicetum viminalis (Pass. 81) ass. nov.

*Carex brizoides*-Rasse (c)

Normalrasse (d)

3. Chaerophyllo-Salicetum fragilis Müller et Görs 58

*Primula elatior*-Rasse (e)

*Senecio fuchsii*-Rasse (f)

4. Salicetum eleagno-purpureae Sillinger 33 (g)

5. Agrostio-Salicetum purpureae Jurko 64 (h)

6. Crepis-Salix purpurea-Ges. (i)

7. Veratrum-Salix purpurea-Ges. (k).

#### Fortsetzung Tab. 4:

##### Herkunft:

- a, e: nach MÜLLER & GÖRS (1958), Württembergisches Oberland
- b, d, i: nach Verf. (n.p.), PASSARGE (1981 u. n.p.), Harz u. Thüringer Wald
- c, f: vom Verf. (n.p.), sächsisches Erzgebirge
- g, h: nach JURKO (1964), W-Karpaten
- k: nach GEHU & FRANCK (1984), Zentralfrankreich.

\* Die zweistelligen Zahlen geben für jede Art und Spalte Stetigkeit (1. Ziffer, absolut bzw. als Stetigkeitsklasse in 20%-Stufen, 0 = unter 10%) und mittlere Menge (2. Zahl, 0=+) an. 42 (lies 4 - 2) bedeutet Stetigkeitsklasse 4 = 61-80% bei einer mittleren Deckung von 2 = 5-25%.

## Landschaftsbiologische Komponente.

Ähnlich den Auenwäldern verdienen die *Salix*-reichen Auengehölze der offenen Landschaft besondere Beachtung. Während die bei Baumweiden erforderliche episodische Nutzung heute eher als lästige Pflegemaßnahme denn als Ernte von Brennholz, Laubreisig oder Flechtmaterial angesehen wird, sind Auengebüsche vergleichsweise „pflegeleicht“. Zum ästhetischen Aspekt der Landschaftsbelegung kommt bei den höchst widerstandsfähigen, ebenso ausschlagkräftigen wie wurzelintensiven Auweiden ein effektiver Uferschutz gegen erodierende Hochwässer. Dabei leisten speziell die Gebüsche zugleich einen aktiven Beitrag zur mechanischen Gewässerreinigung im Wege der Treibsel- und Schwebstofffilterung (incl. Schäume). Im übrigen sind sie ein biologisches Bauelement, mit dessen Regulierung der Wasserwirtschafter leicht jenen Belichtungs-/Beschattungsgrad im Gewässer erreichen kann, der allzu üppigen Pflanzenwuchs (Verkrautung) verhindert. Schließlich dokumentieren die verschiedenen Ausbildungen hohe Standortsensibilität und bioindikatorischen Weiserwert. – Im Gesamthaushalt der gehölzarmen Tallandschaft ist der biocoenotische Wert bachbegleitender Gebüsche kaum hoch genug einzuschätzen. Bieten sie doch mancherlei Getier: Säugern und Vögeln, Lurchen und Fischen bis zu Insekten, Würmern, Schnecken usw. vielgestaltigen Lebensraum oder dienen als Refugium und Nahrungsquell. Als seltene und damit potentiell gefährdete Pflanzengesellschaften sind die Gebirgsauengebüsche landschaftsökologisch wertvoll. Ihre Bestvorkommen verdienen allenthalben unsere Aufmerksamkeit und des bewahrenden Schutzes.

## Zusammenfassung

Im osterzynischen Bergland werden coenologische Zusammensetzung, Gliederung und standörtliche Bedingungen submontan -montaner Auengebüsche wie *Chaerophyllo-Salicetum viminalis*, *Petasito-Salicetum triandrae*, *Chaerophyllo-Salicetum fragilis* und ähnlicher Gesellschaften untersucht (s. Tab. 1-3). Ein Vergleich berücksichtigt verwandte Assoziationen in europäischen Gebirgen (s. Tab. 4). Der syntaxonomischen Einordnung folgen Hinweise aus landschaftsbiologischer Sicht.

## Literatur

- BURRICHTER, E., R. POTT, T. RAUS & R. WITTIG (1980): Die Hudelandschaft „Borkener Paradies“ im Emstal bei Meppen. – Abh. Landesmus. f. Naturk. 42(4), 69 pp. Münster.
- ELLENBERG, H. (1974): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – Scripta Geobotanica 9, 97 pp. Göttingen.
- GEHU, J.M. & J. FRANCK (1984): Observations sur les saulaies riveraines de la vallée de la Loire, des sources à l'embouchure. – Colloq. Phytosoc. 9: 305-323, Vaduz.

- HOFMEISTER, H. (1970): Pflanzengesellschaften der Weserniederung oberhalb Bremens. – Diss. Bot. **10**, 116 pp. Lehre.
- JELEM, H. (1974): Die Auwälder der Donau in Österreich. – Mitt. forstl. Bundes-Versuchsanst. Wien **109**, 287 pp. Wien.
- JURKO, A. (1964): Feldheckengesellschaften und Uferweidengebüsche des Westkarpatengebietes. – Biol. Prace **10**(6), 100 pp. Bratislava
- KÄSTNER, M. (1938): Die Pflanzengesellschaften des westsächsischen Berg- und Hügellandes. IV. Veröff. Landesver. Sächs. Heimatsch.: 1-115, Dresden.
- KAISER, E. (1926): Die Pflanzenwelt des Hennebergisch-Fränkischen Muschelkalkgebietes. Feddes Repert. Beih. **44**, 280 pp. Berlin-Dahlem.
- KIELLAND-LUND, J. (1981): Die Waldgesellschaften SO-Norwegens. Phytocoenologia **9**: 53–250, Stuttgart.
- KUBIENA, W.L. (1948): Entwicklungslehre des Bodens. – Wien.
- Meteorologisch-hydrologischer Dienst (1955): Klimatologische Normalwerte für das Gebiet der DDR (1901–1950). – 1. Lfg. Berlin.
- MOOR, M. (1958): Pflanzengesellschaften schweizerischer Flußauen. – Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswes. **34**(4), 360 pp. Zürich.
- MÜLLER, Th. & S. GÖRS (1958): Zur Kenntnis einiger Auenwaldgesellschaften im Württembergischen Oberland. – Beitr. naturkd. Forsch. SW-Deutschl. **17**: 88–165. Karlsruhe.
- OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 5. Aufl. Stuttgart.
- PASSARGE, H. (1956): Vegetationskundliche Untersuchungen in Wäldern und Gehölzen der Elbaue. – Arch. f. Forstwes. **5**: 339–358, Berlin.
- PASSARGE, H. (1981): Über Saliceten im Unterharz. – Hercynia NF. **18**: 261–279. Leipzig.
- PASSARGE, H. & G. HOFMANN: Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes II. – Pflanzensoziologie **16**, Jena.
- REICHHOFF, L., W. BÖHNERT & W. WESTHUS (1982): Die Pflanzengesellschaften der Naturschutzgebiete „Stremel“ und „Düstere Lake“ bei Havelberg. – Gleditschia **9**: 307–319, Berlin.
- RUNGE, F. (1981): Die Pflanzengesellschaften der Ems.-Decheniana **134**: 71–86 Bonn.
- STEFFEN, H. (1931): Vegetationskunde von Ostpreußen. – Pflanzensoziologie **1**. Jena.
- WALTHER, K. (1977): Die Flußniederung von Elbe und Seege bei Gartow (Krs. Lüchow-Dannenberg). Abh. Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg N.F. **20**: 1–123, Hamburg u. Berlin.
- WENDELBERGER-ZELINKA, E. (1952): Die Vegetation der Donauauen bei Wallsee. Wels.

Anschrift des Verfassers: Dr. habil. Harro Passarge, Schneiderstr. 13, DDR-13 Eberswalde 1.

# Rote Liste der Brombeeren Westfalens mit grundsätzlichen Bemerkungen zur Bewertung apomiktischer Sippen beim Artenschutz

Heinrich E. Weber

## 1. Einleitung

In den Roten Listen, wie sie inzwischen für zahlreiche Teilgebiete vorliegen (vgl. u. a. BLAB & al. 1977, FOERSTER & al. 1979, HAEUPLER & al. 1983), blieben die Brombeeren wie andere kritische Artengruppen bislang meist unberücksichtigt. Eine Ausnahme bilden die Roten Listen für Schleswig-Holstein (RAABE 1975, MARTENSEN & WALSMANN 1982). Daß Brombeeren beim Artenschutz bislang meist vernachlässigt wurden, liegt vor allem an der unzureichenden Kenntnis der in einem Gebiet vorhandenen Sippen, die oft nicht einmal taxonomisch befriedigend geklärt sind. Noch weniger ist gewöhnlich bekannt über ihre Verbreitung und Häufigkeit sowie über Ausbreitungs- und Rückgangstendenzen, so daß in den meisten Gebieten kein Ansatzpunkt für eine Berücksichtigung in Roten Listen und für einen gezielten Artenschutz gegeben ist.

Ähnlich wie für Schleswig-Holstein (WEBER 1972, MARTENSEN & al. 1983), liegt inzwischen auch für Westfalen eine detaillierte Kartierung der Brombeeren im Viertelquadranten-Raster (16 Felder pro Meßtischblatt) vor (WITTIG & WEBER 1978, WEBER 1985). Parallel dazu erfolgte die notwendige taxonomische und nomenklatorische Klärung der hier vorhandenen Sippen (WEBER 1978, 1985). Die aus den Karten ersichtliche Bestandssituation sowie vor allem auch zahllose Beobachtungen bei der Kartierung liefern nunmehr die Grundlage für eine Berücksichtigung der einzelnen Arten in einer Roten Liste und für spezielle Schutzmaßnahmen.

## 2. Apomiktische Sippen als Gegenstand des Artenschutzes

Zahlreiche Vertreter der kritischen Artengruppen sind apomiktisch, das heißt, sie erzeugen aus unreduzierten Eizellen Samen ohne Befruchtung und bilden damit Klone mit identischen Nachkommen. Dazu gehören beispielsweise zahlreiche Sippen der Gattungen *Alchemilla*, *Hieracium* und *Taraxacum*, alles durchwegs erfolgreiche Artengruppen, die vermuten lassen, daß der Apomixis unter stabilen Umweltbedingungen ein Selektionsvorteil zukommt. Auch die Brombeeren Westfalens gehören, bis auf *Rubus ulmifolius* und die Kratzbeere (*Rubus caesius*), zu den Apomikten. Allerdings kommt es bei ihnen nur dann zur Samenbildung, wenn die Blüte bestäubt wird und eine der beiden Pollenzellen den sekundären Embryosakkern befruchtet (Pseudogamie oder induzierte Aposporie). Obligat apomiktische Sippen würden, abgesehen von geringfügigen Mutationen, nur gleichartige Nachkommen erzeugen und somit in der Artenzahl begrenzt bleiben. Brombeeren sind jedoch nur fakultativ apomiktisch, das heißt, es treten gelegentlich auch befruchtungsfähige Eizellen auf, und es kommt zur Hybridisierung zweier Klone und damit zu völlig neuen, gewöhnlich nicht intermediären Merkmalkombinationen, die sich in der folgenden Generation noch weiter in Teilkombinationen aufspalten können. Wenn einer dieser Abkömmlinge besonders gut an die Umwelt angepaßt ist, kann er allmählich durch nachfolgende Apomixis ein größeres Verbreitungsgebiet aufbauen. Die große Formenfülle bei den Brombeeren und bei vielen anderen apomiktischen Gruppen erklärt sich also daraus, daß durch gelegentli-

che Sexualität neue Biotypen gebildet werden, die durch nachfolgende Apomixis konstant erhalten bleiben.

Bei der taxonomischen Bewertung der apomiktischen Sippen werden nicht alle der zahllosen Morphotypen gleichwertig behandelt (Näheres vgl. bei WEBER 1981). Ein einzelner Busch oder ein nur lokal auftretender Biotypus, das heißt, Spontanhybriden und deren Derivate, die früher allesamt als „Arten“ beschrieben wurden, werden heute nicht mehr als Gegenstand der Taxonomie betrachtet. Andernfalls müßten in Europa Millionen solcher „Arten“ beschrieben werden, wodurch jegliche Systematik und auch ein gezielter Artenschutz ab absurdum geführt würden. Andererseits besteht kein Zweifel, daß so weit in Europa verbreitete und überall identisch auch in ihren ökologischen Ansprüchen auftretende Pflanzen wie beispielsweise *Rubus plicatus* und *R. vestitus* als gute taxonomische Arten zu betrachten sind. Entscheidend für die taxonomische Behandlung einer apomiktischen Sippe ist somit der Nachweis eines gewissen Mindestareals. Dieses sollte, bei häufigen Vorkommen der Pflanze, wie bei den „Regionalarten“ mindestens 50 km im Durchmesser betragen (vgl. WEBER 1981).

In Westfalen sind, abgesehen von der Kratzbeere *Rubus caesius*, insgesamt 115 einheimische Arten nachgewiesen, wobei allerdings das Indeginat einer dieser Arten (*Rubus ulmifolius*) nicht ganz gesichert ist. Westfalen gehört damit zu den brombeerreichsten Gebieten Europas. Zusätzlich sind fünf Arten mit Baumschulpflanzen aus Schleswig-Holstein eingeschleppt oder aus Gärten verwildert. Auch der offenbar ebenfalls eingeschleppte *Rubus fabrimontanus* wurde in die Rote Liste nicht mit aufgenommen. Die Zahl der nicht berücksichtigten Lokalsippen ist nur zu schätzen und mag etwa 50–60 betragen. Dazu kommen Tausende von Individualbildungen insbesondere der drüsenreicheren Brombeeren im Süderbergland. Im übrigen Gebiet spielen lokale oder individuelle Biotypen in der Landschaft so gut wie kaum eine Rolle, das heißt, die hier anzutreffenden Pflanzen gehören fast ausnahmslos zu den als Arten zu betrachtenden, verbreiteten und gut charakterisierten Sippen, die auch als Gegenstand des Artenschutzes zu betrachten sind.

### 3. Typenschutz als wissenschaftliche Datensicherung

Eine bislang anscheinend noch kaum erkannte Aufgabe des Naturschutzes ist die Erhaltung von Originalfundorten (loci typici), von denen der Typus eines bestimmten Taxons entnommen wurde. Die Taxonomie gründet ihre Nomenklatur bekanntlich auf „Typen“, das heißt, auf einen bestimmten vom Autor oder späteren Taxonomen ausgewählten Originalbeleg, mit dem der Name einer Art oder eines anderen Taxons ständig verbunden bleibt. Dieser Typus ist in aller Regel ein mehr oder minder vollständig erhaltenes Herbarexemplar, das somit neben der Beschreibung ganz allein die Grundlage für die korrekte Anwendung eines verwendeten Namens bildet. Bei kritischen Pflanzengruppen, aber auch ganz allgemein, wäre es daneben jedoch äußerst wünschenswert und ist bei unzureichend gesammelten Originalbelegen sogar unentbehrlich, daß man sich über die von einem Autor aufgestellte Art oder ein anderes Taxon anhand von lebenden Pflanzen im Bereich des Originalfundorts ein sicheres Urteil bilden kann.

Westfalen nimmt gerade in dieser Hinsicht in Europa eine Sonderstellung ein, denn hier wurde in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts durch den Arzt und Naturforscher K.E.A. WEIHE (1779–1834) der Grundstein der europäischen *Rubus*-Forschung gelegt (GRIES 1978). Weihes Arbeitsgebiet war die Gegend von Mennighüffen nahe der Porta Westfalica. Von hier beschrieb er, teilweise auf einer anderen Rangstufe, nicht weniger als 33 Arten und damit erstmals viele der in zahlreichen Ländern Europas

vorkommenden Brombeeren. Die von ihm teilweise genau angegebenen Originalfundorte wurden seit dem vorigen Jahrhundert von zahlreichen Botanikern des In- und Auslandes aufgesucht, um hier an Ort und Stelle die von Weihe beschriebenen Arten studieren zu können. Teilweise wachsen sie noch heute an den alten Fundorten, teils aber wurden sie durch Rodung von Wäldern oder Überbauung vollständig vernichtet (WE-

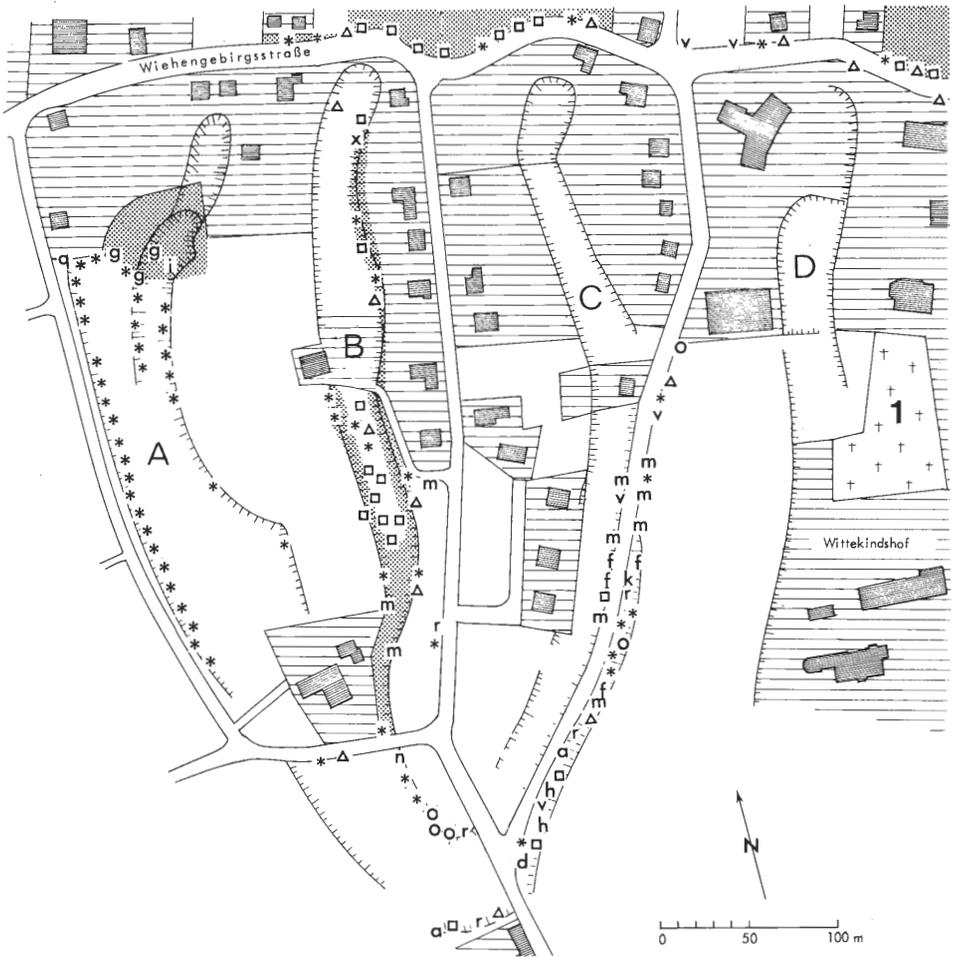


Abb. 1: Originalstandorte von Brombeerarten im Bereich der Sieke („Schluchten“) A–D am Wiehengebirge in Volmerdingsen. *Rubus thyrsiflorus* Weihe und andere, meist von Weihe (z. B. in WEIHE & NEES 1822–1827) beschriebene Arten wachsen hier noch heute an ihren klassischen Fundorten. Der gemeinsame locus typicus von *Rubus cordifolius* Weihe und *R. macroacanthos* Weihe (Lage bei 1) wurde durch Überbauung zerstört, der von *Rubus infestiformis* Sudre ist noch heute vorhanden (aus WEBER 1977, etwas verändert). Grau gerasterte Flächen = Wald, schraffierte Flächen = Gebäude und Siedlungsbereiche mit Gärten. Die Wuchsorte der einzelnen *Rubus*-Arten sind folgendermaßen angegeben:

- |                        |                       |                       |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| a <i>vigorosus</i>     | i <i>schleicheri</i>  | q <i>armeniacus</i>   |
| b <i>adpersus</i>      | k <i>rhamnifolius</i> | v <i>vulgaris</i>     |
| f <i>infestiformis</i> | m <i>montanus</i>     | * <i>infestus</i>     |
| g <i>glandithyrsos</i> | n <i>sprengelii</i>   | △ <i>rudis</i>        |
| h <i>hypomalacus</i>   | o <i>rhombifolius</i> | □ <i>thyrsiflorus</i> |

BER 1977). So ist es heute nicht mehr möglich, beispielsweise *Rubus apiculatus*, *R. humifusus*, *R. histrix*, *R. cordifolius* und *R. macroacanthos*, die alle irrtümlich als in verschiedenen Ländern Europas vorkommend angegeben werden, als lebende Pflanzen am Originalfundort zu studieren. Nach den Herbarbelegen handelt es sich hierbei um Individualbildungen, die prinzipiell zwar keine Artberechtigung haben, die aber, weil sie von Weihe nun einmal als Arten beschrieben wurden, bislang immer noch in den Floren verschiedener Länder geführt werden, da man irrtümlich dort vorkommende Sippen mit ihnen identifizierte. Im Interesse der Datensicherung und der weiteren Möglichkeit, auch derartige Taxa an Ort und Stelle an lebenden Pflanzen zu beurteilen, wäre es jedoch sehr wünschenswert, wenn ihre Originalfundorte wie auch die der weiter verbreiteten und als Arten zu betrachtenden Sippen unter Schutz gestellt würden.

Als Beispiel für derartige, aus Gründen des Typenschutzes zu sichernde Bereiche mögen die von Weihe genannten „Schluchten“ bei Volmerdingsen nahe Mennighüffen gelten (Abb. 1), in denen er seinen *Rubus thyrsoiflorus* entdeckte, der hier heute noch wächst (Abb. 2). Dagegen ist eine Hecke, in der Weihe seinen *Rubus cordifolius* und *R. macroacanthos* fand und wo diese Pflanzen noch gegen Ende des vorigen Jahrhunderts von verschiedenen Botanikern gesammelt wurden, inzwischen durch Überbauung vernichtet. Für die wegbegleitenden Brombeergebüsche am Rande der „Schlucht“ C („Dr.-Klevinghaus-Straße“), an der sich noch am Originalfundort *Rubus infestiformis* Sudre befindet, wurde 1978 eine Unterschutzstellung beantragt und auf den besonderen Wert der Brombeerflora des Siek-Systems hingewiesen. Der Regierungspräsident Detmold als Obere Naturschutzbehörde sagte zu, daß eventuelle Planungsvorhaben in diesem Landschaftsschutzgebiet darauf abgestimmt würden. Spezielle Unterschutzstellungen von Originalfundorten wurden auch in anderen Bundesländern angeregt und inzwi-



Abb. 2: *Rubus thyrsoiflorus* Weihe am Originalfundort in Volmerdingsen am Wiehengebirge.

schen vorgenommen, so bei der „Klassischen Brombeermeile“ auf der Husumer Geest in Schleswig-Holstein oder von loci typici einiger von G. Braun (1821–1882) aufgestellter Taxa am Nordrande des Harzes in Niedersachsen.

#### 4. Ursachen der Gefährdung von Brombeerarten

Brombeeren gehören insgesamt nicht zu den besonders gefährdeten Pflanzengruppen, denn ihre Standorte werden in der Regel nicht gezielt bedroht oder zerstört, wie das beispielsweise bei den Arten oligotropher Gewässer, von Feuchtwiesen oder in Trockenrasen der Fall ist. Dennoch ist auch bei der Brombeerflora ein deutlicher Rückgang zu beobachten. Vor allem folgende Ursachen sind hierfür verantwortlich (vgl. auch MARTENSEN & al. 1983):

- Rodung von Hecken und Gebüsch. Derartige Zerstörungen erfolgten meistens im Rahmen von Flurbereinigungen oder auch durch Überbauung. Sekundär angelegte Gebüschstreifen oder Ersatzpflanzungen bleiben so gut wie brombeerefrei und können die ursprüngliche Mannigfaltigkeit nicht ersetzen.
- Allgemeine Landschaftshypertrophierung. Vor allem dieser Faktor führt flächendeckend an Gebüsch- und Waldrändern zu einer allgemeinen Verarmung der Florenvielfalt. Am Ende der Entwicklung stehen nitrophile Hochstaudensäume, vornehmlich gebildet von *Urtica dioica*, *Heracleum sphondylium* und *Artemisia vulgaris*, die alle übrigen Arten, darunter auch die Brombeeren, verdrängen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß Brombeeren, anders als ausdauernde Sträucher, mit ihren oberirdischen Teilen nicht älter als zwei Jahre werden und alljährlich mit ihren Schößlingen wieder neu austreiben. Dabei unterliegen sie als lichtbedürftige Arten in dichten Brennesselgestrüppen meist rasch der Konkurrenz.
- Umwandlung von Wäldern in Nadelholz-Plantagen. In dichten Nadelholz-Monokulturen stirbt zusammen mit der übrigen ursprünglichen Flora ebenfalls die Brombeervegetation vollständig ab. Auch die Forstränder und Waldwege fallen als Wuchsorte von Brombeeren weitgehend oder völlig aus.
- Überhöhter Wildbesatz. Besonders in krautarmen Nadelforsten gehören die Brombeersträucher zur bevorzugten Wildnahrung, aber auch in Laubwäldern werden sie durch streckenweise stark überhöhten Wildbesatz so gut wie völlig zum Absterben gebracht. Besonders extreme Verhältnisse wurden beispielsweise im Raum Lüdenscheid, bei Siegen und im südlichen Weserbergland beobachtet. Brombeeren gedeihen hier praktisch nur noch im Schutz von Wildgattern.
- Einsatz von Herbiziden. Das Besprühen von Wald- und Wegrändern mit Herbiziden, wie sie heute vor allem noch von der Landwirtschaft eingesetzt werden, schädigt stark auch die Brombeervegetation. Insgesamt scheint jedoch dieser Faktor bei weitem nicht so bedrohlich, wie die von dem übermäßigen Düngereinsatz ausgehende Hypertrophierung der Landschaft.

#### 5. Definition der Gefährdungskategorien

Die Kategorien des Gefährdungsgrades werden in den Roten Listen zunehmend vereinheitlicht gehandhabt (vgl. dazu die zur Zeit gültige „Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Arten von Farn und Blütenpflanzen“, FOERSTER & al. 1979). Le-

diglich die Bezifferung der Gefährdungsstufen wird zukünftig noch etwas verändert (R. Wolff-Straub, mündl. Mittl., Symposium über Rote Listen in Bonn-Bad Godesberg 1985). Statt der Abstufung 1.1 - 1.2 - 2 - 3 - 4 dürfte sich nunmehr die Folge 0 - 1 - 2 - 3 - R durchsetzen, wobei „R“ für „rarus“ (selten) steht und die wegen ihrer Seltenheit potentiell gefährdeten Arten der alten Kategorie 4 enthält, die in der bisherigen Bezifferung oft mißverständlich so interpretiert wurde, als handele es sich hierbei um die geringste Gefährdungsstufe. Damit ergeben sich die folgenden Kategorien:

0 Ausgestorben oder verschollen.

1 Vom Aussterben bedroht. Hierzu werden hier grundsätzlich alle Arten gerechnet, die nur an einem ungeschützten Fundort im Gebiet nachgewiesen sind und hier prinzipiell, beispielsweise durch Wegebau und forstliche Maßnahmen, bedroht sind. Je nach der Situation sind auch Arten mit zwei, manchmal auch mehr Fundorten im Gebiet hier aufgenommen, wenn es sich hierbei nur um sehr spärliche oder nach der Situation als stark bedroht anzusehende Vorkommen handelt. Ein Beispiel für die Einstufung in die Kategorie 1 bietet der von Frankreich vorzugsweise durchs südliche Mitteleuropa bis zum Balkan verbreitete *Rubus bifrons*, der an zwei Stellen auch bis ins südliche Westfalen vorgebracht ist. Ein Vorkommen bei Schwelm ist seit dem vorigen Jahrhundert verschollen. Ein zweiter Strauch wurde 1980 an einem teilweise bereits bebauten Südhang des Hellertals östlich von Zeppenfeld gefunden und ist hier durch Siedlungs- und Straßenbau von der Vernichtung bedroht.

2 Stark gefährdet. Arten mit nur geringen Vorkommen.

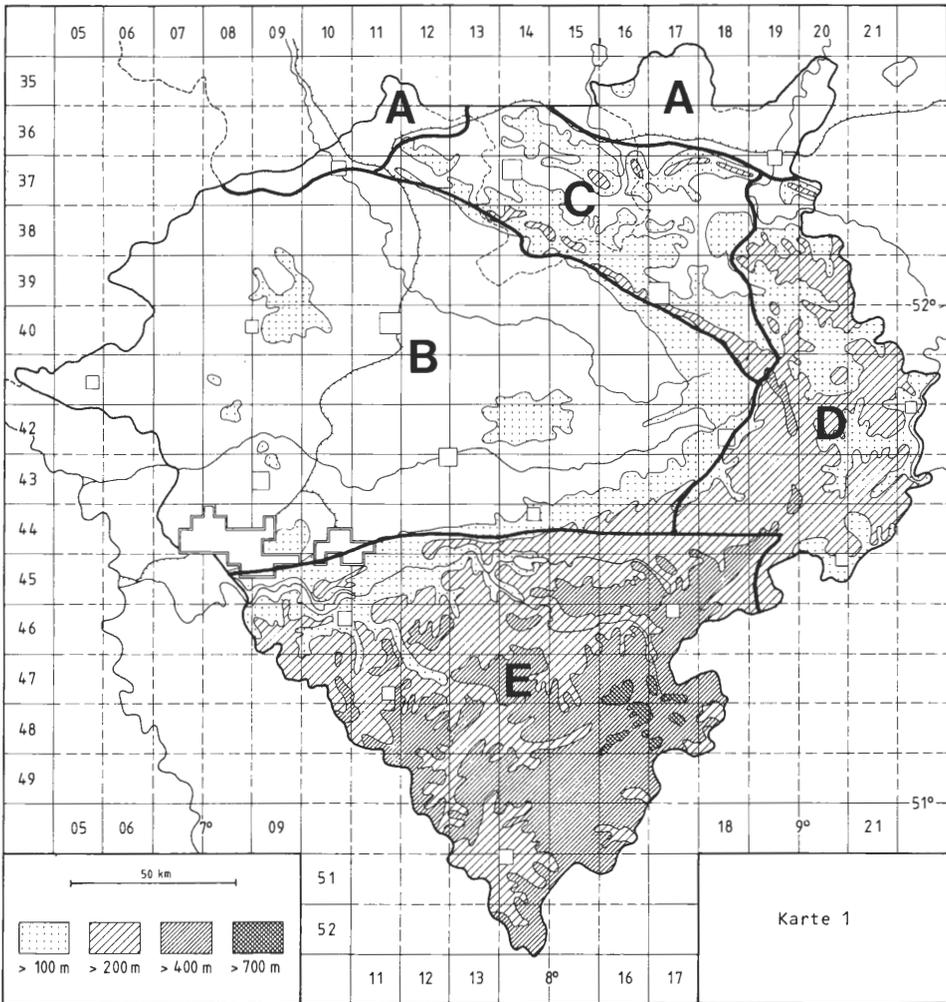
3 Gefährdet. Arten, die durch ihre insgesamt spärliche oder bedrohte Bestandssituation im Gebiet gefährdet sind.

R Potentiell durch Seltenheit gefährdet. Die Abgrenzung dieser Kategorie von der vorigen ist bei den Brombeerarten schwierig. Im Zweifelsfall wurden sie in die Kategorie R eingestuft.

## 6. Regional unterschiedliche Gefährdung

Da die einzelnen Arten sehr ungleich, etwa in Abhängigkeit von Boden- und Klimabedingungen, verteilt sind, werden Rote Listen, die ein größeres Gebiet behandeln, der Situation in den verschiedenen Teilregionen kaum gerecht. Zunehmend wird daher heute eine differenziertere Beurteilung nach unterschiedlichen Naturräumen vorgenommen. Auch die zweite Fassung der „Roten Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Arten von Farn- und Blütenpflanzen“ wird eine solche Regionalisierung enthalten (R. WOLFF-STRAUB, Symposiums-Vortrag 1985 in Bonn-Bad Godesberg). Die dortige Einteilung entspricht der hier in Karte 1 dargestellten Gliederung, faßt jedoch die Einheit A (Westfälisches Tiefland) mit der Einheit B (Westfälische Bucht) zusammen und verzichtet auf die Trennung der Einheiten C (Unteres Weserbergland) und D (Oberes Weserbergland). Bezüglich der Brombeerflora sind diese Einheiten jedoch äußerst unterschiedlich, wobei insbesondere auch das starke Massengefälle atlantischer Arten von West nach Ost eine Rolle spielt. Um dieser unterschiedlichen Situation Rechnung zu tragen, erscheint daher eine entsprechende Differenzierung angebracht, die in Westfalen zur Abgrenzung der folgenden regionalen Einheiten führt (Karte 1):

A Westfälisches Tiefland (Dümmer- und Loccumer Geestniederung und Lübbecker Lößland).



Karte 1: Naturräumliche Einteilung des Gebiets. A = Westfälisches Tiefland, B = Westfälische Bucht, C = Oberes Weserbergland, D = Unteres Weserbergland, E = Süderbergland.

B Westfälische Bucht.

C Unteres Weserbergland.

D Oberes Weserbergland (mit Teilen des Hessischen und Kalenberger Berglandes).

E Süderbergland (mit Randbereichen des Hessischen Berglands und des Westerwaldes).

## 7. Rote Liste der Brombeeren Westfalens

Die folgende Liste enthält die gefährdeten einheimischen Brombeerarten von Westfalen. Die Nomenklatur richtet sich wie bei allen hier genannten *Rubus*-Taxa nach

WEBER (1985). Von 115 nachgewiesenen Arten sind insgesamt 75 (65,2 %) aufgenommen. Die Mehrzahl davon (50 Arten = 43,5 %) ist nur regional gefährdet, 25 Arten (21,7 %) sind landesweit als bestandsbedroht zu betrachten. Auf die einzelnen Gefährdungskategorien verteilt ergibt sich die folgende Bilanz:

0 Ausgestorben oder verschollen = 0 Arten

1 Vom Aussterben bedroht = 3 Arten

2 Stark gefährdet = 3 Arten

3 Gefährdet = 3 Arten

R Potentiell durch Seltenheit gefährdet = 16 Arten

Gemessen an den übrigen Farn- und Blütenpflanzen, bei denen in neueren Roten Listen (z. B. HAEUPLER & al. 1983) etwa ein doppelt so hoher Prozentsatz von landesweit bedrohten Arten aufgenommen ist, erscheint die Gefährdung der Brombeerarten in der hier vorgelegten Bilanz wesentlich geringer. Das wird jedoch nur zum Teil damit zu erklären sein, daß, wie bereits oben ausgeführt, Brombeer-Standorte keiner so gezielten Verarmung und Zerstörung unterliegen wie etwa nährstoffarme Gewässer und Naßwiesen. Vielmehr dürfte der wesentliche Grund darin liegen, daß bislang keine detaillierte Bestandsaufnahme der Brombeerflora in Westfalen vorlag. Das Arteninventar war bis in die neueste Zeit (WEBER 1985) nur lückenhaft bekannt, und über die Verbreitung sind aus früheren Jahrzehnten keine vergleichbaren Daten vorhanden. Somit kann über die Rückgangs- und Ausbreitungstendenzen der einzelnen Arten kaum etwas Genaueres ausgesagt werden. Dieses wird erst möglich sein, wenn nach längerer Zeit die jetzige Kartierung mit einer späteren Situation verglichen wird. Beobachtungen von der Zerstörung der Wuchsorte seltener Arten selbst innerhalb weniger Jahre weisen schon jetzt auf eine deutliche Verarmung der *Rubus*-Flora hin.

In der folgenden Liste bedeutet die Angabe A-E eine entsprechende Gefährdung in den mit diesen Kennbuchstaben bezeichneten Regionen (vgl. Karte 1). Ein X kennzeichnet die landesweite Gefährdungskategorie.

Gefährdungskategorie	0	1	2	3	R
<i>Rubus adspersus</i>				E	
<i>Rubus amiantinus</i>		D	B		X
<i>Rubus amisiensis</i>			X		
<i>Rubus anisacanthiopsis</i>					B
<i>Rubus arrheni</i>		ACD			
<i>Rubus atrichantherus</i>			C		
<i>Rubus bertramii</i>					X
<i>Rubus bifrons</i>		X			
<i>Rubus braeuckeri</i>		B			
<i>Rubus buhnensis</i>			E		

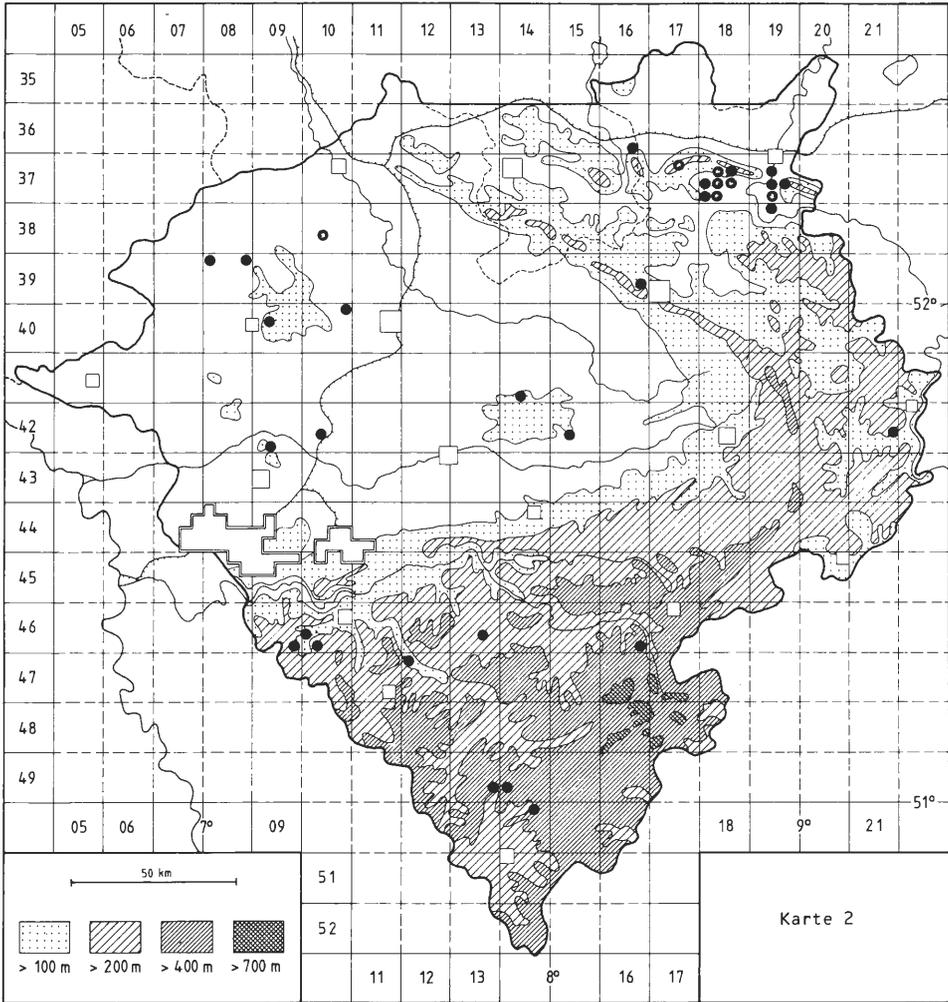
Gefährdungskategorie	0	1	2	3	R
<i>Rubus calvus</i>					C
<i>Rubus chloocladus</i>				D	
<i>Rubus chlorothyrsos</i>		B	CD		X
<i>Rubus conothyrsoides</i>				B	
<i>Rubus constrictus</i>		B	X		
<i>Rubus distractus</i>		B	A		
<i>Rubus divaricatus</i>			D		
<i>Rubus egregius</i>	D		AB		
<i>Rubus eifeliensis</i>		X			
<i>Rubus fasciculatus</i>		BD		E	
<i>Rubus ferocior</i>				D	
<i>Rubus flaccidus</i>				X	
<i>Rubus flexuosus</i>					X
<i>Rubus foliosus</i>				A	
<i>Rubus fuscus</i>		A		C	
<i>Rubus gelertii</i>		X			
<i>Rubus goniophorus</i>		C			
<i>Rubus grabowskii</i>		B			E
<i>Rubus gracilis</i>		D	C		X
<i>Rubus gravetii</i>					B
<i>Rubus gratus</i>					D
<i>Rubus guestphalicoides</i>				B	X
<i>Rubus guestphalicus</i>					X
<i>Rubus hypomalacus</i>		B		E	
<i>Rubus hystricopsis</i>			B		X
<i>Rubus imitans</i>		D			
<i>Rubus incisior</i>					A
<i>Rubus integribasis</i>				X	
<i>Rubus laevicaulis</i>					A
<i>Rubus langei</i>			BC		
<i>Rubus leucandrus</i>	DE	B	C		
<i>Rubus lindebergii</i>					AB
<i>Rubus lindleianus</i>					A
<i>Rubus lobatidens</i>			C	A	
<i>Rubus loehrii</i>					E

Gefährdungskategorie	0	1	2	3	R
<i>Rubus longior</i>					X
<i>Rubus macer</i>			D		
<i>Rubus melanoxylo</i>		D	B		X
<i>Rubus muenteri</i>		C			X
<i>Rubus nemoralis</i>		D	AC		X
<i>Rubus nemorosoides</i>		D		B	
<i>Rubus opacus</i>			E		D
<i>Rubus orthostachoides</i>		B			
<i>Rubus pallidus</i>					A
<i>Rubus pannosus</i>					X
<i>Rubus pervirescens</i>		B			
<i>Rubus platyacanthus</i>				D	
<i>Rubus polyanthemus</i>		A			
<i>Rubus raduloides</i>		E			C
<i>Rubus rhamnifolius</i>	A			B	X
<i>Rubus rhombifolius</i>					X
<i>Rubus scaber</i>		X			
<i>Rubus schlechtendalii</i>					A
<i>Rubus schleicheri</i>					E
<i>Rubus scissus</i>		A			
<i>Rubus senticosus</i>			C		A
<i>Rubus siekensis</i>					D
<i>Rubus silvaticus</i>					E
<i>Rubus stereacanthos</i>				X	
<i>Rubus tuberculatifformis</i>		E		CD	
<i>Rubus tuberculatus</i>			C		
<i>Rubus ulmifolius</i>					X
<i>Rubus vaniloquus</i>			A	B	
<i>Rubus vigorosus</i>		E			
<i>Rubus winteri</i>					A

## 8. Schutzwürdige Originalstandorte (Typenschutz)

Angegeben ist der Name des Taxons, das Jahr in dem der Typus (spätestens) vom Originalfundort entnommen wurde, der Name des betreffenden Sammlers, außerdem der Fundort als Viertelquadranten-Rasterfeld der betreffenden TK 25 (Meßtischblatt)

mit einer kurzen Ortsbezeichnung. Am Ende des Zitats folgt die Angabe 0 (Pflanze am Originalfundort ausgestorben oder verschollen) oder ! (am Originalfundort oder in dessen Nachbarschaft in neuerer Zeit noch bestätigtes Vorkommen). Karte 2 gibt eine Übersicht über die Verteilung der Originalstandorte im Gebiet. Die hier als gefährdet eingestuften Originalstandorte brauchen nicht alle förmlich unter Schutz gestellt zu werden, doch sollte bei Planungsvorhaben darauf geachtet werden, daß das Vorkommen der betreffenden Art am Standort oder in dessen unmittelbarer Nachbarschaft möglichst nicht zerstört wird.



Karte 2: Originalfundorte von *Rubus*-Arten in Westfalen (ohne den zu Niedersachsen gehörenden Raum Osnabrück). Viertelquadranten-Raster der TK 25. Bei unsicherer Zuordnung liegt der Punkt auf der Grenze der betreffenden Rasterfelder. ● = Pflanze wächst noch heute im Bereich des locus typicus, ○ = Pflanze dort (und oft vollständig) verschollen.

## 8.1. Gefährdete Originalstandorte von Typen heute verwendeter Namen

- Rubus adpersus*. – 1824, Weihe. – 3718.3: Menninghüffen. – !
- Rubus anisacanthiopsis*. – 1977, Weber. – 4609.44: Lindenberg bei Schwelm. – !
- Rubus atrovinosus*. – 1981, Weber. – 4914.31: Südlich Silberg, beim Wasserbehälter. – !
- Rubus braeuckeriformis*. – 1977, Weber. – 4209.34: Flaesheim, beim Sportplatz. – !
- Rubus buhnensis*. – 1879, Braun. – 3819.12: Buhn bei Vlotho. – !
- Rubus calviformis*. – 1982, Weber. – 4215.32: Geist bei Wadersloh, bei der Schule. – !
- Rubus chloocladus*. – 1824, Weihe. – 3718.3–4: Menninghüffen. – !
- Rubus confusidens*. – 1977, Weber. – 4009.14: Südlich Westhellen bei Coesfeld. – !
- Rubus crassidens*. – 1977, Weber. – 4217.12: Nördlich Bahnhof Scharmede. – !
- Rubus ferocior*. – 1824, Weihe. – 3718.33: Löhne-Obernbeck. – !
- Rubus foliosus*. – 1824, Weihe. – 4712.11: Altena, Hang oberhalb der ehemaligen Fingerhutfabrik Rump. – !
- Rubus galeatus*. – 1977, Weber. – 4010.22: Zw. Senden und Bösensell. – !
- Rubus glandisepalus*. – 1980, Weber. – 5014.21: Weg zum Gasthaus an der Talsperre Allenbach bei Hilchenbach. – !
- Rubus goniophorus*. – 1977, Weber. – 4114.34: Stromberg bei Oelde, Straße nach Osnienkamp. – !
- Rubus guestphalicus*. – 1869, Banning – 3810.32: Buchenberg bei Burgsteinfurt. – 0
- Rubus hypomalacus*. – 1876, Banning. – 3719.13-14: Häverstedt bei Minden. – !
- Rubus ignoratiformis*. – 1977, Weber. – 4610.43: Waldbauer bei Hagen, Straße nach Hasperbach. – !
- Rubus ignoratus*. – 1981, Weber. – 4913.42: Straße zw. Welchen-Ernest und Littfeld. – !
- Rubus imitans*. – 1979, Weber. – 4616.44: Eversberg, südöstlich der Kronleuchterbuche. – !
- Rubus incisor*. – 1982, Weber. – 3908.11: Südwestlich Riddebrock bei Ahaus. – !
- Rubus lasiandrus*. – 1977, Weber. – 3908.22: Straße zw. Heek und Legden, etwa bei km 6,1. – !
- Rubus latiarcuratus*. – 1823, Weihe. – 3718.3: Menninghüffen. – !
- Rubus longior*. – 1876, Focke. – 3710: Burgsteinfurt. – !

- Rubus macer*. – 1977, Weber. – 4613.41: Westufer der Sorpetalsperre. – !
- Rubus macrophyllus*. – 1823, Weihe. – 3718.31-33: Menninghüffen, oberhalb Haus Ulenburg. – !
- Rubus nemorosoides*. – 1977, Weber. – 4221.42: Südrand des „Stoot“ bei Ottbergen. – !
- Rubus pallidus*. – 1824, Weihe. – 3717.21-23: Pastorenholz oberhalb Beendorf. – 0
- Rubus pervirenszens*. – 1876, Braun. – 3719.41: Amerkamp bei Hausberge. – 0
- Rubus plicatus var. latifolius*. – 1881, Braun. – 3718.14: Horst bei Menninghüffen. – 0
- Rubus rhamnifloris*. – 1821, Weihe – 3718.(3): Mennighüffen. – !
- Rubus scaber*. – 1825, Weihe. – 3718.32: Mennighüffen: Scheppers Siek (Langes Siek). – 0
- Rubus schlechtendalii*. – 1822, Weihe – 3718.(3): Mennighüffen. – !
- Rubus siekensis*. – 1876, Braun – 3719.41: Kirchsiek bei Hausberge. – !
- Rubus sprengelii*. – 1818, Weihe. – 3718.(3): Mennighüffen. – !
- Rubus tuberculatiformis*. 1979, Weber. – 3616.43: Südlich Dahlinghausen. – !

## 8.2. Zur Zeit als nicht gefährdet betrachtete Originalstandorte von Typen heute verwendeter Namen

Der locus typicus wurde bei diesen Sippen nicht genau angegeben (z. B. „Minden“ [= Mennighüffen]). Im bezeichneten Bereich kommt die betreffende Pflanze heute noch an mehreren Stellen oder häufig vor, so daß eine Gefährdung vorerst nicht anzunehmen ist.

- Rubus elegantispinosus*. – 1884, Demandt. – 4411.4-4511.2: Holzwickede.
- Rubus fuscus*. – 1824, Weihe. – (4612.3): Um Altena.
- Rubus infestus*. – 1825, Weihe. – 3718.(3): Mennighüffen.
- Rubus plicatus*. – 1821, Weihe. – 3718.3: Mennighüffen.
- Rubus radula*. – 1824, Weihe. – 3719: Portagebiet.
- Rubus rhombifolius*. – 1824, Weihe. – 3718.3: Mennighüffen.
- Rubus rudis*. – 1825, Weihe. – 3718-3719: Mennighüffen und Portagebiet.
- Rubus silvaticus*. – 1825, Weihe. – 3718.3: Mennighüffen.
- Rubus vaniloquus*. – 1958, Schumacher. – 3916.42: Wellensiek, am Fuß der Muschelkalkberge.

*Rubus vestitus*. – 1825, Weihe. – 3719: Portagebiet.

*Rubus vulgaris*. – 1824, Weihe. – 3718.3: Mennighüffen.

### 8.3. Schutzwürdige Originalstandorte lokaler oder als synonym betrachteter Sippen, die als Arten beschrieben wurden

In dieser Aufstellung sind nur Taxa mit ausreichend lokalisierbarem Originalstandort enthalten. Unterarten, Varietäten und Formen, von denen eine sehr große Zahl vor allem von Braun und Utsch (vgl. WEBER 1985) aus Westfalen beschrieben wurden, blieben ebenso unberücksichtigt wie die Standorte zweifelhafter Arten, von denen kein Typusexemplar bekannt ist, und von illegitim benannten Arten.

*Rubus adelphicus*. – 1880, Braun. – 3719.41: Hausberge. – 0

*Rubus adornatoides*. – 1977, Weber. – 4610.31: Östlich Autobahn-Anschlußstelle Gevelsberg. – !

*Rubus apiculatus*. – 1824, Weihe. – 3718.32: Ehemalige Windmühle in Mennighüffen. – 0

*Rubus argentifolius*. – 1824, Weihe. – 3718.32: Mennighüffen, Scheppers Siek (Langes Siek). – 0

*Rubus contractus*. – 1875, Braun. – 3719.41: Hausberge. – 0

*Rubus cordifolius*. – 1821, Weihe. – 3718.23: Volmerdingsen, auf dem Gelände des heutigen Krankenhauses „Wittekindshof“. – 0

*Rubus curvatus*. – 1881, Braun. – 3719.34: Helserbruch bei Hausberge. – 0

*Rubus dumetorum*. – 1824, Weihe. – 3718.3: Mennighüffen. – 0

*Rubus fragrans*. – 1871, Banning & Focke. – 3719.32-41: Porta Westfalica. – !

*Rubus fuscoater*. – 1824, Weihe. – 4712.11: Altena, Schloßberg. – 0

*Rubus histrix*. – 1824, Weihe. – 3718.33: Ehemaliger Beeker Bruchwald bei Mennighüffen. – 0

*Rubus humifusus*. – 1824, Weihe. – 3718.33: Ehemaliger Beeker Bruchwald bei Mennighüffen. – 0

*Rubus infestiformis*. – 1896, Kretzer. – 3718.23: Volmerdingsen, Dr.-Klevinghaus-Straße. – !

*Rubus lingua*. – 1824, Weihe. – 3718.41: Hedingsen bei Mennighüffen. – 0

*Rubus macroacanthos*. – 1824, Weihe. – 3718.23: Volmerdingsen auf dem Gelände des heutigen Krankenhauses „Wittekindshof“. – 0

*Rubus phaneronothos*. – 1876, Braun. – 3719.32: Porta Westfalica, B 61 südlich Wittekindenberg. – !

*Rubus reissii*. – 1887, Reiss. – 4210.32: Tetekum, vor Berthelt. – !

*Rubus rhodanthus*. – 1824, Weihe. – 3718.33: Ehemaliger Beeker Bruchwald bei Mennighüffen. – 0

*Rubus squarrosus*. – 1880, Braun. – 3719.41: Hausberge. – 0

*Rubus tapeinos*. – 1880, Braun. – 3719.34: Helserbruch bei Hausberge. – 0

*Rubus thyrsiflorus*. – 1824, Weihe. – 3718.23: Siek-System bei Volmerdingsen. – !

## 9. Zusammenfassung

Auf der Basis einer detaillierten Rasterkartierung wird eine Rote Liste der Brombeerarten Westfalens vorgelegt, in der die einzelnen Naturräume differenziert berücksichtigt sind. Von 115 in Westfalen nachgewiesenen einheimischen Arten wurden 75 (= 62,2 %) in die Liste aufgenommen. Von diesen sind 50 Arten (43,5 %) in einzelnen Teilregionen und 25 Arten (21,7 %) landesweit gefährdet. Der in Vergleich zu übrigen Blütenpflanzen relativ geringe Anteil von Arten der Roten Liste dürfte dadurch zu erklären sein, daß über die Brombeerflora aus früherer Zeit keine vergleichbaren Daten vorliegen und somit keine hinreichende Grundlage zur Beurteilung von längerfristigen Rückgangstendenzen gegeben ist. Wenn auch die Brombeeren allgemein nicht zu den besonders gefährdeten Arten gehören, so ist dennoch selbst innerhalb weniger Jahre bereits ein deutlicher Rückgang zu beobachten. Die Ursachen dafür, vor allem die Hypertrophierung der Landschaft und die Umwandlung von Laubwäldern in Nadelholzplantagen, sind diskutiert.

Innerhalb apomiktischer Pflanzengruppen, zu denen auch die Brombeeren gehören, werden nur die mit einem gewissen Mindestareal etablierten Sippen als Gegenstand der Taxonomie und des Artenschutzes betrachtet. Lokalsippen und Individualbildungen werden nicht als Arten angesehen, wenn auch viele von ihnen früher als solche beschrieben wurden. Besonders bei kritischen Artengruppen ergibt sich die Notwendigkeit der Erhaltung von Originalstandorten (*loci typici*), von denen der Typus der Art oder eines anderen Taxons entnommen wurde. Sie liegt im Interesse der wissenschaftlichen Datensicherung. Westfalen nimmt hierbei wegen K.E.A. Weihe, der im Portagebiet in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die europäische *Rubus*-Forschung begründete, eine Vorrangstellung ein, da von hier viele weitverbreitete Arten beschrieben sind. Die Originalstandorte, an denen sich die Pflanzen teilweise seit über 150 Jahren erhalten haben, sind unter dem Gesichtspunkt des Typenschutzes aufgelistet. Dieser Schutzaspekt gilt auch für Originalstandorte solcher Taxa, die sich auf lokale oder individuelle Pflanzen gründen, wie das bei einer Reihe der von Weihe und anderen Autoren aufgestellten Arten der Fall ist.

## 10. Literatur

BLAB, J., E. NOWAK, H. SUKOPP & W. TRAUTMANN (1977): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. – Naturschutz aktuell 1: 1–67. Greven (4. Auflage 1984).

- FOERSTER, E., W. LOHMEYER, E. PATZKE & F. RUNGE (1979): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Arten von Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta). - Schriftenreihe Landesanstalt Ökologie, Landschaftsentwickl., Forstplanung Nordrhein-Westf. 4: 19-34. Recklinghausen.
- GRIES, B. (1978): Leben und Werk des westfälischen Botanikers Carl Ernst August Weihe (1779-1834). - Abh. Landesmus. Naturk. Münster Westf. 40(3): 1-45. Münster.
- HAEUPLER, H., A. MONTAG, K. WÖLDECKE & E. GARVE (1983): Rote Liste Gefäßpflanzen Niedersachsen und Bremen. 3. Fassung vom 1.10.1983. - Merkblatt Nieders. Landesverwaltungsamt Naturschutz 18: 1-34. Hannover.
- MARTENSEN, H.O., A. PEDERSEN & H.E. WEBER (1983): Atlas der Brombeeren von Dänemark, Schleswig-Holstein und dem benachbarten Niedersachsen (Gattung *Rubus* L., Sektionen *Rubus* und *Corylifolii*). - Naturschutz u. Landschaftspfl. Niedersachsen, Beiheft 5: 1-150. Hannover.
- , & E. WALSEMANN (1982): Rote Liste der Brombeeren in Schleswig-Holstein. - Schriftenreihe Landesamt Natursch. Landschaftspfl. Schleswig-Holstein 5: 25. Kiel.
- RAABE, E.-W. (1975): „Rote Liste“ der in Schleswig-Holstein und Hamburg vom Aussterben bedrohten höheren Pflanzen. - Die Heimat 82: 191-206. Neumünster.
- WEBER, H.E. (1972): Die Gattung *Rubus* L. (Rosaceae) im nordwestlichen Europa. - Phanerogam. Monographiae 7: I-VII, 1-504. J. Cramer. Lehre.
- , (1977): Die ehemalige und jetzige Brombeerflora von Mennighüffen, Kreis Herford, Ausgangsgebiet der europäischen *Rubus*-Forschung durch K.E.A. WEIHE (1779-1834). - Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld 23: 161-193. Bielefeld.
- , (1978): Neue *Rubus*-Arten aus Westfalen. - Abh. Landesmus. Naturk. Münster Westf. 40(3): 44-68. Münster.
- , (1981): Revision der Sektion *Corylifolii* (Gattung *Rubus*, Rosaceae) in Skandinavien und im nördlichen Mitteleuropa. - Sonderbände Naturwiss. Verein Hamburg 4: 1-229. Parey. Hamburg u. Berlin.
- , (1985): Rubi Westfalici. - Abh. Westf. Mus. Naturk. 47(3): 1-452. Münster.
- WEIHE, A. & C.G. NEES VON ESENBECK (1822-1827): Rubi Germanici. - Elberfeldae.
- WITTIG, R. & H.E. WEBER (1978): Die Verbreitung der Brombeeren (Gattung *Rubus* L., Rosaceae) in der Westfälischen Bucht. - Decheniana 131: 87-128. Bonn.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Dr. H.E. Weber, Universität Osnabrück, Abt. Vechta, Driverstraße 22, D-2848 Vechta.

# Änderungen der Vegetation im Naturschutzgebiet „Torfvenn“ (Kreis Warendorf) während der letzten 28 Jahre

Fritz Runge

Am Südrande des Emssandgebietes, 3 km westlich von Warendorf (Topograph. Karte 1 : 25 000 4013 Warendorf) blieb ein kleines Moor mit umgebendem Wald, das „Torfvenn“ bis heute erhalten. Der Untergrund des Moores, das im fast ebenen Gelände in 55 m Meereshöhe liegt, besteht aus nährstoffarmem, diluvialen Sand. Ihn durchsetzt nesterweise dunkelbraune Orterde. Umgeben wird das Gebiet von Äckern, Viehweiden und einem Feldweg. Der Name des Moores läßt darauf schließen, daß hier früher Torf abgebaut wurde.

Vor 26–28 Jahren (1956–58) nahm ein Moorweiher, der vielleicht durch Torfstich entstanden war, den größten Teil des Gebietes ein. Er trocknete im Sommer gewöhnlich aus. Im nährstoffarmen (dystrophen) Wasser wuchs die Knollenbinsen-Torfmoos-Gesellschaft (*Sphagno-Juncetum bulbosi*).

Mehr zum Ufer hin, noch im Wasser, breiteten sich kleine *Hypericum elodes*-, *Carex lasiocarpa*- und größere *Eriophorum angustifolium*-Bestände aus. Die ebenfalls ausgedehnten, auf Zwischenmoortorf siedelnden Hundsstraußgras-Grauseggen-Sümpfe (*Carici canescentis-Agrostietum caninae*) wiesen am 6.9.1957 folgende Zusammensetzung auf: *Agrostis canina* 4, *Lysimachia vulgaris* 2, *Lythrum salicaria* 1, *Eriophorum angustifolium* +, *Potentilla palustris* +, *Iris pseudacorus* +, *Eleocharis palustris* +, *Galium palustre* +, *Sphagnum* spec. +.

Aus dem Wasser ragten 1958 13 *Juncus effusus*-Bulten und ein schöner *Osmunda regalis*-Horst mit 2 fertilen Wedeln hervor. In den Torfmoos-Teppichen wuchs am 20.5.1958 *Galerina paludosa* zu Hunderten. Auf einer Fläche von 1/4 qm standen allein 25 Exemplare des kleinen Pilzes.

Die mesotrophen *Carex lasiocarpa*-Bestände, die *Juncus effusus*-Bulten und die Hundsstraußgras-Grauseggen-Sümpfe ließen darauf schließen, daß der früher oligotroph-dystrophe Weiher bereits eutrophiert war. Schon vor längerer Zeit hatte man nämlich nährstoffreiches Wasser von den gedüngten Äckern und Viehweiden der Umgebung durch Gräben in den Weihern geleitet.

An die Hundsstraußgras-Grauseggen-Sümpfe schlossen sich vor 26–28 Jahren am Ufer *Juncus effusus*-Herden, *Frangula alnus-Salix cinerea*-Gebüsche und nasse *Erica*-Heiden an.

Die *Juncus effusus*-Bestände enthielten *Juncus conglomeratus*, *Lysimachia vulgaris*, *Peucedanum palustre*, *Cirsium palustre*, *Ranunculus flammula*, *Agrostis canina* und *Iris pseudacorus*. In ihnen standen einige *Salix cinerea*-Büsche. Die *Juncus effusus*-Herden und die Weiden-Faulbaum-Gebüsche deuteten ebenfalls die Eutrophierung an.

Größere Flächen nahm 1956/58 das *Ericetum tetralicis* ein. In ihm wuchsen *Drosera rotundifolia* in Tausenden von Exemplaren sowie *Juncus squarrosus* und Sphagnen. In

gleicher Höhe wie die nasse Heide, also dicht über dem Wasserspiegel, breiteten sich bultige *Sphagnum*-reiche *Molinia caerulea*-Herden aus. In ihnen hatten einige *Betula pubescens*-Sträucher Fuß gefaßt. Daneben bildete *Vaccinium uliginosum* einen etwa 3 qm großen Komplex.

Noch einige Zentimeter höher nahm die feuchte Heide (*Genisto-Callunetum molinietosum*) unter den Zwergstrauchheiden die größte Fläche ein. Sie setzte sich aus *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix*, *Molinia caerulea*, *Genista anglica*, *Salix repens* und einer Rentierflechte (*Cladonia*, vermutlich *portentosa*) zusammen. Auch in der feuchten Heide standen einige *Betula pubescens*-Büsche. Die trockene Heide (*Genisto-Callunetum typicum*) war nur sehr kleinflächig vertreten.

In der Heide hatte man 1956 an zwei eng begrenzten Stellen Plaggen gestochen. Auf den Schürfflächen waren *Drosera intermedia*, *Lycopodiella inundata* und die Heidealge *Zygonium ericetorum* als Charakterarten des *Rhynchosporietums* erschienen. *Rhynchospora* selbst wurde nicht gefunden. *Lycopodiella inundata* trat 1957 in über 200 Exemplaren auf. Davon brachte etwa 1/3 Sporangienähren hervor.

An diese offenen, von einzelnen *Betula pubescens* durchsetzten Flächen und an die Weiden-Faulbaum-Gebüsche grenzten am Rande des Gebietes *Molinia*-reicher Birkenbruchwald (*Betuletum pubescentis*) aus *Betula pubescens* und *B. pendula* sowie Eichen-Birkenwald (*Betulo-Quercetum*) und Buchen-Eichenwald (*Fago-Quercetum*) an. In den beiden letztgenannten Assoziationen wuchsen *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum pratense* und *Populus tremula*. Auf Birken schmarotzte *Piptoporus betulinus*, unter den Bäumen standen viele Fruchtkörper von *Leccinum scabrum*. Einzelne *Alnus glutinosa*-Bäume zeigten ebenfalls die Eutrophierung an.

1957/58 pflanzte man in einem breiten Streifen Hybridpappeln (*Populus euramericana*) an. Ferner brachte man an eng begrenzter Stelle Fichten sowie nicht einheimische Weiden (*Salix spec.*) ein.

Weil unsere letzten Moorweiher und lebenden Moore erhalten bleiben sollen und weil im Torfvenn einige in unserem Raum äußerst seltene Pflanzen (namentlich *Hypericum elodes* und *Carex lasiocarpa*) vorkamen, wurde der Weiher mit seiner vermoorten Umrandung, mit den Heiden und angrenzenden Wäldern 1959 in einer Größe von 0,8 ha als Naturschutzgebiet ausgewiesen (Näheres s. bei RUNGE 1982 und 1985).

14 Jahre später (1972) hatte sich die Vegetation des Naturschutzgebietes völlig geändert. Eine offene Wasserfläche gab es nicht mehr. Der Weiher war vollständig zugewachsen. An seiner Stelle dehnten sich nasse, stark schwankende *Sphagnum*-Decken mit zahlreichen *Salix*-Büschen sowie Hundsstraußgras-Grauseggen-Sümpfe (*Carici canescentis-Agrostietum caninae*) aus. Ihnen fielen *Hypericum elodes* und *Carex lasiocarpa* zum Opfer. Nur der *Osmunda regalis*-Horst ragte noch aus den Torfmoosen hervor. Auch die Heiden waren fast ganz verschwunden. An ihrer Stelle standen junge Birkenbruchwälder. Unter den Hybridpappeln, zwischen denen Jäger eine Wild-Futterstelle mit Futterdach, Tonne und Blechwanne eingerichtet hatten, wucherten als Stickstoffanzeiger üppige *Urtica dioica*-Herden. Ein tiefer, etwa 1967 an der Ostseite des Naturschutzgebietes gezogener Graben trug zudem zur Austrocknung eines Teils des Geländes bei.

Nach weiteren 6 Jahren (1978) untersuchte WITTIG (1980) das Naturschutzgebiet. Er traf fast die gleichen Gesellschaften an, die schon 1972 vorkamen, nämlich den Pappelforst, das *Fago-Quercetum molinietosum*, das *Betulo-Quercetum molinietosum* und

den *Molinia-Betula*-Wald. Die Erlen hatten sich zum *Carici elongatae-Alnetum* verdichtet. Im völlig verlandeten Weiher breiteten sich Weidengebüsch (Frangulo-Salicetum) aus. Im Übergangsbereich zwischen den Straußgras-Rasen und Weidengebüsch fand WITTIG eine *Juncus acutiflorus*-Gesellschaft und am Südrand der Westhälfte des NSG eine kleine Heidegesellschaft mit anschließendem *Junco-Molinietum*. Im Übergangsbereich zwischen dem Erlenbruch und den Weidengebüsch wuchs kleinflächig das *Rubetum grati*. WITTIG hielt es für möglich, dem NSG durch Neuschaffung eines Gewässers zoologische Bedeutung zu verleihen.

Tatsächlich schob man 1983 im Zuge von „Entwicklungs- und Pflegemaßnahmen“ im Gebiet etwa dort, wo sich früher der Weiher befand, eine etwa 30 x 50 m große Grube aus, die sich schnell mit Wasser füllte. Die ausgebaggerte Erde wurde am Nordrande des Gebiets zu einem Wall aufgeschüttet. Den Wall und den Zufahrtsweg des Baggers begründete man mit *Prunus serotina* und anderen Holzarten. Außerdem wurden am Westrande des neuen Weihers *Calluna* und *Erica tetralix* in 8 Reihen angepflanzt. Die Ufer „verzierte“ man mit mehreren Wasserschwertlilien (*Iris pseudacorus*). Der *Osmonda regalis*-Horst blieb bei der Ausbaggerung erhalten. Er stand 1984 auf einem kleinen Hügel.

Noch 1984 fehlten höhere Pflanzen im tieferen Wasser des Weihers. Doch 1985 war der Weiher zu etwa 3/4 mit *Juncus bulbosus* zugewachsen. Zwischen den großenteils an der Wasseroberfläche schwimmenden Binsen erschienen grüne Algen, aber noch keine Torfmoose.

Am Ufer wuchs 1984 und 1985 auf noch weitgehend kahlem Boden die Knollenbinnen-Torfmoos-Gesellschaft (*Sphagno-Juncetum bulbosi*), von der folgende soziologische Aufnahme ein Bild geben möge: An der Nordostseite des Weihers, direkt unterhalb des Hundstraußgras-Grauseggen-Sumpfes. 7.9.85. Ca. 1 x 20 m. Expos. zum Weiher hin: SW 2–5°. Unbeschattet. Vom 5 cm tiefen Wasser bis ca. 20 cm über dem Wasserspiegel. Auf Sand, der an der Oberfläche gelblich-dunkelgrau, in 1/2 cm Tiefe bräunlich-graugelb gefärbt war. Bedeckung 70 %: *Juncus bulbosus* 4, *Agrostis canina* 1, *Sphagnum rufescens* 1, *Ranunculus flammula* +, *Hydrocotyle vulgaris* +, andere Moose +, *Betula pubescens*-Keimlinge +, *Alisma plantago* Keiml. r, *Lysimachia vulgaris* r°, *Iris pseudacorus* r°. Herrn Dr. P.U. KLINGER, Petersfehn, danke ich für die Bestimmung der *Sphagnum*-Art. In dieser Gesellschaft hätte man eher *Sphagnum cuspidatum*, auch *Sph. auriculatum* oder *Sph. fallax* erwarten sollen (vgl. POTT 1983). Gerade *Sphagnum cuspidatum* ist für das *Sphagno-Juncetum bulbosi* sehr bezeichnend.

Mehrere Exemplare von *Polygonum amphibium* am Ostrand des Weihers waren vielleicht ebenfalls angepflanzt; 1985 kümmerten sie. 1984 siedelte man am Ufer ca. 30 Horste von *Holcus lanatus* an. Diese Weidepflanze war 1985 erwartungsgemäß ertrunken.

Ein wenig oberhalb des *Sphagno-Juncetum bulbosi* breitete sich 1984 am Nordostufer ein *Juncus effusus*-Bestand aus: Auf dem früheren Wege am Nordostrand des Weihers. 14.10.84. Ca. 50 qm. Expos. zum Weiher hin, S etwa 2°. Kaum beschattet. Ca. 30 cm über dem Wasserspiegel. Auf feuchtem, bräunlich-schwarzem, stark humosem, fast torfigem, lehmigem Sand. Bedeckung 100 %: *Juncus effusus* 4, *Agrostis canina* 2, *Juncus bulbosus* 1, *Juncus conglomeratus* 1, Moose +, *Lysimachia vulgaris* r.

An das *Sphagno-Juncetum bulbosi* schloß sich 1984 und 1985 ferner das *Carici canescens-Agrostietum caninae* an: Am Ostrand des Weihers. 7.9.85. Ca. 1 x 15 m. Expos. zum Weiher hin, W ca. 2°. Unbeschattet. 0–30 cm über dem Wasserspiegel. Auf nassem,

gelbgrauem Sand. Bedeckung 100 %: *Agrostis canina* 4, *Ranunculus flammula* 1, *Lysimachia vulgaris* 1, *Peucedanum palustre* 1, *Juncus effusus* 1, *Hydrocotyle vulgaris* +, *Galium palustre* +, *Juncus bulbosus* +, *Viola palustris* +, *Salix cinerea* Strauch +, Moose (kein *Sphagnum*) +, *Polygonum amphibium* (gepflanzt?) r, *Molinia caerulea* r, *Cirsium palustre* r, *Myosotis palustris* r.

Eine am Ostrande des Weiher etwa 30 cm über dem Wasserspiegel gelegene, fast ebene Fläche verdankt vielleicht der Auffüllung mit Sand im Zuge der Weiher-Ausbaggerung ihr Dasein. Auf ihr herrschten 1985 *Agrostis canina* und *Juncus effusus* weit vor.

Am Südostrande der offenen Flächen standen 1985 Weidengebüsche (*Frangulo-Salicetum cinereae*) als Reste des früheren Weiden-Faulbaum-Gebüsches: 7.9.85. Ca. 30 qm. Gebüsch etwa 6 m hoch. Ca. 30–50 cm über dem Wasserspiegel. Fast eben. Auf frischem, stark humosem, dunkelbraunem Sand. Strauchschicht (Bedeckung 100 %): *Salix cinerea* 3, *Salix* spec. (keine einheimische Art, gepflanzt) 3, *Salix cinerea* x *aurita* 1, *Frangula alnus* +, *Rubus fruticosus* +; Krautschicht (Bedeck. 80 %): *Agrostis canina* 3, *Peucedanum palustre* 2, *Hydrocotyle vulgaris* 2, *Lysimachia vulgaris* 2, *Juncus effusus* +, *Viola palustris* +, *Holcus lanatus* +, *Cirsium palustre* +, *Molinia caerulea* +, *Dryopteris carthusiana* +, *Lycopus europaeus* r; Bodenschicht (Bedeck. 1 %): *Sphagnum* spec. r, andere Moose 1, *Dermocybe uliginosa* r.

Zu den charakteristischen Pilzen dieser Gesellschaft gehörten (am 14.10.84) ferner *Daedaleopsis confragosa* und *Pholiota myosotis*.

Von den einst großflächig vertretenen Heiden blieb nur noch ein winziger Rest erhalten: Feuchte Heide, *Genisto-Callunetum molinietosum* am Südwestrande des NSG. 8.7.84. Ca. 2 qm. Expos. NE ca. 3°, zum Weiher hin. Wenig beschattet. Wasserspiegel in ca. 50 cm Tiefe. Auf frischem, dunkelgrauem, stark humosem Bleichsand. Bedeckung 100 %: *Calluna vulgaris* 3, *Hypnum ericetorum* 3, *Erica tetralix* 2, *Betula pubescens* Strauch 2, *Betula pendula* Strauch 1, *Molinia caerulea* 1, *Luzula multiflora* +, *Rumex acetosella* +, *Quercus robur* Keiml. r. Flechten fehlen.

Von derselben Heide bringt WITTIG (1980) eine soziologische Aufnahme. Auf der 1978 noch 20 qm großen Fläche notierte er außer den oben genannten Pflanzen *Agrostis tenuis*, *Carex pilulifera*, *Danthonia decumbens*, *Potentilla erecta* und *Anthoxanthum odoratum*, sah aber nicht *Erica tetralix*, *Betula pubescens*, *Rumex acetosella* und *Hypnum ericetorum*.

Aus dem größten Teil der Heiden gingen Birkenbruchwälder hervor. Sie überwiegen heute im Naturschutzgebiet. In den noch jungen Wäldern wächst zahlreich *Populus tremula* und *Rubus fruticosus*. *Molinia caerulea* und *Dryopteris carthusiana* nehmen größere Flächen ein. Eine soziologische Aufnahme: Ziemlich trockenes *Betuletum pubescentis* am Südrande des NSG. 27.5.84. Ca. 200 qm. Ca. 50 cm über dem Wasserspiegel. Fast eben. Birken bis ca. 40 Jahre alt, früher im Niederwald bewirtschaftet. Auf frischem, stark humosem Bleichsand. Baumschicht (Bedeck. 20 %): *Betula pubescens* 4, *Betula pendula* 2; Strauchschicht (Bedeck. 20 %): *Frangula alnus* 2, *Betula pubescens* 1, *Sorbus aucuparia* 1, *Lonicera periclymenum* +, *Quercus robur* +, *Rubus fruticosus* r; Krautschicht (Bedeck. 40 %): *Molinia caerulea* 2, *Vaccinium myrtillus* 1, *Festuca ovina* 1, *Holcus mollis* 1, *Sorbus aucuparia* Keiml. +, *Dryopteris carthusiana* r, *Melampyrum pratense* r. Der Wald stellt schon einen Übergang zum *Betulo-Quercetum* dar.

In den Birkenbruchwäldern wurden am 14.10.84 folgende bezeichnenden Pilzarten notiert: *Piptoporus betulinus*, *Russula flava*, *Russula emetica* var. *betularum* und *Pholiota myosotis*.

In der Nordostecke und am Nordwestrande des Gebietes stocken Eichen-Birkenwald (*Betulo-Quercetum*) und Buchen-Eichenwald (*Fago-Quercetum*). Soziologische Aufnahme: *Fago-Quercetum* in der NNE-Ecke des NSG, auf einem Wall und neben dem Wall. 27.5.84. Ca. 200 qm. Eichen etwa 50–80 Jahre alt, Birken bis etwa 40 Jahre, Buche ca. 70 Jahre alt. Nicht bewirtschaftet. Auf stark humosem Bleichsand. Baumschicht (Bedeck. 90 %): *Quercus robur* 4, *Betula pubescens* 2, *Fagus sylvatica* 1; Strauchschicht (Bedeck. 30 %): *Rubus fruticosus* 2, *Sorbus aucuparia* 1, *Frangula alnus* 1, *Lonicera periclymenum* +, *Sambucus nigra* +, *Fagus sylvatica* r; Krautschicht (Bedeck. 20 %): *Holcus mollis* 2, *Dryopteris carthusiana* +, *Milium effusum* +, *Molinia caerulea* +, *Poa nemoralis* +, *Moehringia trinervia* +, *Majanthemum bifolium* +, *Sorbus aucuparia* Keiml. r, *Fagus sylvatica* Keiml. r, *Athyrium filix-femina* r; Bodenschicht (Bedeck. 5 %): Moose 1.

Auf der Seite eines Walles im Buchen-Eichenwald wuchs 1984 ein üppiger *Osmunda regalis*-Horst.

In der Nähe des Südwestrandes beherbergte 1984 ein kleiner *Alnus glutinosa*-Bestand viel *Rubus fruticosus*, etwas *Phragmites australis* und folgende Pilzarten: *Inonotus radiatus*, *Naucoria escharoides*, *Pholiota alnicola*.

Der unnatürliche Fichtenbestand an der Ostseite wies 1984 kaum höhere Pflanzen und nur wenige Pilzarten auf: *Tyromyces caesius*, *Mycena epipterygia*.

Die 1983 angepflanzten *Calluna*- und *Erica*-Sträucher waren 1985 ertrunken. Der 1983 bei der Ausbaggerung des Weihers verschonte *Osmunda regalis*-Horst war 2 Jahre später abgestorben.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß in den letzten 28 Jahren allem Anschein nach mehrere Arten verschwunden sind: *Carex lasiocarpa* starb infolge der weiteren Eutrophierung des Weihers aus. *Lycopodiella inundata* und *Zygogonium ericetorum* wurden von anderen Arten erdrückt, weil der Plaggenhieb ausblieb. *Drosera rotundifolia*, *Juncus squarrosus*, *Genista anglica* und *Cladonia* verschwanden wie die Heiden infolge der Entstehung der Birkenbruchwälder. *Vaccinium uliginosum*, *Potentilla palustris* und *Eriophorum angustifolium* fielen wahrscheinlich der Ausbaggerung zum Opfer.

Erstaunlicherweise kehrten nach der Neuschaffung des Gewässers aber einige seltenere Pflanzen (*Hypericum elodes*, *Drosera intermedia*) sowie die früher vorhandenen Gesellschaften, das *Sphagno-Juncetum bulbosi*, das *Carici canescentis-Agrostietum* und die *Juncus effusus*-Bestände in ähnlicher Zusammensetzung wieder.

In den kommenden Jahren wird die Eutrophierung des Weihers fortschreiten, zumal tiefe Baggerspuren, in denen das Regenwasser von der Wildfutterstelle im von Brennesseln durchsetzten Pappelbestand herabrieselt, zum Weiher führen. Sicherlich werden sich im neuen Weiher zwischenzeitlich weitere höhere Pflanzen, unter ihnen wahrscheinlich seltenere Arten, selbständig ansiedeln.

Einschneidende Eingriffe („Entwicklungsmaßnahmen“) in Naturschutzgebieten sollten nur mit äußerster Vorsicht vorgenommen werden. Ausbaggerungen von Heide- und Moorweihern sind entschieden abzulehnen, soweit es sich um natürliche Gewässer handelt. Ihre ursprüngliche Gestalt wird verändert und Seltenheiten der Pflanzenwelt werden vernichtet, wie es bereits in mehreren Naturschutzgebieten der Westfälischen Bucht geschehen ist. Außerdem besteht die Gefahr der Eutrophierung (DIERSEN 1972). Verurteilt werden müssen auch Anpflanzungen von vermutlich dahingehörenden Arten und von Wildfutterpflanzen (sowie das Einbringen von Tieren). Im Falle

„Torfvenn“ konnte man eine Ausbaggerung insofern vertreten, als man hier vielleicht früher Torf abgebaut hatte. Durch die Ausbaggerung war hier ein landschaftlich hübscher Weiher entstanden, in und an dem sich die potentiell-natürliche Vegetation wieder einstellt.

## Literatur

- DIERSSEN, K. (1972): Die Erhaltung westdeutscher Heidegewässer – Ein Beitrag zur regionalen Naturschutzplanung. *Natur und Landschaft* 47: 166–167. Stuttgart.
- POTT, R. (1983): Die Vegetationsabfolgen unterschiedlicher Gewässertypen Nordwestdeutschlands und ihre Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt des Wassers. *Phytocoenologia* 11(3): 407–430. Stuttgart-Braunschweig.
- RUNGE, F. (1982): Die Naturschutzgebiete Westfalens und des früheren Regierungsbezirks Osnabrück. 4. Aufl., 331 S., 60 Abb., 6 Kartenskizzen u. 5 Profile. Münster.
- ,– (1985): Naturschutzgebiet „Torfvenn“ in Neuwarendorf. *An Ems und Lippe 1986*: 109–110. Warrendorf.
- WITTIG, R. (1980): Die geschützten Moore und oligotrophen Gewässer der Westfälischen Bucht. – Schriftenreihe der LÖLF 5, 228 S., 12 Fotos, 43 Abb. u. 45 Tab. Recklinghausen.

Anschrift des Verfassers: Dr. Fritz Runge, Diesterwegstr. 63, D-4400 Münster-Kinderhaus.

# Kurze Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Äcker in Westfalen

Joachim Hüppe

## Zusammenfassung

Nach einigen einleitenden Sätzen zum Wandel der Ackerunkrautvegetation wird ein Überblick über die bisher bekannten und beschriebenen Assoziationen in Westfalen gegeben. Dabei wird an der Trennung von Halmfruchtgesellschaften und Hackfrucht-/Maisgesellschaften festgehalten. Sieben *Secalietea*- und fünf *Chenopodieta*-Gesellschaften werden kurz erläutert und deren synsystematische Stellung mit Hilfe zweier Übersichten verdeutlicht.

## Summary

A few remarks about the change of weed vegetation are followed by a synopsis of the associations hitherto known and described in Westfalia, given by sticking to the distinction between the communities of cereals on the one side and the communities of root crop and maize on the other side. Seven associations of *Secalietea* and five associations of *Chenopodieta* are explained briefly and their synsystematic arrangement is illustrated by two schemes.

In Westfalen, worunter im Sinne RUNGE's (1972) das Süderbergland mit Sauer- und Siegerland, das Weserbergland, das Westfälische Tiefland und die Westfälische Bucht verstanden werden soll, sind große Gebiete von Ackerfluren bedeckt. Die mit ihnen einhergehende Ackerunkrautvegetation unterliegt wie kaum eine andere dem Einfluß des Menschen. Nicht nur, daß sich Jahr für Jahr die einzelnen Arten im Kampf um Nährstoffe, Wasser und Licht untereinander und gegenüber den Kulturpflanzen behaupten müssen; hinzu kommt außerdem die Selektion des Landwirts, der „Un“-kräuter zu dezimieren und oft gänzlich zu beseitigen versucht. Dabei ermöglichen jährlich ein- bis mehrmaliger Umbruch, mechanische Pflegemaßnahmen, Düngung, Herbizideinsatz und andere Kulturmaßnahmen von vornherein nur vergleichsweise wenigen Arten, auf den Ackerstandorten mit den vom Menschen angebauten, geförderten und gepflegten Kulturpflanzen in Konkurrenz zu treten und einen festen Platz zu behaupten. Fast ausschließlich kurzlebige Therophyten und Arten, die durch mechanische Beschädigung zur Regeneration und vegetativen Vermehrung befähigt sind (vor allem Rhizomgeophyten) können sich noch auf dem Ackerland halten und ausbreiten (HILBIG 1973).

So hat die Ackerunkrautflora bis in die Gegenwart hinein bedeutende Veränderungen erfahren. Infolge der modernen Produktionstechnik und Melioration verlieren die Ackerbiotope ihre einstmals vorhandene ökologische und so auch ihre botanische Vielfalt. Nivellierungen der Böden und damit einhergehend der gesamten Standortbedingungen bewirken eine Uniformierung der Artenverbindungen.

Die intensiven Pflegemaßnahmen, vor allem Herbizideinsatz, aber auch Kalkung und Düngung (letztere besonders in Sandgebieten), haben darüber hinaus reduzierend auf den Artenbestand der Unkrautvegetation eingewirkt, wobei zu den abnehmenden Arten mehr die floristisch und vegetationskundlich interessanten gehören. Diese Entwicklung ist auch heute noch nicht abgeschlossen.

In gewissen Fällen wurde bereits ein Punkt erreicht, an dem selbst von landwirtschaftlicher Seite nach dem Nutzen einer völligen Vernichtung des Unkrautbesatzes gefragt und auf die erosionshemmenden, bodengarefördernden Eigenschaften verwiesen wird (vgl. HILBIG 1975).

Trotz aller Wandlungen und Nivellierungen der Ackerunkrautflora und -vegetation lassen sich allerdings auch aktuell noch Pflanzengesellschaften der Ackerunkräuter beschreiben und zu höheren Einheiten zusammenfassen, zumal die westfälischen Verhältnisse relativ gut untersucht sind. So konnte bei der Bearbeitung auf eine Reihe von Werken zurückgegriffen werden, die sich mit der gleichen Thematik befassen.

Erste Arbeiten über die Unkrautgesellschaften der Äcker erschienen bereits von BÜKER (1939, 1942) aus dem Raum Lengerich/Tecklenburg und dem südwestfälischen Bergland. Ihnen folgten mehrere Veröffentlichungen, die sich mit kleineren Teilgebieten Westfalens befaßten (z. B. LOHMEYER 1953, BUDDE & BROCKHAUS 1954, WATTENDORFF 1959, BURRICHTER 1963, RUNGE 1964), ehe K. MEISEL (1960, 1966, 1967, 1968, 1969) in seinen grundlegenden Schriften die Zusammensetzung, Gliederung und Verbreitung vieler Ackerunkrautgesellschaften Nordwestdeutschlands näher erläuterte. Damit wurden von ihm zwar die westfälischen Grenzen überschritten, das schmälert aber die Gültigkeit seiner Gesellschaftsbeschreibungen für die hiesigen Verhältnisse in keiner Weise.

Eine erste zusammenfassende Darstellung der Ackerunkrautvegetation eines größeren Teilgebietes Westfalens gab jüngst der Verfasser mit der Bearbeitung der Gesellschaften in der Westfälischen Bucht (HÜPPE 1985, 1986). Der dort angegebenen synsystematischen Gliederung folgend können die Pflanzengesellschaften der Äcker zwei pflanzensoziologischen Klassen zugeordnet werden. In den *Secalietea* werden alle Getreideunkrautgesellschaften (Winter- und Sommergetreide) zusammengefaßt, während sämtliche Unkrautgesellschaften gehackter Äcker (z. B. Kartoffeln, Rüben etc.) und diejenigen der eine Sonderstellung einnehmenden Maisfelder den *Chenopodietaea* angeschlossen werden.

Auch der im weiteren verwendeten Gliederung höherer syntaxonomischer Einheiten (oberhalb Assoziationsrang) liegt ein Vorschlag des Verfassers zugrunde (HÜPPE 1986).

## I. Getreideunkrautgesellschaften (*Secalietea*)

Für die Unkrautvegetation der Getreideäcker Westfalens ergibt sich die in Abb. 1 dargestellte Grundgliederung. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß in der vorliegenden Übersicht, die sich in ihren Ergebnissen im wesentlichen auf die Arbeiten von K. MEISEL (1966–69) und HÜPPE (1986) stützen kann, keine Darstellung der Untergliederung der behandelten Assoziationen gegeben wird. Dazu muß auf die genannten Literaturstellen verwiesen werden, in denen umfangreiches Aufnahme-material zu Einzel-Vegetationstabellen und auch zu Stetigkeitstabellen verarbeitet ist.

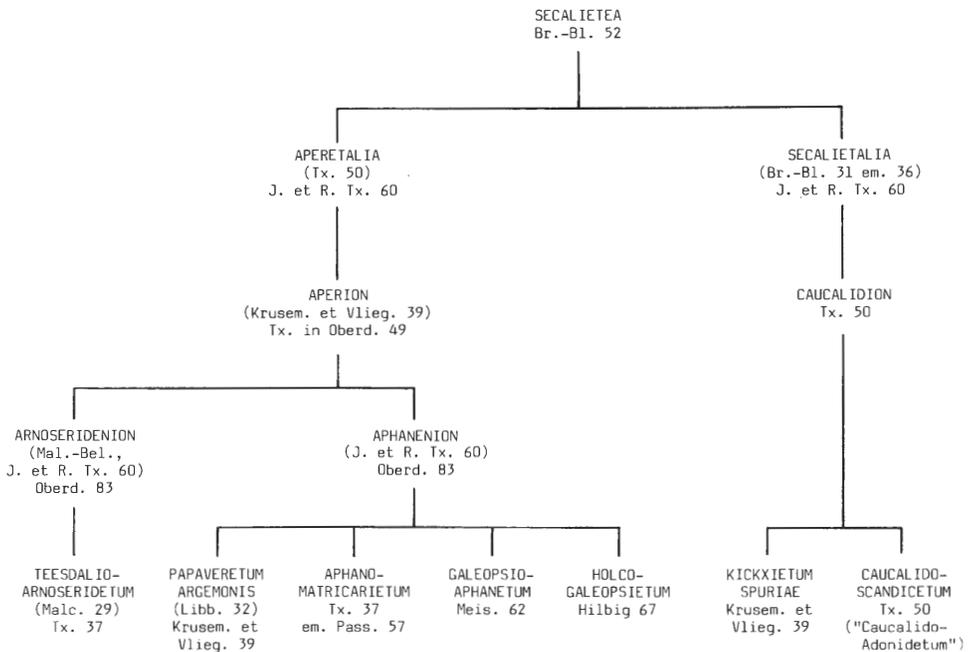


Abb. 1: Übersicht über die Gliederung der Unkrautgesellschaften des Getreides in Westfalen

1. Ass.: *Teesdalia-Arnoseridetum minimae* (Malcuit 1929) Tx. 1937

(Lammkraut-Gesellschaft)

Regionale Kennarten:

*Arnoseris minima*, *Anthoxanthum puelii*

DAss. (= Differentialarten der Assoziation):

*Teesdalia nudicaulis*, *Aphanes microcarpa*, *Hypochoeris glabra*, *Galeopsis segetum*

Ehemals wurde das *Teesdalia-Arnoseridetum* als die kennzeichnende Ersatzgesellschaft unter Roggen im Gebiet des Eichen-Birkenwaldes auf sauren, kalk- und silikatfreien Quarzsandböden des subozeanischen Bereichs bezeichnet (R. TÜXEN 1950). Im Gegensatz zur Charakterisierung TÜXEN's ist die Lammkraut-Gesellschaft heute eine ausgesprochene Seltenheit. Sie besiedelt die nährstoffärmsten Ackerstandorte Westfalens und ist vor allem in den Pleistozängebieten der Westfälischen Bucht und des Westfälischen Tieflandes zu finden. Durch intensive Bodenverbesserungsmaßnahmen, besonders Kalkung und Düngung, und Herbizideinsatz sind in vielen Fällen in den letzten Jahren die diagnostisch wichtigen Arten des *Teesdalia-Arnoseridetum* verschwunden. Die Standorte werden inzwischen von kennartenlosen Unkrautbeständen oder solchen des *Papaveretum* bzw. des *Aphano-Matricarietum* eingenommen (s. u.).

Außer der Kenn- und Trennartengruppe sind *Scleranthus annuus*, *Rumex acetosella* und *Spergula arvensis* sowie *Apera spica-venti*, *Centaurea cyanus*, *Viola arvensis*, *Polygonum* (= *Fallopia*) *convolvulus* und *Vicia angustifolia* stark am Bestandsaufbau beteiligt.

Lit.: BÜKER (1939, 1942), JAHN (1952), BUDDE & BROCKHAUS (1954), R. TÜXEN (1955), K. MEISEL (1966, 1969), S. MEISEL (1969), LIENENBECKER (1971), BRINKMANN (1978), BURRICHTER (1973, 1983), HÜPPE (1978, 1986).

2. Ass.: *Papaveretum argemonis* (Libb. 1932) Krusem. et Vlieg. 1939

(Sandmohn-Gesellschaft)

Regionale Kennarten:

*Papaver argemone*, *Veronica triphyllos*, *Vicia villosa*, *Vicia tetrasperma*

DAss.:

*Papaver dubium*, *Arenaria serpyllifolia*, *Arabidopsis thaliana*, *Lycopsis*  
(= *Anchusa*) *arvensis*, *Erophila verna*; Fehlen von *Matricaria chamomilla*!

Bei dem *Papaveretum* handelt es sich um eine relativ seltene, hauptsächlich in Wintergetreide wachsende Ackerunkrautgesellschaft, deren Existenz in Westfalen bislang nur im Westfälischen Tiefland und in der Westfälischen Bucht nachgewiesen werden konnte. Durch die Bevorzugung niederschlagsärmerer und sommerwarmer Gebiete ist das *Papaveretum* z. B. im Süderbergland auch kaum zu erwarten.

Im Gegensatz zu seinem Hauptverbreitungsgebiet – das *Papaveretum* weist insgesamt ein subkontinental-südosteuropäisches Areal auf – gehören die westfälischen Bestände einer floristisch verarmten subatlantischen Rasse an. Immer ist ihr Auftreten an Standorte gebunden, die eine lokale Verschiebung zur kontinentalen Klimaprägung aufweisen.

Die relative Kontinentalität wird durch die Bodenbeschaffenheit noch verstärkt. Es handelt sich um trockene und leicht erwärmbare Sandböden – oftmals um Plaggenesche –, denen gelegentlich ein geringer Lehmantel beigemischt sein kann, also um potentielle natürliche Standorte des *Fago-Quercetum*.

Auffallend ist der hohe Anteil an Frühjahrs- und Frühsommerblüchern (z. B. *Papaver argemone*, *Papaver dubium*, *Veronica triphyllos*, *Erophila verna* etc.).

Lit.: K. MEISEL (1967), LIENENBECKER (1971), HÜPPE (1978, 1986).

3. Ass.: *Aphano-Matricarietum chamomillae* Tx. 1937 em. Pass. 1957

(Ackerfrauenmantel-Kamillen-Gesellschaft)

Regionale Kennart:

*Matricaria chamomilla*

DAss.:

*Oxalis fontana*

Das *Aphano-Matricarietum* stellt die in Westfalen am weitesten verbreitete Getreideunkrautgesellschaft dar. Von der Assoziation wird im Gegensatz zu K. MEISEL (1967) in der vorliegenden Arbeit kein *Alopecuro-Matricarietum* Meis. 67 abgetrennt, weil das Differentialarteninventar als nicht ausreichend angesehen werden kann, wenngleich den MEISEL'schen Beständen aufgrund des Standorts (Löß- und Lehmböden überwiegend guter Basenversorgung im Bereich des Flattergras-Buchenwaldes, Perlgras-Buchenwaldes und reichen Eichen-Hainbuchenwaldes) eine gewisse Selbständigkeit nicht abgesprochen werden soll.

Durch die Nivellierung der Standorte wächst die Ackerfrauenmantel-Kamillen-Gesellschaft heute auch in Gebieten, die einstmalig Standorte des *Teesdalis-Arnozeride-*

um und des *Papaveretum* waren. So ist die Arealausweitung nicht nur auf die Plaggenböden beschränkt, sondern hat sogar mäßige Podsolböden erfaßt. Allerdings liegt der Verbreitungsschwerpunkt nach wie vor auf Braunerden und Pseudogley.

Mit Ausnahme der ausgesprochenen Kalkgebiete (Devonische Massenkalk der Süderberglandes, Muschelkalke des Weserberglandes und Plänerkalke der Oberkreide in der Westfälischen Bucht) werden wesentliche Teile Westfalens von den verschiedenen Ausbildungen der Gesellschaft eingenommen. Nur in den submontanen Lagen des Weser- und Süderberglandes, also ab einer Meereshöhe über ca. 300 m, dünnt das *Aphano-Matricarietum* langsam aus und wird durch andere Gesellschaften ersetzt.

Neben der das Bild beherrschenden *Matricaria chamomilla* gelangen die auch den *Aphanion*-Unterverband kennzeichnenden *Aphanes arvensis* und *Matricaria inodora* (= *Tripleurospermum inodorum*) als diagnostisch wichtige Arten zu ihrer stärksten Entwicklung.

Bezeichnenderweise kommt es auf den häufig besiedelten Pseudogleyen oder ähnlichen zur Verdichtung neigenden Bodentypen zum starken Auftreten von Staufeuchtezeigern (z. B. *Mentha arvensis*, *Ranunculus repens*, *Trifolium repens*) oder von Zeigern für Krumenfeuchtigkeit im Oberboden (z. B. *Juncus bufonius*, *Gnaphalium uliginosum*, *Plantago intermedia*, *Polygonum hydropiper*).

Lit.: BÜKER (1939), JAHN (1952), LOHMEYER (1953), BUDDÉ & BROCKHAUS (1954), R. TÜXEN (1955), K. MEISEL (1966, 1967), S. MEISEL (1969), LIENENBECKER (1971), BURRICHTER (1973, 1983), HÜPPE (1978, 1986).

#### 4. Ass.: *Galeopsio-Aphanetum* (Oberd. 1957) Meisel 1962

(Berg-Ackerfrauenmantel-Gesellschaft)

Regionale Kennarten:

negativ charakterisiert! (Fehlen von *Matricaria chamomilla*)

DAss.:

*Lapsana communis*, *Galeopsis tetrahit*, *Aethusa cynapium* ssp. *agrestis*

Auf das Bergland beschränkt bleibt diese im ganzen noch wenig untersuchte Gesellschaft, die von K. MEISEL (1962, 1973) auf oft skelettreichen flach- bis mittelgründigen Lehmböden im Gebiet des *Luzulo-* und *Melico-Fagetum* wachsend angegeben wird. Immer dort, wo *Matricaria chamomilla* aufgrund der Höhenlage ausfällt, der Anteil von *Lapsana communis*, *Galeopsis tetrahit* und *Aethusa cynapium* ssp. *agrestis* auffällig zunimmt, im übrigen aber das Artenspektrum mit dem *Aphano-Matricarietum* übereinstimmt und die Standortfaktoren den Minimalwert für *Aphanes arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Tussilago farfara* und *Convolvulus arvensis* nicht unterschreiten (trotz Höhenlage über 300 m Meereshöhe wärmebegünstigt, nicht zu nährstoffarme Böden), wird man das *Galeopsio-Aphanetum* antreffen können. Diese Charakterisierung trifft im wesentlichen auf höher gelegene Teile des Weserberglandes zu, in seltenen Fällen auch des Süderberglandes, obwohl hier die meisten diagnostisch wichtigen Arten fehlen (vgl. K. MEISEL 1962). In der Westfälischen Bucht und im Westfälischen Tiefland ist die Berg-Ackerfrauenmantel-Gesellschaft dagegen nicht zu erwarten.

Lit.: K. MEISEL (1962, 1973), BURRICHTER (1983).

## 5. Ass.: *Holco-Galeopsietum* Hilbig 1967

(Honiggras-Hohlzahn-Gesellschaft)

Regionale Kennarten:

negativ charakterisiert! (Fehlen von z. B. *Matricaria chamomilla*, *Aphanes arvensis*, *Vicia tetrasperma*, *Veronica arvensis*)

DAss.: *Holcus mollis*

Das *Holco-Galeopsietum* ist nur in den höheren Lagen der Mittelgebirge (über 500 m Meereshöhe) verbreitet. Dort wächst es auf versauerten, mehr oder weniger skelettreichen Silikatverwitterungsböden im Bereich des *Luzulo-Fagetum* auf ackerbaulichen Grenzertragsböden (Sauerland, Siegerland). An ihrer unteren Verbreitungsgrenze tritt die Gesellschaft in engen Kontakt mit dem *Galeopsio-Aphanetum* und auch dem *Aphano-Matricarietum*.

Die Bestände des *Holco-Galeopsietum* werden bestimmt durch das höchstete Vorkommen von *Galeopsis tetrahit*, *Lapsana communis* und besonders *Holcus mollis* sowie das Auftreten der weiteren diagnostisch wichtigen Arten *Scleranthus annuus*, *Spergula arvensis* und *Rumex acetosella* (K. MEISEL 1970, 1973).

Stärker wärmebedürftige Arten wie *Aphanes arvensis*, *Matricaria chamomilla*, *Vicia tetrasperma* oder *Veronica arvensis*, aber auch die für das *Galeopsio-Aphanetum* so kennzeichnende Art *Aethusa cynapium* ssp. *agrestis*, fehlen oder treten stark zurück. Insgesamt ist mit zunehmender Höhenlage eine deutliche floristische Verarmung verbunden.

Lit.: HILBIG (1967, 1973), K. MEISEL (1970, 1973).

## 6. Ass.: *Kickxietum spuriae* Krusem. et Vlieg. 1939

(Tännelkraut-Flur)

Regionale Kennarten:

*Kickxia spuria*, *Kickxia elatine*

Gegenüber den bisher besprochenen wird diese Assoziation in Westfalen vom Auftreten der beiden Tännelkraut-Arten *Kickxia spuria* und *Kickxia elatine* bestimmt. Zu ihnen gesellt sich mit höchster Stetigkeit *Euphorbia exigua*, die im *Kickxietum* einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt hat, aber auch anderen *Caucalidion*-Gesellschaften nicht fehlt. Das Bild vervollständigen diverse Verbandscharakterarten (z. B. *Legouisia speculum-veneris*, *Sherardia arvensis*, *Delphinium consolida* (= *Consolida regalis*), *Melandrium noctiflorum* (= *Silene noctiflora*), die allerdings nicht immer und überall gleichzeitig gefunden werden können. Ausgesprochen häufig im *Kickxietum* sind dagegen *Alopecurus myosuroides* und *Aethusa cynapium* ssp. *agrestis*.

Die Gesellschaft ist in Westfalen kennzeichnend für die schweren kalkhaltigen Böden der Tonmergel- und Kalkmergelschichten von Oberkreide, Jura, Keuper und Muschelkalk, wie sie in der Westfälischen Bucht und im Weserbergland vorzufinden sind. Die Bodentypen sind lehmig-tonige Pararendzinen und verbrauchte Mergelrendzinen mit naher Verwandtschaft zu Braunerden hoher Basensättigung. Diese Typen zeigen nicht selten Zeichen von Staunässe und gehen in ebenen und muldigen Lagen in basenreiche, tonige Pseudogleye über (Staufeuchtezeiger!).

Die Palette der potentiellen natürlichen Waldgesellschaften im Wuchsbereich des *Kickxietum* reicht dabei vom *Stellario-Carpinetum stachyetosum* über das *Asperulo-Fagetum circaetosum* bis zu verschiedenen Ausbildungen des *Melico-Fagetum* (BURRICHTER 1973).

Lit.: LIENENBECKER & RAABE (1981), BURRICHTER (1963, 1973, 1983), LIENENBECKER (1971, 1985), HÜPPE (1986).

## 7. Ass.: *Caucalido-Scandicetum* Tx. (1928) 1950

(Haftdolden-Venuskamm-Gesellschaft)

Regionale Kennarten:

Zahlreiche Verbandskennarten wie *Adonis aestivalis*, *Scandix pecten-veneris*, *Caucalis platycarpus*, *Anagallis foemina*, *Conringia orientalis*;  
eigene absolute Kennarten fehlen der Ass.

Als bezeichnende Getreideunkrautgesellschaft der flachgründigen, skelettreichen Karbonatgesteinsverwitterungsböden Westfalens tritt das *Caucalido-Scandicetum* auf, das von manchen Autoren auch als *Caucalido-Adonidetum* bezeichnet wird (z. B. BURRICHTER 1963, LIENENBECKER 1971). Aus mancherlei Gründen ist jedoch der von R. TÜXEN (1950) eingeführte Name dem letzteren vorzuziehen (vgl. HÜPPE 1986).

Das Verbreitungsbild des *Caucalido-Scandicetum* bringt die enge Bindung der Gesellschaft an flachgründig verwitternde Kalksteinstandorte zu Ausdruck. Zudem ist eine Bevorzugung wärme-klimatisch begünstigter Gebiete zu erkennen. In Westfalen beschränken sich die Vorkommen deswegen auch auf das Muschelkalkgebiet des Weserberglandes unter Bevorzugung des Höxter-Warburger Raumes zum Diemeltal hin.

Auf flachgründigen Mergelböden der Oberkreide (z. B. Paderborner Hochfläche) werden Bestände der Gesellschaft rasch vom *Kickxietum* abgelöst. Andererseits ist bedingt durch den Umstand, daß mit dem *Caucalido-Scandicetum* der *Caucalidion*-Verband auf dem europäischen Festland gegen Norden ausklingt, ein häufigeres Mischen mit Arten des *Aperion*-Verbandes festzustellen (*Apera spica-venti*, *Vicia hirsuta*, *Aphanes arvensis*, *Anthemis arvensis* etc.). Dafür ist eine Reihe von Kennarten in Westfalen bereits ausgefallen (z. B. *Nigella arvensis*, *Thymelaea passerina*, *Bupleurum rotundifolium*).

Ganz im Einklang mit den Standortbedingungen sind feuchtigkeitszeigende Pflanzen nur in sehr geringem Maße in den Beständen anzutreffen. *Carici-Fagetum* und *Melico-Fagetum* dürften die entsprechenden potentiellen natürlichen Waldgesellschaften sein.

Lit.: BÜKER (1939), LOHMEYER (1953), R. TÜXEN (1955), BORNKAMM & EBER (1967), LIENENBECKER (1971), BURRICHTER (1963, 1983), HÄCKER (1984).

## II. Hackfrucht- und Maisunkrautgesellschaften (*Chenopodieta*)

Entsprechend der Darstellung der Getreideunkrautgesellschaften Westfalens in einer Übersicht (Abb. 1) wurden auch die Gesellschaften der Hackfruchtäcker und der Maisfelder anhand ihrer synsystematischen Gliederung aufgelistet (Abb. 2).

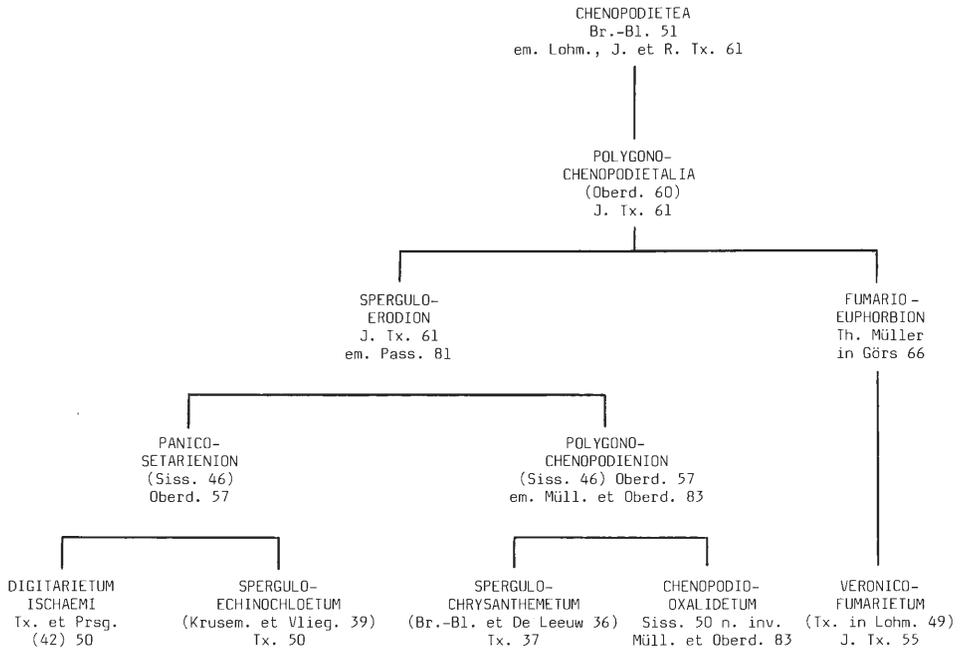


Abb. 2: Übersicht über die Gliederung der Unkrautgesellschaften der Hackfrüchte und des Maises in Westfalen

Ein erster vergleichender Blick läßt bereits die Analogie beider pflanzensoziologischer Klassen in den Vegetationseinheiten Verband und Unterverband erkennen. Dies ist zugleich ein Hinweis darauf, welche Verbände/Unterverbände sich infolge der Anbaurotation gegenseitig ersetzen. Es können folgende Zuordnungen vorgenommen werden:

- |                                   |   |                                |
|-----------------------------------|---|--------------------------------|
| V. <i>Aperion spica-venti</i>     | - | <i>Spergulo-Erodion</i>        |
| UV. <i>Arnoserenion minimae</i>   | - | <i>Panico-Setarienion</i>      |
| Uv. <i>Aphanenion arvensis</i>    | - | <i>Polygono-Chenopodienion</i> |
| V. <i>Caucalidion platycarpus</i> | - | <i>Fumario-Euphorbion</i>      |

### 1. Ass.: *Digitarietum ischaemi* Tx. et Prsg. (1942) 1950

(Fadenhirse-Gesellschaft)

Regionale Kennart:

*Digitaria ischaemum*

Beim *Digitarietum ischaemi* handelt es sich um eine ausgesprochene Tieflandgesellschaft. Sie besiedelt in Westfalen fast ausschließlich Maisäcker. Für das starke Auftreten besonders der Hirse-Arten *Digitaria ischaemum* und *Setaria viridis* gilt, daß sie kaum dezimierenden Einflüssen durch Herbizide unterworfen sind, sondern durch Konkurrenzvorteile jetzt sogar eine Förderung erfahren. Diese Gründe führen besonders in den Maisäckern mit ihrer intensiven Düngung, dem über lange Zeit lichtreichen Stand in der Entwicklung und der Herbizidanwendung zu Selektionsvorteilen für *Digi-*

*taria ischaemum*, die den Boden oftmals wie ein Teppich bedecken kann, so daß nur wenige andere Arten hochkommen. Neben den Hirse-Arten erreichen nur noch *Stellaria media*, *Chenopodium album* und *Agropyron repens* höhere Stetigkeitsklassen.

Bezeichnend für das Auftreten der Fadenhirse-Gesellschaft in Westfalen sind von Natur aus nährstoffarme, saure, trockene und daher leicht erwärmbare Sandböden, wie sie in dieser Zusammensetzung nur in den Pleistozängebieten der Westfälischen Bucht und des Westfälischen Tieflandes anzutreffen sind. In seiner Verbreitung entspricht das *Digitarietum* damit weitgehend dem *Teesdalia-Arno-seridetum*, der Schwestergesellschaft im Getreide, ist also im wesentlichen auf Standorte des trockenen Eichen-Birkenwaldes beschränkt.

Lit.: R. TÜXEN (1955), K. MEISEL (1966, 1968), LIENENBECKER (1971), BERGER (1976), BRINKMANN (1978), HÜPPE (1978, 1986).

## 2. Ass.: *Spergulo-Echinochloetum cruris-galli* (Krusem. et Vlieg. 1939) Tx. 1950 (Hühnerhirse-Spark-Gesellschaft)

Regionale Kennart:  
*Echinochloa crus-galli* (opt.)

Als weitere kennzeichnende Unkrautgesellschaft saurer Sandböden tritt in Westfalen das *Spergulo-Echinochloetum* auf. Ähnlich wie das *Digitarietum ischaemi* ist diese Assoziation in Maiskulturen besonders gut ausgebildet, fehlt aber auch nicht auf Kartoffel- und Rübenfeldern.

Kennart ist allein *Echinochloa crus-galli*, eine Art, die zwar der Gesellschaft nicht besonders treu ist (gesellschaftshold), aber in Bezug auf Stetigkeit und Deckungsgrade hier ihre Optimalwerte erreicht.

Höchste Stetigkeiten und zum Teil auch Deckungsgrade weisen auch die die Liste der Ordnungs- und Klassenkenn- und -trennarten anführenden Stickstoffzeiger *Polygonum* (= *Fallopia*) *convolvulus*, *Stellaria media*, *Polygonum persicaria* oder *Chenopodium album* und *Capsella bursa-pastoris* auf.

Als nitrophile Unkrautgesellschaft ist das *Spergulo-Echinochloetum* auf mäßig sauren, teilweise anlehmigen Sandböden in ganz Westfalen mit Ausnahme der Höhenlagen von Weser- und Süderbergland weit verbreitet. Auffällig erscheint die Korrelation seines Auftretens mit der Verbreitung von Plaggeneschböden, für die das *Echinochloetum* in Hackfrucht- und Maiskulturen geradezu typisch ist.

Die Kontaktgesellschaft auf den Getreideäckern ist nur selten das *Teesdalia-Arno-seridetum*, schon häufiger das *Papaveretum*, besonders jedoch ärmere Ausbildungen des *Aphano-Matricarietum*.

Die potentielle natürliche Vegetation bilden Waldgesellschaften, die reichere Bestände des Eichen-Birkenwaldes und vor allem sämtliche Untereinheiten des Buchen-Eichenwaldes umfassen.

Lit.: R. TÜXEN (1955), K. MEISEL (1966, 1968), LIENENBECKER (1971), BERGER (1976), HÜPPE (1978, 1986).

3. Ass.: *Spergulo-Chrysanthemetum segeti* (Br.-Bl. et De Leeuw 1936) Tx. 1937

(Saatwucherblumen-Gesellschaft)

Regionale Kennarten:

*Chrysanthemum segetum*, *Stachys arvensis*, *Lycopsis* (= *Anchusa*) *arvensis*

Floristisch und synsystematisch mit dem *Spergulo-Echinochloetum* verwandt ist das *Spergulo-Chrysanthemetum*, das sich vor allem durch die durchgängige Anwesenheit zumindestens einer der drei Assoziationscharakterarten *Stachys arvensis*, *Lycopsis* (= *Anchusa*) *arvensis* und besonders *Chrysanthemum segetum* von der Hühnerhirse-Spark-Gesellschaft unterscheidet.

Bis über 300 m Meereshöhe aufsteigend besiedelt das *Chrysanthemetum* vor allem anlehmige oder reichere humose Sandböden, greift aber auch auf entkalkte sandige Lehm Böden über, wo es jedoch schon meist von *Fumario-Euphorbion*-Gesellschaften abgelöst wird.

Den Standorten entsprechend umfaßt die Verbreitung ganz Westfalen, wenn gleich montane Lagen weitgehend ausgespart bleiben. So korrespondiert die Saatwucherblumen-Gesellschaft mit den verschiedenen mittlere Ansprüche stellenden Ausbildungen des *Aphano-Matricarietum*.

Buchen-Eichenwald und Hainsimsen-Buchenwald, aber auch Übergänge zum Eichen-Hainbuchenwald und zum Flattergras-Buchenwald, sind die bezeichnenden potentiellen natürlichen Waldgesellschaften.

Lit.: BUDDE & BROCKHAUS (1954), R. TÜXEN (1955), WATTENDORFF (1959), K. MEISEL (1966, 1968), LIENENBECKER (1971), BRINKMANN (1978), HÜPPE (1978, 1986).

4. Ass.: *Chenopodio-Oxalidetum fontanae* Siss. 1950 n. inv. Müll. et Oberd. 1983

(Vielsamengänsefuß-Sauerklee-Gesellschaft)

Regionale Kennart:

*Oxalis fontana*

DAss.:

*Chenopodium polyspermum* (opt.);

*Bidens tripartitus*, *Rorippa islandica*, *Rorippa sylvestris*, *Tussilago farfara*, *Ranunculus sceleratus*, *Malachium aquaticum*, *Atriplex hastata*, *Equisetum palustre* und weitere Nässezeiger

Das *Chenopodio-Oxalidetum* stellt in Westfalen eine Pflanzengesellschaft dar, die sich gegenüber den bisher beschriebenen durch eine ökologische Sonderstellung auszeichnet. Sie kommt nur auf feuchten, manchmal sogar nassen Hackfrucht- und Maisäckern mit verschiedenen nährstoffreichen, verdichteten Bodentypen vor. Es sind oftmals ehemalige Grünlandstandorte, die nach Umbruch in Ackerland verwandelt wurden und auf denen häufig Mais angebaut wird. Da die Entwicklung, die weg von der Grünlandnutzung und hin zum Ackerbau führt, auch in Westfalen noch lange nicht abgeschlossen sein dürfte, steht zu erwarten, daß auch in Zukunft weitere Wuchsorte für die Gesellschaft geschaffen werden.

Dem Standort entsprechend tritt eine besonders große Zahl von feuchtigkeitsliebenden Arten auf, die der Gesellschaft ihre besonderen Züge verleihen. Sie steht damit in engem Kontakt zu feuchten Ausbildungen des *Aphano-Matricarietum* der Halmfrüchte. Oft jedoch sind die *Oxalidetum*-Standorte für Getreide- und Hackfruchtarten zu naß, so daß sie dem Maisanbau vorbehalten bleiben und dementsprechend wenige Fruchtwechselreste der *Secalietea* aufweisen.

Die in ganz Westfalen anzutreffenden Bestände des *Chenopodio-Oxalidetum* weisen eine gute Übereinstimmung mit den Verbreitungsgebieten potentieller natürlicher Waldgesellschaften auf, die unter dem Sammelbegriff Auen- und Niederungswälder zusammengefaßt werden können.

Lit.: R. TÜXEN (1955), K. MEISEL (1966, 1968), LIENENBECKER (1971), BERGER (1976), HÜPPE (1986).

5. Ass.: *Veronico (agrestis)-Fumarietum (officinalis)* (Tx. in Lohm. 1949)  
J. Tx. 1955

(Ehrenpreis-Erdrauch-Gesellschaft)

Regionale Kennarten:

*Fumaria officinalis*, *Veronica agrestis*

Das *Veronico-Fumarietum* ist eine der häufigsten Ackerunkrautgesellschaften Westfalens. Besonders in Mais- und Zuckerrübenfeldern gedeiht die Gesellschaft gut, wenn man ihr nicht durch agrotechnische und agrochemische Maßnahmen ein Überleben unmöglich macht.

Als Assoziationscharakterarten fungieren mit *Fumaria officinalis* und *Veronica agrestis* zwei Arten, die im Zusammenspiel mit zahlreichen *Fumario-Euphorbion*-Verbandskenn- und -trennarten wie *Euphorbia helioscopia*, *Veronica persica*, *Lamium amplexicaule*, *Thlaspi arvense* und *Euphorbia peplus* das *Veronico-Fumarietum* klar gegen das *Spergulo-Chrysanthemetum* und das *Chenopodio-Oxalidetum* abgrenzen.

Die Gesellschaft ist großflächig auf lehmigen Sandböden bis Lehmböden vom Bodentyp der Braunerde mittlerer bis hoher Basensättigung, die zum Teil gleyartig verändert sein können, entwickelt (K. MEISEL 1968). Sie entspricht damit in ihrer Verbreitung dem reichen Flügel des *Aphano-Matricarietum* und dem *Kickxietum spuriae*, steigt allerdings im Bergland höher hinauf (vgl. RUNGE 1964).

Lit.: LOHMEYER (1953), R. TÜXEN (1955), RUNGE (1964), K. MEISEL (1966, 1968), LIENENBECKER (1971), HÜPPE (1978, 1986).

Angemerkt sei abschließend, daß möglicherweise als weitere Gesellschaften das *Thlaspio-Veronicetum politae* Görs 66 als Rotationsfolger des *Caucalido-Scandicetum* und das *Galeopsio-Sperguletum arvensis* Pass. et Jurko 75 in den höchsten Lagen des Süderberglandes auftreten könnten (vgl. HOFMEISTER 1981, OBERDORFER 1983). Beide Assoziationen sind bislang aber noch nicht durch Vegetationsaufnahmen in Westfalen belegt.

## Literatur

- BERGER, M. (1976): Vegetationskundliche Untersuchungen von Hackfruchtäckern im Raum Neuenkirchen/Kreis Gütersloh. – Staatsexamensarb. Päd. Hochsch. Westf.-Lippe, Abt. Bielefeld, Unveröffentl. Mskr., 91 S., Bielefeld.
- BORNKAMM, R. & W. EBER (1967): Die Pflanzengesellschaften der Keuperhügel bei Friedland (Kr. Göttingen). – Schriftenr. Vegetationskde. 2: 135–160, Bonn-Bad Godesberg.
- BRINKMANN, H. (1978): Schützenswerte Pflanzen und Pflanzengesellschaften der Senne. – Ber. Naturw. Ver. Bielefeld, Sonderheft: Beitr. z. Ökologie der Senne, I. Teil: 33–68, Bielefeld.
- BUDDE, H. & W. BROCKHAUS (1954): Die Vegetation des Südwestfälischen Berglandes. – Decheniana 102 B: 47–275, Bonn.
- BÜKER, R. (1939): Die Pflanzengesellschaften des Meßtischblattes Lengerich in Westfalen. – Abh. Westf. Prov. Mus. Naturkde. 10(1): 1–108, Münster/Westf.
- ,– (1942): Beiträge zur Vegetationskunde des südwestfälischen Berglandes. – Beih. Bot. Centralbl. 61 B: 452–558, Dresden.
- BURRICHTER, E. (1963): Das *Linarietum spuriae* Krusem. et Vlieg. 1939 in der Westfälischen Bucht. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 10: 109–115, Stolzenau/Weser.
- ,– (1973): Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht. (Erl. z. Übersichtskarte 1: 200000). – Landeskundl. Karten u. Hefte d. Geogr. Komm. f. Westfalen. Reihe: Siedlung u. Landschaft in Westfalen 8, 58 S., Münster/Westf.
- ,– (1983): Die Vegetation in Westfalen – eine Übersicht. – In: WEBER, P. & K.F. SCHREIBER (Hrsg.): Westfalen und angrenzende Regionen. Festschr. z. 44. Deutsch. Geographentag Münster, Teil I: 27–42, (Münster. Geogr. Arb. 15), Paderborn.
- HÄCKER, S. (1984): Die Vegetationsverhältnisse des Stockberges bei Ottbergen. – Egge-Weser 2(4): 192–215, Brakel.
- HILBIG, W. (1967): Die Ackerunkrautgesellschaften Thüringens. – Feddes Repert. 76: 83–191, Berlin.
- ,– (1973): Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der DDR. VII. Die Unkrautvegetation der Äcker, Gärten und Weinberge. – Hercynia, N.F. 10: 394–428, Leipzig.
- ,– (1975): Über den Stand der agrogeobotanischen Forschung in der DDR. – Biol. Rundschau 13: 344–358, Jena.
- HOFMEISTER, H. (1981): Ackerunkraut-Gesellschaften des Mittelleine-Innerste-Berglandes (NW-Deutschland). – Tuexenia 1: 49–62, Göttingen.
- HÜPPE, J. (1978): Die Ackerunkrautvegetation im Gebiet des nordwestlichen Teutoburger Waldes. – Staatsexamensarb. Univ. Münster, 109 S., Münster/Westf.
- ,– (1985): Die Ackerunkrautgesellschaften in der Westfälischen Bucht. – Diss. Univ. Münster, 194 S., Münster/Westf.
- ,– (1986): Die Ackerunkrautgesellschaften in der Westfälischen Bucht. – Abh. Westf. Mus. Naturkde. 48, im Druck.
- JAHN, S. (1952): Über die ‚Bindung‘ bestimmter Unkräuter an die Wintergetreidearten. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 3: 113–122, Stolzenau/Weser.
- LIENENBECKER, H. (1971): Die Pflanzengesellschaften im Raum Bielefeld-Halle. – Ber. Naturw. Ver. Bielefeld 20: 67–170, Bielefeld.
- ,– (1985): Floristische Beobachtungen am Waldhügel bei Rheine. – Natur u. Heimat 45(4): 119–124, Münster/Westf.
- LIENENBECKER, H. & U. RAABE (1981): Bemerkenswerte Unkräuter auf Kalkäckern am Südhang des Teutoburger Waldes. – Decheniana 134: 28–33, Bonn.
- LOHMEYER, W. (1953): Beitrag zur Kenntnis der Pflanzengesellschaften in der Umgebung von Höxter a. d. Weser. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 4: 59–76, Stolzenau/Weser.
- MEISEL, K. (1960): Bodenschätzung und Acker-Unkrautgesellschaften. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 8: 350–356, Stolzenau/Weser.
- ,– (1962): Die Artenverbindung der Winterfrucht-Unkrautgesellschaften des rheinisch-westfälischen Berglandes. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 9: 85–87, Stolzenau/Weser.
- ,– (1966): Ergebnisse von Daueruntersuchungen in nordwestdeutschen Ackerunkrautgesellschaften. – In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Anthropogene Vegetation. Ber. Int. Symp. IVV (Stolzenau/Weser 1961):: 86–93, Den Haag.

- , (1967): Über die Artenverbindung des *Aphanion arvensis* J. & R. Tx. 1960 im west- und nordwestdeutschen Flachland. – Schriftenr. Vegetationskde. 2: 123–133, Bonn-Bad Godesberg.
- , (1968): Ackerunkrautgesellschaften als Hilfsmittel für die Landschaftsökologie. – In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie. Ber. Int. Symp. IVV (Stolzenau/Weser 1968): 111–122, Den Haag.
- , (1969): Verbreitung und Gliederung der Winterfrucht-Unkrautbestände auf Sandböden des nordwestdeutschen Flachlandes. – Schriftenr. Vegetationskde. 4: 7–22, Bonn-Bad Godesberg.
- , (1970): Ackerunkrautgesellschaften im Hochsolling. – Schriftenr. Vegetationskde. 5: 115–119, Bonn-Bad Godesberg.
- , (1973): Ackerunkrautgesellschaften. – In: TRAUTMANN, W.: Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 200000. Blatt Nr. CC 5502 Köln. Potentielle Natürliche Vegetation. Schriftenr. Vegetationskde. 6: 46–57, Bonn-Bad Godesberg.
- MEISEL, S. (1969): Ackernutzung und Unkrautgesellschaften der Naturräume in der Umgebung des Wiehengebirges. – Vegetatio 18: 246–256, Den Haag.
- OBERDORFER, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III. – Pflanzensoziologie 10, Teil III, 2. Aufl., 455 S., Stuttgart, New York.
- RUNGE, F. (1964): Die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Altenhündem/Sauerland. – Decheniana 116(1/2): 99–114, Bonn.
- , (1972): Die Flora Westfalens. – 2. Aufl., Münster/Westf.
- TÜXEN, J. (1955): Über einige vikariierende Assoziationen aus der Gruppe der Fumarieten. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 5: 84–89, Stolzenau/Weser.
- TÜXEN, R. (1950): Grundriß einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Eurosibirischen Region Europas. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 2: 94–175, Stolzenau/Weser.
- , (1955): Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem., N.F. 5: 155–176, Stolzenau/Weser.
- WATTENDORFF, J. (1959): Spark-Wucherblumengesellschaft im Kreise Recklinghausen. – Natur u. Heimat 19(1): 1–4, Münster/Westf.

Anschrift des Verfassers: Dr. Joachim Hüppe, Westf. Amt für Landespflege – Außenstelle Detmold –, Drostenkamp 28, D-4930 Detmold



# Zum Vorkommen eines *Junco-Molinietum* im nördlichen Münsterland

Georg Verbücheln

## Summary

A *Junco-Molinietum*, situated in the north of the Münsterland, was investigated by phytosociological means. Because of the high frequency of *Juncus conglomeratus*, the association is attributed to the atlantic *Juncion acutiflori*. The occurrence of *Silaum silaus* in addition to *Dactylorhiza majalis* and *Dactylorhiza maculata* makes the described stand worthy of protection.

## 1. Einleitung

In der Gemarkung „Hanseller Floth“ nördlich von Münster am Fuße des Altenberger Höhenrückens liegt ein Grünlandkomplex mit dem in Westfalen sehr seltenen *Junco-Molinietum*, das nach einer kurzen Charakterisierung des Fundorts näher beschrieben werden soll.

## 2. Angaben zum Fundort

Das Grünlandvorkommen befindet sich am Rand einer flachen Bodenmulde mit anstehendem, kalkhaltigem Wiesentonmergel. Der mittlere Grundwasserstand liegt etwa 60 cm unter Flur. In den peripheren Bereichen der Flachmulde wird der Wiesentonmergel von pleistozänen und holozänen Flugsanden überlagert. Nach ergiebigen Niederschlägen und während der Winter- und Frühjahrsmonate kommt es auf den Tonböden zu Überstauungen mit zeitweilig länger andauernder Oberflächenvernässung. Die Standorte des *Junco-Molinietum*, die im Übergangsbereich Lehm/Sand und auf Sand liegen, sind daher wechsellöss bis wechselfeucht.

Die unterschiedlichen Bodenverhältnisse bedingen entsprechende Unterschiede in der natürlichen Vegetation, die hier recht gut vor Ort zu studieren ist, da noch Waldrestparzellen im Kontakt zu den Grünlandflächen erhalten sind. Auf den Lehm Böden stockt ein Wald (z. T. geforstet), der dem *Carpinion betuli* nahesteht, während auf dem Sand ein *Betulo-Quercetum molinietosum* wächst.

Das gesamte Grünland wird seit etwa fünf Jahren nicht mehr genutzt.

## 3. Synsystematik und Vegetation

Das *Junco-Molinietum* Prsg. 51 wird hinsichtlich seiner synsystematischen Stellung und systematischen Fassung unterschiedlich beurteilt. Bisher meist dem *Molinion W. Koch* 26 zugeordnet, wird die in dieser Abhandlung beschriebene Assoziation in Anlehnung an DE FOUCAULT & GEHU (1978) und OBERDORFER (1983) dem atlantischen *Juncion acutiflori* Br.-Bl. 47 angeschlossen. Das *Junco-Molinietum* ist durch eine Vielzahl von Assoziations-Differentialarten aus den *Nardo-Callunetea* gut charakterisiert (s. Tab. 1). Außerdem gehören neben *Juncus conglomeratus*, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im *Juncion acutiflori* hat (DE FOUCAULT & GEHU 1978), *Molinia caerulea* und *Succisa pratensis* zu den Kennarten der Gesellschaft. Letztere kommen aber als Assozia-

Tabelle 1: *Junco - Molinietum* Prsg.51

- Nr. 1 - 2: Subassoziation v. *Carex nigra*, typische Variante  
 Nr. 3 - 5: Subassoziation v. *Carex nigra*, Variante v. *Silaum silaus*  
 Nr. 6 - 7: typische Subassoziation, typische Variante

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Größe der Aufnahmefläche(m <sup>2</sup> )	30	20	40	40	50	20	30
Vegetationsbedeckung(%)	100	100	100	100	100	100	100
Artenzahl	34	32	41	37	31	21	25

D - Ass. + VC.:

<i>Junco conglomeratus</i>	2	1	2	2	4	2	1
<i>Potentilla erecta</i>	1	.	1	1	.	2	1
<i>Luzula campestris</i>	1	+	1	.	.	1	.
<i>Carex pallascens</i>	+	1	1	+	.	.	.
<i>Nardus stricta</i>	1	.	.	.	.	+	.
<i>Danthonia decumbens</i>	1	.	.	.	.	+	.
<i>Dactylorhiza maculata</i>	.	.	1	.	.	.	.

D - Subassoziation von:

<i>Carex nigra</i>	+	+	1	.	2	.	.
<i>Agrostis canina</i>	+	1	.	2	2	.	.
<i>Galium palustre</i>	+	+	1	1	.	.	.
<i>Ranunculus flammula</i>	.	+	.	+	+	.	.

d - Variante von:

<i>Silaum silaus</i>	.	.	+	+	1	.	.
----------------------	---	---	---	---	---	---	---

QC.:

<i>Succisa pratensis</i>	1	2	1	2	+	1	1
<i>Molinia caerulea</i>	1	+	+	.	1	2	2
<i>Carex panicea</i>	2	1	2	2	2	1	1
<i>Achillea ptarmica</i>	1	1	1	2	2	1	1
<i>Cirsium palustre</i>	1	+	1	1	1	+	+
<i>Lotus uliginosus</i>	1	1	1	3	2	1	1
<i>Lythrum salicaria</i>	+	+	+	+	1	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	1	+	+	.	.	.
<i>Junco effusus</i>	+	.	.	1	1	.	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	+	+	+	.	.	.
<i>Dactylorhiza majalis</i>	+	.	1	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	+	.	1	.	.	.	+

KC.:

<i>Festuca rubra ssp. rubra</i>	3	2	2	1	+	3	3
<i>Holcus lanatus</i>	+	+	+	1	1	1	2
<i>Rumex acetosa</i>	2	1	2	1	1	1	1
<i>Phleum pratense</i>	+	+	1	1	1	+	1
<i>Plantago lanceolata</i>	+	2	1	2	.	.	.
<i>Ranunculus acris</i>	.	1	1	1	.	.	+
<i>Centaurea jacea</i>	+	3	2	1	+	.	1
<i>Vicia cracca</i>	.	.	+	1	1	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	+	.	1	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	+	.	.	1

Begleiter:

<i>Agrostis tenuis</i>	3	+	2	2	1	3	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	2	3	3	1	1	1
<i>Rhynchospora squarrosa</i>	1	.	2	.	.	+	2
<i>Carex hirta</i>	2	+	+	1	1	2	1
<i>Equisetum arvense</i>	+	1	+	+	.	.	+
<i>Stellaria graminea</i>	1	+	1	2	1	+	1
<i>Carex leporina</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Agrostis stolonifera</i>	1	+	.	.	+	.	+
<i>Brachythecium rutabulum</i>	.	.	1	1	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	1	1	.	.	.
<i>Acrocladium cuspidatum</i>	.	.	1	.	1	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	+	.	.	.	+	.	+
<i>Quercus robur(KLG)</i>	.	.	.	1	.	.	.
<i>Rumex conglomeratus</i>	.	1	.	.	.	.	.
<i>Carex flacca</i>	.	.	1	.	.	.	.

Fortsetzung Tab. 1:

Außerdem je einmal mit + in: Nr. 2: *Cerastium fontanum* agg. (KC), *Juncus acutiflorus* (VC); Nr. 3: *Cardamine pratensis* (KC), *Lysimachia nummularia*, *Briza media*; Nr. 4: *Salix repens* (OC), *Potentilla anserina*, *Iris pseudacorus*, *Corylus avellana* (KLG); Nr. 5: *Reucedanum palustre*, *Urtica dioica*, *Juncus articulatus*;

tions- oder Verbandscharakterarten nicht in Frage, da sie gleichermaßen im *Molinion* wie im *Juncion acutiflori* vertreten sind.

Die acidophile Benthalm-Wiese verdankt ihre Existenz einer extensiven landwirtschaftlichen Grünlandnutzung. Sie gedeiht nur auf ungedüngten Böden geringer Basensättigung, d. h. auf Torf oder Sand und wird einmal im Jahr am Ende der Vegetationsperiode gemäht. Die in Tabelle 1 zusammengefaßten Aufnahmen lassen sich in zwei verschiedene Untergesellschaften gliedern:

#### a) Die Subassoziation von *Carex nigra* (Nr. 1-5)

Die Bestände dieser Untereinheit entsprechen der von MEISEL (1969) beschriebenen typischen Subassoziation in der Subassoziationsgruppe von *Carex nigra*. Im „Hanseller Floth“ besiedeln sie die häufig staunassen Randbereiche der Flachmulde und stehen in Kontakt zu ausgedehnten Flutrasenformen des *Carici-Agrostietum caninae*. An den Stellen, wo der Kalkgehalt des Wiesentonmergels Einfluß auf die Bodenreaktion nimmt, wächst eine Variante mit *Silaum silaus* (Nr. 3-5). Bemerkenswerte Vorkommen dieser im Gebiet des Altenberger Höhenrückens nicht seltenen Art finden sich ansonsten nur noch auf lehmig-tonigen Böden im Einzugsbereich der Beckumer Berge und im Gebiet der mittleren Lippe einschließlich ihrer Nebenflüsse. Als *Molinion*-Art signalisiert *Silaum silaus* zusammen mit *Carex flacca* und *Briza media* (vgl. Nr. 3) Übergänge zu kalkhohen *Molinion*-Gesellschaften, wie sie in der Westfälischen Bucht nur in den Beckumer Bergen zu finden sind.

#### b) Die typische Subassoziation (Nr. 6-7)

Die Bestände der typischen Subassoziation wachsen auf humosem Sand. Ihre Standorte sind lediglich wechselfeucht und werden selten völlig überstaut. Dementsprechend geht der Anteil der *Molinietalia*-Arten in dieser Untergesellschaft zurück.

Alle Bestände sind reich an Arten, die sehr düngempfindlich sind. Neben den Assoziations-Differential-Arten gehören dazu die quantitativ den Aspekt bestimmenden Arten: *Festuca rubra*, *Anthoxanthum odoratum* und *Agrostis tenuis*. Weitere Magerkeitszeiger sind *Molinia caerulea*, *Succisa pratensis*, *Carex panicea*, *Centaurea jacea* und die mit starken Populationen vertretenen Orchideen *Dactylorhiza majalis* und *Dactylorhiza maculata*. Keimlinge von *Quercus robur* und *Corylus avellana* (vgl. Nr. 4) signalisieren im übrigen die beginnende Degeneration der Bestände und deren Weiterentwicklung zurück zum Wald.

## 4. Schutzwert

Infolge der landwirtschaftlichen Intensivierung während der letzten Jahrzehnte gehört das *Junco-Molinietum* zu den stark bedrohten Pflanzengesellschaften. Insbesondere seit 1950 (MEISEL 1984) hat der Anteil des artenreichen Extensivgrünlandes merklich abgenommen. Somit ist ein hoher Prozentsatz düngempfindlicher Pflanzenarten



Abb. 1: *Junco-Molinietum typicum* in „Hanseller Floth“.

in seinem Bestand gefährdet (MEISEL 1984, FOERSTER et al. 1979). Auf diesem Hintergrund muß die zuvor beschriebene Assoziation gesehen werden, die nirgendwo sonst in Westfalen so typisch erhalten ist. Dabei dürften extensiv genutzte acidophile Feuchtwiesen gerade im nördlichen Münsterland aufgrund der edaphischen Gegebenheiten recht häufig gewesen sein. So bemerkt SCHWERZ (1836) in seiner ‚Beschreibung der Landwirtschaft in Westfalen‘ über das Sandmünsterland: „Es fehlt in Westfalen ebenso wenig an Sand, als an moorigen Wiesen.“ Das sehr artenreiche *Junco-Molinietum* (im Durchschnitt 31,5 Arten), dem durch das Vorkommen von *Silaum silaus* besondere Bedeutung zukommt, ist damit das Relikt der landwirtschaftlichen Nutzungsweise einer Zeit, die noch durchaus bereichernd auf die Vegetation wirkte (vgl. BURRICHTER 1977).

Einerseits als Zeugnis dieser extensiven Periode innerhalb der Geschichte der Landwirtschaft, andererseits aber auch als Refugium vieler heute stark existenzbedrohter Pflanzenarten (*Dactylorhiza majalis*, *Dactylorhiza maculata*) sollte es erhalten bleiben.

## 5. Zusammenfassung

Der Artikel beschreibt das Ergebnis einer pflanzensoziologischen Untersuchung an einem *Junco-Molinietum* im nördlichen Münsterland. Neben synsystematischen und pflanzensoziologisch-floristischen Betrachtungen wird die Naturschutzwürdigkeit dieser Assoziation erörtert, die durch das Vorkommen von *Silaum silaus*, wie auch *Dactylorhiza majalis* und *Dactylorhiza maculata* besonderen Seltenheitswert besitzt.

## 6. Literatur

- BURRICHTER, E. (1977): Vegetationsbereicherung und Vegetationsverarmung unter dem Einfluß des prähistorischen und historischen Menschen. - *Natur und Heimat* 37(2): 46-52, Münster.
- FOUCAULT, B. & J.-M. GEHU (1978): Essai systématique et chorologique sur les prairies à *Molinia caerulea* et *Juncus acutiflorus* de l'Europe occidentale. - Coll. Phytoso. VII: 135-164, Vaduz.
- FOERSTER, E., W. LOHMEYER, E. PATZKE & F. RUNGE (1979): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Arten von Farn- und Blütenpflanzen. - Schriftenr. Landesanstalt f. Ökologie, Landschaftsentwicklung u. Forstplanung NRW 4: 19-34. Recklinghausen.
- MEISEL, K. (1969): Zur Gliederung und Ökologie der Wiesen im nordwestdeutschen Flachland. Schriftenr. f. Vegetationskunde, H. 4: 23-48, Bad Godesberg.
- , (1984): Landwirtschaft und „Rote Liste“-Pflanzenarten. - *Natur und Landschaft*, 59(7/8): 301-307, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III. - 2. Auflage, Stuttgart.
- SCHWERZ, J.N. von (1836): Beschreibung der Landwirtschaft in Westfalen. - Faksimiledruck nach der Ausgabe von 1836, Münster-Hiltrup.

Anschrift des Verfassers: Dr. Georg Verbücheln, Botanisches Institut der Universität Düsseldorf - Abteilung Geobotanik - Universitätsstr. 1, D-4000 Düsseldorf 1.



# Synsoziologische Untersuchungen an der Küstenvegetation

Dietbert Thannheiser

## I. Einführung

In den gemäßigten und subarktischen Breiten gleichen sich die Vegetation der Seemarschen sowie die der Küstendünen über große Regionen in ihrem äußeren Bild. Physiognomisch unterscheiden sich die Küstenpflanzengesellschaften in der subarktischen Zone durch ihren niedrigen Wuchs von den höher und üppiger wachsenden Pflanzengesellschaften der gemäßigten Breiten. Auch ist für diese Breitengrade die Artenarmut charakteristisch und wird durch einen großen Individuenreichtum ausgeglichen. Besonders die Artenzusammensetzung und die Zahl der Pflanzengesellschaften sind von der Breitenkreislage (hier vor allem von den Klimabedingungen) abhängig. Für die Verteilung der Pflanzen an der Küste erweisen sich vor allem die Salinität, der Grad der Wasserbedeckung und der Wind als die wichtigsten Standortsfaktoren. Die durchschnittliche Artenzahl der Phytozönosen nehmen vom Hydrolitoral (Wasserstrand) zum Geolitoral (Landstrand) deutlich zu. Mit zunehmender Entfernung vom MTHW-Niveau verstärkt sich auch der grünlandartige Charakter der Pflanzenwelt auf den Seemarschen, und die Bezeichnung Salzwiese (Salzrasen) ist treffender. Wenn auch die gürtelartigen, strandparallel zonierten Pflanzengesellschaften über große Strecken in den Salzwiesen ähnlich sind, wird doch die gesetzmäßige Anordnung durch Priele und Strandwälle, die andere standortgebundene Pflanzengesellschaften bedingen, immer wieder gestört. Die ursprüngliche Vegetation der Salzwiesen hat sich durch die Einwirkung der Beweidung, durch Plaggenhieb, durch Anlage von Gräben und Störungen durch den Fremdenverkehr besonders an der niedersächsischen Küste stark verändert.

Vor allem in der gemäßigten Zone ist durch die Beeinflussung von Mensch und Tier die Vielfältigkeit der Vegetation verstärkt worden. Um die Fülle der Vegetationseinheiten gleichrangig zu bewerten, ist es sinnvoller, die Vegetation der Seemarschen und der Küstendünen als Vegetationskomplexe in ihrer Gesamtheit zu untersuchen. Bei der Betrachtung der Vegetationskomplexe hat sich seit über 13 Jahren die synsoziologische Methodik (Symphytosoziologie) bewährt. Die Bedeutung dieser vegetationsanalytischen Betrachtungsweise wird in der Zukunft noch steigen, da die genaue Verteilung der Vegetationseinheiten für größere, vergleichende Gebiete festgehalten und ökologische Störungen auch quantitativ schnell erkannt werden können.

Die synsoziologische Behandlung von Vegetationstypen im Küstenbereich gehört noch zu den Ausnahmen; sie wurde von GEHU (1976 u. 1978) an der Küste Frankreichs angewendet, die Küstenbereiche Polens wurden von WOJTERSKI (1978) auf diese Weise beleuchtet. Weitere Untersuchungen liegen von SCHWABE & KRATOCHWIL (1984) über Borkum und von THANNHEISER (1981) über Neufundland und den Bottnischen Meerbusen (1982) vor. In Südnorwegen erprobten VEVLE und Mitarbeiter (1985) die Methode ebenfalls im Strandbereich.

In der vorgelegten Veröffentlichung werden die verschiedenen Arten der synsoziologischen Methodik an unterschiedlichen Objekten der Küstenvegetation vorgestellt.

In überschaubaren kleinen Gebieten (Neufundland, Wangerooze, Unterelbe) konnten über verschiedene Fragestellungen Tabellen von Sigmeten sowie von einem Teil-Geosigmetum vorgelegt werden. Auch bei großräumigen Betrachtungen der Strandvegetation in Norwegen, Schweden und Finnland wurden Resultate erzielt und durch zwei Sigmeten-Tabellen und eine Geosigmetum-Tabelle ergänzt.

Die angeführten Beispiele können Anregungen geben, zukünftig in ähnlicher Weise die Küstenvegetation in anderen Gebieten zu behandeln.

Am Institut für Geographie der Universität Münster existierte eine kleine Forschergruppe, die im Rahmen ihrer Staatsexamens- und Diplomarbeit sowie Dissertation vegetationskundliche Untersuchungen im Küstenbereich von Mittel- und Nord-europa durchführten. Die Damen und Herren erhielten während ihres Studiums ihre solide geobotanische Ausbildung von Herrn Prof. Dr. BURRICHTER (Institut für Botanik der Westf. Wilhelms-Universität). Es handelt sich um folgende ehemalige Studenten/innen: Herr Karl-Peter Hellfritz, Frau Susanne Hörger, Herr Michael Huys, Frau Marion Ikemeyer, Frau Diana Rembges, Herr Ernst Sasse, Frau Gabriele Schmidt und Herr Thomas Willers. Da alle Examenskandidaten auch synsoziologische Untersuchungen in ihren Testgebieten vornahmen, werden hier einige typische synsoziologische Tabellen vorgestellt, da die schriftlichen Arbeiten nicht veröffentlicht und somit schwer zugänglich sind.

## II. Methodische Grundlagen

Die vegetationsgeographische Betrachtungsweise beschäftigt sich vorrangig mit der Charakterisierung von homogenen Gebieten. Eine sinnvolle Typologie der räumlichen Einheiten und Beziehungen zu anderen Landschaftsbestandteilen sowie eine hierarchische Ordnung wird immer wieder von der geographischen Forschungsrichtung verfolgt. Nicht nur eine Gruppierung in höhere Einheiten wird angestrebt, sondern auch eine nähere Betrachtung der Untereinheiten. SCHMITHÜSEN (1959), durch den Pflanzensoziologen BRAUN-BLANQUET (1951) inspiriert, prägte den Begriff des „landschaftlichen Vegetationskomplexes“ und lieferte den Anstoß, die Gesellschaftsausstattung in homogenen Vegetationsgebieten zu verfolgen sowie eine steigende Größenordnung vorzunehmen.

Mit der floristisch-soziologischen Methode nach BRAUN-BLANQUET (1951) werden Pflanzengesellschaften und Assoziationen (Vegetationseinheiten, Phytozöosen) aus-geschieden, die als landschaftliche Bausteine angesehen werden. So wie die Arten (Taxa) die Bestandteile der Pflanzengesellschaft (Syntaxa) bilden, wird die Gesamtzahl aller Vegetationseinheiten in homogenen Gebieten zu Vegetationskomplexen (Gesellschaftskomplexen, Sigma-Syntaxa), zu sogenannten Sigmeten (Sigmassoziationen), zusammengefaßt (TÜXEN 1973). In einem Sigmetum können Vegetationseinheiten von verschiedenen Klassen nach dem pflanzensoziologischen System von BRAUN-BLANQUET (1951) zusammengefaßt sein. Nach der Forderung von TÜXEN (1978) sollte Grundbedingung für die Bewertung eines Sigmetums (Sigmets) das Vorhandensein einer oder mehrerer Kenngesellschaften bzw. Kennassoziationen in der Gesellschafts-verbinding sein. Daraus folgt, daß die Art der Vergesellschaftung von Pflanzengesellschaften zu erfassen ist. In einem Sigmetum werden die Gesellschaften und Assoziationen sowie ihre Subassoziationen und Varianten (einschließlich Untergesellschaften und fragmentarisch ausgebildeten Beständen sowie Phasen) mit derselben siebenteiligen Skala von BRAUN-BLANQUET (1951) bewertet und in einer Tabelle zusammengefaßt.

Die einzelnen Aufnahme­flächen bei der Sigmetenerfassung sind im Gegensatz zu den eher quadratischen Probeflächen bei der Assoziationsaufnahme linear ausgerichtet; die einzelnen Transektflächen verfügen über Breiten zwischen 10 und 50 m, und die Länge kann von 100 bis 500 m variieren. In der Praxis hat sich die überschaubare Größe etwa eines Fußballfeldes als günstig erwiesen; als Minimalgröße der Aufnahme­fläche sind 2000 m<sup>2</sup> anzusetzen und die Maximalgröße von 10000 m<sup>2</sup> sollte nicht überschritten werden, denn selbst in den gut taxierbaren Salzwiesen geht ab einer gewissen Größe die Übersichtlichkeit verloren.

Die vegetationslosen Flächen (Priele, Sandflecken, Schlickmulden) innerhalb einer Transektfläche werden nicht separat aufgeführt, gehen jedoch in die Berechnung der Gesamtfläche mit ein.

Bei den vorgelegten Küstenuntersuchungen traten bei den Abgrenzungen der einzelnen Sigmeten keine Probleme auf, da vorrangig die gut definierbaren Salzwiesen taxiert wurden. Die Aufstellung der Tabelle erfolgt nach denselben Richtlinien wie bei der Ordnung von pflanzensoziologischen Gesellschaftstabellen.

Bei der Benennung der Sigmassoziation sollte man immer eine qualitative Bewertung vornehmen und Kenngesellschaften heranziehen, wie es TÜXEN (1973 u. 1978) vorgeschlagen hat. Eine quantitative Kennzeichnung mittels der Gesellschaft mit dem größten Areal ist nicht zu empfehlen, weil dann Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Salzwiesen fehlen sowie eine hierarchische Ordnung schwierig ist. Zur Benennung kann diejenige charakteristische Vegetationseinheit gewählt werden, die ihre größte Stetigkeit und ihr Optimum im jeweiligen Sigmet hat.

Bei der Bewertung eines Gebietes mit der sigmasozziologischen Methode ist es vorteilhaft, viele Aufnahme­flächen auszuwerten, denn nur dadurch kann eine nahezu objektive Bewertung aller Vegetationseinheiten erfolgen.

Im Unterschied zur normalen Assoziationstabelle werden hier keine Aufnahmen ausgesondert. Die ranglosen dominierenden Vegetationseinheiten (Gesellschaften, Bestände, Fragmente) werden bei der sigma-syntaxonomischen Betrachtung besser berücksichtigt als bei der normalen pflanzensoziologischen Methode.

Die kleinräumig punkt- oder linearförmig eingesprengten Vegetationseinheiten, die in anderen, benachbarten Sigmeten großflächig entwickelt sind und die vertretenen Einheiten, meist einartige Klassen sind für die Sigmetbetrachtung besonders wichtig. Bei der Bearbeitung sehr großer Vegetationsgebiete ist es bei genügend umfassendem Aufnahmematerial möglich, das Optimum und die Grenzen eines Sigmetes festzustellen. Eine Untergliederung des jeweils nach seiner Kenngesellschaft benannten Sigmeten in Subsigmeten anhand von Differentialgesellschaften ist möglich.

Aus vegetationsgeographischer Sicht ist es jedoch besser, eine übersichtliche Stetigkeitstabelle aufzustellen, weil man bei allen ermittelten Vegetationseinheiten den Grad der Verbreitung schneller taxieren kann. Mit der synsoziologischen Methode wird die quantitative Bewertung aller Einheiten in kleinräumigen Gebieten hervorgehoben, wie es nur bei einer exakten Kartierung möglich ist.

Wie die Pflanzengesellschaften und Assoziationen, die aufgrund ihrer Artenkombinationen zu einem abstrakten hierarchischen System (Verbände, Ordnungen, Klassen) vereinigt werden können, ist es auch möglich, syntaxonomisch verwandte Sigmeten zur Bildung von höheren Integrationsstufen wie Verbände (Sigmion), Ordnungen (Sigmetalia) und Klassen (Sigmetea) zu vereinigen.

Neben der Vergesellschaftung von Sigmaten beschreibt TÜXEN (1978) ein zweite, stärker geographische Betrachtungsweise, bei der eine Vereinigung von eng Kontakt haltenden Sigmaten zur Bildung von Sigmat-Komplexen (Geo-Sigma-Syntaxa) oder sogenannten Geosigmaten führt.

Besonders bei der Bewertung großräumiger Küstengebiete ist die geosigmatsoziologische Methode vorteilhaft, weil sich hier aneinandergrenzende oder miteinander verzahnte Kontaktgruppen von Sigmaten über sehr große Gebiete in nahezu gleicher Kombination wiederholen. Bei der Kennzeichnung eines Geosigmatums können Charakter-Sigmaten herangezogen werden.

Syntaxonomisch verwandte Geosigmaten lassen sich ebenfalls zu höheren Einheiten (Geosigmion, Geosigmatelia) zusammenfassen. Diese synsoziologische Gruppierung erlaubt eine leichtere Kartierung der realen Vegetation mit kleinem Maßstab (TÜXEN 1977).

Eine wesentliche Aufgabe der Synsoziologie besteht nach den Autoren ZOLLER, BEGUIN und HEGG (1978) darin, die von Landschaft zu Landschaft wechselnden Diversitätsmuster der Pflanzendecke zu beschreiben und damit verschiedene Landschaftstypen durch Besonderheiten dieser Muster zu charakterisieren.

### III. Untersuchungen von Sigmaten in kleinen Gebieten

#### a. Neufundland

Auf der Insel Neufundland konnten im Jahre 1978 vom Autor zwei Salzwiesen (Tab. I) mit der synsoziologischen Methode betrachtet werden (THANNHEISER 1981). In der Salzwiese bei Stephenville Crossing wurden 10 repräsentative Versuchsflächen (von je 2000 m<sup>2</sup>), die gleichmäßig über das ca. 50000 m<sup>2</sup> große Gebiet verteilt waren, untersucht. In der nördlicher gelegenen Salzwiese bei St. Paul wurden ebenfalls 12 regelmäßig verteilte Aufnahmeflächen von insgesamt 25000 m<sup>2</sup> in einem ca. 5 ha großen Seemarschgebiet behandelt.

Aus der vorgelegten Stetigkeitstabelle ist zu ersehen, daß besonderer Wert auf den Grad der Bedeckung bei Untereinheiten wie Subassoziationen und Varianten gelegt worden ist. Die Untereinheiten der Assoziationen geben verstärkt Initial-, Optimal- und Degenerationsausbildungen der Syntaxa an und spielen flächenmäßig eine große Rolle. Die Notierung der ranglosen Vegetationseinheiten wie die der Gesellschaften und die Ausbildungen sind ebenso für das Sigmat aufschlußreich, weil besonders diese Phytozönosen bei mehr oder weniger starker Verbreitung ökologische Rückschlüsse zulassen. Das Auftreten der *Festuca rubra*-Gesellschaft in der Salzwiese von St. Paul ist z. B. auf die dortigen Weideeinflüsse zurückzuführen.

Im allgemeinen ist es in kleinräumigen Gebieten immer angebracht, mit Untereinheiten zu arbeiten, da eine differenziertere und typischere Aussage über das Gebiet als Ganzes gemacht werden kann, als wenn nur mit Assoziationen operiert wird. Die vorgelegte synsoziologische Tabelle ist ebenso leicht zu interpretieren wie eine normale pflanzensoziologische Tabelle synthetischer Art. Aus den Zeilen ist zu ersehen, aus welchen Phytozönosen sich die Sigmassoziation aufbaut, aus den Spalten, in welchen Subsigmeten die betreffende Vegetationseinheit mit welchem Gewicht auftritt. In der vorgelegten Stetigkeitstabelle sind die exponierten Zahlen zu beachten. Sie geben die Amplitude der Deckungsgrade, d. h. in diesen Fällen die Flächenanteile einzelner Gesellschaften in den Transekten wieder.

Tab. 1: Sigmetum von *Triglochin* *gaspensis*, Subassoziation von *Plantago* *maritima* THANNHEISER 1982

1 = Sigmasubassoziation von *Spartinetum alterniflorae*, Subassoziation von *Plantago* *maritima*  
 2 = Sigmasubassoziation von *Plantagini-Caricetum subspathaceae*, Ausbildung von *Ranunculus cymbalaria*

Spalte:	1	2
Ort:	Stephenville Crossing	St. Paul
Datum:	7.9.78	8.9.78
Größe der Probestfläche (m <sup>2</sup> ):	20.000	25.000
Anzahl der Sigmagesellschaftsaufnahmen:	10	12

Kenngesellschaften der Sigmaassoziation:

Subassoziation von <i>Plantago</i> <i>maritima</i> des <i>Triglochin</i> <i>gaspensis</i>	III <sup>+2</sup>	IV <sup>1-2</sup>
Ausbildung von <i>Glaux</i> <i>maritima</i> der <i>Plantago</i> <i>maritima</i> -Gesellschaft	IV <sup>+2</sup>	III <sup>+3</sup>
Typische Subassoziation des <i>Ranunculetum cymbalariae</i>	III <sup>r-1</sup>	II <sup>1-2</sup>
<i>Salicornia europaea</i> -Gesellschaft	I <sup>2-5</sup>	V <sup>3-4</sup>
Subassoziation von <i>Plantago</i> <i>maritima</i> des <i>Scirpetum rufi</i>	I <sup>1-2</sup>	III <sup>1-3</sup>

Trenngesellschaften der Sigmasubassoziationen:

Subassoziation von <i>Plantago</i> <i>maritima</i> des <i>Spartinetum alterniflorae</i>	V <sup>2-4</sup>	.
Typische Subassoziation des <i>Juncetum gerardii</i>	V <sup>1-3</sup>	.
Subassoziation von <i>Agrostis stolonifera</i> des <i>Juncetum gerardii</i>	V <sup>1-4</sup>	.
<i>Scirpetum americanum</i>	IV <sup>r-4</sup>	.
Variante von <i>Salicornia europaea</i> der Typischen Subassoziation d. <i>Spartinetum alterniflorae</i>	III <sup>1-3</sup>	.
Ausbildung von <i>Ranunculus cymbalaria</i> des <i>Plantagini-Caricetum subspathaceae</i>	.	V <sup>2-4</sup>
Variante von <i>Salicornia europaea</i> der Typischen Subassoziation des <i>Puccinellietum pauperculae</i>	.	V <sup>1-4</sup>
<i>Festuca rubra</i> -Gesellschaft	+	V <sup>+3</sup>
Subassoziation von <i>Triglochin</i> <i>gaspense</i> des <i>Plantagini-Caricetum subspathaceae</i>	.	V <sup>1-4</sup>
Typische Subassoziation des <i>Triglochin</i> <i>gaspensis</i>	.	V <sup>1-3</sup>
Subassoziation von <i>Puccinellia paupercula</i> des <i>Plantagini-Caricetum subspathaceae</i>	.	IV <sup>1-3</sup>
Typische Untergesellschaft der <i>Plantago</i> <i>maritima</i> -Gesellschaft	.	III <sup>1-4</sup>
Subassoziation von <i>Spergularia canadensis</i> des <i>Puccinellietum pauperculae</i>	.	III <sup>1-2</sup>
Ausbildung von <i>Puccinellia paupercula</i> der <i>Plantago</i> <i>maritima</i> -Gesellschaft	.	III <sup>2-3</sup>

Gesellschaften der höheren Einheiten und sonstige Gesellschaften:

<i>Agrostis stolonifera</i> -Gesellschaft	IV <sup>+1</sup>	IV <sup>+4</sup>
<i>Potentilletum egedii</i>	III <sup>+1</sup>	+
<i>Juncus balticus</i> -Gesellschaft	II <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Subassoziation von <i>Puccinellia paupercula</i> des <i>Ranunculetum cymbalariae</i>	+	II <sup>+2</sup>
<i>Eleocharitetum parvulae</i>	+	II <sup>r-1</sup>
Subassoziation von <i>Ranunculus cymbalaria</i> des <i>Eleocharitetum halophilae</i>	.	II <sup>2-3</sup>
Typische Subassoziation des <i>Scirpetum rufi</i>	.	II <sup>1-3</sup>
Typische Subassoziation des <i>Eleocharitetum halophilae</i>	.	II <sup>1-2</sup>
<i>Caricetum paleaceae</i>	I <sup>1-2</sup>	+
Ausbildung von <i>Potentilla egedii</i> der <i>Plantago</i> <i>maritima</i> -Gesellschaft	I <sup>1</sup>	.
Typische Variante von der Typischen Subassoziation des <i>Spartinetum alterniflorae</i>	I <sup>1-2</sup>	.
<i>Caricetum mackenziei</i>	.	I <sup>+4</sup>
<i>Spergularietum canadensis</i>	+	+
Subassoziation von <i>Eleocharis halophila</i> des <i>Ranunculetum cymbalariae</i>	.	+
<i>Rupprietum maritimae</i>	.	+

In der Tabelle 1 sind höchstwahrscheinlich alle Vegetationseinheiten notiert worden, die dort vorkommen, auch wenn die Gebiete nicht vollständig bearbeitet worden sind.

Die Sigmaassoziation erhielt den Namen nach der stetesten Kenngesellschaft, dem *Triglochin* *gaspensis*, Subassoziation von *Plantago* *maritima*.

Die Sigmaassoziation wird durch Trenngesellschaften in 2 Sigmasubassoziationen untergliedert. Die Sigmasubassoziation des *Spartinetum alterniflorae*, Subassoziation von *Plantago* *maritima*, repräsentiert im Untersuchungsgebiet die südlicher vertretenen, stärker hochwüchsigen Salzwiesen, während andererseits die Sigmasubassoziation des *Plantagini-Caricetum subspathaceae*, Subassoziation von *Ranunculus cymbalariae*

ria, die nördlichere, rasenartige Salzwiese darstellt. Das Subsigmetum von St. Paul zeigt mit der hohen Phytozönosenzahl eine andere Diversität der Landschaft als das Subsigmetum bei Stephenville Crossing, bedingt durch die Überlappung der subarktischen mit der gemäßigten Vegetationszone.

## b. Wangerooge

Die Vegetation der Außengroden auf der Insel Wangerooge wurde 1984 von Frau Gabriele Schmidt sigma-synsoziologisch bewertet (SCHMIDT 1985). Durch 67 Flächen-transekte, die regelmäßig alle 80 m vom Wattbereich (Beginn der *Salicornia stricta*-oder *Spartina townsendii*-Bestände) bis zum Dünen- bzw. Deichfuß in 20 m Breite angelegt wurden, konnte 1/5 des Inselaußengrodens (200 ha) erfaßt werden. Die untersuchte Gesamtfläche von 411950 m<sup>2</sup> reichte aus, alle Vegetationseinheiten zu ermitteln, und die bewerteten Flächenanteile geben durchaus repräsentative Werte wieder; wahrscheinlich würde sich bei einer vollständigen Taxierung das Verhältnis der Flächenanteile kaum verschieben.

In der vorgelegten Tabelle 2 wurden neben den weniger kleinräumigen Assoziationen besonders die Untereinheiten (Subassoziationen, Varianten, Gesellschaften, Frag-

Tab. 2: Sigmetum von *Puccinellietum maritimae*, Subassoziation von *Limonium vulgare* SCHMIDT 1985

		Außengroden von Wangerooge			
Gebiet:		1984			
Untersuchungsjahr		1	2	3	E
Fragment/Ausbildung des Subsigmets:		1	2	3	E
Zahl der Transektflächen:		6	16	43	67
Mittl. Zahl der Einheiten:		1	7	13	9
Flächengröße (m <sup>2</sup> ):		21.400	89.330	301.220	411.950
<b>Kenneinheiten des Sigmets:</b>					
Subass.v.Limonium vulgare des Puccinellietum maritimae	.		IV <sup>+3</sup>	IV <sup>1-3</sup>	IV <sup>+3</sup>
Initialphase des Salicornietum strictae	.		IV <sup>1-3</sup>	IV <sup>+2</sup>	IV <sup>+3</sup>
Initialphase des Spartinetum townsendii	V <sup>+2</sup>		IV <sup>+3</sup>	IV <sup>+2</sup>	IV <sup>+3</sup>
Typ. Subass. des Puccinellietum maritimae	.		V <sup>-4</sup>	III <sup>+2</sup>	III <sup>+4</sup>
Subass.v.Puccinellia maritima des Salicornietum strictae	.		IV <sup>1-3</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>
Subass.v.Puccinellia maritima des Salicornietum patulae	.		II <sup>1-2</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>
Typ.Subass. des Spartinetum townsendii	.		III <sup>1-3</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+3</sup>
Typ.Subass. des Salicornietum strictae	.		II <sup>1-3</sup>	III <sup>+2</sup>	III <sup>+3</sup>
Typ.Var.der Subass.v.Limonium vulgare des Halimionetum portulacoides	.		II <sup>1-2</sup>	II <sup>+3</sup>	II <sup>+2</sup>
Var.v.Suaeda mar.d.Subass.v.Limonium vul.d.Halimionetum portulacoides	.		II <sup>1-3</sup>	III <sup>1-2</sup>	II <sup>1-3</sup>
Typ.Var.der typ. Subass.des Halimionetum portulacoides	.		II <sup>1-2</sup>	II <sup>+3</sup>	II <sup>+3</sup>
Var.v.Suaeda maritima der typ.Subass. des Halimionetum portulacoides	.		II <sup>1-2</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>
Typische Subassoziation des Artemisietum maritimae	.		II <sup>1-2</sup>	II <sup>1-2</sup>	I <sup>+2</sup>
<b>Trenneinheiten des Subsigmets:</b>					
Subass. v. Plantago maritima der Festuca* litoralis-Ges.	.		IV <sup>+3</sup>	III <sup>+3</sup>	III <sup>+3</sup>
Typische Subassoziation des Agropyretum litoralis	.		IV <sup>+3</sup>	III <sup>+3</sup>	III <sup>+3</sup>
Typische Subassoziation des Plantagini-Limonietum	.		III <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>
Subassoziation von Artemisia maritima des Juncetum gerardii	.		III <sup>+5</sup>	II <sup>+5</sup>	II <sup>+5</sup>
Typische Subassoziation des Juncetum gerardii	.		III <sup>1-2</sup>	II <sup>1-2</sup>	II <sup>1-2</sup>
Typ. Var. der typ. Subass. der Festuca* litoralis-Ges.	.		II <sup>+4</sup>	I <sup>+4</sup>	I <sup>+4</sup>
Glykophile Var.der typ. Subass. der Festuca* litoralis-Ges.	.		II <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Triglochin maritimum-Gesellschaft	.		II <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Subassoziation von Potentilla anserina der Agrostis* maritima-Ges.	.		II <sup>1-2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Subassoziation von Agrostis* maritima des Juncetum gerardii	.		II <sup>1-2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Juncus maritimus-Gesellschaft	.		II <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
<b>Kenneinheiten der höheren Einheiten und begleitende Einheiten:</b>					
Typische Subassoziation der Agrostis* maritima-Gesellschaft	.	2-3	II <sup>+2</sup>	II <sup>+3</sup>	II <sup>+3</sup>
Subassoziation von Halimione portulacoides des Artemisietum maritimae	.	II <sup>+2</sup>	II <sup>+3</sup>	II <sup>+3</sup>	II <sup>+3</sup>
Subassoziation von Festuca* litoralis des Puccinellietum maritimae	.	II <sup>1-2</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>
Initiale Subassoziation des Plantagini-Limonietum	.	II <sup>1-2</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>
Typische Subassoziation des Salicornietum patulae	.	+	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>	II <sup>+2</sup>
Subassoziation von Puccinellia maritima des Spartinetum townsendii	.	+	II <sup>+5</sup>	I <sup>+5</sup>	I <sup>+5</sup>
Subassoziation von Artemisia maritima des Agropyretum litoralis	.	+	II <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Subassoziation von Juncus gerardii des Artemisietum maritimae	.	1-2	II <sup>1-3</sup>	II <sup>1-3</sup>	II <sup>1-3</sup>
Ammophila arenaria-Fragmente	.	II <sup>1-2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Subassoziation von Atriplex hastata des Agropyretum litoralis	.	+	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Subassoziation von Suaeda maritima des Salicornietum strictae	.	1	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Subassoziation von Agropyron litorale des Artemisietum maritimae	.	+	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>	I <sup>+2</sup>
Atriplicetum litoralis	.	+	+	+	+
Phragmitis communis-Bestand	.	+	+	+	+
Scirpus maritimus-Bestand	.	+	+	+	+
Cakiletum friscicum	II <sup>2</sup>	-	.	.	.

mente und Bestände) flächenmäßig bewertet, weil sie als die eigentlichen „Bausteine“ des Sigmetsums gelten. Die einzelnen Phytozönosen lassen eine differenziertere Aussage über die lokalen Verhältnisse zu und charakterisieren somit die typische Eigenart dieses Gebietes. Die Vegetationseinheiten wurden vorher qualitativ mit der normalen pflanzensoziologischen Methode durch Tabellenarbeit ermittelt. Die vorgelegte Steigtigkeitstabelle wurde in zwei Subsigmeten aufgegliedert, die wie die verschiedenen Ausbildungen bei den Assoziationen zu betrachten sind. Auf dem Inselaußengroden ist jedoch keine Degenerationsausbildung zu finden, da durch die Deichbauten nur Initial- und Optimal-Subsigmeten anzutreffen sind.

Die Sigma-Tabelle zeigt eine fast lückenlose Erfassung aller Phytozönosen auf dem Inselaußengroden und erzielt eine Informationsdichte, die kaum noch zu steigern sein dürfte. Unter Hinzuziehung einer ähnlichen synsoziologischen Untersuchung von HUYS (1978) konnte Frau Schmidt feststellen, daß eine klare Zunahme der *Spartina*-Bestände in den letzten 6 Jahren erfolgte.

### c. Unterelbe

Die Vegetation an der Unterelbe im Raum Cuxhaven–Freiburg wurde in den Sommermonaten 1983 und 1984 von Frau Susanne Hörger synsoziologisch untersucht (HÖRGER 1985). Das Brackröhricht auf dem Außendeichsland liegt in der mesohalinen Zone des Elbwassers bei einem wechselnden Cl-Gehalt von 3–9‰. Die vorgelegte Steigtigkeitstabelle (Tab. 3) ist nicht in Untereinheiten gegliedert; hier wurden nur die Asso-

Tab. 3: Scirpetum maritimi-Sigmatum HÖRGER 1985

Spalte:	1	2
Gebiet:	Otterndorf- Ostemündung	Ostemündung- Freiburg
Jahr:	1983	1983
Anzahl der Sigmagesellschafts- aufnahmen:	16	14
Gesamtfläche der Unter- suchungsgebiete (m <sup>2</sup> ):	220.000	340.000
<u>Kenneinheiten des Sigmetsums:</u>		
Scirpetum maritimi	V <sup>+3</sup>	V <sup>+3</sup>
Scirpetum tabernaemontani	III <sup>+2</sup>	V <sup>+3</sup>
Phragmitetum communis	III <sup>+2</sup>	IV <sup>+3</sup>
Potentillo-Festucetum arundinaceae	III <sup>+2</sup>	III <sup>+2</sup>
Archangelicetum litoralis	II <sup>+2</sup>	II <sup>+1</sup>
Eleocharetum uniglumis	II <sup>+2</sup>	I <sup>+1</sup>
Cotula coronopifolia-Gesellschaft	II <sup>+1</sup>	I <sup>+1</sup>
Typhetum angustifoliae	I <sup>+</sup>	II <sup>+1</sup>
Typhetum latifoliae	I <sup>+</sup>	II <sup>+1</sup>
Glycerietum maximae	I <sup>+</sup>	II <sup>+1</sup>
Phalaridetum arundinaceae	.	I <sup>+1</sup>
<u>Trenneinheiten des Subsigmetums:</u>		
Juncetum gerardii	II <sup>+3</sup>	.
Festucetum litoralis	I <sup>+1</sup>	.
Puccinellietum maritimae	I <sup>+</sup>	.
Glaux maritima-Gesellschaft	I <sup>+</sup>	.
<u>Gesellschaften der höh.Einheiten u. begleitende Einheiten:</u>		
Lolio-Cynosuretum	V <sup>+5</sup>	V <sup>+5</sup>
Agrostis stolonifera-Gesellschaft	V <sup>+3</sup>	III <sup>+3</sup>
Ranunculo-Agrophyretum repentis	I <sup>+1</sup>	II <sup>+3</sup>

ziationen und Gesellschaften notiert und bewertet. Den Namen des Sigmets liefert die Kenngesellschaft *Scirpetum maritimi* und nicht die weiter verbreitete Vegetations-einheit *Lolio-Cynosuretum*, denn das Brackröhricht ist durch anthropozogene Einflüsse stark beeinträchtigt. Das Sigmets ist durch Trenngesellschaften in ein elbabwärts befindliches, salzwasserbeeinflusstes Subsigmets des *Juncetum gerardii* und in ein elbaufwärts dominierendes, typisches Brackröhricht-Subsigmets gegliedert.

#### IV. Untersuchungen von Sigmets in großen Gebieten

Das gesamte Gesellschaftsinventar innerhalb der Salzwiesen in Mittelnorwegen zwischen Narvik und Trondheim wurde von Herrn Sasse in Nord-Norwegen (Ost-Finnmark) von den Herren Hellfritz und Thannheiser synsoziologisch bewertet und in Sigma-Syntaxa vereinigt. Die syntaxonomische Untersuchung in Mittelnorwegen erfolgte in 95 ausgewählten Probestellen (insgesamt 155 500 m<sup>2</sup>) entlang der über 1000 km langen Küste. Die vorgelegte Stetigkeitstabelle (Tab. 4) ist durch Charaktergesellschaften (*Puccinellietum maritimae*, *Puccinellio maritimae-Caricetum subspathaceae* und *Scirpetum rufi*) gekennzeichnet.

Das Sigmets von Ost-Finnmark (Tab. 5) zeichnet sich durch folgende Kenngesellschaften aus: *Puccinellietum phryganodis*, *Agrosti-Caricetum subspathaceae* und *Potentilletum egedii*. Die geringe Phytozönosenzahl bei dieser Stetigkeitstabelle ist auf

Tab. 4: *Puccinellietum maritimae*-Sigmets  
(verändert nach SASSE 1985)

Gebiet:	Mittelnorwegen
Untersuchungsjahre:	1979 u. 1981
Anzahl der Sigma-Syntaxa-Aufnahmen:	91
Gesamtfläche der Untersuchungsgebiete (m <sup>2</sup> ):	155.500

Kenngesellschaften des Sigmets:

<i>Puccinellietum maritimae</i>	IV <sup>r-5</sup>
<i>Puccinellio maritimae-Caricetum subspathaceae</i>	III <sup>r-3</sup>
<i>Scirpetum rufi</i>	III <sup>r-5</sup>

Gesellschaften der höheren Einheiten und begleitende Gesellschaften:

<i>Juncetum gerardii</i>	V <sup>+5</sup>
<i>Festucetum litoralis</i>	V <sup>+5</sup>
<i>Plantaginetum maritimae</i>	III <sup>+3</sup>
<i>Eleocharis uniglumis</i> -Ges.	III <sup>r-4</sup>
<i>Caricetum mackenziei</i>	II <sup>r-4</sup>
<i>Honckenyo diffusae-Elymetum arenariae</i>	II <sup>r-3</sup>
<i>Salicornia europaea</i> -Ges.	II <sup>r-5</sup>
<i>Spergularietum salinae</i>	II <sup>r-2</sup>
<i>Bolboschoenetum maritimi</i>	I <sup>1-3</sup>
<i>Caricetum paleaceae</i>	I <sup>+3</sup>
<i>Caricetum salinae</i>	I <sup>+3</sup>
<i>Triglochin palustre</i> -Bestand	I <sup>-3</sup>
<i>Caricetum rectae</i>	I <sup>r-3</sup>
<i>Agropyretum repentis maritimum</i>	I <sup>r-3</sup>
<i>Festuco-Caricetum glareosae</i>	I <sup>r-2</sup>
<i>Puccinellietum retroflexae</i>	I <sup>r-2</sup>
<i>Ruppietum maritimae</i>	I <sup>+2</sup>
<i>Atriplex spec.</i> -Ges.	I <sup>-1</sup>
<i>Triglochin maritimum</i> -Bestand	I <sup>2-3</sup>
<i>Glaux maritima</i> -Bestand	+2
<i>Potentilla anserina</i> -Ges.	+ <sup>-2</sup>
<i>Carex maritima</i> -Ges.	+ <sup>r-2</sup>
<i>Aster tripolium</i> -Bestand	+ <sup>-2</sup>
<i>Honckenya peploides</i> -Ges.	+1
<i>Polygonetum raii norvegici</i>	+ <sup>r-</sup>
<i>Calamagrostis neglecta</i> -Ges.	+
<i>Polygonetum heterophylli litoralis</i>	+
<i>Suaeda maritima</i> -Bestand	+

Tab. 5: Puccinellietum phryganodis-Sigmetum  
(verändert nach THANNHEISER 1982)

Gebiet:	Nord-Norwegen (Ost-Finnmark)
Untersuchungsjahr:	1979
Anzahl der Sigmagesellschafts-Aufnahmen:	40
Gesamtfläche der Untersuchungsgebiete (m <sup>2</sup> ):	46.500

Kenngesellschaften des Sigmetums:

Puccinellietum phryganodis	V
Agrosti-Caricetum subspathaceae	V
Potentilletum egedii	IV

Gesellschaften der höheren Einheiten und begleitende Gesellschaften:

Festucetum litoralis	V
Agrostis stolonifera-Ges.	V
Plantaginetum maritimae	IV
Festuco-Caricetum glareosae	IV
Puccinellietum retroflexae	IV
Caricetum mackenziei	III
Caricetum salinae	III
Juncetum gerardii	II
Honckenyo diffusae-Elymetum arenariae	I
Triglochin palustre-Bestand	I
Aster tripolium-Bestand	+
Calamagrostis neglecta-Ges.	+
Eleocharis uniglumis-Ges.	+
Atriplex spec.-Ges.	+
Triglochin maritimum-Bestand	+
Glaux maritima-Bestand	+
Honckenya peploides-Ges.	+
Polygonetum raii norvegici	+

den arktischen Einfluß zurückzuführen, denn die meisten Vegetationseinheiten keilen im Norden aus und werden nur von ganz wenigen arktischen Pflanzengesellschaften ersetzt. Die in beiden Gebieten weit verbreiteten Vegetationseinheiten (*Festucetum litoralis*, *Agrostis stolonifera*-Gesellschaft und *Juncetum gerardii*) sind zur Namensgebung der Sigma-Syntaxa nicht geeignet, weil diese Phytozönosen sich durch anthropozoogene Einflüsse ausbreiten und bei ungestörten Verhältnissen weit weniger dominant in den Sigmeten auftreten. Die Namensbildung *Festucetum litoralis*-Sigmetum (THANNHEISER 1982, SASSE 1985) tendiert in den Grenzbereich zu den sekundären Ersatz-Sigma-Syntaxa. Aus diesen Gründen sind die Bezeichnungen *Puccinellietum maritimae*-Sigmetum (Tab. 4) und *Puccinellietum phryganodis*-Sigmetum (Tab. 5) vorzuziehen, weil primäre Kenn-Syntaxa (vgl. TÜXEN 1978) im Sinne der potentiell-natürlichen Vegetation bei der Namensgebung besser geeignet sind, denn sonst ist ein hierarchisches System (Sigmion etc.) schwer aufzubauen.

Bei den Untersuchungen wurde auf eine Gliederung in Untereinheiten verzichtet, weil die Vegetation großräumig (d. h. im kleinen Maßstab) betrachtet wurde, und eine Vielzahl von Einheiten zu Vergleichszwecken hinderlich ist. Außerdem können in pflanzensoziologisch relativ unbekanntem Gebieten Unklarheiten bei der Abfassung von Untereinheiten auftreten, wenn mehrere Forscher gleichzeitig unabhängig voneinander arbeiten.

## V. Kleinräumige Betrachtung eines Teil-Geosigmetums auf Wangerooge

Bei Kartierungen im kleinen Maßstab sind die Sigmeten als unterste Einheiten wegen ihrer großen Zahl nicht geeignet, es ist notwendig, größere Vegetationskomple-

xe zu bilden. Die Vergesellschaftung von Sigmäten führt zu Gruppierungen sogenannter Geosigmäten, wobei nur syntaxonomisch verwandte Sigmäten vereinigt werden (TÜXEN 1978).

Auf der Insel Wangerooge besteht eine räumliche Verbindung zwischen dem Salzwiesen-, Dünenvegetations-, Wiesen- und Weiden- sowie Dorfvegetations-Sigmatum. Es ist möglich, die gesamten Sigmäten auf der Insel in einem Geosigmatum zusammenzufassen.

Von Frau M. Ikemeyer und Frau G. Schmidt konnte eine Tabelle über ein Teil-Geosigmatum (Tab. 6) aufgestellt werden, welches nur die Dünen- und Außengroden-Vegetation berücksichtigt. Die Vegetationseinheiten (nur Assoziationen und Gesellschaften) der Salzwiesen sind synonym mit denen in Tab. 2. Eine vollständige Geosigmatum-Tabelle über Wangerooge wäre sehr informativ und könnte mit den Ergebnissen einer Vegetationskartierung verglichen werden.

Tab. 6: Teil-Geosigmatum auf der Insel Wangerooge

1 = Sigmetum des Puccinellietum maritimae, Subassoziation von Limonium vulgare SCHMIDT 1985		
2 = Sigmetum des Elymo-Ammophiletum festucetosum IKEMEYER 1985		
Sigmatum:	1	2
Jahr:	1984	1984
Gesamtfläche der Untersuchungsgebiete (m <sup>2</sup> ):	411950	411296
Anzahl der Transekte:	67	93

Puccinellietum maritimae	V+-4	.
Salicornietum strictae	V+-4	.
Spartinetum townsendii	V+-3	.
Halimionetum portulacoides	V+-4	.
Plantagini-Limonietum	III+-3	.
Artemisietum maritimae	III+-3	.
Festuca* litoralis-Ges.	III 1-4	.
Juncetum gerardii	III+-5	.
Agropyretum litoralis	III+-5	.
Agrostis* maritima-Ges.	III+-3	.
Salicornietum patulae	II+-2	+
Juncus maritimus-Ges.	I+-2	.
Triglochin maritimum-Ges.	I+-2	.
Atriplicetum litoralis	I+-2	.
Scirpus maritimus-Bestand	+	.
Phragmites communis-Bestand	+	.
Ammophila arenaria-Fragment	I 1-3	2-5
Cakiletum friscum	+	I+-2
Elymo-Ammophiletum	.	V 1-5
Hippophao-Salicetum arenariae	.	IV+-5
Carex arenaria-Ges.	.	IV 1-4
Corynephorretum maritimum	.	III+-3
Agrostio-Poetum humilis	.	III 1-3
Laub- u. Nadelwald-Bestand	.	II+-4
Honckenya peploides-Gesellschaft	.	II 1-3
Genisto anglicae-Callunetum	.	I+-3
Minuartio-Agropyretum juncei	.	I 2-3
Airo-Caricetum arenariae	.	I+-3
Atriplex hastata-Gesellschaft	.	I+-2
Koeleria albescens-Ges.	.	I+-2
Salix arenaria-Fragmente	.	I+-2
Röhricht-Fragmente	.	I+-1
Potentilla anserina-Ges.	.	+
Empetrum nigrum-Bestände	.	+

## VI. Großräumige Betrachtung eines Geosigmatums am Finnischen und Bottnischen Meerbusen

Um für größere Gebiete an der Ostsee zu generalisierenden Aussagen über Vegetationseinheiten zu gelangen, ist es möglich, mit Hilfe der Sigmaten-Gruppierung, sogenannten Geosigmaten, einen Überblick über die flächenmäßige Verteilung der einzelnen Vegetationstypen zu erhalten. Der Bottnische und der Finnische Meerbusen werden überwiegend von Flachküsten umrahmt, und die Pflanzenzonierungen dort haben wenig Gemeinsamkeiten mit einer sonst für Meeresküsten typischen Vegetationsanordnung. Hervorgerufen wird dieser Eindruck durch das Vorhandensein der Röhricht- bzw. Großseggenzone, die stellenweise sehr großflächig ausgebildet sein können. Das typische Vegetationsprofil an der nordöstlichen Ostsee setzt sich zusammen aus dem Sigmatum der Wasserpflanzen, dem Sigmatum der Röhrichtgesellschaften, dem Sigmatum der Strandwiesen-Phytozönosen und dem Stauden-, Gebüsch- sowie Laubwald-Sigmatum (Abb. 1).

Diese Sigmaten können sich über sehr große Gebiete in nahezu gleicher Kombination wiederholen.

Die vorliegende Stetigkeitstabelle (Tab. 7) zeigt die Häufigkeitsverteilung der miteinander vergesellschafteten Phytozönosen. Die Sigmaten unterscheiden sich am Bottniewiek (nördl. Teil des Bottnischen Meerbusens) von denen am Bottensee (südl. Teil des Bottnischen Meerbusens) und am Finnischen Meerbusen, so daß man drei standörtlich differenzierte Subgeosigmaten aufstellen kann.

Bei der Betrachtung des Geosigmatums im Küstenbereich wird die quantitative Gesamtaussage stärker betont als in der herkömmlichen Pflanzensoziologie, in der nur eine qualitative Wertung der einzelnen Gesellschaften erfolgt. Neben der Liste der Vegetationseinheiten ergibt sich ein genaues Bild von der Ausdehnung der einzelnen Ein-

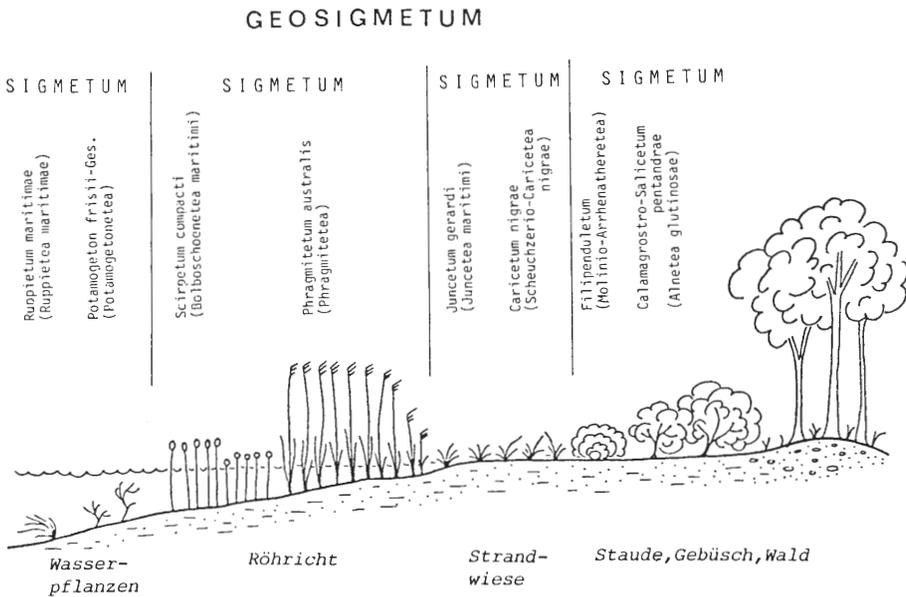


Abb. 1: Küsten-Geosigmatum an der nördl. Ostsee.

Tab. 7: Küsten-Geosigmetum an der nördlichen Ostsee

Sub-Geosigmeten:	1	2	3
Areal:	Finnischer Meerbusen	Bottensee (Bottnischer Meerbusen)	Bottenwiek (Bottnischer Meerbusen)
Bearbeiter:	Rembges	Thannheiser	Willers
Jahr:	1984	1977/79	1983
Fläche (m <sup>2</sup> ):	20.000	55.000	85.000

Wasserpflanzen-Sigmetum

Eleocharitetum parvulae	+	+	.
Ruppitetum maritimae	.	+	.
Potamogeton frisii-Ges.	.	.	+
Myriophyllum verticillatum-Ges.	.	.	+
Myriophyllum spicatum-Ges.	.	.	+

Röhricht-Sigmetum

Phragmitetum communis	V	II	III
Scirpetum tabernaemontani	III	III	III
Calamagrostis neglecta-Ges.	III	II	IV
Eleocharitetum uniglumis	I	III	III
Phalaridetum arundinaceae	I	I	I
Deschampsietum bottnicae	+	I	I
Bolboschoenetum maritimum	I	.	.
Scirpetum compacti	.	I	.
Festucetum arundinaceae	.	I	.

Strandwiesen-Sigmetum

Juncetum gerardii	V	II	II
Caricetum nigrae	IV	II	II
Agrostis stolonifera-Ges.	II	III	III
Eleocharitetum palustris	IV	I	IV
Festucetum litoralis	I	II	II
Caricetum mackenziei	I	.	II
Typhetum latifoliae	I	.	I
Puccinellietum distantis	+	I	I
Spergularietum salinae	+	.	I
Salicornia europaea-Ges.	.	I	+
Caricetum glareosae	.	+	+
Caricetum pulchellae	.	I	.
Caricetum vesicariae	.	+	.
Agropy.rep.-Rumex crispus-Ges.	.	+	.
Blysmetum rufi	.	+	.
Potentilla anserina-Ges.	.	+	.
Caricetum aquatilis	.	I	III
Montia fontana-Ges.	.	.	II
Comarum pal.-Erioph.ang.-Ges.	.	.	II
Scirpus lacustris-Ges.	.	.	I
Valeriana salina-Ges.	.	.	+
Caricetum paleaceae	.	.	+
Arctophiletum fulvae	.	.	+
Potentilletum egedii	.	.	+
Puccinellietum phryganodis	.	.	r

Stauden-, Gebüsch- u. Laubwald-Sigmetum

Filipenduletum ulmariae	V	I	I
Hippophae rhamnoides-Ges.	.	II	I
Alnetum glutinosae	I	II	.
Alnus incana-Ges.	.	.	III
Myrica gale-Ges.	+	II	.

heiten, jedoch ist zu berücksichtigen, daß die Geosigmetum-Tabelle natürlich nur einen repräsentativen Querschnitt durch den Aufbau und die Verteilung der Vegetationseinheiten im Küstenbereich darstellt.

## Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. – Wien, New York, 865 S.
- BURRICHTER, E. (1964): Wesen und Grundzüge der Pflanzengesellschaften. – Abhandl. Landesmuseum f. Naturkunde zu Münster/Westf. **26**(3): 3–16, Münster.
- GEHU, J.-M. (1976): Sur les paysage vegetaux, ou sigmassociations des prairies salées du nord-ouest de la Fance. – Documents phytosociologiques **15–18**: 57–62, Lille.
- ,– (1978): Les sigmassociations de la xérocère des dunes atlantique francaises de Dunkerque et à Biarritz. – In: R. TÜXEN (Hrsg.): Assoziationskomplexe (Sigmeten). Ber. Intern. Sympos. (Rinteln 4.–7.4.1977) S. 77–87, Vaduz.
- HELLFRITZ, K.-P. (1980): Zur Küstenvegetation von Ost-Finnmark/Norwegen. – Staatsexamensarbeit, Inst. f. Geographie, Universität Münster, 128 S.
- HÖRGER, S. (1985): Die Außendeichs-Vegetation an der Unterelbe zwischen Freiburg und Cuxhaven-Altenbruch. – Diplomarbeit, Inst. f. Geographie, Universität Münster, 221 S.
- HUYS, M. (1978): Die Sigmeten der Außengroden von Wangerooge. – Staatsexamensarbeit, Inst. f. Geographie, Universität Münster, 65 S.
- IKEMEYER, M. (1985): Die Dünenvegetation der Insel Wangerooge. – Diplomarbeit, Inst. f. Geographie, Universität Münster, 167 S.
- OHBA, T. (1980): Die Kontaktgesellschafts-Gruppe, eine neue Aufnahme-Methode der Synsoziologie. – In: O. WILLMANN & R. TÜXEN (Hrsg.): Ephemorie. Ber. Intern. Sympos. (Rinteln 9.–11.4.1979) S. 373–383, Vaduz.
- REMBGES, D. (1985): Küstenvegetation des Finnischen Meerbusen. – Diplomarbeit, Inst. f. Geographie, Universität Münster, 306 S.
- SASSE, E. (1985): Zur Küstenvegetation Mittelnorwegens. – Dissertation, Inst. f. Geographie, Universität Münster, 234 S.
- SCHMIDT, G. (1985): Die Salzwiesenvegetation der Insel Wangerooge. – Diplomarbeit, Inst. f. Geographie, Universität Münster, 188 S.
- SCHMITHÜSEN, J. (1959): Allgemeine Vegetationsgeographie. – Lehrb. allgem. Geogr. **4**: 1–261, Berlin.
- SCHWABE, A. & A. KRATOCHWIL (1984): Vegetationskundliche und blütenökologische Untersuchungen in Salzrasen der Nordseeinsel Borkum. – Tuexenia **4**: 125–152, Göttingen.
- THANNHEISER, D. (1981): Die Küstenvegetation Ostkanadas. – Münstersche Geogr. Arbeiten **10**: 1–201, Paderborn.
- ,– (1982): Synsoziologische Studien am Meeresstrand in Nord-Fennoskandien. – In: K. BAADSVIK & O.I. RÖNNING (red.): Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 14.–16.3.1982. K. norske Vidensk. Selsk. Rapp. Bot. Ser. **1982–8**:36–47, Trondheim.
- TÜXEN, R. (1973): Vorschlag zur Aufnahme von Gesellschaftskomplexen in potentiell natürlichen Vegetationsgebieten. – Acta Bot. Acad. Sci. Hungar. **19**(14): 379–384, Budapest.
- ,– (1977): Zur Homogenität von Sigmassoziationen, ihrer syntaxonomischen Ordnung und ihre Verwendung in der Vegetationskartierung. – Documents phytosoc. N.S. **1**: 319–327, Lille.
- ,– (1978): Bemerkungen zu historischen, begrifflichen und methodischen Grundlagen der Synsoziologie. – In: R. TÜXEN (Hrsg.): Assoziationskomplexe (Sigmeten). Ber. Intern. Sympos. (Rinteln 4.–7.4.1977) S. 3–12, Vaduz.
- ,– (1979): Sigmeten und Geosigmeten, ihre Ordnung und ihre Bedeutung für Wissenschaft, Naturschutz und Planung. – Biogeographica **16**: 79–82, Den Haag.
- VEVLE, O., ENGGRAVSLIA, L., HANSEN, J.P.H. og. A.E. RAMTVEDT (1985): Havstrandvegetasjon i Vestfold. Plantesosiologi og verneverdiar belyst med synsosiologiske metodar. – In: S. BRETEN & A. MOEN (red.) Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1985. K. norske Vidensk. Selsk. Rapp. Bot. Ser. **1985**, 12 S., Trondheim.
- WILLERS, T. (1984): Zur Küstenvegetation der Bottenwiek. – Staatsexamensarbeit, Inst. f. Geographie, Universität Münster, 216 S.
- WOJTERSKI, T. (1978). Sigmassoziationen an der Polnischen Ostseeküste. – In: R. TÜXEN (Hrsg.) Assoziationskomplexe (Sigmeten). Ber. Intern. Sympos. (Rinteln 4.–7.4.1977) S. 43–50, Vaduz.
- ZOLLER, H., BEGUIN, C. & O. HEGG (1978): Synsoziogramme und Geosigmeta des submediterrana-

nen Trockenwaldes in der Schweiz. - In: R. TÜXEN (Hrsg.) Assoziationskomplexe (Sigmeten). Ber. Intern. Sympos. (Rinteln 4.-7.4.1977) S. 117-150, Vaduz.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Dietbert Thannheiser, Universität Hamburg, Inst. f. Geographie, Bundesstr. 55, D-2000 Hamburg 13

# Präsenzschwankungen und Vergesellschaftung der *Elatine*-Arten an den Teichen der Westerwälder Seenplatte

Herbert Diekjobst

## Topographie und Klima

Die Westerwälder Seenplatte ist in die wellige, von Wäldern durchsetzte Wiesen- und Weidelandschaft des Oberwesterwaldes eingebettet. Die Seen liegen in einer Höhe von ca. 400–430 m. Hier wird gerade noch der devonische Sockel des rechtsrheinischen Schiefergebirges von untermiozänen Deckbasalten überlagert, welche die Plateaulandschaft des Oberwesterwaldes prägen. Darüber liegt ein Kranz kuppelförmiger Erhebungen des Hochwesterwaldes, die allerdings kaum mehr als 100 m höher sind. Eingelagert in dieses kuppige Hochplateau sind wannenförmige Mulden. Sie haben eine Auskleidung durch lehmig-tonige Verwitterungsprodukte erfahren. Diese pleistozänen Ablagerungen sind aus entkalktem Lößmaterial hervorgegangen, das Teile der Basalthochfläche überdeckt (ROTH 1984). Solche versumpften und der landwirtschaftlichen Nutzung wenig zuträglichen Hohlformen waren für die Anlage von Teichen sehr geeignet.

Das Klima der Seenplatte wird geprägt durch seine Höhen- und Luvlage. Entsprechend der montanen Lage sind die Jahresmitteltemperaturen mit + 6,8 bis 7,3° C relativ niedrig. Die Luvlage führt zu Wolkenreichtum, hoher relativer Luftfeuchtigkeit und erhöhten Jahresniederschlägen bis 1000 mm. Im Jahresgang der Niederschläge findet sich neben dem Sommermaximum im Juli ein ausgeprägtes Wintermaximum im Dezember. Detaillierte Klimadaten finden sich bei LÖTSCHERT (1977). Das Klima weist einen subatlantisch-subkontinentalen Übergangscharakter auf.

## Lage der Stauweiher

Die Seenplatte wird von zwei Gruppen zu je drei Teichen gebildet. Sie liegen ganz überwiegend im Quadranten 5412/2 der TK 25 (Abb. 1). Die nördliche Gruppe umfaßt den Dreifelder Weiher (= Seeweiher), Hofmanns-Weiher und Haiden-Weiher westlich Dreifelden. Nördlich Freilingen liegen nahe beieinander Brinken-Weiher, Post-Weiher und Haus-Weiher. Der Dreifelder Weiher ist dabei als größter See mit 123,0 ha fast dreizehnmal größer als der Haus-Weiher, mit 9,6 ha der kleinste der Sechsergruppe. 4 km östlich davon liegt in 5413/1 außerhalb des Kartenausschnittes nordöstlich des gleichnamigen Ortes der Wölferlinger Weiher. Außerdem befinden sich am Ausfluß des Haus-Weiher beim Gutshof Schönerlen vier kleine Hälterteiche.

Das Seengebiet wird entweder direkt (nördliche Gruppe) oder indirekt über den Holzbach (südliche Gruppe) durch die Wied entwässert, einen Nebenfluß des Rheins. Die Ursprungsmulden liegen alle in unmittelbarer Seenähe, oder es finden sich Quellen am Grunde der Teiche selbst. Limnologisch sind sie als künstlich aufgestaute Gewässer mit Abflußmöglichkeit einerseits Teiche, andererseits wegen ihrer geringen Tiefe um 1,50 m, die keine Ausbildung eines Hypolimnions zuläßt, gewässermorphologisch Weiher.

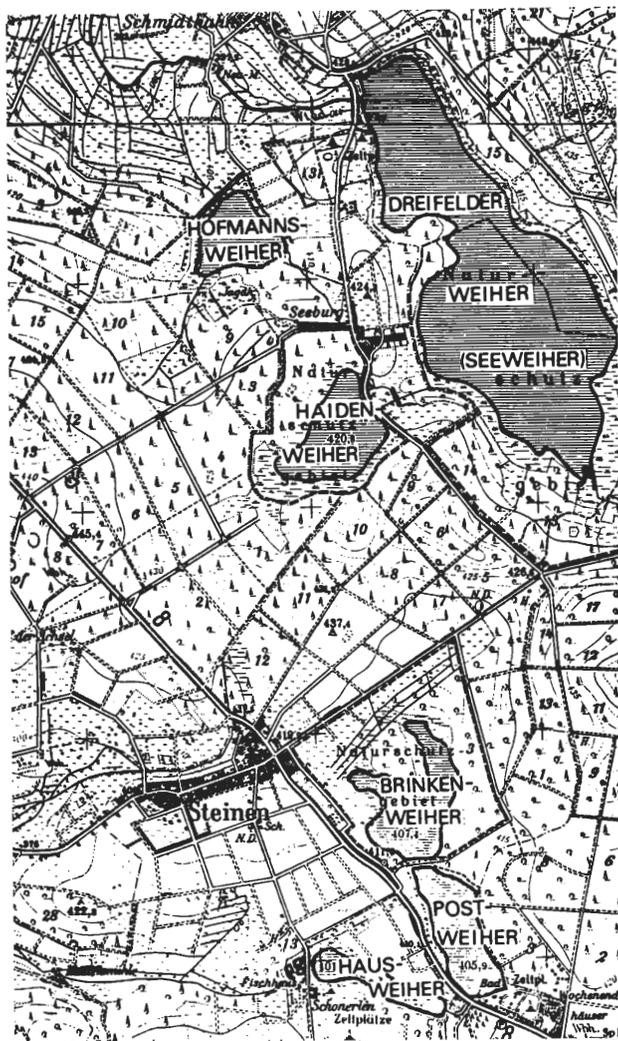


Abb. 1: Westerwälder Seenplatte. Verkleinerter Ausschnitt aus den Blättern 5312 und 5412 der Topographischen Karte 1 : 25 000 (Vervielfältigung mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Rheinland-Pfalz unter 333/85).

Die Anlage der 6 Stauweiher in ihrer heutigen Form erfolgte in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts und ist vom Grafen Friedrich von Wied (1634–98), dem Gründer der Stadt Neuwied, veranlaßt worden (HÄBEL 1980). Sie befinden sich seitdem in fürstlich-wiedischem Besitz. Vorläufer der heutigen Teiche werden aber bereits aus dem 12. Jahrhundert erwähnt. Pächter aller Teiche ist die Westerwälder Fischzucht Stähler in Hadamar-Niederzeuzheim. Wegen der ungünstigen Höhenlage erfolgen Brut und Vorstreckung der fischereiwirtschaftlich bedeutendsten Arten – Karpfen und Schleien – in tieferen Lagen. Erst hinreichend widerstandsfähige Besatzfische werden in die Teiche eingebracht. Sie wachsen dort zu größeren Setzlingen heran, die für den Besatz anderer Gewässer verkauft werden (Streckteiche), oder schließlich zu Speisefischen (Abwachteiche). Bach- und Regenbogenforelle sowie Hecht und Zander werden nur als Beifische gehalten.

Die Teiche werden im Regelfall jedes Jahr einmal zum Abfischen nacheinander abgelassen. Dies geschieht meist in der zweiten Oktoberhälfte oder Anfang November. Dabei haben Post-, Haus- und Dreifelder Weiher traditionell feststehende Abfischdaten. Die Ablaßdauer beträgt ca. 2 Wochen; beim Dreifelder Weiher dauert die Leerung 4–5 Wochen. Beim Abfischen sind jeweils über 30 Personen beteiligt. Das Schauspiel lockt regelmäßig große Besuchermengen an.

## Besonderheiten der Flora und Vegetation

Unter der Vielzahl floristischer Besonderheiten des Gebietes sind unter den Gefäßpflanzen zwei Funde besonders bemerkenswert. 1952 fand A. Ludwig, Siegen, am Südrand des Haiden-Weiher die nordische *Calamagrostis stricta* (syn. *neglecta*) in einem ansehnlichen Bestand (A. LUDWIG 1953). Die isolierten Moor-Reitgrasvorkommen im Alpenvorland und in Schleswig-Holstein werden als Kältezeit-Relikte gedeutet. Beim Westerwälder Vorkommen wird aber eine jüngere Einschleppung etwa durch Wasservögel vermutet und ist auch naheliegend. Es ist neuerdings in seinem Fortbestand stark bedroht.

1962 fand S. Woike in einem Teichried-Bestand der damals trockenliegenden und seitdem aufgegebenen Abfischteiche am Ausfluß des Dreifelder Weiher in 5312/4 *Coleanthus subtilis* (WOIKE 1963, 1968 u. 1969). Die nächsten vorher bekannt gewordenen und auch danach entdeckten Vorkommen liegen in Mitteldeutschland. Gerade bei den auf Ferntransport eingestellten Arten der Zwergbinsen-Gesellschaften kommen solche, z. T. vorübergehende Ansiedlungen weit entfernt von den bisherigen Fundstellen öfter vor, wie das Auftreten von *Lindernia procumbens* an der Diemel-Talsperre im Trockenjahr 1959 (BURRICHTER 1960) und das weiter unten zitierte Auftauchen von *Elatine alsinastrum* zeigt.

Auch die meisten übrigen bemerkenswerten Arten der Westerwälder Seenplatte sind Elemente der Teichboden-Vegetation oder verwandter Gesellschaften. *Cicendia filiformis* und *Radiola linoides* sind seit langem verschollen; und auch *Juncus tenageia* konnte in den letzten Jahren am Haiden-Weiher nicht mehr bestätigt werden (eigener letzter Nachweis 1979). Hingegen kommen *Eleocharis ovata*, *E. acicularis*, *Carex bohemica*, *Limosella aquatica*, *Bidens radiata* sowie *Elatine*-Arten noch in bestimmten Jahren an einzelnen Seen in großen Mengen vor. Einige der aufgezählten Arten werden schon bei RUDIO (1851), viele bei WIGAND & MEIGEN (1891) genannt. Auch bei A. LUDWIG (1952) sind Funde an der Westerwälder Seenplatte mit enthalten. Weitere floristische Angaben zu den einzelnen Teichen finden sich bei ROTH (1984). Auch unter den Kryptogamen finden sich vielzitierte Besonderheiten. Ihr floristischer Reichtum war mit entscheidend dafür, daß Brinken-Weiher, Haiden-Weiher, Wölferlinger Weiher und Teile des Dreifelder Weiher als Naturschutzgebiete ausgewiesen worden sind. Der Hofmanns-Weiher hätte diesen Status längst verdient.

Zur ausdauernden Litoralvegetation der einzelnen Stauweiher finden sich Beschreibungen bzw. Angaben – jeweils ohne Vegetationsaufnahmen – bei LÖTSCHERT (1966 u. 1977) und ROTH (1984). Der Zonationskomplex stehender Gewässer ist nur streckenweise einigermaßen vollständig (Wölferlinger Weiher), meist aber fragmentarisch oder untypisch ausgebildet. Wegen des periodischen Ablassens des Wasserkörpers fehlt den vorhandenen Beständen die sonst den Verlandungsserien übliche Eigendynamik. Die recht unterschiedlich zusammengesetzten Dauerbestände aus Elementen des Röhricht- und Großseggenürtels machen stellenweise den Eindruck, daß sie nach dem Gesetz des Zuerst dagewesenen zustande gekommen sind.

Um so typischer ist in Gunstjahren an der Seenplatte die ephemere Teichbodenvegetation im Sublitoral unterhalb der Röhrich- und Großseggenbestände ausgebildet. Voraussetzung für eine optimale Entwicklung solcher therophytenreichen Bestände ist das frühzeitige Trockenfallen von Teilen des Gewässerbodens spätestens im Hochsommer (so in den Trockenjahren 1947, 1959, 1964, 1976 und 1983) bzw. ein vorzeitiges Ablassen einzelner Teiche. Die auf dem wechsellässigen Substrat aufkommende Teichbodenvegetation ist zuerst 1958 von D. Korneck an den kleinen Hälterteichen beim Haus-Weiher untersucht worden (KORNECK 1959), dann in großflächiger Ausbildung im Trockensommer 1959 am Haiden-Weiher (KORNECK 1960). Vom gleichen Weiher liegen von LÖTSCHERT (1966 u. 1977) Untersuchungen zur Vegetationsabfolge aus dem Jahre 1963 vor.

## Neuere *Elatine*-Nachweise

*Elatine alsinastrum* ist die seltenste der vier in Deutschland vorkommenden *Elatine*-Arten (Gefährdungsstufe 1 = vom Aussterben bedroht nach BLAB et al. 1984). Sie ist durch ihre Größe, den *Hippuris*-Habitus und die geringere Neigung, großflächige Dominanzbestände zu bilden, gegenüber den anderen Arten deutlich abgesetzt (Beschreibung einer Massentwicklung in HEGI 1965). Sie wurde in den letzten zwanzig Jahren überhaupt nur dreimal am Rande des Rheinischen Schiefergebirges nachgewiesen. 1968–70 konnte der Quirl-Tännel an der alten Fundstelle am Waldsee bei Bischofsheim im Maintal wieder beobachtet werden (KORNECK 1971). 1969 stellte sich die Art in wenigen Exemplaren in einem abgelassenen Vorbecken der Möhne-Talsperre ein (ANT & DIEKJOBST 1970, DIEKJOBST & ANT 1970). In den nachfolgenden Jahren boten sich zunächst keine weiteren Beobachtungsmöglichkeiten, da selbst im Trockensommer 1976 das Warmeler Becken am Möhne-Zufluß mit der Fundstelle voll Wasser gehalten wurde. Erst 1982 lag das Vorbecken wieder trocken, da der Wasserspiegel wegen Reparaturarbeiten am Stockumer Damm abgesenkt worden war. Die Suche nach *E. alsinastrum* blieb allerdings vergeblich. Der dritte Fund ist ein Kleinstvorkommen bei Trier (HAND 1984). Die übrigen jüngeren Nachweise liegen im Ober- rheingebiet (PHILIPPI 1968, 1969 u. 1971) – dort jeweils nur vorübergehende Vorkommen – sowie bei Berlin (SCHOLZ 1961, EBER 1974) und mit größerer Funddichte in Mitteldeutschland (PIETSCH 1963, PIETSCH & MÜLLER-STOLL 1968).

*Elatine hexandra*, *E. triandra* und *E. hydropper* sind mit ihrem *Callitriche*-Habitus einander auf den ersten Blick recht ähnlich. Hinzu kommt ihre ausgeprägte Neigung zur Ausbildung von Standortmodifikationen (die noch bei GLÜCK 1936 und HEGI 1965 aufgeführten Formen stellen solche Ökomorphosen dar). Von den drei Arten ist *E. hydropper* – excl. *E. orthosperma* mit zweifelhaftem Artrang und fraglichen Vorkommen in Deutschland – schon von der Blattform her gut anzusprechen. Die für mitteleuropäische Arten unverwechselbare Samenform ermöglicht eine sichere Ansprache. REM-Aufnahmen der U-förmig gebogenen Samen finden sich bei TATARU (1984). Gestielte Blüten bzw. Früchte hat unter den genannten Arten nur *E. hexandra* (Abb. 2). Besonders schmalblättrige, gedrungene terrestrische Zwergformen mit sitzenden Blüten können mit *E. triandra* verwechselt werden, wenn die Oberflächenstruktur der Samen nicht überprüft wird.

Zwei Arten von Erfassungsfehlern sind in dieser Artengruppe leicht möglich. Einmal können Einzelexemplare mit reduzierten oder überzähligen Blütenteilen, wie sie besonders bei den geschlossen bleibenden Blüten der Wasserformen öfter vorkommen, zu Fehlbestimmungen führen. Andererseits kann gerade bei der Massentwicklung einer Art eine zweite gering vertretene unentdeckt bleiben. Über *E. triandra* findet sich gelegentlich in der Literatur die irri- ge Aussage, ihre Blüten würden sich nicht öffnen.

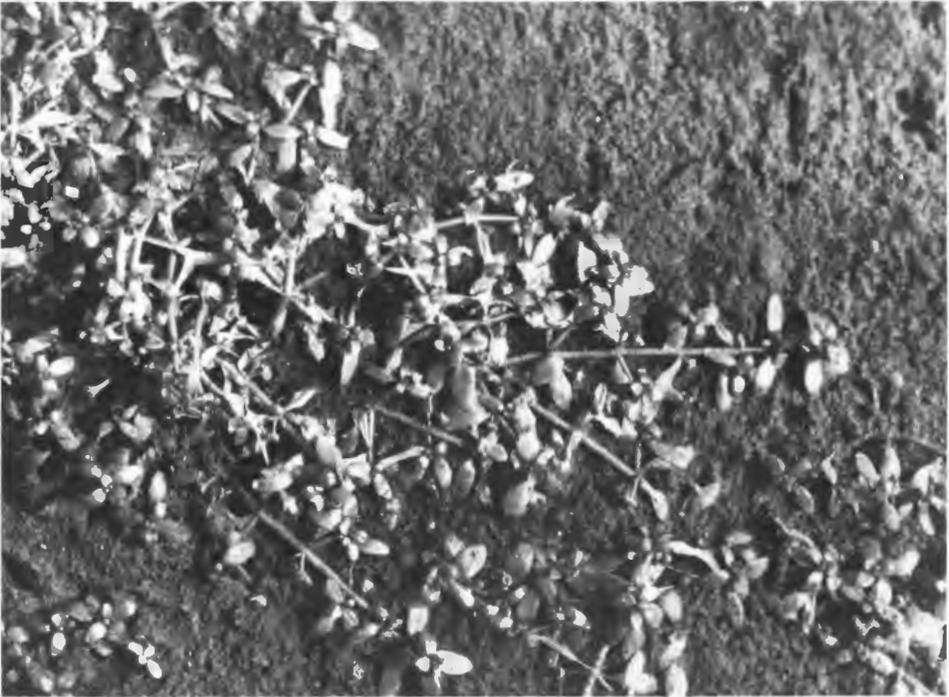


Abb. 2: Auf Schlamm weitergewachsene aquatische Form von *Elatine hexandra*.

Bundesweit werden die callitrichoiden Arten in der Gefährdungsstufe 2 geführt (= stark gefährdet nach BLAB et al. 1984). Dabei ergeben sich regional große Unterschiede, weil es ausgesprochene Häufigkeitszentren mit geeigneten Wuchsorten für *Elatine*-Arten gibt bzw. gab. Als solche sind Schleswig-Holstein, das niedersächsische Tiefland, das Westmünsterland, die Westerwälder Seenplatte, die Teiche des oberen Vogelsberges, die fränkische Weiherlandschaft nordwestlich Erlangen und das Oberrheingebiet bekannt geworden. Bei den Funden im norddeutschen Tiefland handelt es sich meist um *E. hydropiper*. An den übrigen Verbreitungsschwerpunkten ist gewöhnlich *E. hexandra* häufiger.

Aus Schleswig-Holstein und dem niedersächsischen Tiefland mit Einschluß der Inseln sind in neuerer Zeit zahlreiche Funde veröffentlicht worden, die sich meist auf *E. hydropiper* beziehen (so bei BÖTTCHER & JECKEL 1974, EBER 1977, E.W. RAABE et al. 1982, WOHLFAHRT 1984).

Die Vorkommen im Westmünsterland sind stark rückläufig. Die früher beobachtete Massenentfaltung von *E. hexandra* und *E. triandra* an den großen Dülmener Fischteichen ist im letzten Jahrzehnt ausgeblieben (Zusammenstellung der westfälischen Funde bei ANT & DIEKJOBST 1970 und RUNGE 1962). Allerdings konnte im mittleren der drei kleinen Anzuchtteiche nordwestlich des Oedler-Teiches (4109/3) *E. hexandra* seit 1982 regelmäßig festgestellt werden. U. RAABE (1984) traf 1982 an den trockenliegenden Sommerteichen südwestlich des Oedler-Teiches alle drei Arten an. Die Ahsener Fischteiche nördlich Datteln (4208/4–4308/2), die regelmäßige *E. triandra* enthielten, sind inzwischen aufgegeben und verfüllt.

Auch im Vogelsberg haben die *Elatine*-Vorkommen seit den Untersuchungen von KLEIN (1952), KORNECK (1960) und W. LUDWIG (1961 u. 1963) stark nachgelassen. Die Teiche des oberen Vogelsberges wurden seit 1979 regelmäßig im Oktober aufgesucht. Nur der Ober-Mooser Teich (5522/1) enthielt in den meisten Jahren *E. hexandra*, 1979 in großflächigen Beständen. Im Trockenjahr 1983 waren allerdings alle drei Arten an den Seen entwickelt; neben wenig *E. hexandra* am Ober-Mooser Teich *E. triandra* zusammen mit *E. hydropiper* in schönen Beständen am trockengefallenen unteren Schalksbach-Teich nordwestlich Herbstein (5422/1). Letztere wird schon von

KORNECK (1960) von dort angegeben. *E. triandra* fand er in reichen Beständen am nahen oberen Schalksbach-Teich, der mit dem unteren Teich in Verbindung steht und in diesen abgelassen werden kann.

Aus dem Oberrheingebiet sind nur noch vorübergehende *Elatine*-Funde bekannt geworden (PHILIPPI 1969). An den Teichen im elsässischen Sundgau zwischen Basel und Belfort gibt es allerdings beständige *Elatine*-Vorkommen (PHILIPPI 1968). Andererseits haben aber auch die gründliche floristische Kartierung und neuere vegetationskundliche Untersuchungen zu *Elatine*-Funden in Gebieten geführt, aus denen bisher nur wenige oder keine Nachweise vorlagen (KRACH & FISCHER 1982, SCHROTT 1974, TATARU 1984).

## *Elatine*-Funde an der Westerwälder Seenplatte

Im Gegensatz zu diesen rückläufigen Tendenzen ist die Westerwälder Seenplatte ein verlässliches *Elatine*-Gebiet. Seit 1979 wurde die Seenplatte in der zweiten Oktoberhälfte mehrfach aufsucht. Zu diesem Zeitpunkt besteht die größte Aussicht, möglichst viele Teiche abgelassen vorzufinden. Man kann jedes Jahr wenigstens mit einem Vorkommen, meist mit einer starken Entwicklung zumindest an einem der Teiche rechnen. Die dominierende Gebietsart ist dabei *E. hexandra*, die an allen Teichen nachgewiesen werden konnte. Sie wird bereits von RUDIO (1851) für das Gebiet angegeben.

*E. triandra* fand sich 1958–59 am Grunde der Hälterteiche bei Gut Schönerlen (KORNECK 1959 u. 1960). Der Fund wird zunächst bei KORNECK (1959) mit *E. hydropiper* angegeben, dann aber bei KORNECK (1960) nach *E. triandra* korrigiert, bei LÖTSCHERT (1966 u. 1977) aber weiter als *E. hydropiper* zitiert. Die Teiche wurden danach aufgelassen, später aber wieder aktiviert. In einem der kleinen Teiche konnte auch 1979 in geringen Mengen *E. triandra* nachgewiesen werden; im Nachbarsteich fand sich *E. hexandra*. Seitdem blieb hier jede *Elatine*-Suche vergeblich. Auch 1984, als wegen Dammschäden durch Bisamratten ein Teich trocken lag und Zwergbinsen-Bestände gut ausgebildet waren, enthielten diese keine *Elatine*.

*E. triandra* wird ferner von WOIKE (1968) neben *E. hexandra* von den inzwischen aufgegebenen Abfischteichen am Abfluß des Dreifelder Weihers, der *Coleanthus subtilis*-Fundstelle, angegeben, von ROCHE & ROTH (1975) auch vom Dreifelder Weiher (Fund von S. Woike 1962). LÖTSCHERT (1977) nennt als weitere Fundstelle den Brinken-Weiher (neben *E. hexandra*). An den beiden letzten Fundstellen konnte *E. triandra* trotz Nachsuche nicht mehr nachgewiesen werden. Bei der Größe des Dreifelder Weihers und inmitten großflächiger *E. hexandra*-Bestände ist ein Übersehen natürlich leicht möglich. Vom Brinken-Weiher wird auch bei ROTH (1984) nur *E. hexandra* angegeben. Jeweils Kleinstvorkommen von *E. triandra* konnten 1979 und 1984 am Haiden-Weiher gefunden werden. Der gleiche Teich, der 1982 noch frei von *Elatine* angetroffen worden war, enthielt 1983 große Mengen von *E. hexandra*. Sie drifteten im seichten Wasser des noch nicht abgelassenen Teiches bzw. fanden sich im Angespül. Zwischen den *E. hexandra*-Massen konnte überraschend reichlich *E. hydropiper* entdeckt werden.

Die Rote Liste der Gefäßpflanzen von Rheinland-Pfalz (KORNECK et al. 1981) führt die drei *Elatine*-Arten einheitlich in der Gefährdungsstufe 2 auf. Aus der Sicht der Westerwälder Vorkommen wäre wegen der Beständigkeit der dortigen *E. hexandra*-Vorkommen diese Art z. Zt. besser als gefährdet (= Stufe 3) auszuweisen.

## Präsenz- und Abundanzschwankungen

Besonders augenfällig an den *Elatine*-Vorkommen ist die Sprunghaftigkeit an den einzelnen Teichen. Fluktuationen wie Ausbleiben in einem Jahr, Massenentfaltung im nächsten und mäßige Entwicklung im folgenden Jahr kennzeichnen die Unstetigkeit im Auftreten trotz ständiger Präsenz der Samen. In Tabelle 1 sind Vorkommen und Häufigkeit der drei nachgewiesenen *Elatine*-Arten im Beobachtungszeitraum von 1979–85 zusammengestellt. Der Wölferlinger Weiher, der ebenfalls unregelmäßig *E. hexandra* enthält (zuletzt 1983), wurde nicht mit in den Vergleichen einbezogen.

Zur Angabe der Häufigkeit wurde aus zwei Gründen eine grobe vierteilige Schätzskala verwendet. Einmal sind die zu vergleichenden Gewässer von recht ungleicher Größe (in der Tabelle nach ihrer Fläche geordnet). Andererseits kann bei trockenliegenden Teichen die bewachsene Fläche unmittelbar geschätzt werden. Bei gefüllten Teichen muß aus den flottierenden Beständen bzw. dem Angespül auf die flächenhafte Ausbildung geschlossen werden, wobei die Bestände leicht unterschätzt werden.

In der angewandten Schätzskala bedeuten:

- + Einzel Exemplare bis wenige handtellergroße Stellen;
- ++ wenige Quadratmeter große Bestände bzw. geringes Vorkommen im Angespül, der Rest ist meist *Eleocharis acicularis*;
- +++ zusammenhängende, mehrere Meter breite und über 100 m ausgedehnte Bestände bzw. auffällige Spülsäume vorwiegend aus *Elatine*;

Tab.1: *Elatine*-Vorkommen und Gewässerdüngung

Ca = Kalkdüngung

P = Phosphatdüngung (S = Superphosphat, T = Thomasmehl)

\* = nicht erfaßt (Unterlagen nicht mehr vorhanden)

hex = *Elatine hexandra*, tri = *E. triandra*, hyd = *E. hydropiper*

Teich	Dreifelder Weiher	Haiden- Weiher	Brinken- Weiher	Hofmanns- Weiher	Post- Weiher	Haus- Weiher
Fläche	123,0 ha	28,8 ha	21,4 ha	16,3 ha	12,0 ha	9,6 ha
Tiefe	1,5 m	1,0 m	1,3 m	1,8 m	1,6 m	1,5 m
1979	Ca * P * hex +++	Ca * P * tri +	Ca * P *	Ca * P *	Ca * P *	Ca * P *
1980	Ca - P 40 t T -	Ca - P 5 t T hex ++++	Ca - P - -	Ca - P - -	Ca - P - hex +	Ca - P - -
1981	Ca - P 2 t S hex ++	Ca - P 4,5 t S -	Ca 2,5 T P 4 t S -	Ca - P 1 t S hex ++++	Ca - P 1 t S -	Ca - P 1 t S -
1982	Ca 6,3 t P - hex +++	Ca 1,3 t P - -	Ca - P 4 t S -	Ca - P - -	Ca 0,8 t P - -	Ca - P - hex ++
1983	Ca - P - hex ++	Ca - P - hex ++++ hyd ++	Ca - P - -	Ca - P - hex +++	Ca - P - -	Ca - P - hex +++
1984	Ca - P 10 t S hex ++++	Ca - P 5,3 t S hex ++ tri + hyd +	Ca 2,5 t P 4 t S hex ++++	Ca - P 2,5 t S -	Ca - P - hex ++++	Ca - P - hex +
1985	Ca - P - hex +	Ca - P - hex +++	Ca - P - hex +++	Ca - P - hex ++	Ca - P - hex ++++	Ca - P - hex +++

+ + + + 5-10 m breite Gürtel am Gewässerboden bzw. große Driftmassen und starke Spülsaumbildung.

Die Schwankungen im Vorkommen und der Bestandesdichte sollen an drei Beispielen näher ausgeführt werden.

Am Dreifelder Weiher fanden sich 1979 größere zusammenhängende Bestände von *E. hexandra* nur im Südwestteil südlich der Landzunge gegenüber dem Haiden-Weiher. Wegen Dammreparaturen lag der Stauweiher bis zum Frühjahr 1980 trocken. Während dieser Zeit wurde der Boden gefräst. Der Ende Mai wieder bespannte und im Juli wieder voll gefüllte Teich wurde im Herbst dieses Jahres nicht abgelassen. *Elatine* war im Angespül nicht nachweisbar. 1981 wieder flächenhafte Verbreitung von *E. hexandra* auf Feuchtschlamm an der gleichen Stelle wie 1979, aber insgesamt in geringerer Dichte; 1982 wieder dort im gleichen Umfang wie 1979. 1983 fand sich *E. hexandra* nur spärlich am Teichrand. 1984 war ein geschlossener, über 100 m breiter, physiognomisch auffälliger *E. hexandra*-Gürtel rund um den See ausgebildet. 1985 war die Art wieder ganz spärlich an der westlichen und östlichen Seeseite vertreten.

Am abgelassenen Haiden-Weiher fanden sich 1979 nur wenige Exemplare von *E. triandra* blühend an der Ostseite am grusigen Oberrand des Sees. 1980 war der Teichboden fast vollständig mit einem *E. hexandra*-Teppich bedeckt. 1981-82 hingegen fehlten *Elatine*-Arten gänzlich. 1983 kam es wieder zu einer Massentfaltung von *E. hexandra* mit dichten, auf dem Schlamm abgelagerten Driftdecken und mächtiger Spülsaumbildung. Die Bestände waren mit *E. hydropiper* untermischt. 1984 war *E. hydropiper* nur noch mit Mühe zwischen den diesmal nur mäßig entwickelten *E. hexandra*-Beständen nachzuweisen. Bei der Durchsicht größerer Spülsaummassen ergab sich als Zufallsfund *E. triandra* in wenigen Exemplaren. In den 1985 wieder gut ausgebildeten Beständen fand sich nur *E. hexandra*.

Am Grunde des abgelassenen Post-Weiher war, abgesehen von einem aus wenigen Exemplaren bestehenden Kleinstvorkommen von *E. hexandra*, bis 1983 *Elatine* nicht entwickelt. Seit 1984 ist im Herbst um den See ein breiter *E. hexandra*-Saum ausgebildet. Ganz ähnlich war das Bild am Brinken-Weiher, der in den Post-Weiher abgelassen wird.

Die Teiche zeigen in ihrer Gesamtheit neben den Fluktuationen eine auffällige Erholung der *Elatine*-Bestände in den letzten drei Beobachtungsjahren. Tabelle 1 enthält zusätzlich die seit 1980 erfolgten Teichdüngungen, da ein Zusammenhang zwischen diesen und dem Auftreten der *Elatine*-Arten bzw. der Dichte ihrer Bestände vermutet wurde.

In der Teichwirtschaft hat sich nur eine Kalkung und Phosphatdüngung als wirkungsvoll erwiesen und durchgesetzt. Stickstoff- und Kaligaben führen zu keiner Ertragssteigerung, Kohlenstoffdüngung in Form von Stall- oder Gründünger nur im Bereich nährstoffärmster Quarzsande. Branntkalkgaben dienen in erster Linie zur Bekämpfung von Fischparasiten und Krankheitserregern, vor allem der Kiemenfäule. Die Kalkung wird besonders in den Teichen vorgenommen, die auch mit anfälligen ein- bis zweijährigen Besatzfischen bestückt werden. Der pH-Wert wird dadurch immer über 7 gehalten. In die im Beobachtungszeitraum nicht gekalkten Teiche - Hofmanns- und Haus-Weiher - wurden nur ältere Setzlinge eingebracht. Die Phosphatdüngung führt über die Vermehrung der Fischnahrung zu einer Ertragssteigerung um ein Vielfaches gegenüber ungedüngten Teichen. Bei hoher Besatzdichte wird mit Getreidekörnern - Weizen und Gerste - zugefüttert.

Wegen ihrer Höhenlage weisen die Teiche der Westerwälder Seenplatte ein halbes Jahr lang eine für die Fischzucht ungeeignete Wassertemperatur unter 10° C auf. Die Teiche werden darum erst im Frühjahr aus tiefer liegenden Intensivhaltungen besetzt. Kalkung und Phosphatdüngung erfolgen im Juni oder Juli durch Verstreuern vom Boot aus.

Das wasserlösliche Superphosphat und das schwerlösliche Thomasphosphat haben die gleiche Wirkung. Schon kurz nach dem Phosphateintrag ist dieses im Wasser kaum noch nachzuwei-

sen. Die Phosphate gehen mit den Bodenteilchen einen Sorptionskomplex ein. Dieser gibt nur langsam über die Jahre hinweg das Phosphat an den Wasserkörper ab. Nur das Benthos ist dadurch einigermaßen eutroph. Das Pelagial ist elektrolytarm mit einer Leitfähigkeit zwischen 40–100  $\mu\text{S}$ ; die Wasserhärte ist gering (um 2–4 dH). Zur Beurteilung, ob Kalkung oder Phosphatdüngung erforderlich sind, werden die Fische selbst als Bioindikatoren herangezogen (Gesundheitszustand, Naturzuwachs).

Ein zunächst vermuteter Zusammenhang, eine Kalkung könnte die *Elatine*-Entwicklung hemmen und eine Phosphatdüngung diese begünstigen, ist aus den in Tabelle I zusammengestellten Daten nicht erkennbar. Da die Entwicklung der *Elatine*-Bestände an den einzelnen Teichen z. T. gegenläufig war, scheiden auch unterschiedliche Witterungsbedingungen zur Erklärung der Bestandesschwankungen aus. Das gehäufte Auftreten von *Elatine* in den letzten drei Jahren könnte im Zusammenhang mit einem Wandel in der Teichwirtschaft stehen, den diese in letzter Zeit erfahren hat. Aus Absatzgründen ist die Karpfenzahl um 20–30 % reduziert worden. Karpfen sind Bodenfische und nehmen auch den Bodenbewuchs als Nahrung an<sup>1</sup>. Insgesamt steht nicht mehr die Erzeugung von Speisefischen im Vordergrund, sondern das Strecken von Besatzfischen, die an Anglervereine etc. verkauft werden. Die Teichwirtschaft wird also insgesamt weniger intensiv betrieben als vorher. Vielleicht sind auch Unterschiede in der Besatzdichte der einzelnen Teiche eine Ursache für die Fluktuationen bei den *Elatine*-Beständen. Massenentfaltungen kommen möglicherweise durch eine schwer durchschaubare, günstige Kombination von Milieufaktoren zustande. Episodische Massenentwicklungen kommen auch bei einzelnen Kleinlaichkräutern vor. *Coleanthus subtilis* kann an einem Wuchsort Jahrzehnte ausbleiben und dann in einem Jahr in großen Mengen auftreten.

## Soziologie der Dominanzbestände von *Elatine*

Das Ablassen der Stauweiher in der zweiten Oktoberhälfte ist zu spät für die *Nanocyperion*-Arten als potentielle Erstbesiedler des Feuchtschlammes, diese Tabula rasa-Situation noch zu nutzen. Sie sind zwar mit ihrer kurzen Entwicklungszeit zwischen Keimung und Samenreife darauf eingestellt, die befristet zur Verfügung stehende ökologische Nische zu besetzen. Die *Nanocyperion*-Arten sind aber Pelochtophyten (HEJNY 1960); d. h., die Entwicklung kann nicht in der litoralen Phase anlaufen, die Keimung beginnt erst in der limosen Phase. Die schon recht tiefe Temperatur verhindert aber eine Keimung der im Substrat steckenden Samenmassen. Statt dessen wird beim Ablassen des Wasserkörpers die schon vorhandene perennierende Vegetation des flachen Litoralbereichs freigelegt. Sie wird von *Littorelletalia*-Arten gestellt, die auf den durch das periodische Ablassen verursachten Ökophasenwechsel eingestellt sind. In manchen Jahren und an manchen Teichen sind es monotone Einartbestände von *Eleocharis acicularis*.

Von der Nadelsimse beherrschte amphibische Bestände gehören soziologisch zum *Eleocharitetum acicularis* W. Koch em. OBERD. 1957 (syn. *Littorello-Eleocharitetum* MALC. 1928; Erörterungen zur Syntaxonomie bei SCHOOF-VAN PELT 1973, dort auch weitere Literaturangaben). *Eleocharis acicularis* ist eine Art mit größerer ökologischer Amplitude. Sie hat nur ihren Verbreitungsschwerpunkt in dieser Gesellschaft und greift selbst auf andere, den *Littorelletea* nahestehende Klassen über (*Isoeto-Nanojuncetea*, *Bidentetea*). Während die meisten *Littorelletalia*-Gesellschaften als oligotraphente Gesellschaften Besiedler des unverschmutzten Klarwassers und damit sel-

<sup>1</sup> Grasfische („Graskarpfen“), die den Bodenbewuchs ganz vernichten können, sind in den letzten Jahren in nennenswerten Mengen nur in den stark bewachsenen Wölferlinger Weiher eingebracht worden.

ten und in ihrem Vorkommen rückläufig sind, ist das *Eleocharitetum acicularis*, meist ohne *Littorella uniflora* und auch ohne *Elatine*-Arten, durch eine Vielzahl von Veröffentlichungen von mitteleuropäischen Seen, Teichen und Talsperren belegt. Die Gesellschaft ist recht indifferent gegenüber der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des besiedelten Unterwasserrohobodens; auch kalkreiche Unterlagen werden besiedelt (PHILIPPI 1985). Die Gesellschaft zeigt dabei eine Präferenz für eher eutrophe Standorte. Gedüngte Fischteiche mit flacher Uferböschung bieten günstige Siedlungsbedingungen. Andererseits führt das periodische Ablassen des Wasserkörpers zu einer strengen Artenauslese und damit zu extrem artenarmen Ausbildungen im Vergleich zu natürlichen Standorten. Nur die Nadelsimsen-Rasen im natürlichen Schwankungsbereich des Wasserspiegels der Teiche sind etwas artenreicher.

Die Neubesiedlung durch *Eleocharis acicularis* erfolgt nur auf trockengefallenen Standorten, weil die Art als Tenagophyt die limose Phase zur Keimung und Entwicklung braucht. Sie gilt dabei als ausbreitungs- und pionierfreudig. An den schon besiedelten Gewässern wie den untersuchten Teichanlagen spielt die vegetative Vermehrung über Ausläufer, die zur Ausdehnung und Verdichtung der Rasen führt, die Hauptrolle. Auch PIETSCH (1963) und PHILIPPI (1985) fanden überwiegend die mehrjährige Form. Das Verteilungsmuster der Nadelsimsen-Rasen war über die Jahre hinweg recht beständig. In welchem Maße die Art zwischen den perennierenden Rasen auch theroxytisch auftritt, ist schwer abzuschätzen. Die einjährige Form wird von PIETSCH (1963 u. 1973) als Charakterart der *Cyperetalia fusci* bewertet. Die auffällige mod. *longicaulis* kommt regelmäßig im Seichtwasser des Post- und Hofmanns-Weiher zur Ausbildung.

Die artenarmen Nadelsimsen-Rasen des Gebietes enthalten als Relikte der insgesamt an den Teichen nur spärlich entwickelten Wasserpflanzengesellschaften regelmäßig *Ranunculus aquatilis* coll. und öfter auch *Callitriche*-Arten, die beim Trockenfallen in terrestrische Formen übergehen. Haus-, Haiden- und Hofmanns-Weiher enthalten *Callitriche hamulata*, die letzten beiden auch *Polygonum amphibium*. An fast allen Teichen kann man *Potamogeton obtusifolius* abgesetzt finden, am Post- und Haus-Weiher *P. berchtoldii*, an letzterem 1985 auch *P. alpinus*. Die Art war bisher nur vom Brinken-Weiher bekannt und galt als verschollen (ROTH 1984). Post- und Dreifelder Weiher weisen immer abgesetzte Driftdecken von *Fontinalis antipyretica* auf, letzterer daneben auch von *Elodea canadensis*.

An den breiten, flachen Uferstreifen, wo das *Eleocharitetum acicularis* wächst, kommt es nun mit der erfaßten Unstetigkeit zur Entwicklung der *Elatine*-Bestände. Als Tenagophyten haben die *Elatine*-Arten die Fähigkeit zur subhydrischen Keimung. Sie wachsen zunächst als submerse Rasen, werden durch den Wellenschlag leicht entwurzelt und bilden in Ufernähe flottierende Bestände. Über die fakultative Kleistogamie (FRISENDAHL 1927) vermehren sich auch diese Wasserformen. Wird zu später Jahreszeit das Wasser abgelassen, findet man in Gunstjahren fast den gesamten Teichboden, sonst breite Uferstreifen mit einem physiognomisch auffälligen *Elatine*-Teppich bedeckt. Autochthone *Elatine hexandra* füllt dabei die Lücken zwischen den bräunlichen *Eleocharis acicularis*-Rasen aus; allochthone Driftdecken haben sich am Rande über die Rasen gelegt und sind mit ihnen verfilzt. Sie wachsen auf dem Feuchtschlamm als Großformen weiter und stehen dabei stellenweise so dicht, daß sie zur aufrechten Wuchsform gezwungen sind (Abb. 3). Ihre Blüten bleiben geschlossen. Vor allem *E. hexandra* als die robustere der callitrichoiden *Elatine*-Arten bildet solche Herbstaspekte (Veg.-Tab. 1). Am weitesten zur Teichmitte hin, wo *Eleocharis acicularis* nicht mehr wächst, können es Reinbestände von *Elatine hexandra* sein. Derartige Rein- und Mischbestände mit dem *Eleocharitetum acicularis* führt auch LÖTSCHERT (1966 u. 1977) vom Haiden-Weiher an. Nur die von Ufergehölzen beschatteten Randpartien werden von den lichtbedürftigen *Elatine*-Arten ausgespart.

Die Flachheit und damit leichte Erwärmbarkeit der Teiche sowie deren geschützte Lage stellen günstige Rahmenbedingungen für die submerse Entwicklungsphase dar. Der Schluffanteil im

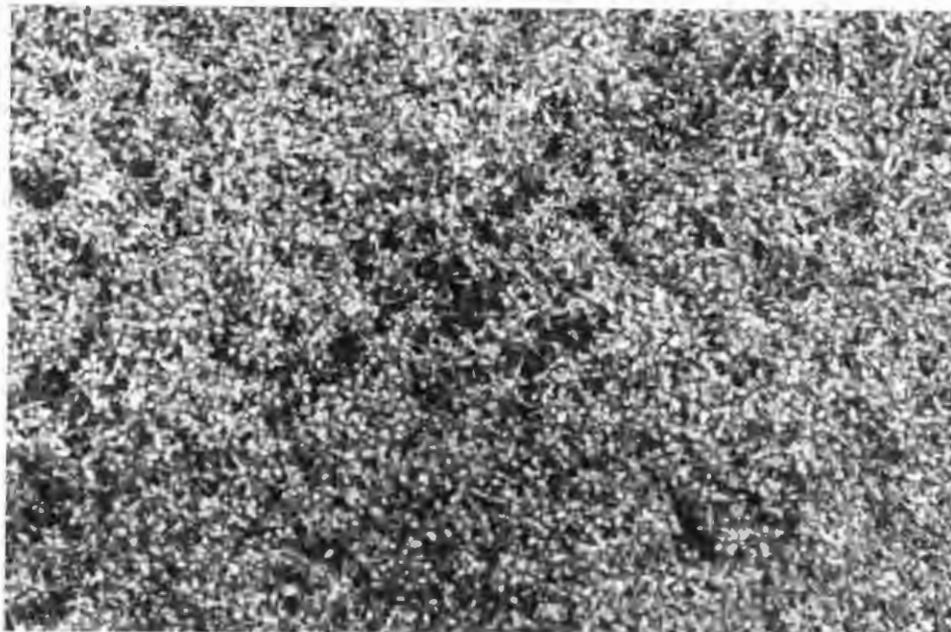


Abb. 3: Dichter *Elatine hexandra*-Teppich mit aufrecht wachsenden Einzelpflanzen.

Veg.Tab.1: *Eleocharitetum acicularis* - *Elatinum hexandrae* - Komplex  
 BR = Brinken-Weiher HA = Haiden-Weiher HU = Haus-Weiher  
 DR = Dreifelder Weiher HO = Hofmanns-Weiher PO = Post-Weiher  
 Größe der Aufn.-Fläche 2-5m<sup>2</sup>

Nr.d.Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Teich	DR	DR	DR	BR	HU	HU	HA	HU	PO	PO	PO	PO	DR	PO	HO	HO	HO	HO	
Artenzahl	3	3	4	4	8	8	9	7	8	6	7	7	6	6	5	6	7	2	
<u>AC 1:Eleocharitetum acicularis</u>																			
<i>Eleocharis acicularis</i>	4	4	5	3	2	2	2	2	2	+	1	1	1	1	+	1	2	.	
<i>Littorella uniflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	1	3	3	5	
<u>AC 2:Elatinum hexandrae-Überlagerung</u>																			
<i>Elatine hexandra</i>	1	2	+	3	3	3	4	4	4	5	5	5	4	5	5	3	2	1	
<u>übrige Nanocyperion-Arten</u>																			
<i>Botrydium granulatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	
<i>Peplis portula</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Isolepis setacea</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<u>Bidentetalia-Arten</u>																			
<i>Polygonum minus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r	.	.	.	.	.	.	
<i>Rorippa palustris</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<u>Relikte der Hydrophase</u>																			
<i>Ranunculus aquatilis</i> coll.	+	1	+	+	2	1	+	+	1	1	1	+	+	1	1	.	1	.	
<i>Zygnema</i> spec.	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	.	1	1	.	
<i>Callitriche hamulata</i>	.	.	.	.	+	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Nitella flexilis</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	
<i>Vaucheria</i> spec.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	
<i>Callitriche stagnalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	
<i>Spirogyra</i> spec.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	
<i>Callitriche palustris</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Potamogeton bertholdii</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<u>übrige Begleiter</u>																			
<i>Ranunculus flammula</i> juv.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	r	.	.	r	+	.	r	r	.	
<i>Agrostis stolonifera</i> juv.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	

Substrat erhöht dessen Wasserkapazität, schafft ein luftfeuchtes Milieu in der bodennahen Luftschicht darüber und begünstigt die austrocknungsempfindlichen *Elatine*-Arten in der terrestrischen Phase. Sie haben wie die meisten *Nanocyperion*-Arten ökologische Strategien entwickelt, den nur kurzfristig zur Verfügung stehenden Siedlungsraum durch eine Massenproduktion von Kleinindividuen zu besetzen.

Die von OESAU (1972) für *Limosella aquatica* belegten und z. T. schon vorher gefundenen oder vermuteten Anpassungen gelten mehr oder weniger auch für die *Elatine*-Arten: übergroße Samenproduktion, lang anhaltende Keimfähigkeit, Lichtkeimung sowie die kurze Entwicklungszeit von wenigen Wochen. Gegenüber den von ihm errechneten Werten für *Limosella aquatica* – ein *Limosella*-Exemplar kann zusammen mit den über Ausläufer gebildeten Tochterpflanzen bis zu 10000 Samen hervorbringen – hält sich die Samenproduktion bei den *Elatine*-Arten allerdings in Grenzen. Auch erfolgt die Keimung bei ihnen langsamer als bei *Limosella aquatica*, die allerdings auf die limose Phase zur Keimung angewiesen ist.

Als Propagationsform wird neben der naheliegenden Hydrochorie wegen der Kleinheit der Samen Anemochorie angenommen (Körnchenflieger); auch Zoochorie über Wasservögel ist seit langem nachgewiesen. Trotz der ungeheuren Samenmassen, die *Elatine*-Arten vor allem über die Unzahl der Einzelpflanzen produzieren, und trotz aller spekulativen Neufunde darf die Effizienz der Artausbreitung nicht überschätzt werden. *Elatine*- und viele *Nanocyperion*-Arten nehmen von neuen Wuchsorten eher zögernd Besitz. Die Masse der Samen spielt bei der periodischen Wiederbesiedlung schon in Besitz genommener Gewässer eine Rolle und wird dabei verbraucht. Die Neubesiedlung ist hingegen als Langzeitstrategie angelegt. Häufiger als Neuansiedlungen findet man das Wiederauftauchen von *Elatine*- und *Nanocyperion*-Arten an Stellen, an denen sie als verschollen galten.

*Elatine*-Arten treten in den beiden Klassen *Littorelletea* und *Isoeto-Nanojuncetea* auf, die sich auch im Gelände häufig verzahnen. Einzelne Arten werden je nach Autor als Charakterarten innerhalb der einen oder anderen Klasse verwandt. Manchmal hat sich auch die soziologische Bewertung bei einzelnen Bearbeitern selbst geändert. So wird *E. hydropiper* mal als Charakterart innerhalb der *Littorelletea* (PIETSCH 1977, PIETSCH & MÜLLER-STOLL 1968), mal der *Isoeto-Nanojuncetea* angesehen (PHILIPPI 1968 und PHILIPPI in OBERDORFER 1977). OBERDORFER (1983) entscheidet sich für keine Klasse. Bei *E. hexandra* wird das Vorkommen in *Nanocyperion*-Gesellschaften meist stärker bewertet (PIETSCH 1963, 1973 und 1977, PIETSCH & MÜLLER-STOLL 1968, PHILIPPI 1968, PHILIPPI in OBERDORFER 1977). OBERDORFER (1983) betont den *Littorelletea*-Charakter. Er möchte sie dort allerdings eventuell nur als Differentialart führen. In PHILIPPI (1985) wird *E. hexandra* als Charakterart des *Eleocharitetum acicularis* aufgeführt. Im Grunde drückt sich darin die Ambivalenz der *Elatine*-Arten aus. Mehr noch als *Eleocharis acicularis* und *Limosella aquatica*, die wenigstens in einer der beiden Klassen einen erkennbaren Schwerpunkt haben, verklammern besonders *Elatine hexandra* und *E. hydropiper* beide Klassen. Die hier vorgenommene Zuordnung zu den *Cyperetalia fusci* wird später begründet. Relativ einheitlich werden noch in der Literatur *E. triandra* und *E. alsinastrum* als *Cyperetalia fusci*-Arten angesehen.

Von *Eleocharis acicularis* beherrschte Bestände, in denen wie an der Westerwälder Seenplatte *Elatine*-Arten kodominant auftreten, werden in der Literatur meist als Subassoziationen oder fazielle Ausbildungen des *Eleocharitetum acicularis* aufgefaßt. Dominanzbestände von *Elatine hexandra* sind von PHILIPPI (1968) als *Elatine hexandra*-Gesellschaft aus dem Sundgau beschrieben worden. LÖTSCHERT (1966 und 1977) bezeichnet solche Ausbildungen, ohne sie mit Vegetationsaufnahmen zu belegen, als *Elatinetum hexandrae* (n. n.) Auch von anderen *Elatine*-Arten sind eigene Dominanzgesellschaften beschrieben worden (TÜXEN & ZEVACO 1973, WOHLFAHRT 1984). In der Tat kommt die intermittierende Massenentfaltung von *E. hexandra* gewöhnlich inmitten

von *Eleocharis acicularis*-Beständen zustande. Die gleichzeitige tabellarische Erfassung legt es dann nahe, den *Littorelletea*-Charakter zu betonen (OBERDORFER 1977) oder sie sogar als Charakterart des *Eleocharitetum* zu führen (PHILIPPI 1985).

Es darf aber nicht übersehen werden, daß *Eleocharis acicularis* und *Littorella uniflora* als Kern des *Eleocharitetum acicularis* einerseits und *Elatine*-Arten andererseits ganz unterschiedliche ökologische Strategien verfolgen; hier Behauptung des amphibi-schen Wuchsortes als perennierende Arten, dort periodische oder episodische Wiederbesiedlung als Sommerannuelle schon in der Hydrophase. Zwar wird für *Elatine hexandra* und *E. hydropiper* eine fakultative Mehrjährigkeit angenommen (OBERDORFER 1983). Überwinternde Pflanzen konnten aber im Gebiet nicht gefunden werden und spielen bei beiden Arten auch wohl nur eine Nebenrolle. Auch bei den an sich therophytischen *Nanocyperion*-Arten ist Mehrjährigkeit nicht ausgeschlossen (*Eleocharis ovata*).

Finden sich bei Beständen mit so geringer Organisationshöhe wie dem „*Eleocharitetum acicularis* mit *Elatine hexandra*“ zwei ganz unterschiedliche ökologische Strategien vereinigt, so weist dies auf eine nur lose Beziehung als Durchdringung ober Überlagerung hin. Im vorliegenden Fall ist es ein Überlagerungskomplex aus dem perennierenden *Eleocharitetum acicularis* und der therophytischen *Elatinetum hexandrae*-Schicht. Letztere würde dann eine Teppichgesellschaft darstellen. Treffender sind derartige Durchdringungskomplexe später als „warp and woof community“ bezeichnet worden (zitiert nach SCHOOF-VAN PELT 1973). Es wird dabei die aus der Webtechnik stammende Vorstellung von der – bereits vorhandenen – Kette und dem – nachträglichem – Schuß benutzt („warp community“ = *Eleocharitetum acicularis*, „woof community“ = *Elatinetum hexandrae*). Die ökologische Sonderstellung der *Elatine*-Arten ergibt sich aus der Fähigkeit zur subhydrischen Entwicklung, dem Weiterwachsen als Wasserschweber und dem Aufkommen bzw. der Weiterentwicklung auf trockengefallenem Schlamm. Mit den *Nanocyperion*-Arten verbindet sie die Einjährigkeit. Auch können sie in der limosen Phase keimen, wie diese es immer tun. STEFFEN (1931) hat eine *Elatine hydropiper*-*Eleocharis acicularis*-Assoziation beschrieben, die von PIETSCH (1963) ebenfalls als Assoziationsgemisch angesehen wird. Analoge Durchmischungen von *Littorelletalia*- und *Cyperetalia fusci*-Elementen liegen bei der öfter beschriebenen *Limosella aquatica*-*Eleocharis acicularis*-Assoziation vor.

Am Hofmanns-Weiher wird *Eleocharis acicularis* von *Littorella uniflora* begleitet. Der Strandling bildet einen streckenweise bis zu 20 m breiten, geschlossenen Gürtel auf dem meist grobkörnigeren Substrat in Ufernähe (Veg.-Tab. 1, Aufn. 15–18). Sonst wurde die Art nur noch in jeweils kleinen Ansiedlungen am Dreifelder Weiher (Aufn. 13) und Post-Weiher (Aufn. 14) gefunden. In den *Littorella*-Rasen tritt *Eleocharis acicularis* konkurrenzbedingt zurück, dringt andererseits aber weiter zur Seemitte vor. Das *Elatinetum hexandrae* nutzt den Spielraum außerhalb der faziellen Ausbildungen von *Eleocharis acicularis* (Aufn. 1–3) und *Littorella uniflora* (Aufn. 16–18).

Dominanzbestände von *Littorella uniflora* sind in der Literatur als *Littorelletum uniflorae* (WATTEZ 1968) oder als *Littorella uniflora*-Gesellschaft mit unterschiedlichen Standorteigenschaften und Begleitarten beschrieben worden (Zusammenstellung in DIERSSEN 1975 sowie OBERDORFER & DIERSSEN in OBERDORFER 1977).

An der Westerwälder Seenplatte handelt es sich um eine fazielle Ausbildung des *Eleocharitetum acicularis*. Standörtliche Besonderheiten sind am Hofmanns-Weiher nicht erkennbar. Zwar ist *Littorella uniflora* eutrophierungsempfindlicher als *Eleocharis acicularis* (POTT 1982). Bei vergleichbaren Standorteigenschaften hat das Vorhandensein oder Fehlen der Art verbreitungsbiologische Gründe. Anders als *Eleocharis acicularis* ist *Littorella uniflora* wenig propagationsfreudig. Während bei *Eleocharis acicularis* wenigstens die Bestände im Inundationsbereich häufig zur Blüte kommen, blüht und fruchtet *Littorella uniflora* nur, wenn die Bestände frühzeitig im Sommer trockenfallen. Auch im Vogelsberg erklären die Zufälligkeiten der Besiedlung, daß allein

im Reichloser Teich große *Littorella*-Bestände vorkommen (früher auch im Gedener See), während die übrigen Teiche frei davon sind. Von den sauerländisch-bergischen Talsperren weist nur die Wahnbach-Talsperre ausgedehnte *Littorella*-Rasen auf. Aus dem Westerwald wird *Littorella uniflora* noch vom Heisterberger Weiher angegeben (W. LUDWIG 1963). Dieser war im Untersuchungszeitraum ständig gefüllt.

## *Nanocyperion*-Bestände mit *Elatine*

Teichboden-Gesellschaften der *Cyperetalia fuscii*, die 1–2 Monate Entwicklungszeit brauchen, haben bei dem festgelegten Ablaßrhythmus nur in Dürre Jahren eine Entwicklungschance. Allerdings konnte an den Teichen in den letzten Trockenjahren der größte Teil des Wassers gehalten werden, so daß nur stellenweise in Ufernähe Zwergbinsen-Bestände entwickelt waren. 1983 lag der Hofmanns-Weiher wegen Reparaturarbeiten am Absperrdamm vom Frühsommer bis in den Spätherbst hinein trocken und bot so *Nanocyperion*-Beständen optimale Entfaltungsbedingungen. Vegetationsentwicklung und -zonierung sind von RIEDEL (1985) untersucht worden. Hier sollen einige weitere Aspekte zur Syndynamik angefügt werden (Veg.-Tab. 2). Die Vegetationsaufnahmen wurden in der zweiten Septemberhälfte 1983 gewonnen. Die Vegetationsentwicklung wurde bis Ende Oktober verfolgt (Aufn. 15: Vergleichsaufn. aus einem der Hälterteiche Oktober 1984).

Die Teichboden-Gesellschaft des Gebietes ist das *Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae* KLIKA 1935 em. PIETSCH 1961. Es ist eine der vikariierenden Gebietsassoziationen der ehemaligen Kollektivassoziation des *Eleocharitetum ovatae* (HAYEK 1923) MOOR 1936. Die Gesellschaft hat einen subkontinentalen Verbreitungsschwerpunkt und an der Westerwälder Seenplatte ihr letztes Vorkommen gegen den subatlantischen Bereich (geographische Randausbildung, RIEDEL 1985). Außerdem meidet die Gesellschaft Tieflagen unter 100 m. Sie ist in der typischen Subassoziation ausgebildet, in der die beiden Charakterarten *Eleocharis ovata* und *Carex bohemica* optimal entwickelt sind (PIETSCH 1963, PIETSCH & MÜLLER-STOLL 1968). Diese entspricht in etwa der Subass. von *Carex bohemica* bei PHILIPPI (1968).

Das *Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae* besiedelt als woof community die Lücken des *Eleocharitetum acicularis* als warf community. *Elatine hexandra* verliert hier ihre Sonderrolle und verhält sich keimungsökologisch wie die übrigen *Nanocyperion*-Arten und bildet terrestrische Kleinformen aus. Sie gehört in den Beständen zu den konkurrenzschwächsten Gliedern und ist hier nur Lückenbüßer. Diese enge ökologische Anlehnung gab den Ausschlag, *E. hexandra* in den Veg.-Tabellen als *Nanocyperion*-Art zu führen. Die Beziehung zu den *Littorelletea* ist hingegen viel loser, obwohl die Art wegen der räumlichen Koinzidenz öfter mit diesen erfaßt sein mag.

Die von RIEDEL (1985) festgestellte Initialphase der Gesellschaft mit *Limosella aquatica* ist in den Aufnahmen nicht mehr erfaßt. Der Schlammling verfügt über ein rasches Keimvermögen und eine extrem kurze Entwicklungsdauer von einem Monat bis zur Samenreife. Diese *Limosella*-Bestände werden schnell von den nachrückenden *Nanocyperion*-Arten überwachsen und verdrängt. Dabei zeigt *Eleocharis ovata* eine Vorliebe für die ständig durchfeuchteten Stellen und bildet dort fleckenweise dichte und hochwüchsige Bestände (*Eleocharis ovata*-Fazies, Aufn. 15–20). Die Art ist empfindlich gegen Austrocknung, aber auch gegen erneute Überschwemmung. Sie gilt als azidophil.

Auf dem weitaus größten Teil des lehmig-tonigen Teichbodens, der stärker abgetrocknet und polygonartig aufgerissen war, trat *Carex bohemica* aspektbeherrschend in

Veg.Tab.2: *Eleocharitetum acicularis* mit *Eleocharito-Caricetum bohemicae*- und *Bidention*- Überlagerung

Aufn. 1-8 *Littorella uniflora*-Fazies des *Eleocharitetum acicularis*

- 10-14 *Carex bohemica*-Fazies des *Eleocharito-Caricetum bohemicae*
- 16-20 *Eleocharis ovata*-Fazies des *Eleocharito-Caricetum bohemicae*
- 5-8 *Alopecuretum aequalis*-Teppich
- 11-14 *Rumicetum maritimi*-Teppich

Größe der Aufn.-Fläche 5-10 m<sup>2</sup>

Nr.d.Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Artenzahl	22	9	10	17	15	16	24	22	28	15	25	32	21	22	13	19	18	22	20	16

Littorelletea-Arten

<i>Eleocharis acicularis</i>	1	.	.	1	1	1	+	1	.	2	+	1	1	+	.	2	.	1	1	1
<i>Littorella uniflora</i>	3	4	4	4	3	3	4	5	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus bulbosus</i>	1	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	1	.

Nanocyperion-Überlagerung

<i>Carex bohemica</i>	+	.	.	.	.	.	+	r	1	3	4	4	4	5	3	r	1	1	1	1	2
<i>Eleocharis ovata</i>	.	.	.	.	.	4	3	1	1°	1°	1°	2°	1°	2	3	4	4	5	5	5	
<i>Elatine hexandra</i>	1	.	.	1	1	+	+	1	1	1	2	1	1	1	.	1	1	.	.	.	
<i>Isolepis setacea</i>	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	r	.	.	+	.	.	.	r	.	.	.	+	+	.	1	.	.	r	.	.	
<i>Stellaria alsine</i>	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Riccia glauca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Juncus bufonius</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	+	
<i>Peplis portula</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	
<i>Limosella aquatica</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	

Bidention-Überlagerung

<i>Alopecurus aequalis</i>	r	1	+	1	3	3	3	3	4	1	1	+	1	1	+	1	1	1	+	1
<i>Rumex maritimus</i>	.	r	.	.	+	+	+	+	+	1	3	3	3	4	.	.	.	.	.	+
<i>Epilobium adenocaulon</i>	r	.	r	+	1	+	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Rorippa palustris</i>	r	.	.	r	1	.	.	.	+	1	+	.	.	.	1	1	.	.	.	+
<i>Polygonum lapathifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Bidens radiata</i>	.	.	.	r	.	.	.	+	r	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+
<i>Polygonum hydropiper</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bidens cernua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus sceleratus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	r	.	.	.

abbauende Begleiter

a. *Phragmitetea*-Arten

<i>Lycopus europaeus</i>	r	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	+	1	1	.	.	.	.	1	+	.
<i>Carex spec. juv.</i>	+	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Phalaris arundinacea juv.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis caespitosa</i>	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

b. *Scheuchzerio-Caricetea*-Arten

<i>Agrostis canina</i>	.	r	+	+	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica scutellata</i>	+	+	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r

c. *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten

<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	1	1	1	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Lotus uliginosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.

d. *Agrostiotea*-Arten

<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

e. übrige Begleiter

<i>Salix spec. Klq.</i>	.	.	.	.	1	.	1	+	+	1	1	1	+	1	.	2	+	.	1	1
<i>Alnus spec. Klq.</i>	.	+	+	+	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tussilago farfara juv.</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	.	.	.	r°	.	+	1	+	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus articulatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago major</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus aquatilis coll.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epilobium roseum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.

Ferner je zweimal: *Physcomitrella patens* in Nr. 9 (1) und Nr. 16 (1), *Physcomitrium eurystomum* in Nr. 11 (1) und Nr. 16 (+), *Callitriche hamulata* in Nr. 1 (+) und Nr. 18 (+), *Glyceria fluitans* in Nr. 17 (+) und Nr. 19 (+), *Taraxacum officinale juv.* in Nr. 8 (+) und Nr. 9 (+), *Myosotis scorpioides* im Nr. 1 (r) und Nr. 13 (+), *Epilobium palustre* in Nr. 7 (+) und Nr. 20 (r), *Betula pendula* Klq. in Nr. 9 (r) und Nr. 12 (r); je einmal: *Glyceria declinata* (+) und *Blasia pusilla* (+) in Nr. 1, *Scirpus sylvaticus* (+) in Nr. 4, *Cirsium palustre* (+) in Nr. 9, *Schoenoplectus lacustris juv.* (+) in Nr. 10, *Lythrum salicaria* (+) in Nr. 11, *Epilobium hirsutum* (+) und *Achillea ptarmica* (+) in Nr. 12, *Typha angustifolia juv.* (+) und *Myosotis nemorosa* (r) in Nr. 14, *Pseudophemerum nitidum* (1) in Nr. 16, *Bryum argentum* (+) und *Juncus filiformis* (+) in Nr. 17, *Epilobium parviflorum* (+) in Nr. 19.

ausgedehnten Beständen auf (Aufn. 9-14). Die Art verträgt Austrocknung besser und kann auch in einer neuen zeitweisen litoralen Phase bestehen. Da ihre Entwicklung

auch schneller anläuft als bei *Eleocharis ovata*, war letztere in der *Carex bohemica*-Fazies der Gesellschaft nur als Kleinform im Unterstand zu finden.

Als Mitbewerber um den gleichen Standort kommen mit zeitlicher Verzögerung *Bidentetalia*-Arten auf den vom Wasser freigegebenen Flächen auf. Nur die *Limosella*-Initialphase des *Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae* ist noch einigermaßen frei von ihnen. Schon in der Optimalphase der Gesellschaft liegt im Regelfall ein Durchdringungskomplex mit *Bidentetalia*-Gesellschaften vor.

Am Hofmanns-Weiher waren zwei *Bidentetalia*-Gesellschaften an der Ausbildung solcher Kleinmosaike beteiligt. In Ufernähe kam es auf dem grobkörnigen, feinerdeärmeren Substrat zur Ausbildung des *Alopecuretum aequalis* (Soó 1927) BURRICHTER 1960 (Aufn. 5-9). Die dort vorkommenden *Littorella*-Bestände waren davon meist wiesenartig überwachsen. Die Gesellschaft ist in Hinblick auf die Nährstoffversorgung die anspruchsloseste der *Bidention*-Gesellschaften. *Alopecurus aequalis* zeigte gegen Ende der Vegetationsperiode einen starken *Claviceps*-Befall.

Der weitaus größere Teil des Teichbodens binnenwärts wurde vom *Rumicetum maritimi* SISS. in WESTH. et al. 1946 em. PASS. 1959 besetzt (Aufn. 11-14). Die Gesellschaft stellt neben dem *Ranunculetum scelerati* TX. 1950 ex PASS. 1959, das nicht gefunden wurde, die höchsten Ansprüche an die Stickstoffversorgung des Substrats. *Rumex maritimus*-Herden schlossen mit fortschreitender Entwicklungszeit immer dichter zusammen und waren Ende Oktober mit Deckungsanteilen von 4-5 physiognomisch bestimmend. Geschlossene *Bidention*-Bestände verhalten sich dann wie echte Teppich-Gesellschaften.

Auffällig ist die hohe Stetigkeit von *Epilobium adenocaulon* in beiden Gesellschaften. Der Neubürger hat sich als *Bidention*-Art erwiesen (WITTIG & POTT 1980).

Ob bei der Eroberung des Teichschlammes eine echte (= primäre) Sukzession vorliegt, ist in zahlreichen Arbeiten recht kontrovers diskutiert worden. Es handelt sich dabei meist um unterschiedliche Interpretationen des Sukzessionsbegriffs. ELLENBERG (1982) wiederholt den schon von MOOR (1936) erkannten Zusammenhang, daß hier die zeitliche Verschiebung der Keimung zu einer zeitversetzten Entwicklung von *Nanocyperion*- und *Bidention*-Gesellschaften führt, die unabhängig von irgendeiner Bodenbildung erfolgt (= sekundäre Sukzession nach LIBBERT 1938). Allerdings können die konkurrenzstärkeren *Bidention*-Gesellschaften *Nanocyperion*-Bestände an der Entfaltung hindern. Liegen Teichböden im folgenden Jahr ausnahmsweise trocken, so haben *Nanocyperion*-Gesellschaften schon keine Entwicklungschance mehr. Dies war an den vorübergehend aufgelassenen Hälterteichen am Ausfluß des Haus-Weiher und den endgültig aufgegebenen Kleinteichen am Ausfluß des Dreifelder Weiher zu sehen. Die bereits im ersten Jahr sich spärlich einstellenden perennierenden Arten des Röhrichts, der Groß- und Kleinseggen-Gesellschaften, der Flutrasen und des Grünlandes nehmen im zweiten Jahr sprunghaft zu und lösen bei ungestörter Vegetationsentwicklung die *Bidention*-Gesellschaften endgültig ab.

## Schutzwürdigkeit und Pflegemaßnahmen

Die *Elatine*-Bestände sind bei der derzeitigen Form der Teichwirtschaft an der Westerwälder Seenplatte nicht gefährdet. Das Vorkommen der beiden seltenen *Elatine*-Arten läßt sich ohnehin nicht beeinflussen. Stark gefährdet ist hingegen das in ganz Mitteleuropa seltene *Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae* mit seinen darin enthal-

tenen floristischen Besonderheiten, das immer weniger Gelegenheit bekommt, sich zu entwickeln.

Die Teiche werden nach dem späten Ablassen sofort wieder bespannt. An Haus-, Post- und Dreifelder Weiher befinden sich Freizeit- und Fremdenverkehrseinrichtungen, welche die Wasserfläche fordern. An den weniger berührten Brinken-, Haiden- und Hofmanns-Weiher sollte der Gesellschaft im Wechsel periodisch – etwa einmal im Jahrzehnt – Gelegenheit gegeben werden, sich über Samenproduktion zu erneuern, indem diese Teiche schon im Sommer abgelassen werden und einige Monate trocken liegen können. Häufiger geschieht dies auch unter natürlichen Umständen in Trockenjahren nicht. Diese haben sich an der Seenplatte immer weniger ausgewirkt. Man hat es auch dann verstanden, den größten Teil des Wasserkörpers zu halten, so daß es zunehmend nur noch zu einer fragmentarischen Teichrandausbildung der Gesellschaft kam.

#### Danksagung

Ich danke dem Leiter der fürstlich-wiedischen Teichwirtschaft, Herrn Forstamtmann R. Limburg, Neuwied, sowie Herrn G. Stähler, Fischwirtschaftsmeister der Westerwälder Fischzucht, Hadamar-Niederzeuzheim, und Herrn H. Schuster, Steinen, der die Teiche betreut, für ihre bereitwillig erteilten Auskünfte zur Teichwirtschaft an der Westerwälder Seenplatte.

#### Literatur

- ANT, H. & H. DIEKJOBST (1970): Nachweis des Quirlblättrigen Tännels (*Elatine alsinastrum*) in Westfalen (mit einer Übersicht der bisherigen *Elatine*-Funde). – Abh. Landesmus. Naturk. 32(2): 10–18. Münster.
- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & H. SUKOPP (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. – Greven.
- BÖTTCHER, H. & G. JECKEL (1974): Beobachtungen zur Flora und Vegetation ausgetrockneter Teiche im Kreis Celle. – Göttinger Florist. Rundbr. 8(3): 85–90.
- BURRICHTER, E. (1960): Die Therophyten-Vegetation an nordrhein-westfälischen Talsperren im Trockenjahr 1959. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. 73(1): 24–37.
- CASPER, S.J. & H.-D. KRAUSCH (1981): Süßwasserflora von Mitteleuropa 24. Pteridophyta und Anthopyhta, 2. Teil.
- DIEKJOBST, H. & H. ANT (1970): Die Schlammbodenvegetation am Möhnesee in den Jahren 1964 und 1969. – Dortmunder Beitr. z. Landesk. 4: 3–17.
- DIEMONT, W.H., SISSINGH, G. & V. WESTHOFF (1940): Het Dwergbiezen-Verbond (*Nanocyperion flavescentis*) in Nederland.-Nederl. Kruidkundig Arch. 50: 215–284.
- DIERSSSEN, K. (1975): Prodrromus der europäischen Pflanzengesellschaften 2. *Littorelletea uniflorae*.
- EBER, W. (1974): Die *Elatine alsinastrum*-*Juncus tenageia*-Gesellschaft. – Mitt. florist.-soz. Arbeitsgem. N.F. 17: 17–21.
- ,– (1977): Die Therophytenvegetation der Ahlhorner Teiche. – Drosera 77(1): 9–13.
- ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. – 3. Aufl., Stuttgart.
- FRISENDAHL, A. (1927): Über die Entwicklung chasmo- und kleistogamer Blüten bei der Gattung *Elatine*. – Acti Hort. Gotob. 3: 99–142.
- GLÜCK, H. (1936): Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas (Hrg. Prof. Dr. A. PASCHER) 15. Pteridophyten und Phanerogamen.
- HÄBEL, H.-J. (1980): Die Kulturlandschaft auf der Basalthochfläche des Westerwaldes vom 16. bis 19. Jahrhundert. – Wiesbaden.
- HAND, R. (1984): *Elatine alsinastrum* L. und *Schoenoplectus supinus* (L.) PALA bei Trier wiedergefunden. – Göttinger Florist. Rundbr. 18(1/2): 43–44.
- HEGI, G. (1925/1965): Illustrierte Flora von Mitteleuropa 5(1). – Unveränderter Nachdruck d. 1. Aufl.

- HEJNY, S. (1960): Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in der slowakischen Tiefebene. – Slovak. Akad. Bratislava.
- KLEIN, H. (1952): Beitrag zur Kenntnis der Flora der Teichböden im Vogelsberg.-Schriftenreihe Naturschutzst. Darmstadt-Stadt **1**(3): 3-12.
- KLIKA, J. (1935): Die Pflanzengesellschaften des entblößten Teichbodens.-Beih. Bot. Centralbl. Abt. B, **53**: 286-310.
- KORNECK, D. (1959): Ein Ausflug zur Westerwälder Seenplatte am 6. und 7. Sept. 1958. – Hess. Florist. Br. **8**(89): 1-4.
- , (1960): Beobachtungen an Zwergbinsengesellschaften im Jahr 1959. – Beitr. naturkundl. Forschung Südwestdt. **19**(1): 101-110.
- , (1971): *Elatine alsinastrum* L. bei Bischofsheim (Kr. Hanau). – Hess. Florist. Br. **20**(237): 41-45.
- , LANG, W. & H. REICHERT (1981): Rote Liste der in Rheinland-Pfalz ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. – Beitr. Landespfl. Rheinl.-Pfalz **8**: 7-137.
- KRACH, J. & R. FISCHER (1982): Bemerkungen zum Vorkommen einiger Pflanzenarten in Südfranken und Nordschwaben.-Ber. Bayer. Bot. Ges. **53**: 155-173.
- LAVEN, L. & P. THYSSEN (1959): Flora des Köln-Bonner Wandergebietes (Gefäßkryptogamen und Phanerogamen). – Decheniana **112**(1): 1-179.
- LIBBERT, W. (1938): Die Besiedlung kahler Flußufer. – Feddes Repert. Beih. **101**: 165-179.
- LÖTSCHERT, W. (1966): Die Pflanzenwelt der Westerwälder Seenplatte. – Natur u. Museum **96**(4): 139-150.
- , (1977): Pflanzen und Pflanzengesellschaften im Westerwald. – Beitr. Landespfl. Rheinl.-Pfalz **5**: 107-156.
- LUDWIG, A. (1952): Flora des Siegerlandes. – Siegen.
- , (1953): Das Reitgras *Calamagrostis neglecta* (EHRH.) WETT. am Heidenweiher bei Steinen im Westerwald. – Hess. Florist. Br. **2**(16).
- LUDWIG, W. Über einige Seltenheiten der Teichbodenflora, insbesondere in Nordhessen. – Hess. Florist. Br. **10**(111): 13-15.
- , (1963): Notizen zur Flora Nordhessens, insbesondere des Werratales. – Hess. Florist. Br. **12**(138): 33-39.
- MOOR, M. (1936): Zur Soziologie der *Isoetalia*. – Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz **20**: 1-148.
- MÜLLER, TH. & S. GÖRS (1960): Pflanzengesellschaften stehender Gewässer in Baden-Württemberg. – Beitr. naturkundl. Forschung Südwestdt. **19**(1): 60-100.
- OBERDORFER, E. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil 1. – 2. Aufl.
- , (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 5. Aufl.
- OESAU, A. (1972): Zur Soziologie von *Limosella aquatica* L. – Beitr. Biol. Pflanzen **48**: 377-397.
- , (1976): Zur Biologie von *Alopecurus aequalis* L. (Gramineae). – Mz. naturw. Archiv **14**: 151-181.
- PHILIPPI, G. (1968): Zur Kenntnis der Zwergbinsengesellschaften (Ordnung der *Cyperetalia fuscii*) des Oberrheingebietes. – Veröff. Landesst. Natursch. Landschaftspfl. Baden-Württ. **36**: 65-130.
- , (1969): Zur Verbreitung und Soziologie einiger Arten von Zwergbinsen- und Strandlingsgesellschaften im badischen Oberrheingebiet. – Mitt. bad. Landesver. Naturk. u. Natursch. N.F. **10**(1): 139-172.
- , (1971): Beiträge zur Flora der nordbadischen Rheinebene und der angrenzenden Gebiete. – Beitr. naturkundl. Forschung Südwestdt. **30**(1): 9-47.
- , (1985): Das *Eleocharitetum acicularis* im südlichen und mittleren Oberrheingebiet. – Tuexenia N.S. **5**: 59-72.
- PIETSCH, W. (1963): Vegetationskundliche Studien über Zwergbinsen und Strandlingsgesellschaften in der Nieder- und Oberlausitz. – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **38**(2): 1-80.
- , (1973): Beitrag zur Gliederung der europäischen Zwergbinsengesellschaften (*Isoëto-Nanojuncetea* BR.-BL. & Tx. 1943). – Vegetatio **28**(5/6): 401-438.
- , (1977): Beitrag zur Soziologie und Ökologie der europäischen *Littorelletea*- und *Utricularietea*-Gesellschaften. – Feddes Repert. **88**(2): 141-245.
- , & W.R. MÜLLER-STOLL (1968): Die Zwergbinsen-Gesellschaften der nackten Teichböden im östlichen Mitteleuropa, *Eleocharito-Caricetum bohemicae*. – Mitt. Florist.-soz. Arbeitsgem. N.F. **13**: 14-47.

- POTT, R. (1982): *Littorelletea*-Gesellschaften in der Westfälischen Bucht. - Tuexenia N.S. 2: 31-45.
- RAABE, E.W., BROCKMANN, C. & K. DIERSSEN (1982): Verbreitungskarten ausgestorbener, verschollener und sehr seltener Gefäßpflanzen in Schleswig-Holstein. - Mitt. Arbeitsgem. Geobot. Schl.-Holst. u. Hamb. 32: 1-317.
- RAABE, U. (1984): *Lemna minuscula* auch in Westfalen. - Gött. Florist. Br. 18(1/2): 42.
- RIEDL, U. (1985): Beobachtungen am *Eleocharito ovatae-Caricetum bohemicae* (KLIKA 35 em. PIETSCH 61) am Hofmanns-Weiher (Westerwälder Seenplatte). - Decheniana 138: 7-12.
- ROCHE, O. & H.J. ROTH (1975): Flora des Köln-Bonner Wandergebietes (Gefäßkryptogamen und Phanerogamen). Nachträge aus dem Nachlaß PAUL THYSSSEN †. - Decheniana 128: 43-167.
- ROTH, H.J. (1984): Die Westerwälder Seenplatte. - Rheinische Landsch. 2. 3. Aufl.
- RUDIO, F. (1851): Übersicht der Phanerogamen und Gefäß-Kryptogamen von Nassau. - Weilburg.
- RUNGE, F. (1972): Die Flora Westfalens. 2. Aufl. - Münster.
- SCHOOF-VAN PELT, M.M. (1973): *Littorelletea*. A study of the vegetation of some amphiphytic communities of western Europe. - Nijmegen.
- SCHROTT, R. (1974): Verlandungsgesellschaften der Weiher um Eschenbach und Tischenreuth und Vergleich der Verlandungszonen. - Hoppea 33: 247-310.
- STEFFEN, H. (1931): Vegetationskunde von Ostpreußen. - Pflanzensoz. 1. Jena.
- SUKOPP, H., TRAUTMANN, W. & D. KORNECK (1978): Auswertung der Roten Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland für den Arten- und Biotopschutz. - Schriftenr. f. Vegetationsk. 12: 1-138.
- TATARU, T. (1984): Fünf neue Fundorte von *Elatine hydropiper* L. in Bayern. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 55: 59-62.
- TÜXEN, R. (1979): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands 2. 2. Aufl., Vaduz.
- , & C. ZEVACO (1973): *Isoeto-Nanojuncetea*. - Bibl. Phytosociol. Syntaxon. 19: 1-90.
- WATTEZ, J.R. (1968): Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. - Thesis, Lille.
- WIGAND, A. & F. MEIGEN (1891): Flora von Hessen und Nassau. - Marburg.
- WITTIG, R. & R. POTT (1980): Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und zum Status des Drüsigen Weidenröschens (*Epilobium adenocaulon* HAUSKN., Onagraceae) in der Westfälischen Bucht. - Natur u. Heimat 40(3): 83-87.
- , & -, (1982): Die Verbreitung von *Littorelletea*-Arten in der Westfälischen Bucht. - Decheniana 135: 14-21.
- WOHLFAHRT, U. (1984): Hydrophyten- und Helophytenvegetation anthropogen geprägter Feuchtbiootope im LSG Ahlhorner Fischteiche (Landkreis Oldenburg/Cloppenburg). - Inf. Natursch. Landschaftspf. 4: 205-238.
- WOIKE, S. (1963): *Coleanthus subtilis* (TRATT.) SEIDL auch in Westdeutschland. - Hess. Florist. Br. 12(142): 54-56.
- , (1968): Funde vom Scheidenblütgras (*Coleanthus subtilis*) in Deutschland. - Natur u. Museum 98(1): 1-9.
- , (1969): Beitrag zum Vorkommen von *Coleanthus subtilis* (TRATT.) SEIDL (Feines Scheidenblütgras) in Europa. - Folia geobot. phytotax. 4: 401-413.
- WUNDER, W. (1956): Düngung in der Teichwirtschaft. - Essen.

Anschrift des Verfassers: Dr. Herbert Diekjobst, Maler-Vogt-Weg 10, D-5860 Iserlohn



# Soziologisches und ökologisches Verhalten von *Luronium natans* (L.) Rafin und *Potamogeton polygonifolius* Pourr. in der Lausitz

Werner Pietsch

Die Arbeit von BURRICHTER (1969) über das Vorkommen von *Ranunculus ololeucus* im „Witte Venn“ und die in jüngster Zeit erfolgten umfassenden Untersuchungen der oligotraphenten Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften der nährstoffarmen Diluviallandschaft des pleistozänen Quarzsandgebietes der Westfälischen Bucht, die sich durch das Auftreten zahlreicher *Littorelletea*-Gesellschaften aufzeichnen, haben mich angeregt, das soziologische und ökologische Verhalten der beiden atlantischen Arten *Luronium natans* und *Potamogeton polygonifolius* in der durch den Menschen stark beeinflussten nährstoffarmen Diluviallandschaft des pleistozänen Quarzsandgebietes der Lausitzer Niederung, im Südosten der DDR, zu untersuchen.

Ist es vornehmlich die Gewässereutrophierung, die während der vergangenen 30 Jahre in der Westfälischen Bucht zu einem starken Rückgang der *Littorelletea*-Gesellschaften geführt hat (WITIG & POTT 1982; POTT 1982), so ist es in der Lausitzer Niederung der intensive Braunkohlenabbau, der viele Standorte vernichtete. Allerdings läßt sich ähnlich den Verhältnissen in der Westfälischen Bucht immer wieder feststellen, daß neben der anthropogenen Gefährdung und Vernichtung der Standorte des atlantischen Florenelementes durch die Tätigkeit des Menschen stets neue Standorte und somit künstliche Refugialgebiete für diese Pflanzen und ihre Gesellschaften geschaffen werden.

## 1. Einleitung

Bereits um die Jahrhundertwende wurde die Lausitz durch das Auftreten atlantisch-subatlantisch verbreiteter Arten bekannt (BARBER 1893; DRUDE 1902). GRÄBNER (1925) sprach deshalb von einer pseudatlantischen Exklave der Lausitzer Niederung. Das atlantische Florenbild der Lausitz wurde durch die Arten *Pilularia globulifera*, *Deschampsia setacea*, *Eleocharis multicaulis*, *Cicendia filiformis*, *Apium inundatum*, *Eleogiton fluitans*, *Potamogeton polygonifolius* und *Luronium natans* geprägt. Mit der fortschreitenden Tätigkeit des Braunkohlenabbaus wurden zahlreiche Standorte dieser Vegetation, wie Heidemoore und Fischteiche, völlig vernichtet. Arten wie *Hypericum elodes*, *Eleogiton fluitans*, *Apium inundatum* und *Deschampsia setacea* galten deshalb bereits Ende der dreißiger Jahre als ausgestorben, während andere Arten sich nur noch an den Randbereichen des einstigen Lausitzer Verbreitungsareals erhalten hatten, wie *Potamogeton polygonifolius*, *Eleocharis multicaulis*, *Pilularia globulifera* und *Luronium natans*.

Während der letzten zwei Jahrzehnte läßt sich jedoch mit dem Wiederanstieg des Grundwasserspiegels in der Heidelandschaft und in zahlreichen Restgewässern der Bergbaufolgelandschaft ein oft gehäuftes Auftreten von Arten des atlantischen Florenelementes feststellen, wie z. B. *Pilularia globulifera*, *Apium inundatum* und *Deschampsia setacea* (PIETSCH 1977a, 1979).

In der Zwischenzeit sind auch weitere neuere Vorkommen von *Potamogeton polygonifolius* und *Luronium natans* in jahrzehntelang ausgetrockneten Fisch- und Heide- teichen sowie Moorkomplexen bekannt geworden.

Obwohl es sich bei beiden Arten um Vertreter des ozeanischen Florenelementes handelt, besiedeln sie im östlichen Mitteleuropa aufgrund ihres unterschiedlichen ökologischen Verhaltens stets voneinander getrennte Stillwasser-Standorte und kommen dort nicht gemeinsam vor. Dagegen ist auffällig, daß beide Arten zusammen in Fließgewässern mit geringer Strömungsgeschwindigkeit in Nieder- und Heidemoorkomplexen in vom Bergbau verschonten Randbereichen eine sehr charakteristische, üppig entwickelte, im Wasser flutende Vegetation bilden, wie sie für das östliche Mitteleuropa wohl einmalig ist.

Im folgenden Beitrag sollen deshalb die floristisch-soziologische Struktur *Luronium natans*- und *Potamogeton polygonifolius*-reicher Bestände der Altmoränengebiete der Lausitz sowie ihre Gefährdung und geeignete Maßnahmen zu ihrem Schutz auf der Grundlage ihres ökologischen Verhaltens untersucht werden.

## 2. Lage der Untersuchungsgebiete

Es handelt sich um die Heideseen, Heideteiche, Torfgewässer, Moorschlenken und Fischteiche einschließlich der Zu- und Abflußgräben von Hoch-, Heide- und Zwischenmoorkomplexen der Altmoränengebiete der Lausitz, insbesondere der Pleistozängebiete des Lausitzer Tieflandes der Kreise Bad Liebenwerda, Luckau, Senftenberg, Hoyerswerda und Weißwasser im Bez. Cottbus, auf dem Territorium der DDR.

Folgende Moor- und Heidegebiete wurden untersucht: Bröthen-Zeißholzer Moor, Bergen-Weißacker Moor, Heidemoor Wanninchen, Jannowitzer Moor, Schwarzer See bei Bernsdorf, Heidemoor Loben und Torfstiche Lugau und Hohenleipisch (Nixenlöcher). Außerdem wurden die Fischteiche Sorgenteich bei Guteborn, Hermsdorfer Teiche, Niederspreer Teichgebiet, Bieberteiche bei Kostebrau sowie zahlreiche Grabensysteme, Zu- und Abflußgräben innerhalb von Nieder- und Zwischenmoorkomplexen im Schradengebiet zwischen Ortrand und Elsterwerda untersucht.

## 3. Soziologisches Verhalten

### 3.1 *Luronium natans*-reiche Bestände (Tab. 1)

(*Littorello-Eleocharitetum acicularis* Chouard 1924; *Apium inundatum* - *Littorella uniflora*-Ges. Fröde 1950)

*Luronium natans* erreicht im östlichen Mitteleuropa seine Hauptverbreitung im flachen Litoralbereich der *Isoëtes*- und *Lobelia*-Seen Pommerns. Hier tritt die Art zusammen mit *Isoëtes lacustris* und *Lobelia dortmanna* im *Isoëto-Lobelietum* Tx. 1937 auf und bildet eine eigene Var. v. *Luronium natans* innerhalb der Subass. von *Lobelia dortmanna* (DAMBSKA 1965). Außerdem siedelt *Luronium natans* zusammen mit *Eleocharis acicularis* innerhalb des *Eleocharitetum acicularis* (BAUMANN 1911) Koch 1926 der elektrolytarmen Klarwasserseen (PIETSCH 1977a).

In der Lausitzer Niederung bildet *Luronium natans* zusammen mit *Eleocharis acicularis* vor allem in Fischteichen eine charakteristische Vegetation auf sandigem Untergrund. An diesen flachen, sich leicht erwärmenden Standorten scheint die Art optimale

Tab.1: *Luronium natans*-reiche Ausbildung innerhalb des *Littorello-Eleocharitetum acicularis* und der *Apium inundatum-Littorella uniflora*-Ges. in Fisch- und Heide-  
teichen der Lausitz.

No. der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Größe der Aufnahme fläche m <sup>2</sup>	20	20	20	20	20	12	8	8	6	6
Gesamtdeckung in %	100	100	90	90	90	90	95	95	85	80
Gesamtartenzahl	3	6	7	5	10	14	11	11	14	11
Wassertiefe in cm	70	60	40	40	35	45	30	60	55	60
<i>Luronium natans</i>	5.5	5.5	4.5	4.5	3.4	4.5	3.4	4.5	3.4	2.3
<u>OC-KC- Littorelletalia und Littorelletea:</u>										
<i>Eleocharis acicularis</i>	1.3	2.3	2.3	4.5	4.5	3.4	3.4	2.3	3.4	2.3
<i>Littorella uniflora</i>	-	-	-	-	1.1	2.3	1.1	2.3	2.3	3.4
<i>Juncus bulbosus</i>	-	-	1.3	+2	-	+2	-	+2	+2	-
<i>Apium inundatum</i>	-	+1	-	-	-	-	-	2.3	3.4	2.3
<i>Pilularia globulifera</i>	-	-	-	-	+1	+3	-	1.1	+1	-
<i>Deschampsia setacea</i>	-	-	-	-	-	+2	1.2	-	-	-
<u>Scheuchzerio-Caricetea-Arten:</u>										
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	-	+1	+1	-	+1	+1	+1	1.1	+1	+1
<i>Ranunculus flammula</i>	-	+1	-	+1	1.1	1.1	+1	1.1	1.1	+1
<i>Veronica scutellata</i>	-	-	-	-	+1	+1	+1	-	+1	+1
<i>Carex serotina</i>	-	-	-	-	-	1.2	2.3	-	-	-
<u>weitere Arten:</u>										
<i>Eleocharis palustris</i>	1.2	2.3	+2	-	1.2	+2	1.2	1.1	1.1	2.3
<i>Callitriche palustris</i>	-	-	1.1	-	-	+2	+2	-	+1	+1
<i>Glyceria fluitans</i>	-	-	+1	-	-	+1	-	1.2	+1	1.1
<i>Peucedanum palustris</i>	-	-	-	-	+1	-	-	1.1	+1	+1
<i>Carex rostrata</i>	-	-	-	-	-	+2	+2	-	+2	-
<i>Riccia fluitans</i>	-	-	-	+3	+3	-	-	-	-	-

Aufn.1: Reinbestand von *Luronium natans*.

Aufn.2 bis 4: Ausbildungen innerhalb von Nadelbinsenfluren.

Aufn.5 bis 7: Ausbildungen innerhalb des *Littorello-Eleocharitetum acicularis*.

Aufn.8 bis 10: Ausbildungen innerhalb der *Apium inundatum-Littorella uniflora*-Ges..

- Aufn. 1: Sorgenteich bei Ruhland, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 11.7.1984  
 Aufn. 2: Nadelteich bei Hermsdorf, Neuschürfung, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 11.7.1984  
 Aufn. 3: Kleiner Kringelsteich bei Kringsdorf, Kr. Niesky, Bez. Dresden; 24.7.1984  
 Aufn. 4: Fischteich bei Stölpchen, Einlauf des Quellbaches; Kr. Großenhain, Bez. Cottbus; 9.9.1982  
 Aufn. 5, 9 und 10: Sorgenteich bei Ruhland, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 11.7.1984  
 Aufn. 6: Oberer Weinbergsteich bei Guteborn, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 21.9.1985  
 Aufn. 7: Niederspreer-Teichgebiet, Großer Tiefzug, Kr. Niesky, Bez. Dresden; 24.7.1984  
 Aufn. 8: Hermsdorfer Teich bei Hermsdorf, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 11.7.1984

Entwicklungsbedingungen zu finden und bildet artenarme Reinbestände oder tritt innerhalb von Ausbildungen des für die Fischteiche der Lausitz charakteristischen *Littorello-Eleocharitetum acicularis* Chouard 1924 auf (Tab. 1, Aufn. 2 bis 7). *Luronium natans* kommt hier zusammen mit den weiteren *Littorelletea*-Arten *Littorella uniflora*, *Pilularia globulifera*, *Apium inundatum* und *Deschampsia setacea* vor, die als Vertreter des atlantischen Florenelementes die oft ausgedehnten Nadelbinsenrasen der Teichbodenflächen besiedeln. Für die *Eleocharis acicularis*-reichen *Luronium*-Bestände sandigfraktionierter Teichböden sind neben *Potamogeton gramineus* und *Eleocharis palustris* noch *Ranunculus flammula*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Veronica scutellata* und *Glyceria fluitans* bezeichnend. Auf zeitweilig trockenfallenden Teichböden treten verschiedentlich Arten der sekundären Teichbodenvegetation der *Cyperetalia fuscii* in den *Luronium natans*-reichen Beständen auf, wie *Limosella aquatica*, *Eleocharis ovata*, *Cyperus fuscus* und die beiden *Gnaphalium*-Arten *G. uliginosum* und *G. luteo-album* (PIETSCH 1977a). Am Beispiel nordrhein-westfälischer Talsperren hatte BURRICHTER (1960) bereits über das Auftreten von *Eleocharis acicularis* zusammen mit therophytischen Arten der *Isoëto-Nanojuncetea* berichtet.

Den *Luronium*-Vorkommen in den Fischteichen sowie in den Zu- und Abflußgräben fehlt stets *Potamogeton polygonifolius*. Ebenso fehlt der Mehrzahl der Standorte *Juncus bulbosus*. Aufgrund der Artenstruktur handelt es sich bei den in Tab. 1 dargestellten Aufnahmen um Ausbildungen einer typischen *Littorellion*- bzw. *Eleocharition acicularis*-Vegetation der *Littorelletalia*.

An bis zu 60 cm tiefen Stellen, insbesondere in den Zulauf- und Abflußgräben der Teichanlagen, bildet *Luronium* zusammen mit *Littorella uniflora* und den flutenden Formen von *Apium inundatum* und *Eleocharis acicularis* fo. *longicaulis* eine im Wasser flutende Vegetation, die leider durch Grabenräumungen stark im Rückgang begriffen ist. Es handelt sich hier um eine Binnenland-Ausbildung der erstmalig von Heidetümpeln der Insel Hiddensee beschriebenen *Apium inundatum* - *Littorella uniflora*-Ges. Fröde 1950 (Aufn. 8 bis 10).

In der Lausitzer Niederung kann *Luronium natans* gegenwärtig auch an Standorten in der Bergbaufolgelandschaft nachgewiesen werden sowie in Restgewässern des Sand- und Kiesabbaus.

### 3.2. *Potamogeton polygonifolius*-reiche Bestände (Tab. 2 u. 3)

(*Junco-Potamogeton polygonifolii* (Pietsch 1971); *Utricularia minor* - *Potamogeton polygonifolius*-Ges. (Chouard 1925).

Die Art bildet in Torfstichen, Schlenken, Restgewässern und Grabensystemen von Heide- und Zwischenmoor-Komplexen oft dichte, ausgedehnte artenarme Reinbestände, die das gesamte Siedlungsgewässer ausfüllen. Vereinzelt treten *Juncus bulbosus*, verschiedene *Callitriche*-Arten, insbesondere *C. cophocarpa*, *Carex rostrata* und *Juncus effusus* auf. Am häufigsten verbreitet sind jedoch Ausbildungen mit *Juncus bulbosus*, die eine charakteristische, dichte, im Wasser flutende Vegetation bilden.

Die *Potamogeton polygonifolius*-reichen Bestände der Stillgewässer der Lausitz gehören alle zu Ausbildungen der *Littorelletea* und insbes. der *Juncetalia bulbosi* und lassen sich im wesentlichen zwei Gesellschaften zuordnen, dem *Junco (bulbosi)-Potamogeton polygonifolii* (Pietsch 1971) und der *Utricularia minor-Potamogeton polygonifolius*-Ges. (Chouard 1925).

Beim *Junco-Potamogeton* unterscheiden wir neben einer typischen Subass. noch eine Subass. v. *Myriophyllum heterophyllum* und eine Subass. v. *Utricularia ochroleuca*.

Innerhalb der Typischen Subass. unterscheiden wir eine artenarme typische Ausbildung (typische Variante) an 35 bis 70 cm tiefen Standorten mit vereinzelt Exemplaren von *Nymphaea alba* und *N. candida* (Tab. 2, Aufn. 2), eine Var. v. *Callitriche cophocarpa* in flacheren Restgewässern und Abflußgräben (Aufn. 3 u. 4) sowie eine *Sphagnum*-reiche Variante in bereits der Verlandung unterliegenden Torfstichen und Schlenken (Aufn. 5 u. 6). Neben *Sphagnum cuspidatum* und *Sph. obesum* treten bereits einige *Utricularietea*-Arten, insbes. *Utricularia minor* und *U. intermedia* und vereinzelt auch *Sparganium minimum* und *Drosera intermedia* auf.

Die Subass. v. *Myriophyllum heterophyllum* (Aufn. 7 u. 8) ist in bis zu 120 cm tiefen Restgewässern des Sand-, Kies-, Torf- und Braunkohlenabbaus ausgebildet. *Myriophyllum heterophyllum* bildet zusammen mit *Potamogeton polygonifolius* und *Juncus bulbosus* eine dichte Vegetation, die den gesamten Wasserkörper ausfüllt und die Wasseroberfläche völlig bedeckt. Als weitere *Juncetalia bulbosi*-Arten treten vereinzelt *Pilula-*

Tab.2: Ausbildungen des *Junco (bulbosi)-Potamogeton polygonifolii* in Moor- und Heidegewässern der Lausitz.

No. der Ausnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Größe der Aufnahme fläche m <sup>2</sup>	40	40	40	20	20	20	60	40	60	8
Gesamtdeckung in %	100	100	95	100	100	100	100	100	95	95
Gesamtartenzahl	2	8	6	4	10	11	7	12	10	16
Wassertiefe in cm	60	45	30	25	20	15	110	60	35	20
<u>C-Ass.:</u>										
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	5.5	4.5	4.5	5.5	4.5	4.5	4.5	3.4	4.5	3.4
<u>OC-KC <i>Juncetalia bulbosi</i> und <i>Littorelletea</i>:</u>										
<i>Juncus bulbosus</i>	+2	4.5	+3	1.2	2.3	1.3	4.5	4.5	3.4	2.3
<i>Pilularia globulifera</i>	-	+3	-	-	-	-	1.1	+1	-	-
<i>Eleocharis multicaulis</i>	-	+2	-	-	-	-	-	+2	-	+2
<i>Eleocharis acicularis</i>	-	-	+2	-	-	-	-	-	-	-
<u>D-Var. v. <i>Callitriche</i>:</u>										
<i>Callitriche cophocarpa</i>	-	-	3.4	4.5	-	-	-	-	-	-
<u>D-Var.v. <i>Sphagnum obesum</i>:</u>										
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	-	-	-	-	3.4	1.3	-	-	+3	-
<i>Sphagnum obseum</i>	-	-	-	-	4.5	4.5	-	-	-	+3
<i>Drosera intermedia</i>	-	-	--	-	1.1	2.1	-	-	-	1.1
<i>Sphagnum recurvum</i>	-	-	-	-	-	4.5	-	-	-	1.3
<u>D-Subass. v. <i>Myriophyllum</i>:</u>										
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	-	-	-	-	-	-	3.4	4.5	-	-
<u>D-Subass. v. <i>Utricularia</i>:</u>										
<i>Utricularia ochroleuca</i>	-	-	-	-	-	-	-	+3	3.4	4.5
<i>Chara globularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	1.3
<i>Chara intermedia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+3	+1
<u><i>Potamogeta</i>-Arten:</u>										
<i>Potamogeton natans</i>	-	+1	+1	-	-	-	1-1	1-1	-	-
<i>Nymphaea alba</i>	-	+1	+1	-	-	-	+1	-	-	-
<i>Nymphaea candida</i>	-	+1	-	-	-	-	+1	-	+1	-
<i>Hottonia palustris</i>	-	+1	-	-	-	-	-	+1	-	-
<u><i>Scheuchzeria-Caricetea</i>-Arten:</u>										
<i>Carex lasiocarpa</i>	-	-	-	-	1.2	+3	.	+2	+2	+2
<i>Agrostis canina</i>	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	+2	+2
<i>Eriophorum angustifolium</i>	-	-	-	-	+1	1.1	-	-	+1	+1
<i>Juncus acutiflorus</i>	-	-	-	-	1.2	-	-	+2	-	+2
<i>Carex canescens</i>	-	-	-	-	-	+2	-	-	-	+2
<u>weitere Arten:</u>										
<i>Carex rostrata</i>	-	-	-	-	2.3	1.3	-	+2	-	+2
<i>Sparganium minimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.1	+1	+1

Aufn.1: Reinbestand von *Potamogeton polygonifolius*

Aufn.2: typische Variante der Typischen Subass.

Aufn.3 und 4: Ausbildungen der Variante v. *Callitriche cophocarpa*

Aufn.5 und 6: Ausbildungen der Variante v. *Sphagnum obesum*

Aufn.7 und 8: Ausbildungen der Subass. v. *Myriophyllum heterophyllum*

Aufn.9 und 10: Ausbildungen der Subass. v. *Utricularia ochroleuca*

- Aufn. 1: Bergen-Weißacker Moor, alter Torfstich bei Bergen, Kr. Luckau, Bez. Cottbus; 17.8.1977  
 Aufn. 2: Bröthen-Zeißholzer-Moor, Großtorfstich bei Bröthen, Kr. Hoyerswerda, Bez. Cottbus; 28.6.1985  
 Aufn. 3: Bergen-Weißacker-Moor, Torfstichgelände bei Bergen, Kr. Luckau, Bez. Cottbus; 17.8.1977  
 Aufn. 4 u. 9: Moor am Kleinen Dubteich bei Jannowitz, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 17.5.1985, 29.6.1985  
 Aufn. 5: Entwässerungsgraben aus dem Jannowitzer Moor bei Jannowitz, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 17.5.1985  
 Aufn. 6: Schwarzer See bei Bernsdorf, Kr. Hoyerswerda, Bez. Cottbus; 28.6.1985  
 Aufn. 7 u. 8: Torfstiche Lugau, Kr. Finsterwalde, Bez. Cottbus; 17.7.1982  
 Aufn. 10: Bröthen-Zeißholzer Moor, Groß-Torstich bei Bröthen, Kr. Hoyerswerda, Bez. Cottbus; 28.6.1985

Tab.3: Ausbildungen der *Utricularia minor* - *Potamogeton polygonifolius*-Ges. in Moor- und Heidegewässern der Lausitz.

No. der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Größe der Aufnahme fläche m <sup>2</sup>	6	10	8	20	10	12	10	16	12	10
Gesamtdeckung in %	80	95	100	90	90	100	100	100	90	100
Gesamtartenzahl	3	4	6	8	8	8	9	9	8	8
Wassertiefe in cm	40	35	35	30	40	25	30	35	25	20

C-Ass.:

<i>Utricularia minor</i>	2.3	3.4	4.5	4.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	1.3
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	3.4	3.4	3.4	2.3	4.5	3.4	4.5	4.5	2.3	3.4

OC-KC *Juncetalia bulbosi* und *Littorelletea*:

<i>Juncus bulbosus</i>	3.4	4.5	2.3	3.4	1.3	2.3	3.4	2.3	2.3	4.5
<i>Eleocharis multicaulis</i>	-	+2	-	1.2	-	-	-	-	-	+2

*Utricularietea*-Arten:

<i>Sphagnum obesum</i>	-	-	-	-	-	2.3	3.4	4.5	3.4	4.5
<i>Utricularia intermedia</i>	-	-	+3	-	1.3	-	+3	+3	-	-
<i>Utricularia ochroleuca</i>	-	-	-	+3	1.3	+3	-	-	-	-
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	-	-	-	-	-	3.4	2.3	-	-	-

*Scheuchzerio-Caricetea*-Arten:

<i>Drosera intermedia</i>	-	-	1.1	1.1	2.3	4.5	3.4	2.1	1.1	-
<i>Carex lasiocarpa</i>	-	-	+2	1.2	1.2	1.2	+2	-	+2	-
<i>Eriophorum angustifolium</i>	-	-	-	+1	1.1	-	-	1.1	+1	+1

weitere Arten:

<i>Phragmites australis</i>	-	-	-	-	-	-	+2	+2	-	+2
<i>Carex rostrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	+2	1.2	2.3

Aufn.1 und 2: Typische Ausbildung der Typischen Subass.

Aufn.3 bis 5: Variante von *Drosera intermedia* der Typischen Subass.

Aufn.6 bis 10: Ausbildungen der Subass. v. *Sphagnum obesum*.

- Aufn. 1: Niederspreer Teichgebiet, Moor am Großen Tiefzug, Kr. Niesky, Bez. Dresden; 24.7.1984  
 Aufn. 2 u. 4: Bröthen-Zeißholzer-Moor, Torfstichgelände im W-Teil, Kr. Hoyerswerda, Bez. Cottbus; 28.6.1985  
 Aufn. 3, 9 u. 10: Bergen-Weißacker-Moor, Torfstichgelände bei Bergen, Kr. Luckau, Bez. Cottbus; 17.8.1977  
 Aufn. 5: Bieberteiche bei Kostebrau, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 18.9.1985  
 Aufn. 6: Heidemoor Loben bei Hohenleipisch, Torfstichgelände, Kr. Bad Liebenwerda, Bez. Cottbus; 9.8.1984  
 Aufn. 7: Moor am Kleinen Dubteich bei Jannowitz, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 29.6.1983  
 Aufn. 8: Nixenlöcher im Loben, bei Hohenleipisch, Kr. Bad Liebenwerda, Bez. Cottbus; 9.8.1984

*ria globulifera* und *Eleocharis multicaulis* auf, während an tieferen Standorten *Potamogeton natans*, *Nymphaea alba* und *N. candida* als Vertreter der *Potametea* ausgebildet sind. Dieser seit etwa 10 Jahren in der Lausitz sich entwickelnde Vegetationstyp ist gegenwärtig in steter Ausbreitung begriffen. Die Subass. v. *Utricularia ochroleuca* (Aufn. 9 u. 10) ist in größeren Torfstichen mit sandig durchmischem Torf- und Eisenhydroxid-schlamm ausgebildet und wird durch die Differentialarten *Utricularia ochroleuca* und *Chara globularis* gekennzeichnet.

In der erstmalig aus West-Europa beschriebenen *Utricularia minor*-*Potamogeton polygonifolius*-Ges. (Tab. 3) bilden *Potamogeton polygonifolius*, *Utricularia minor*, *Drosera intermedia* und die beiden *Sphagnum*-Arten *Sph. obesum* und *Sph. cuspidatum* eine besondere Vegetation. Es handelt sich um flache Siedlungsgewässer von 10 bis 35 cm Wassertiefe, wie Schlenken und kleine Torfstiche von Heidemooren, an denen es infolge periodischer Schwankungen des Wasserspiegels und extremer ökologischer Standortverhältnisse im Wasserkörper und dem aus Torfschlamm bestehenden Bodensubstrat zu keiner weiteren Durchdringung mit höherwüchsigen *Scheuchzerio-Caricetea*-

Arten gekommen ist. Allerdings lassen *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata* und *Eriophorum angustifolium* bereits erste Anzeichen einer späteren Durchdringung erkennen. *Sphagnum obesum* bildet einen verhältnismäßig lockeren Rasen und fehlt auch verschiedentlich der *Potamogeton polygonifolius*-Gesellschaft. Außerdem dringen *Utricularia ochroleuca* und *U. intermedia* ein und leiten schließlich zu Überlagerungen mit Ausbildungen der *Utricularietea* über; dann geht *Juncus bulbosus* auffällig zugunsten der *Utricularia*-Arten zurück.

Je nach Standortverhältnissen, der Wassertiefe und dem Grad der Verlandung finden wir sowohl Überlagerungen mit Ausbildungen der *Utricularietea*, insbesondere des *Utricularietum ochroleucae*, des *Sphagno-Utricularietum* und des *Sparganietum minima*e als auch Durchdringungen mit *Scheuzerio-Caricetea*-Gesellschaften, wie *Caricetum lasiocarpae*, *Caricetum rostratae*, *Carici-Agrostidetum caninae*, *Rhynchosporium fuscae* und der *Eriophorum angustifolium-Sphagnum recurvum*-Ges. Außerdem lassen sich *Potamogeton polygonifolius*-reiche Ausbildungen innerhalb des *Eleocharitetum multicaulis* beobachten, die von uns bereits ausführlich beschrieben wurden (PIETSCH 1978).

### 3.3 Gemeinsame Vorkommen von *Luronium natans* und *Potamogeton polygonifolius* (Tab. 4)

(*Luronio-Potametum polygonifolii* ass. nov.; bzw. *Junco-Potametum polygonifolii* (Pietsch 1971) Subass. v. *Luronium natans*).

Während in den Heideseen und Heideteichen sowie in den Restgewässern, Torfstichen und Schlenken von Heide- und Zwischenmooren nur *Potamogeton polygonifolius* allein angetroffen wird, *Luronium natans* fehlt an allen diesen Siedlungsgewässern, finden wir dagegen in einigen Fließgewässern, insbesondere Gräben mit geringer Fließgeschwindigkeit, beide Arten gemeinsam vor. Es handelt sich dabei um kleinere Bäche und Grabensysteme im Bereich von Niedermoor komplexen im Gebiet des Schradens.

*Potamogeton polygonifolius* und *Luronium natans* bilden zusammen mit *Juncus bulbosus* und *Callitriche cophocarpa* eine dichte, im Wasser flutende Vegetation, die als *Luronio-Potametum polygonifolii* zu bezeichnen wäre. Als weitere *Littorelletea*-Arten sind vereinzelt noch *Eleocharis acicularis*, *Pilularia globulifera* und äußerst selten *Myriophyllum alterniflorum* auf sandigem Bodensubstrat vorhanden. *Potamogeton alpinus*, *P. gramineus* und *P. natans* sowie *Callitriche cophocarpa* und vereinzelt auch noch *Hottonia palustris* sind als Vertreter der *Potametea* anzutreffen. Als weitere Begleiter treten außerdem *Sparganium emersum*, *Ranunculus flammula* und *Hydrocotyle vulgaris* auf.

Da es aber zahlreiche Fließwasserstrecken gibt, die von dichten *Potamogeton polygonifolius*- und *Juncus bulbosus*-Beständen besiedelt werden, denen jegliches *Luronium natans* fehlt, neigen wir dazu, alle Ausbildungen der Fließgewässer auch zum *Junco (bulbosi)-Potametum polygonifolii* zu rechnen. Die *Luronium natans*-reichen Bestände fassen wir als Subass. innerhalb dieser Gesellschaft zusammen.

Wir unterscheiden Reinbestände von *Luronium natans* (Tab. 4, Aufn. 1), Reinbestände von *Potamogeton polygonifolius* (Aufn. 2) sowie Dominanzbestände beider Arten (Aufn. 3); *Juncus bulbosus* ist allerdings stets in geringer Häufigkeit vorhanden. Neben diesen Dominanzbeständen unterscheiden wir außerdem eine typische Subass. (Aufn. 4 u. 5) durch optimales Auftreten von *Potamogeton polygonifolius* und *Juncus bulbosus* sowie das Fehlen von *Luronium natans* gekennzeichnet, von einer Subass. v.

Tab.4: *Luronium natans*- und *Potamogeton polygonifolius*-reiche Bestände in den Fließgewässern des Schradens (*Junco bulbosi* - *Potamogeton polygonifolii*).

No. der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Größe der Aufnahmefläche m <sup>2</sup>	4	12	20	20	20	12	10	10	12	20
Gesamtdeckung in %	95	100	100	100	100	100	100	100	95	95
Gesamtartenzahl	4	3	5	7	8	11	15	12	12	10
Wassertiefe in cm	30	50	45	50	60	40	45	35	40	55

C-Ass.:

<i>Potamogeton polygonifolius</i>	+1	5.5	4.5	4.5	5.5	5.5	4.5	3.4	2.3	1.1
-----------------------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

OC-KC *Juncetalia bulbosi* und *Littorelletea*:

<i>Juncus bulbosus</i>	+2	1.2	1.2	5.5	4.5	3.4	3.4	3.4	2.3	+3
<i>Eleocharis acicularis</i>	-	-	-	-	-	+3	+3	-	-	-
<i>Pilularia globulifera</i>	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	-	-	-	-	-	-	+1	-	-	-

D-Subass. v. *Luronium*:

<i>Luronium natans</i>	4.5	-	4.5	-	-	3.4	4.5	1.1	+1	-
------------------------	-----	---	-----	---	---	-----	-----	-----	----	---

D-Subass. v. *Hottonia*:

<i>Potamogeton gramineus</i>	-	-	-	-	-	+1	+1	2.3	1.1	-
<i>Hottonia palustris</i>	-	-	-	-	-	-	+1	3.4	4.5	-

Potametea-Arten:

<i>Callitriche cophocarpa</i>	-	-	+1	1.1	1.1	+4	+3	1.1	2.3	+3
<i>Potamogeton alpinus</i>	-	-	-	-	+1	-	+1	1.1	2.3	4.5
<i>Potamogeton natans</i>	-	-	-	-	-	+1	+1	+1	+1	2.3
<i>Elodea canadensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	4.5

weitere Arten:

<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	+1	+1	+1	+1	+1	1.1	+1	1.1	+1	1.1
<i>Ranunculus flammula</i>	-	-	-	+1	1.1	+1	1.1	2.1	1.1	+1
<i>Sparganium emersum</i>	-	-	-	2.3	1.1	+1	1.1	+1	+1	+1
<i>Glyceria fluitans</i>	-	-	-	+2	-	+2	+3	+1	-	+1

Aufn.1: Reinbestand von *Luronium natans*

Aufn.2: Reinbestand von *Potamogeton polygonifolius*

Aufn.3: Dominanzbestand von *Luronium natans* und *Potamogeton polygonifolius*

Aufn.4 und 5: Typische Subass. des *Junco-Potamogeton polygonifolii*

Aufn.6 und 7: Subass. v. *Luronium natans*

Aufn.8 und 9: Subass. v. *Hottonia palustris*

Aufn.10: Abbaustadien des *Juncus-Potamogeton polygonifolii*.

- Aufn. 1: Stichgraben am Kleinen Binnengraben, nördlich Tettau, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 9.8.1984
- Aufn. 2: Quellgraben an den Kunstwiesen bei Jannowitz, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 9.8.1984
- Aufn. 3: Kleiner Binnengraben, nördlich Tettau im Schraden, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 9.8.1984
- Aufn. 4: Kleiner Binnengraben, nordöstlich Vorwerk Schradenau, Kr. Bad Liebenwerda, Bez. Cottbus; 9.8.1984
- Aufn. 5: Binnengraben nördlich Schraden, Kr. Bad Liebenwerda, Bez. Cottbus; 9.8.1984
- Aufn. 6: Stichgraben im Oberwald Tettau, Kr. Senftenberg, Bez. Cottbus; 9.8.1984
- Aufn. 7: Binnengraben an der Försterei Elsterwerda, Kr. Bad Liebenwerda, Bez. Cottbus; 9.8.1984
- Aufn. 8: Großer Schradengraben, nordwestlich Schraden, Kr. Liebenwerda, Bez. Cottbus; 9.8.1984
- Aufn. 9: Großer Binnengraben, nordwestlich Schraden, Kr. Bad Liebenwerda, Bez. Cottbus; 9.8.1984
- Aufn. 10: Viertelgraben, südlich Plessa, Kr. Bad Liebenwerda, Bez. Cottbus; 9.8.1984

*Luronium natans* (Aufn. 6 u. 7), in der *Luronium natans*, *Potamogeton polygonifolius* und *Juncus bulbosus* im Wasser flutende Rasen bilden und *Eleocharis acicularis* und *Pilularia globulifera* als weitere Kennarten der *Littorelletea* auftreten; *Potamogeton gramineus* und *Hydrocotyle vulgaris* sind charakteristische Begleiter.

Eine *Hottonia palustris*-reiche Ausbildung (Subass. v. *Hottonia*; Aufn. 8 u. 9) nährstoff- und kalkreicher Fließstrecken zeichnet sich bereits durch das Vorkommen zahlreicher *Potametea*-Arten aus, die den bisherigen Ausbildungen fehlen. Während *Luronium natans* noch in auffällig geringer Häufigkeit vorkommt und auch *Juncus bulbosus* keineswegs mehr so dichte Bestände bildet, bestimmen jetzt neben *Hottonia palustris*, *Potamogeton alpinus*, *P. gramineus*, *P. natans* und *Callitriche cophocarpa* zusammen mit *Potamogeton polygonifolius* die Vegetationsstruktur.

In Fließstrecken mit zunehmender Anreicherung von Mineral- und Nährstoffen, insbesondere an N- und P-Verbindungen und an im Wasser gelöster organischer Substanz (höhere PV-Werte) finden wir Abbaustadien, *Luronium natans* und *Juncus bulbosus* gehen völlig zurück (Aufn. 10). Dagegen nehmen die *Potametea*-Arten an Häufigkeit zu und bauen eine eigene Gesellschaft auf mit *Potamogeton alpinus*, *P. natans* und *Elodea canadensis* als vorherrschende Arten. *Luronium natans*, *Potamogeton gramineus* und *Hottonia palustris* fehlen den Ausbildungen, während *Callitriche cophocarpa*, *Juncus bulbosus* und *Potamogeton polygonifolius* in geringer Häufigkeit in der dichten *Potamogeton*-reichen Schwimmblattvegetation zu finden sind, aber an der Zusammensetzung der Vegetation nur noch geringfügige Bedeutung haben.

Noch stärker durch Einflüsse der Landwirtschaft belasteten Abschnitten der Grabensysteme fehlen *Potamogeton polygonifolius* und *Juncus bulbosus* dann völlig.

## 4. Standortverhältnisse

Neben einem Vergleich von 21 Kenngrößen der hydrochemischen Beschaffenheit der Siedlungsgewässer von *Luronium natans* Mitteleuropas (Tab. 5) werden die Kenngrößen des Calcium-Kohlensäure-Bikarbonat-Systems (Tab. 6) und diejenigen der wichtigsten Ionen- und Nährstoffverhältnisse (Tab. 7) der jeweiligen *Luronium*- und *Potamogeton polygonifolius*-reichen Vegetationseinheiten der Lausitz dargestellt.

### 4.1. Siedlungsgewässer von *Luronium natans* (Tab. 5 bis 7)

Einen Überblick der wichtigsten ökologischen Kenngrößen der *Luronium natans*-reichen Siedlungsgewässer Mitteleuropas, der *Lobelia*-Seen Pommerns, der Fischteiche der Lausitz und der Fließgewässer des Schradens gibt Tab. 5. Dabei zeigt sich, daß die Standorte in den *Lobelia*-Seen den geringsten Mineral- und Nährstoffgehalt und diejenigen der Fließwasserabschnitte die höchsten Werte aufweisen. Den höchsten Kalkgehalt finden wir in den Fischteichstandorten, während die geringsten Werte in den Fließgewässern vorliegen. Dementsprechend unterscheiden sich auch die Siedlungsgewässer in ihren pH-Werten, weisen die Fischteiche eine schwach saure bis wechselalkalische Wasserreaktion auf (pH 6,6 bis 7,4), so liegen die pH-Werte in den Fließwasserstandorten im ausgesprochen sauren Bereich (pH 4,1 bis 5,9). Gegenüber der Mehrzahl der *Potamogeton polygonifolius*-reichen Gewässer liegt jedoch immer ein, wenn auch manchmal nur geringer Kalkgehalt vor; ausgesprochen kalkfreien Standorten fehlt *Luronium natans*.

In den Fischteichen und Fließgewässern ist verschiedentlich der Chloridgehalt überproportional erhöht und erstreckt sich mit Werten bis zu 54 mg/l  $CL^-$  sogar in den mäßig hohen Konzentrationsbereich. Diese Verträglichkeit von *Luronium* gegenüber erhöhten Chloridmengen ermöglicht es offenbar der Art, auch durch die Tätigkeit des Menschen stark beeinflusste Gewässer, wie Fischteiche und Fließgewässer, noch langfristig zu besiedeln so lange die spezifische Ionenrelation der Wasserkörper der Siedlungsgewässer gewahrt bleibt.

Tab.5: Hydrochemische Beschaffenheit der Siedlungsgewässer von *Luronium natans* (L.) Rafin in Mitteleuropa

Hydrochemische Kenngrößen	Siedlungsgewässer:					
	<i>Lobelia</i> -Seen Pommern (n= 18) (Polen)		Fischteiche Lausitz (n=22) (DDR)		Fließgewässer Schraden (n=14) (DDR)	
	<i>Isoeto- Lobelietum</i>		<i>Littorello- Eleocharitetum</i>		<i>Junco-Potametum polygonifolii</i>	
	Mittel- wert	Varia- tions- koeff.	Mittel- wert	Varia- tions- koeff.	Mittel- wert	Varia- tions- koeff.
	x	v%	x	v%	x	v%
pH-Wert	6,51	14,7	6,96	16,7	5,47	16,5
Gesamthärte °dH	1,54	39,4	5,06	29,6	7,20	26,2
Alkalinität SBV mval/l	0,223	125,1	0,45	89,7	0,123	89,02
freie Kohlensäure CO <sub>2</sub> mg/l	4,30	57,8	4,40	55,3	13,70	32,9
Calcium Ca <sup>++</sup> mg/l	7,30	52,9	32,62	24,7	39,45	24,8
Magnesium Mg <sup>++</sup> mg/l	1,58	63,9	4,78	36,7	7,81	21,0
Gesamteisen Fe <sup>2+/3+</sup> mg/l	0,02	110,7	0,033	125,0	0,32	98,7
Sulfat SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	12,26	34,0	85,10	33,3	115,10	29,9
Chlorid Cl <sup>-</sup> mg/l	5,32	27,1	16,45	88,5	23,10	30,4
Hydrogenkarbonat HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	11,47	134,0	33,12	88,5	7,53	86,5
Silikat SiO <sub>2</sub> mg/l	1,03	37,9	2,18	50,3	12,36	13,9
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	0,06	44,6	0,025	63,1	0,089	146,5
Nitrat NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	1,23	83,2	142	78,9	3,08	65,6
Phosphat PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> µg/l	78	107,9	96	27,4	84	19,2
absoluter Ionengehalt mg/l	52,75	42,2	198,80	29,6	259,65	28,7
relativer Anionengehalt mval-%						
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mval-%	38,40	26,1	52,90	13,6	64,60	10,6
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mval-%	25,90	67,6	18,60	91,8	7,50	101,4
Organ. Subst. KMnO <sub>4</sub> mg/l (PV)	25,70	25,5	24,30	36,6	14,80	30,8
Glühverlust in %	27,30	8,75	31,65	20,3	25,30	18,7
Sauerstoff O <sub>2</sub> mg/l	11,2	7,1	11,4	8,6	12,1	8,5
Biologischer Sauerstoffbedarf	0,71	10,4	0,85	8,6	0,78	8,4
BSB <sub>2</sub> O <sub>2</sub> mg/l						

Ein Vergleich der Standortsverhältnisse der Siedlungsgewässer der Lausitz mit den Vorkommen in den *Isoetes*- und *Lobelia*-Seen Pommerns zeigt, daß im Mineralstoffgehalt wesentliche Unterschiede ausgeprägt sind. Die Siedlungsgewässer der Lausitz weisen das 10- bis 25-fache der Werte für Calcium, Magnesium, Sulfat und Chlorid und somit auch für den Gesamtsalzgehalt bzw. absoluten Ionengehalt auf. So schwankt der Gehalt an Calcium zwischen 0,86 mg/l und 52,4 mg/l Ca<sup>++</sup> und derjenige an Sulfat zwischen 5,7 mg/l in Pommern und 165 mg/l SO<sub>4</sub><sup>-</sup> an den Standorten der Lausitz. Diese auffälligen Unterschiede kennzeichnen eine beachtliche ökologische Amplitude in der Verbreitung von *Luronium natans*, die der Art somit auch eine gewisse Anpassung an eine anthropogene Beeinflussung ihrer Siedlungsgewässer ermöglicht. Weniger deutlich ausgeprägt sind die Unterschiede im Gehalt an Nährstoffen, der allgemein im oligo- bis mesotrophen Bereich liegt. Grundsätzlich finden wir jedoch in den Standorten der Lausitz die höheren Werte für Nitrat und Phosphat.

Allen Standorten Mitteleuropas gemeinsam ist die Armut an Gesamt-Eisen, Mangan und an Ammonium. Sie weisen außerdem aufgrund geringer organischer Belastung ihrer Wasserkörper stets eine klare Wasserfarbe mit PV-Werte >9,5 mg/l KMnO<sub>4</sub> aber wiederum < 25 mg/l KMnO<sub>4</sub> auf, abgesehen von einigen bereits stark eutrophier-

ten Standorten. Aufgrund der geringen organischen Belastung der Wasserkörper sind auch nur geringe Glühverluste zu verzeichnen. Die Siedlungsgewässer zeichnen sich durch eine hohe Wassergüte aus und sind als sauerstoffreich und saprobenarm zu bezeichnen. Außerdem überwiegt im relativen Anionengehalt bei allen Siedlungsgewässern stets der Anteil an  $\text{SO}_4^{--}$  mval-% gegenüber dem des Hydrogenkarbonates. Die niedrigsten Sulfatwerte liegen bei den Standorten Pommerns, die höchsten in den Fließgewässern des Schradens (49,2 bis 72,8  $\text{SO}_4^{--}$  mval-%). Bei den *Luronium natans*-reichen Standorten Mitteleuropas handelt es sich somit um Calcium-Sulfat-Gewässer vom kalkarmen bis mäßig kalkreichen Typ.

#### 4.2. Siedlungsgewässer von *Potamogeton polygonifolius* (Tab. 6 u. 7)

Gegenüber den Siedlungsgewässern von *Luronium natans* kennzeichnet *Potamogeton polygonifolius* mäßig nährstoffreiche, aber ausgesprochen kalkarme, dafür oft sehr elektrolitreiche Standorte mit einer ganzjährig sauren Wasserreaktion mit pH-Werten zwischen pH 3,9 bis 6,9. Der Gehalt an gebundener Kohlensäure ( $\text{HCO}_3^-$ ) ist unbedeutend, da die Siedlungsgewässer entweder völlig kalkfrei sind oder aber nur einen extrem geringen Kalkgehalt aufweisen. Deshalb bestimmt die Nichtkarbonathärte im wesentlichen auch den Hauptteil der Gesamthärte, die im allgemeinen im „weichen“ bis „mittelharten“, seltener auch im „harten“ Bereich liegt. In zahlreichen Ge-

Tab.6: Ökologische Beschaffenheit der Siedlungsgewässer von *Luronium natans* (L.) Rafin. und *Potamogeton polygonifolius* Pourr. im Altmoränengebiet der Lausitz - Calcium-Kohlensäure-System.

Pflanzengesellschaften	Ökologische Kriterien:							
	pH	GH °dH	CO <sub>2</sub> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Gesamt- salzge- halt mg/l	organi- sche Subst. PV mg/l	Sauer- stoff O <sub>2</sub> mg/l
<u><i>Luronium natans</i>-reiche Vegetation (<i>Littorelletalia</i>):</u>								
<i>Lobelia</i> -Seen Pommerns								
<i>Isoeto-Lobelietum</i>	6,5	1,5	4	11,5	7,3	52,7	25,7	11,2
<i>Eleocharitetum acicularis</i>	6,6	2,1	7	13,2	21,6	126,1	12,4	13,3
Fischteiche der Lausitz								
Reinbestände	7,1	3,9	4	28,3	26,8	188,2	29,6	12,6
<i>Littorello-Eleocharitetum acicularis</i>	6,8	4,6	4	34,5	32,4	195,6	24,5	11,4
<i>Apium inundatum</i> - <i>Littorella uniflora</i> -Ges.	7,1	4,2	6	23,6	29,5	192,4	21,5	12,8
<u><i>Potamogeton polygonifolius</i>-reiche Vegetation (<i>Juncetalia bulbosi</i>):</u>								
Moor- und Heidegewässer der Lausitz								
Reinbestände	5,4	4,3	16	2,2	29,8	148,6	10,2	11,4
<i>Utricularia minor</i> - <i>Potamogeton polygonifolius</i> -Ges.	5,2	2,4	8	1,3	18,9	116,4	9,6	12,5
<i>Junco</i> - <i>Potametum polygonifolii</i> typische Ausbildung								
Var. v. <i>Callitriche</i>	5,2	4,6	26	3,6	34,8	204,1	20,5	11,4
Var. v. <i>Sphagnum</i>	4,9	2,7	20	2,8	18,6	132,4	19,6	10,8
Subass. v. <i>Myriophyllum heterophyllum</i>	5,7	4,3	24	3,9	27,4	167,5	15,3	11,2
Subass. v. <i>Utricularia ochroleuca</i>	4,7	5,8	19	0,36	40,8	206,5	9,8	12,6
<i>Eleocharitetum multicaulis</i>	5,1	3,9	12	2,5	24,6	171,3	17,3	12,4
	5,6	4,7	10	6,7	29,4	219,9	26,2	11,2
<u><i>Luronium natans</i>- und <i>Potamogeton polygonifolius</i>-reiche Vegetation (<i>Juncetalia</i> und <i>Potametalia</i>):</u>								
Fließgewässer im Schraden								
Reinbestände von <i>Luronium Junco</i> - <i>Potametum polygonifolii</i>	6,1	6,5	8	12,8	32,9	198,2	10,2	12,8
Typische Subass.	5,8	8,1	26	5,6	41,6	309,8	14,6	11,8
Subass. v. <i>Luronium natans</i>	5,5	7,2	14	7,5	39,5	259,6	14,8	12,1
Subass. v. <i>Hottonia palustris</i>	6,5	8,4	12	36,2	46,8	340,8	30,2	10,2
Abbaustadien	7,1	10,4	10	82,3	57,9	382,4	36,8	8,9

Tab.7: Ökologische Beschaffenheit der Siedlungsgewässer von *Luronium natans* (L.) Rafin. und *Potamogeton polygonifolius* Pourr. im Altmoränengebiet der Lausitz - Ionen- und Nährstoffverhältnisse.

Pflanzengesellschaften	Ökologische Kriterien:								
	Mg <sup>++</sup> mg/l	Fe <sup>2+/3+</sup> mg/l	Mn <sup>2+</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> µg/l	
<u>Luronium natans-reiche Vegetation (Littorelletalia):</u>									
Lobelia-Seen Pommerns									
Isoeto-Lobelietum	1,6	0,02	0,03	12,3	5,3	0,07	1,4	79	
Eleocharitetum acicularis	1,7	0,02	0,02	14,1	7,2	0,06	1,9	82	
Fischteiche der Lausitz									
Reinbestände	1,9	0,01	0,01	70,8	15,1	0,04	2,5	146	
Littorello-Eleocharitetum acicularis	4,8	0,01	0,01	85,1	16,5	0,03	1,6	96	
Apium inundatum-Littorella uniflora-Ges.	1,9	0,01	0,01	74,5	19,5	0,02	2,6	84	
<u>Potamogeton polygonifolius-reiche Vegetation (Juncetalia bulbosi):</u>									
Moor- und Heidegewässer der Lausitz									
Reinbestände	6,6	0,48	0,18	52,4	11,2	0,02	1,4	64	
Utricularia minor-Potamogeton polygonifolius-Ges.	1,7	1,36	0,32	46,6	7,3	0,02	0,92	78	
Junco-Potametum polygonifolii typische Ausbildung	3,6	2,74	0,41	72,4	13,6	0,12	3,4	128	
Var. v. Callitriche	2,3	3,22	0,02	48,7	10,7	0,04	3,1	98	
Var. v. Sphagnum	3,1	0,48	0,12	67,3	12,8	0,04	2,7	145	
Subass. v. Myriophyllum heterophyllum	3,5	0,44	0,04	74,9	16,1	0,08	3,9	82	
Subass. v. Utricularia ochroleuca	2,9	2,82	0,322	84,8	8,8	0,04	2,1	94	
Eleocharitetum multicaulis	3,1	1,81	0,24	61,5	11,2	0,02	1,8	85	
<u>Luronium natans- und Potamogeton polygonifolius-reiche Vegetation (Juncetalia und Potametalia):</u>									
Fließgewässer im Schraden									
Reinbestände von Luronium Junco-Potametum polygonifolii	4,5	0,04	0,12	88,9	19,8	0,02	2,5	77	
Typische Subass.	9,6	0,06	0,32	124,7	24,4	0,04	3,4	108	
Subass. v. Luronium natans	7,8	0,06	0,21	105,1	23,1	0,06	3,1	84	
Subass. v. Hottonia	10,2	1,56	0,48	137,4	32,6	0,48	6,8	126	
Abbaustadien	11,8	2,46	0,48	144,7	41,5	0,96	7,9	254	

wässern ist Chlorid ebenfalls überproportional vorhanden, offenbar als Folge menschlicher Tätigkeit, wie Beweidung und Düngung landwirtschaftlicher Kulturen. Besonders kennzeichnend ist der hohe Chlorid-Gehalt für die *Potamogeton polygonifolius*-reichen Fließgewässer-Abschnitte im Schraden, die sich bis auf wenige Ausnahmen im Bereich landwirtschaftlich intensiv genutzter Flächen befinden. Eine ähnliche Erscheinung der Verträglichkeit von Vertretern des ozeanisch-subozeanischen Florenelementes gegenüber erhöhten Chloridmengen als Folge intensiver Beweidung der Umgebung wurde von uns bereits für Standorte von *Eleogiton fluitans*, *Apium inundatum* und *Ranunculus hederaceus* in Mooren, insbesondere dem Jeggauer Moor in der Altmark, festgestellt (PIETSCH 1979, 1985).

Sind die *Luronium*-reichen Gewässer als ausgesprochen eisenarm zu bezeichnen, so weist die Mehrzahl der Siedlungsgewässer von *Potamogeton polygonifolius* mäßig eisenreiche bis eisenreiche Verhältnisse auf. Da es sich um saure Gewässer handelt, liegt der größte Teil des Eisens in der im Wasser gelösten 2-wertigen Ferro-Form vor. Die höchsten Werte finden wir vor allem in Torfstichen, Schlenken und Restgewässern von Heide- und Zwischenmoorkomplexen des Bergen-Weißacker Moores (8,8 mg/l Fe<sup>2+</sup>) und im Dubringer Moor (9,4 mg/l Fe<sup>2+</sup>). Es handelt sich dabei vor allem um die Siedlungsgewässer der *Utricularia minor-Potamogeton polygonifolius*-Ges. und den Ausbildungen der Typischen Subass. und der Subass. v. *Utricularia ochroleuca* des *Junco-Potametum polygonifolii*. Die Mehrzahl der Standorte in den Fließgewässern des

Schradens besitzt zwar ebenfalls erhöhte Eisenwerte (0,02 bis 1,65 mg/l  $\text{Fe}^{2+/3+}$ ), sie liegen jedoch auffällig unter denen der eben genannten Moorgewässer.

Daneben gibt es aber auch Torfstiche, die ausgesprochen arm an Eisen sind und Werte von  $< 0,1$  mg/l  $\text{Fe}^{2+/3+}$  aufweisen. Es sind ältere Torfstiche mit einer schwach sauren Wasserreaktion, in denen infolge eines sich abspielenden Geneseprozesses des Wasserkörpers bei gleichzeitig häufigen jahreszeitlichen Schwankungen des Wasserspiegels das ursprünglich gelöste Ferro-Eisen als unlösliches Eisen-III-hydroxid bereits auf dem Gewässerboden ausgefällt wurde und dort einen oft mehrere cm mächtigen Eisenhydroxid-reichen Torfschlamm bildet.

*Potamogeton polygonifolius* kann als nitratliebend, aber äußerst ammoniumempfindlich eingeschätzt werden. Diese Eigenschaften sind für die Festlegung von Schutzmaßnahmen und die Erarbeitung von Grenzwerten der *Potamogeton polygonifolius*-Bestände in landwirtschaftlich stark beeinflussten Gebieten von entscheidender Bedeutung. Im Gehalt an N- und P-Verbindungen liegen die Werte im geringen bis mäßig hohen Bereich vor; sie sind im allgemeinen höher als die der *Lurionium*-reichen Gewässer. Ähnlich diesen sind die Siedlungsgewässer von *Potamogeton polygonifolius* arm an im Wasser gelöster organischer Substanz. Darum besitzt die Mehrzahl der Standorte eine klare Wasserfarbe mit PV-Werten  $< 20$  mg/l  $\text{KMnO}_4$ ; PV-Werte  $< 15$  mg/l  $\text{KMnO}_4$  sind keine Seltenheit. Die niedrigsten Werte finden wir in den Siedlungsgewässern der Dominanzbestände sowie der Ausbildungen der *Utricularia minor*-*Potamogeton polygonifolius*-Ges. und in denen der Subass. v. *Myriophyllum heterophyllum* des *Junco-Potamogeton polygonifolii*.

Deutliche Unterschiede bestehen zwischen den Siedlungsgewässern innerhalb der Heide- und Zwischenmoorkomplexe und den Standorten in den Fließgewässern. Die Vorkommen der üppig entwickelten *Juncus bulbosus*-reichen *Potamogeton polygonifolius*-Bestände in den Fließgewässern des Schradens kennzeichnen mineralstoffreichere Verhältnisse aufgrund höherer Werte an Magnesium, Calcium, Sulfat und Chlorid sowie im absoluten Ionengehalt. Im Vergleich mit der *Utricularia minor*-*Potamogeton*-Ges. und der Var. v. *Callitriche* der Typischen Subass. des *Junco-Potamogeton polygonifolii* betragen sie oft mehr als das Doppelte. Dagegen stellen wir einen höheren Gehalt an im Wasser gelöster freier Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ) und an Eisen an den Standorten in den Heide- und Zwischenmoorkomplexen fest. Verschiedentlich liegen etwas erhöhte  $\text{o-PO}_4$ -Mengen in den Torfgewässern vor, die durch die Torfzersetzung als Folge von Wasserstandsschwankungen in den Torfstichen verursacht werden.

Den höchsten Gehalt an Mineralstoffen und somit auch die höchsten Werte für die Gesamthärte weisen die Siedlungsgewässer der typischen Variante der Typischen Subass. des *Junco-Potamogeton* der Heidemoorkomplexe und der Fließgewässerstandorte sowie die der Subass. v. *Myriophyllum heterophyllum* auf. Die niedrigsten Mineralstoffmengen finden wir in den Siedlungsgewässern der *Utricularia minor*-*Potamogeton polygonifolius*-Ges. sowie in der Var. v. *Callitriche* der Typischen Subass. des *Junco-Potamogeton*. Alle Siedlungsgewässer zeichnen sich durch das Vorherrschen des Sulfates im relativen Anionengehalt aus; es handelt sich stets um Calcium-Sulfat-Gewässer vom kalkarmen Typ, reich an im Wasser gelöster Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ).

#### 4.3. Siedlungsgewässer mit gemeinsamen Vorkommen von *Lurionium natans* und *Potamogeton polygonifolius* (Tab. 5 bis 7)

Die in der Subass. v. *Lurionium natans* des *Junco (bulbosi)-Potamogeton polygonifolii* zusammengefaßten gemeinsamen Vorkommen beider Arten zusammen mit *Juncus*

*bulbosus* lassen sich ganz sicher nur aus der weiten ökologischen Plastizität von *Luronium natans* gegenüber der Mehrzahl der untersuchten Kenngrößen unter Fließwasserbedingungen erklären. Es handelt sich dabei um Fließwasserstrecken bzw. kleinere Verbindungsgräben, die stets einen gewissen Gehalt an gebundener Kohlensäure ( $\text{HCO}_3^-$ ) besitzen, aber wiederum nicht so hohe Werte für Calcium, Magnesium und Sulfat aufweisen, wie sie für die Mehrzahl der *Potamogeton polygonifolius*-reichen Fließwasserstrecken charakteristisch sind. Im Unterschied zu den *Luronium natans*-reichen Siedlungsgewässern Pommerns und der Lausitz weisen die Standorte in den Fließgewässern den geringsten Kalkgehalt, aber die höchsten Werte für Calcium und Sulfat auf. Allerdings zeichnen sich die Standorte in den Fließgewässern durch ein überwiegend humusarmes, feinsandig-fraktioniertes Gewässersubstrat aus, dem mächtige Eisenhydroxid-Ablagerungen fehlen, wie es für die *Luronium*-reichen Standorte Pommerns und der Lausitzer Fischteiche bezeichnend ist. Weiterhin zeichnen sich die Wasserkörper durch Armut an Ammonium, Gesamteisen und Mangan aus.

## 5. Diskussion und Einschätzung der Vegetationsverhältnisse

Die weite ökologische Amplitude von *Luronium natans* und *Potamogeton polygonifolius* kommt darin zum Ausdruck, daß die Arten sowohl in Gesellschaften der *Littorelletea* als auch in *Callitriche*- und *Potamogeton*-reichen Ausbildungen innerhalb der *Potametea* auftreten.

Diese Tatsache dürfte DEN HARTOG & SEGAL (1964) veranlaßt haben, *Luronium natans* und *Potamogeton polygonifolius* als Kennarten ihrer Ordnung *Luronio-Potametalia* aufzufassen. Aufgrund des völlig unterschiedlichen Lebensformenspektrums sowie der fast völligen Abwesenheit von Isoëtiden ordnen sie diese Gesellschaften in die *Potametea* ein. Floristisch wird diese Ordnung sehr gut durch die Arten *Luronium natans*, *Potamogeton polygonifolius*, *P. gramineus*, *Sparganium minimum*, *Myriophyllum alterniflorum* und *Ranunculus omiophyllus* charakterisiert. Über den Anteil von *Juncus bulbosus* an dieser Vegetation wird von den Autoren jedoch kein Hinweis gegeben. *Juncus bulbosus* wird vielmehr zusammen mit *Eleogiton fluitans*, *Eleocharis multicaulis*, *Echinodorus ranunculoides* und *Hypericum elodes* als Art einer Gruppe angesehen, die die Litoralbereiche oligo-, meso- bis dystropher Gewässer besiedelt. Diese Artenkombinationen, die im allgemeinen mit den Ausbildungen der amphibischen aber echten Wasserpflanzengesellschaften des *Littorellion* und des *Potamion polygonifolii* durchmischt ist, faßte SEGAL (1968) als eine unabhängige Vegetation im *Juncion bulbosi* Segal 1968 innerhalb der *Littorelletea* zusammen. Von uns wurde später diese *Juncus bulbosus*-reiche, im Wasser flutende Vegetation der Litoralbereiche der Heide- und Moorgewässer im Range einer eigenen Ordnung der *Juncetalia bulbosi* Pietsch 1971 von der eigentlichen Grundsproß-reichen Vegetation der oligo- bis mesotrophen Klarwasserseen der *Littorelletea* abgegrenzt, aber innerhalb der *Littorelletea* belassen. *Potamogeton polygonifolius* wird als Differentialart der *Juncetalia bulbosi* aufgefaßt, da die Art in Mitteleuropa den Schwerpunkt ihrer Verbreitung innerhalb *Juncus-bulbosus*-reicher Gewässer zu besitzen scheint (PASSARGE 1978). Das *Potamion polygonifolii* sensu DEN HARTOG & SEGAL (1964) ordnen wir als eigenen Verband innerhalb der *Juncetalia bulbosi* ein, da der Anteil echter *Potametea*-Arten doch auffällig gering ist. Wir betrachten das *Potamion polygonifolii* als einen Verband für Gesellschaften, die bereits von ALLORGE (1921/22) aus Moor- und Heidegewässern des atlantischen W-Europas beschrieben wurden. Solche Assoziationen sind das *Hyperico-Potamogetonetum oblongi* (Allorge 1921) Br.-Bl. et Tx. 1952, die *Utricularia minor-Potamogeton polygonifolius*.Ges. (Chouchar 1925), die *Isolepis fluitans-Potamogeton polygonifolius*-Ass. Allorge 1921 und das *Eleocharitetum multicaulis* (Allorge 1922) Tüxen 1937. Von DIERSSEN (1975) werden die-

se Gesellschaften unter der Verbandsbezeichnung *Hydrocotylo-Baldellion* für den Bereich W-Europas zusammengefaßt. *Potamogeton polygonifolius* erreicht in diesen Gesellschaften den Schwerpunkt seiner Verbreitung, während *Luronium natans* bis auf wenige Ausnahmen fehlt.

Die *Potamogeton-polygonifolius*-reiche Vegetation W-Europas wird von SCHOOF VAN PELT (1973) als eigene Subass. v. *Potamogeton polygonifolius* innerhalb des *Eleocharitetum multicaulis* vereint und wird von der durch das Auftreten isoëtider Arten gekennzeichneten Subass. v. *Littorella uniflora* getrennt. Am Beispiel des Gildehauser Venns beschreibt DIERSSEN (1973) die *Potamogeton polygonifolius*- und *Juncus bulbosus*-reichen Ausbildungen in der Subass. v. *Hypericum elodes* und *Isolepis fluitans* des *Eleocharitetum multicaulis* der tieferen Wasserbereiche, denen stets *Luronium natans* fehlt. Zu ähnlichen Aussagen gelangt man bei der Auswertung des Tabellenmaterials, das POTT (1982) über die *Littorelletea*-Gesellschaften der Westfälischen Bucht publizierte. Von allen aufgeführten Gesellschaften treten nach POTT *Luronium natans* und *Potamogeton polygonifolius* nur in der *Sparganium angustifolium*-Ges. gemeinsam auf. *Potamogeton polygonifolius* hat den Schwerpunkt seines Auftretens in Ausbildungen des *Eleocharitetum multicaulis*, dem *Scirpetum fluitantis* und vor allem im *Sparganietum minimae*. Von stehenden Gewässern Niedersachsens gibt WIEGLEB (1978a) *Potamogeton polygonifolius* für das *Eleocharitetum multicaulis* und *Luronium natans* für das *Eleocharitetum acicularis* an.

Eine gewisse Beziehung besteht zwischen der Subass. v. *Luronium natans* des *Junco (bulbosi)-Potametum polygonifolii* der Fließgewässer des Schradens zu den von WIEGLEB (1978b, 1979) aus Fließgewässern Niedersachsens beschriebenen *Juncus bulbosus*- und *Potamogeton polygonifolius*-reichen Ausbildungen der *Callitriche hamulata-Juncus bulbosus*-Ges., die er in das *Ranunculion aquatilis* Passarge 64 em. Wiegleb 76 einordnet. Die *Juncus bulbosus-Potamogeton polygonifolius*-reichen Ausbildungen der Ass.-Gruppe des *Callitriche-Myriophylletum alterniflori* Niedersachsens werden von uns als eine eigene Gesellschaft *Junco (bulbosi)-Potametum polygonifolii* abgetrennt und in die *Juncetalia bulbosi* innerhalb der *Littorelletea* eingeordnet. Dafür sprechen das Vorkommen weiterer *Littorelletea*-Kennarten, wie *Eleocharis acicularis* und *Pilularia globulifera* sowie der nur sehr geringe Anteil von *Potametea*-Arten in dieser Vegetation. Die *Luronium natans*-reichen Vorkommen werden als Subass. v. *Luronium natans* dem *Junco (bulbosi)-Potametum* zugeordnet. Weiteren Untersuchungen soll es vorbehalten bleiben zu entscheiden, ob die Aufstellung eines eigenen *Luronio-Potametum polygonifolii* für die Fließgewässer des Schradens gerechtfertigt ist.

Die *Juncus bulbosus*-reichen *Potamogeton polygonifolius*-Bestände der Lausitz betrachten wir als eine dem aus W-Europa beschriebenen *Hyperico-Potametum polygonifolii* sehr nahestehende Gesellschaft an deren östlicher Arealgrenze. Arten wie *Hypericum elodes* und *Eleogiton fluitans* fehlen den Ausbildungen der Lausitz. Aufgrund der Verarmung an zahlreichen atlantischen Arten nennen wir diese „Rumpfgesellschaft“ *Junco (bulbosi)-Potametum polygonifolii*.

## 6. Gefährdung

Der Grad der Gefährdung der Siedlungsgewässer von *Luronium natans* und *Potamogeton polygonifolius* läßt sich aus der Darstellung der ökologischen Beschaffenheit ableiten. Beide Arten sind an kalkarme, sauerstoffreiche, oligohumose, saure bis schwach saure, mäßig elektrolytreiche, ammoniumarme Gewässer gebunden. Sämtliche Umwelteinflüsse, die diese Zustandsgrößen, vor allem die vorherrschende Ionen-

relation, wesentlich beeinflussen und verändern, führen zu einer Gefährdung der Vegetationsverhältnisse. Die Hauptgefahr liegt in einer allgemeinen Nährstoff- und Mineralstoffanreicherung durch Abwasserbelastung und Auswaschungserscheinungen intensiv genutzter Flächen der Umgebung und ihrer Einzugsgebiete. Vor allem wird dadurch die Entwicklung konkurrenzkräftiger, biomassereicher submerser Makrophytenarten, insbesondere *Potamogeton*-Arten, begünstigt, die ihrerseits einschneidende Veränderungen der Gewässersedimente verursachen. Durch Akkumulation von organischer Substanz kommt es zur Überlagerung des feinsandigfraktionierten humusarmen Bodensubstrates.

Die Anreicherung von eutrophierend wirkenden Substanzen im Wasserkörper, insbesondere N- und P-Verbindungen durch landwirtschaftliche Einflüsse verursacht, führt ganz sicher auch zu einer Verschlechterung der Beschaffenheit der Gewässersedimente.

Solange jedoch das für das Altmoränengebiet der Lausitz typische Rohbodensubstrat mit seiner humus- und nährstoffarmen, sauren, kalkarmen Beschaffenheit mit dem Wasserkörper der Siedlungsgewässer in Kontakt steht, so lange werden auch die Arten des atlantischen Florenelementes und somit auch *Luronium natans* und *Potamogeton polygonifolius* geeignete Standortverhältnisse finden (PIETSCH 1977b). Die wichtigste Maßnahme zur Erhaltung der beiden Arten und ihrer Vegetation ist deshalb die Schaffung stets neuer Rohbodensubstrate zur Neubesiedlung.

Im ständigen Offenhalten der Siedlungsgewässer bzw. in der Schaffung neuer oligotropher Sekundärstandorte liegt die Möglichkeit der Erhaltung des atlantischen Florenelementes in der Lausitz. Nach der Liste der in der DDR gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen werden *Luronium natans* als „vom Aussterben bedroht“ und *Potamogeton polygonifolius* als „stark gefährdet“ eingeschätzt. Ebenso werden ja beide Arten nach der „Roten Liste“ in der Westfälischen Bucht als stark gefährdet bzw. vom Aussterben bedroht eingestuft (WITTIG & POTT 1981). Zum gleichen Ergebnis gelangt auch DIERSEN (1983) in der Roten Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins.

## Zusammenfassung

Am Beispiel von 16 Siedlungsgewässern von *Luronium natans* (L.) RAFIN. und 42 von *Potamogeton polygonifolius* POURR. in der Lausitzer Niederung, im Südosten der DDR, werden die soziologische Struktur der Vegetation und die hydrochemische Beschaffenheit der Wasserkörper dargestellt.

Beide Arten besitzen den Schwerpunkt ihres Auftretens in Ausbildungen der *Littorelletea*. *Luronium natans* tritt zusammen mit *Eleocharis acicularis* und *Littorella uniflora* innerhalb des *Littorello-Eleocharitetum acicularis* und der *Littorella uniflora-Apium inundatum*-Ges. auf feinfractioniertem Sandboden von Fisch- und Heideteichen auf.

*Potamogeton polygonifolius* tritt zusammen mit *Juncus bulbosus* innerhalb der *Juncetalia bulbosi* als *Junco (bulbosi)-Potametum polygonifolii* auf von Torfschlamm und Eisenhydroxidablagerungen durchmischtem Sandboden von Gewässern in Heidemooren auf. Innerhalb von Fließgewässern kommen beide Arten gemeinsam vor und bilden eine Subass. v. *Luronium natans* des *Junco-Potametum polygonifolii*.

*Luronium natans* und *Potamogeton polygonifolius* kennzeichnen eine azidophile Vegetation oligo- bis mesotropher, kalkarmer, aber ausgesprochen oligohumoser Standorte vom Typ der Calcium-Sulfat-Gewässer.

## 7. Literatur

- ALLOGRE, P. (1921/22): Les associations végétales du vexin français. – Rev. gen. Bot. France **33/34**: 342 pp. Paris.
- BARBER, E. (1983): Beiträge zur Flora des Elstergebirges in der preußischen Oberlausitz. – Abh. Naturf. Ges. Görlitz **20**: 147–166.
- BURRICHTER, E. (1960): Die Therophyten-Vegetation an nordrhein-westfälischen Talsperren im Trockenjahr 1959. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. **73**(1): 24–37. Stuttgart.
- ,– (1969): Der Reinweiße Hahnenfuß, *Ranunculus ololeucus*, im NSG Witte Venn bei Alstätte (Westmünsterland). – Natur u. Heimat **29**: 97–99. Münster.
- DAMBSKA, I. (1965): Roslinnosc litoralu jezior lobeliowych Pojezierza Kartuskiego. – Poznanski towarz. przyj. nauk. mat.-przyr. Prace. Kom. Biol. – Poznan **30**(3): 3–53.
- DIERSEN, K. (1973): Die Vegetation des Gildehauser Venns. – Beih. Ber. Naturhist. Ges. Hannover **8**: 6–120.
- ,– (1975): *Littorelletea uniflorae*. – In: R. TÜXEN (ed.) Prodrömus der europäischen Pflanzengesellschaften. Lfg. 2. Vaduz.
- ,– (1983): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Schleswig-Holsteins. – Schriftenr. Landesamt Naturschutz u. Landschaftspflege Schleswig-Holstein, **6**: 1–159. Kiel.
- DRUDE, O. (1902): Der hercynische Florenbezirk. – Die Vegetation der Erde. 5. Leipzig.
- GRÄBNER, P. (1925): Die Heide Norddeutschlands und die sich anschließenden Formationen in biologischer Betrachtung. – Die Vegetation der Erde, 2. Aufl. Leipzig.
- HARTOG, C. DEN & S. SEGAL (1964): A new classification of waterplant communities. Act. Botan. Neerl. **13**: 367–393.
- PASSARGE, H. (1978): Übersicht über mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. – Feddes Repert. **89**(2, 3): 133–195, Berlin.
- PIETSCH, W. (1977a): Europäische *Littorelletea*- und *Utricularietea*-Gesellschaften. – Feddes Report. **88**(3): 141–245, Berlin
- ,– (1977b): Das atlantische Florenelement in der Lausitz – seine Gefährdung und Erhaltung. – Niederlaus. flor. Mitt. **8**: 2–19.
- ,– (1978): Zur Soziologie, Ökologie und Bioindikation der *Eleocharis multicaulis*-Bestände der Lausitz. – Gleditschia **6**: 209–264.
- ,– (1979): Zur Bioindikation einiger Vertreter des atlantischen Florenelementes in der Altmark und der Lausitz. – Doc. phytosoc. N.S. **4**: 828–840. Lille.
- ,– (1981): Vegetationsverhältnisse im NSG „Jävenitzer Moor“. – Naturschutzarbeit in Bez. Halle u. Magdeburg. **18**(1): 27–55.
- PIETSCH, W. & H. JENTSCH (1984): Zur Soziologie und Ökologie von *Myriophyllum heterophyllum* Mich. in Mitteleuropa. – Gleditschia **12**(2): 303–335, Berlin.
- POTT, R. (1982): *Littorelletea*-Gesellschaften in der Westfälischen Bucht. – Tuexenia, N.S. **2**: 31–45, Göttingen.
- SCHOOF VAN PELT, M. (1973): *Littorelletea*, a study of the vegetation of some amphiphytic communities of Western Europe. 216 pp. Diss. Nijmegen.
- SEGAL, S. (1968): Ein Einteilungsversuch der Wasserpflanzengesellschaften. In: TÜXEN, R. (ed.): Pflanzensoziologische Systematik, 157–171, Den Haag 1970.
- WITTIG, R. & R. POTT (1981): Versuch einer Roten Liste der gefährdeten Höheren Wasserpflanzen in der Westfälischen Bucht auf der Basis von Rasterkartierungen. – Natur- u. Landschaftskd. Westf. **17**(2): 35–40, Hamm.
- ,– & –,– (1982): Verbreitung der *Littorelletea*-Arten in der Westfälischen Bucht. – Decheniana **135**: 14–21, Bonn.

- WIEGLEB, G. (1978a): Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. - Arch. Hydrobiol. **83**(4): 443-484, Stuttgart.
- , (1978b): Vorläufige Übersicht über die Wasserpflanzengesellschaften der Klasse *Potamogetea* im südlichen und östlichen Niedersachsen. - Ber. Naturhist. Ges. Hannover, **121**: 35-50, Hannover.
- , (1979): Vorläufige Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Niedersächsischen Fließwässer. - Naturschutz u. Landschaftspflege in Niedersachsen, **10**, 122 pp., 85-119. Hannover.

Anschrift des Verfassers: Dr. rer. nat. habil. Werner Pietsch, DDR-8027 Dresden, Am Tälchen 16.

# Anmerkungen zum Gesellschaftsanschluß von *Carex heleonastes* EHRH.

Klaus Dierßen

## Abstract

*Carex heleonastes* is a comparably rare species of wet fen hollows rich in electrolytes – either as a glacial relic in Central Europe or in its main area in subcontinental boreal regions. Its distribution and ecology is briefly reviewed. Based on two vegetation tables, the phytosociological amplitude is pointed out. *Carex heleonastes* mainly occurs in communities of the alliance *Caricion lasiocarpae* differentiated by other *Carex* species. It should, therefore, not longer maintained as a characteristic species of a separate association. A short outline is given concerning the problems of its conservation in Central Europe.

## Zusammenfassung

*Carex heleonastes* ist sowohl als Glazialrelikt in Mitteleuropa als auch im Hauptverbreitungsgebiet in subkontinentalen Bereichen der borealen Region eine seltene Art. Ökologie und Gesellschaftsanschluß werden anhand zweier Tabellen diskutiert. Da *Carex heleonastes* überwiegend in solchen Schwingdecken-Gesellschaften (Verband *Caricion lasiocarpae*) vertreten ist, in denen andere Seggen-Arten vorherrschen, wird angeregt, das *Caricetum heleonastae* als eigenständige Assoziation einzuziehen, zumal die übrigen Gesellschaften des Verbandes als Dominanzgesellschaften gefaßt werden. Die Voraussetzungen für die Erhaltung der Reliktstandorte in Mitteleuropa werden kurz erörtert.

## 1. Einführung

*Carex heleonastes* ist in Mitteleuropa eine äußerst seltene Art der basenreichen Niedermoore, die etwa in der Roten Liste gefährdeter Pflanzenarten der Bundesrepublik zu Recht unter der Kategorie „vom Aussterben bedroht“ geführt wird (KORNECK 1984). Informationen über ihre Vergesellschaftung sind unter anderem wesentlich, um für die letzten bekannten Vorkommen geeignete Vorkehrungen zu treffen, die aktuelle Standortsqualität zu sichern. Dazu gilt es auch, die Art in ihrem Hauptverbreitungsgebiet zu studieren, um ihre soziologische und ökologische Amplitude korrekt einschätzen zu lernen.

## 2. Zur Chorologie

Die Schlenken-Segge ist über Mitteleuropa hinaus auch generell recht selten und hat eine lückig-disjunkte, circumpolare Verbreitung vornehmlich in den Tieflagen der borealen Zone mit subkontinental-kontinentalem Verbreitungsschwerpunkt. Im mittleren und nördlichen Schweden sowie in Nordfinnland häufen sich Verbreitungspunkte. Aus dem außereuropäischen Bereich der borealen Zone liegen recht spärlich Angaben aus dem westlichen und mittleren Sibirien sowie Alaska und Kanada vor. In der Arktis wird die Art durch die verwandte, morphologisch offensichtlich nur schwach dif-

ferenzierte *Carex amblyorrhyncha* abgelöst (HULTEN 1964: 68). Neben dem noch vergleichsweise zusammenhängenden nordeuropäischen Areal finden sich vereinzelt Vorkommen im Tiefland Mitteleuropas (Ostpreußen, früher auch Brandenburg) sowie im bayerischen Alpenvorland, im Schweizer und Französischen Jura sowie isoliert in Bulgarien und im Kaukasus. Die disjunkten mitteleuropäischen Vorkommen sind relik-tisch und werden offenkundig trotz gelegentlicher Neufunde zunehmend seltener, wie sich dies auch bei weiteren präalpin verbreiteten Sippen abzeichnet, etwa *Pedicularis sceptrum-carolinum*, *Saxifraga hirculus*, *Juncus stygius* (BRESINSKY 1965: 43).

### 3. Zur Charakteristik der Bestände

Mit einer Wuchshöhe von bis zu 30 Zentimetern ist *Carex heleonastes* als relativ niedrigwüchsige Art konkurrenzwach. Sie siedelt überwiegend auf nassen Schwingdecken in elektrolytreichen, schwach sauren, nassen Niedermoorschlenken gemeinsam mit Arten wie *Carex lasiocarpa*, *Carex chordorrhiza*, *Carex limosa* und *Carex dian-dra*. Die Bestände sind durchweg lückig und in der Phanerogamenschicht Seggen-beherrscht. Die angeführten Arten können dabei jeweils faziell vorherrschen. *Carex heleonastes* selbst erreicht auch kleinflächig kaum Deckungswerte über dreißig Prozent. Weitere stete und gelegentlich durch höhere Deckungswerte hervortretende Arten sind *Potentilla palustris* und *Menyanthes trifoliata*. Alle übrigen Phanerogamen fallen in Ste-tigkeit und Deckung deutlich ab, können indessen in Abbaustadien der Bestände durchaus eine gewisse Bedeutung erlangen. Die Bryophytenschicht, in aller Regel ge-schlossen, wird zumeist von *Amblystegiaceen* aufgebaut wie *Drepanocladus revolvens*, *Campylium stellatum* oder *Calliargon*-Arten. Seltener sind auch Torfmoose vertreten, unter denen wiederum mäßig azidophytische Sippen wie *Sphagnum warnstorffii*, *Sphagnum contortum* und *Sphagnum subsecundum* noch am häufigsten anzutreffen sind.

Die mittleren Artenzahlen der Bestände resultieren unter anderem aus der Wahl der Größe der zugrundegelegten Aufnahmeflächen und dem Grad der Beeinflussung der Flächen (Entwässerung mit anschließender Einwanderung von Feuchtgrünland-Arten). Für natürliche und naturnahe Bestände von Probeflächen zwischen 1 und 4 Me-tern dürften im allgemeinen zwischen 13 und 17 Arten je Probefläche bezeichnend sein. Bei niedrigeren Artenzahlen dürften die Bestände als fragmentarisch gewertet werden, oder die Aufnahmeflächen unterschreiten das Minimumareal der Gesellschaft. Bei be-sonders hohen Artenzahlen sind Überlagerungen mit Kontaktgesellschaften nicht aus-zuschließen.

Standörtlich bevorzugt *Carex heleonastes* Schwingdecken mit ausgeglichen hohen Wasserständen in 5–15 Zentimetern Tiefe unter Flur. Wasserstandsschwankungen an den Standorten werden von den Schwingdecken zumeist passiv mitvollzogen. Die Bodenporen bleiben daher mehr oder weniger kontinuierlich wassergefüllt, was an der-artigen Standorten die Zahl potentieller Konkurrenten auf solche einschränkt, die ent-weder flach wurzeln oder ein gut entwickeltes Durchlüftungsgewebe besitzen.

Die Basenverfügbarkeit ist üblicherweise hoch; die aus der Literatur verfügbaren pH-Werte liegen durchweg im schwach sauren bis neutralen Bereich (KOTILAINEN 1928: 52, 81 f.; DAHL 1957: 333; BRAUN 1966: 18, 1968: Tab. 21; DIERSSEN 1982: 131). Die umfangreichsten Daten von KOTILAINEN aus N-Finnland liegen zwischen pH 4,5 und über 6,5 (meistens zwischen 5,1 und 5,5), wobei die extremen Werte nur schwach re-präsentiert sind. Damit ist *C. heleonastes* deutlich stärker stenoion als die oben genann-ten häufig gemeinsam mit ihr auftretenden Seggen mit weiterer Amplitude bezogen auf die Azidität der Standorte.

Tabelle 1 Niedermoorgesellschaften mit *Carex heleonastes* in NE-Finnland

- 1 Caricetum limosae scordipietosum  
 2 Drepanoclado - Caricetum chordorrhizae, Subassoziationen undifferenziert;  
 a *Paludella squarrosa* - Fazies  
 b *Calliergon richardsonii* - Fazies  
 c typische Ausbildung

Laufende Nummer	1			a			2			c	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Deckung der Phanerogamen (%)	40	45	40	30	60	40	50	40	50	60	65
Deckung der Bryophyten (%)	70	60	60	80	95	100	100	80	100	60	90
Artenzahl	12	16	13	17	10	14	17	14	14	15	19
Ch <sub>1</sub>											
<i>Carex limosa</i>	2.2	2.2	2.3	.	.	.	.	.	.	2.2	2.1
<i>Carex livida</i>	.	+	1.2	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Carex bergrothii</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ch <sub>2</sub>											
<i>Carex chordorrhiza</i>	.	+	+2	2.3	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	3.3	2.3
d <sub>fa</sub>											
<i>Paludella squarrosa</i>	.	.	.	2.3	.	2.2	.	.	.	+2	.
<i>Sphagnum warnstorffii</i>	.	.	.	.	4.4	2.3	.	.	.	.	.
d <sub>fb</sub>											
<i>Moerkia hibernica</i>	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.2	.	.	.
<i>Calliergon richardsonii</i>	+	.	.	.	.	.	2.1	1.2	2.2	.	.
V Caricion lasiocarpae											
<i>Carex heleonastes</i>	2.2	1.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.2	2.1	2.3	2.3	2.2
<i>Equisetum fluviatile</i>	1.1	2.2	2.1	2.2	.	2.2	2.2	2.2	1.1	2.2	2.1
<i>Menyanthes trifoliata</i>	1.1	2.1	1.1	1.2	.	.	.	+2	.	1.2	2.2
<i>Carex lasiocarpa</i>	.	1.2	+2	.	.	.	2.2	2.2	+2	.	2.2
<i>Potentilla palustris</i>	.	.	.	1.2	2.2	1.2	1.2	.	.	.	1.2
K Scheuchzerio-Caricetea nigrae											
<i>Drepanocladus revolvens</i>	2.3	.	+2	.	2.2	.	2.2	3.4	4.5	2.2	2.2
<i>Aneura pinguis</i>	+	1.2	.	.	.	.	.	+2	1.1	1.1	1.2
<i>Campylium stellatum</i>	.	3.4	2.3	2.2	.	.	.	.	2.3	2.2	4.4
<i>Cinclidium stygium</i>	3.3	2.3	.	.	.	.	3.4	.	2.2	.	1.2
<i>Carex flava</i>	.	+2	.	.	.	.	+2	1.2	1.1	.	.
<i>Scapania paludicola</i>	.	.	3.3	1.2	.	2.2	2.2	.	.	.	.
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	2.3	.	.	2.2	.	+2	.	2.2
<i>Scorpidium scorpioides</i>	1.2	+2	.	.	.	.	.	1.2	+2	.	.
<i>Sphagnum teres</i>	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	1.2	1.2
<i>Juncus stygius</i>	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum subsecundum</i>	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	1.2	.
<i>Meesia triquetra</i>	.	.	.	.	.	.	2.3	+2	.	.	.
Sonstige											
<i>Oxycoccus palustris</i>	.	1.2	.	2.1	+	1.2	+2	.	.	1.2	.
<i>Pedicularis palustris</i>	.	.	.	+2	.	.	1.1	1.2	1.2	.	1.2
<i>Epilobium palustre</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+
<i>Andromeda polifolia</i>	+	.	.	.	.	2.2	.	.	.	2.2	.
<i>Salix lapponum</i>	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	1.2
<i>Pellia endiviifolia</i>	.	.	.	2.3	.	.	2.3	.	.	.	.

außerdem in : 1) *Tayloria lingulata* 2.3; 2) *Drosera anglica* +; 3) *Trichophorum alpinum* +2;  
 4) *Carex diandra* 1.2, *Harpanthus flotovianus* 1.2; 5) *Tomentypnum nitens* 2.1,  
*Aulacomnium palustre* 1.2, *Salix myrsinites* 1.2, *Carex juncella* +; 6) *Rhizomnium*  
*pseudopunctatum* 1.2, *Helodium blandowii* 3.3; 7) *Riccardia chamaedryfolia* +;  
 8) *Drepanocladus exannulatus* 1.2; 9) *Salix phyllifolia* +2; 10) *Sphagnum*  
*obtusum* 2.3; 11) *Eriophorum angustifolium* +, *Galium palustre* +2.

Im Gegensatz zu diesen Arten ist *Carex heleonastes* auch häufiger am Rand und auf flachtorfigen Substraten anzutreffen als in den zentralen Schlenken der Moore, ein Hinweis darauf, daß die Art in ihrem Lebensraum zeitweilig limnogenem Hochwasser ausgesetzt sein kann. *Paludella squarrosa* in der Bryophytenschicht kann daneben gelegentlich als Indikator einer gewissen Quelligkeit auftreten. RINGLER (1981: 46) schildert recht anschaulich bezogen auf die Schlenken-Segge und andere Glazialrelikte der

bayerischen Voralpenmoore deren auffällige Präferenz für Zonen mit allmählichem Gradientenwechsel (Ökoklinen) in den Substrateigenschaften, mithin für Lebensräume, die bei eingeschränkter Propagationsfähigkeit, wie sie gerade Glazialrelikten eigen ist, über lange Zeiträume hinweg ein „elastisches“ Ausweichen auf die jeweils am besten geeigneten Mikrohabitate ermöglicht.

Die standörtlichen Ansprüche der Art sind auch aus der Tabelle 1 ablesbar, da die ökologische Einnischung der häufigeren begleitenden Arten bezogen auf Wasser- und Elektrolytstufen nach der gängigen Literatur über Niedermoorvegetation recht gut einzuschätzen ist.

Die Aufnahmen stammen aus der Gegend von Kuusamo in Nordostfinnland. Sie sind wohl repräsentativ für eine regionale Enklave, die sich indessen kaum rein ökologisch – von den Standortsansprüchen der Art her – interpretieren läßt (KOTILAINEN 1951: 103 ff.), da die Segge auch hier schwer deutbare Verbreitungsanomalien aufweist. Bezeichnenderweise siedelt *Carex heleonastes* selbst hier, im Kern ihres Verbreitungsgebietes, nicht großflächig auf offenen, gleichförmigen Moorstandorten, sondern in Ökoklinen mit kleinräumigem Gradientenwechsel.

## 4. Pflanzensoziologischer Anschluß

### 4.1 Synsystematische Zuordnung in der Vergangenheit

Die Beschreibung von Pflanzengesellschaften der Niedermoorkomplexe hat in Skandinavien eine längere Tradition als in Mitteleuropa. Ganz entsprechend finden sich die ersten Angaben zu *Carex heleonastes*-beherrschten Gesellschaften bei finnischen und schwedischen Autoren (WARÉN 1926: 78 f., BOOBERG 1930: 89). Die ersten, offenkundig recht komplex gefaßten Vegetationsaufnahmen aus Mitteleuropa hat STEFFEN (1931: 129 ff.) aus Ostpreußen unter dem Namen *Hypneto-Caricetum* veröffentlicht. Seine Aufnahmeflächen weisen Größen bis zu 25 m<sup>2</sup> auf. *Carex heleonastes* erreicht gegenüber anderen Seggenarten, vor allem *Carex diandra*, nur vergleichsweise geringe Deckungswerte. Die Gesamtartenzahlen je Aufnahme sind hoch.

Aus dem bayerischen Alpenvorland haben als erste PAUL & LUTZ (1941: 10 ff.) Aufnahmen mit *Carex heleonastes* veröffentlicht und einer heute weiter aufgegliederten Assoziation der Schwingdecken zugeordnet, der *Carex diandra-Agrostis canina*-Assoziation. OBERDORFER (1957: 161) trennt unter Ergänzung einer eigenen Aufnahme aus diesem Material das *Caricetum heleonastae* als selbständige Assoziation ab. In der Folgezeit folgen die mitteleuropäischen Bearbeiter mehr oder minder unreflektiert dieser Auffassung, wobei teilweise *Meesia triquetra* als weitere, lokale Kennart gedeutet wird (BRAUN 1966: 17 ff., 1968: 41 ff.; PHILIPPI ap. OBERDORFER 1977: 233; ROYER et al. 1980: 330 f.). Eigene Aufnahmen aus Mittelnorwegen (DIERSSEN 1982: 130) schienen diese Auffassung zu bestätigen.

### 4.2 Tabellenvergleich

Pflanzengesellschaften der Niedermoor-Schwingdecken (Verband *Caricion lasiocarpae*, Ordnung *Scheuchzerietalia*) zeigen auch überregional ein hohes Maß floristischer Übereinstimmung ohne durchgehende Präsenz geographisch differenzierender Arten. Deswegen lassen sie sich zweckmäßigerweise nicht in Gebietsassoziationen aufgliedern, sondern bilden vielmehr azonale, geographisch relativ weit verbreitete Vegetationstypen. Entsprechend einer relativ weiten standörtlichen Amplitude bezogen

Tabelle 2 Vegetationstypen mit *Carex heleonastes*

- 1 *Campylio - Caricetum dioicae*
- 2 *Caricetum nigrae*
- 3 *Caricetum rostratae*
- 4 *Caricetum limosae*
- 5 *Caricetum lasiocarpae*
- 6 *Caricetum diandrae*
- 7 *Drepanoclado - Caricetum chordorrhizae*
- 8 *Carex heleonastes - Gesellschaft*

Spalte		1	2	3	4	5	6	7	8
Zahl der Aufnahmen		2	3	3	14	3	10	11	12
Mittlere Artenzahl		24	15	12	16	16	25	16	13
Ch <sub>1</sub>	<i>Carex dioica</i>	2 <sup>2</sup>	.	1 <sup>2</sup>	II	2	II <sup>2</sup>	I	.
D <sub>2</sub>	<i>Carex nigra</i>	2	3 <sup>2</sup>	.	II	.	II <sup>2</sup>	.	III
Ch <sub>3</sub>	<i>Carex rostrata</i>	2	.	3 <sup>2</sup>	II	1 <sup>2</sup>	II	I	I
Ch <sub>4</sub>	<i>Carex limosa</i>	1	.	1	V <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	V	II <sup>2</sup>	+
	<i>Carex livida</i>	.	.	.	II	.	.	1	.
	<i>Carex bergrothii</i>	.	.	.	II	.	.	.	.
Ch <sub>5</sub>	<i>Carex lasiocarpa</i>	.	.	.	1 <sup>2</sup>	3 <sup>2</sup>	III <sup>2</sup>	+ <sup>2</sup>	+
Ch <sub>6</sub>	<i>Carex diandra</i>	.	.	1	III	.	V <sup>3</sup>	+	+
Ch <sub>7</sub>	<i>Carex chordorrhiza</i>	.	.	1	II	.	I	V <sup>2</sup>	.
D <sub>8</sub>	<i>Carex heleonastes</i>	2 <sup>2</sup>	3 <sup>2</sup>	3	V <sup>2</sup>	3 <sup>2</sup>	V	V <sup>2</sup>	V <sup>2</sup>
Verband	<i>Caricion lasiocarpae</i>								
	<i>Potentilla palustris</i>	2 <sup>2</sup>	3	2 <sup>4</sup>	III	2 <sup>2</sup>	V <sup>2</sup>	IV	V
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	1 <sup>2</sup>	1	.	IV <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	V <sup>3</sup>	II	II
	<i>Drosera anglica</i>	1	.	.	II	1 <sup>2</sup>	IV	+ <sup>2</sup>	+
	<i>Equisetum fluviatile</i>	.	2	2	IV <sup>2</sup>	.	IV <sup>2</sup>	IV <sup>2</sup>	1
	<i>Meesia triquetra</i>	.	.	1	.	.	III	1 <sup>2</sup>	IV
	<i>Eriophorum gracile</i>	.	.	.	II	1 <sup>2</sup>	III <sup>2</sup>	.	.
O & K	<i>Scheuchzerio-Caricetea</i>								
	<i>Eriophorum angustifolium</i>	.	1	1 <sup>5</sup>	II	.	III <sup>2</sup>	II	+
	<i>Drepanocladus revolvens</i>	.	.	1 <sup>5</sup>	III <sup>1</sup>	3 <sup>3</sup>	III <sup>2</sup>	IV <sup>2</sup>	II <sup>2</sup>
	<i>Campyllum stellatum</i>	.	.	1 <sup>2</sup>	II <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	II <sup>2</sup>	III <sup>2</sup>	I
	<i>Equisetum palustre</i>	1	1	1	.	.	II	.	III
	<i>Trichophorum alpinum</i>	1	.	1	II <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	.	.	+ <sup>2</sup>
	<i>Viola palustris</i>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	.	+ <sup>2</sup>	.	+ <sup>2</sup>	.	II
	<i>Carex panicea</i>	1	.	.	+	1 <sup>2</sup>	II <sup>2</sup>	1	.
	<i>Agrostis canina</i>	.	2	1	+	.	+	.	III
	<i>Carex flava</i>	.	.	1	II	2 <sup>2</sup>	II	II	.
	<i>Drepanocladus vernicosus</i>	.	.	2 <sup>3</sup>	II <sup>2</sup>	.	II <sup>2</sup>	+	III <sup>2</sup>
	<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	.	.	.	1 <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	III <sup>2</sup>	III <sup>2</sup>	II
	<i>Scorpidium scorpioides</i>	.	.	.	III <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	II	II	II <sup>2</sup>
	<i>Sphagnum subsecundum</i>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>4</sup>	.	+ <sup>3</sup>	.	.	.	1 <sup>2</sup>
	<i>Sphagnum warnstorffii</i>	1 <sup>4</sup>	.	.	+	.	II <sup>2</sup>	I <sup>3</sup>	.
	<i>Sphagnum contortum</i>	.	1	.	+	.	II <sup>4</sup>	.	+
	<i>Calliergon stramineum</i>	.	1	.	+	.	III <sup>2</sup>	.	+
	<i>Carex canescens</i>	.	.	1	+	.	II	.	I
	<i>Carex oederi</i>	.	.	.	+	1	II	+ <sup>2</sup>	.
	<i>Cinclidium stygium</i>	.	.	.	1 <sup>2</sup>	.	II	II <sup>2</sup>	+ <sup>4</sup>
	<i>Aneura pinguis</i>	1	.	.	.	I	.	II	.
	<i>Drepanocladus exannulatus</i>	.	1 <sup>5</sup>	.	II <sup>2</sup>	.	.	1 <sup>2</sup>	.
	<i>Eleocharis quinqueflora</i>	.	.	.	1 <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	II <sup>2</sup>	.	.
	<i>Eriophorum latifolium</i>	.	.	.	II	1 <sup>2</sup>	.	.	+
	<i>Calamagrostis neglecta</i>	.	.	.	+	.	II	1	.
	<i>Carex juncella</i>	.	.	1	.	.	.	II	.
	<i>Bryum neodamense</i>	.	.	1 <sup>3</sup>	.	.	.	.	II
	<i>Dactylorhiza incarnata</i>	.	.	.	+	+	II	.	.
	<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	.	.	.	+	.	II	.	.
	<i>Paludella squarrosa</i>	.	.	.	+	.	.	II <sup>2</sup>	.
	<i>Calliergon richardsonii</i>	.	.	.	+	.	.	II <sup>2</sup>	.
	<i>Sphagnum teres</i>	.	.	.	I	.	.	II	.
	<i>Tayloria lingulata</i>	.	.	.	+ <sup>2</sup>	.	.	.	II
Sonstige									
	<i>Drosera rotundifolia</i>	2 <sup>2</sup>	1	.	II	1	+	+	+
	<i>Epilobium palustre</i>	1	.	2	II	.	III	II	II

Fortsetzung Tabelle 2:

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Caltha palustris</i>	1	1 <sup>2</sup>	.	+ <sup>2</sup>	.	IV <sup>2</sup>	+ <sup>2</sup>	I
<i>Aulacomnium palustre</i>	2	1	.	+	.	III <sup>2</sup>	I	II
<i>Andromeda polifolia</i>	.	1	.	I <sup>2</sup>	1	I	II <sup>2</sup>	II
<i>Oxycoccus palustris</i>	2	.	.	III <sup>2</sup>	.	III	III	+
<i>Molinia caerulea</i>	1 <sup>2</sup>	.	.	I	1	II	.	II
<i>Galium uliginosum</i>	.	1	.	+	1 <sup>2</sup>	II <sup>2</sup>	.	+
<i>Cardamine pratensis</i>	.	.	2	II	1 <sup>2</sup>	IV <sup>2</sup>	.	II
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	I	1	II <sup>2</sup>	I	I
<i>Calliergonella cuspidata</i>	.	.	.	+ <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	III <sup>2</sup>	+ <sup>2</sup>	.
<i>Tomentypnum nitens</i>	.	.	.	I	.	II <sup>2</sup>	+ <sup>2</sup>	+
<i>Peucedanum palustre</i>	.	2	.	+	.	II	.	+
<i>Utricularia intermedia</i>	.	.	.	I	1	II	.	.
<i>Calliergon giganteum</i>	.	.	.	I <sup>2</sup>	.	II <sup>2</sup>	.	I <sup>3</sup>
<i>Pedicularis palustris</i>	.	.	.	+	.	IV <sup>2</sup>	III	.
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	.	.	.	.	.	II <sup>2</sup>	.	+

- außerdem in: 4) *Sphagnum flexuosum* +<sup>4</sup>;  
 6) *Epipactis palustris* II, *Stellaria palustris* II<sup>2</sup>, *Cicuta virosa* II<sup>2</sup>,  
*Valeriana dioica* II<sup>2</sup>, *Marchantia polymorpha* III<sup>2</sup>, *Sphagnum nemoreum*  
 II<sup>2</sup>, *Trichophorum cespitosum* II;  
 7) *Scapania paludicola* II<sup>2</sup>, *Moerkia hibernica* II<sup>2</sup>  
 8) *Philonotis cespitosa* II<sup>2</sup>, *Rhynchospora alba* II, *Scheuchzeria palustris* II.

Berücksichtigt wurden nur Arten mit einer Stetigkeit von II in wenigstens einer Spalte. Mittlere Stetigkeiten wurden bei Werten über 2 angegeben.

Herkunft der Vegetationsaufnahmen:

Tabelle 1: 1,5 Yli-Kitka, Vasalahti  
 7 - 9 Orivasuo

2,3,4,6,11,12 Virranlampi - Ala-Kitka; alle: Oulanka, Kuusamo, Finnland, Dierßen Sept. 1983

Tabelle 2: Spalte 1: 1 LOUNAMAA, 1963, SE-Karelien, UdSSR

1 PAUL & LUTZ 1941 ap. BRAUN 1968, Aufn. 15, Bayer. Alpenvorland, BRD

Spalte 2: 2 LOUNAMAA, 1963, SE-Karelien, UdSSR

1 PAUL & LUTZ, 1941, ap. BRAUN 1968 Aufn. 15, Bayer. Alpenvorland, BRD

Spalte 3: 1 BOOBERG, 1930, Gisselasmyren, Jämtland, Schweden

2 PAUL & LUTZ, 1941, ap. BRAUN 1968 Aufn. 6,9, Bayer. Alpenvorland, BRD

Spalte 4: 1 REIMERS & HUECK, 1929, Litauen, UdSSR

1 ISOVIITA, 1954, Satakunda, Finnland

1 RUUHIJÄRVI, 1960, Tab. 26 pp., N-Finnland

1 WAREN, 1926, N-Finnland

2 STEFFEN, 1931, Ostpreußen, UdSSR

5 LOUNAMAA, 1961, SE-Karelien, UdSSR

3 DIERSSEN (Tab. 1 hoc loco) Kuusamo, Finnland

Spalte 5: 1 RUUHIJÄRVI, 1960, Tab. 26 pp., N-Finnland

1 STEFFEN, 1931, Ostpreußen, UdSSR

1 LOUNAMAA, 1961, SE-Karelien, UdSSR

Spalte 6: 6 STEFFEN; !)!; Ostpreußen, UdSSR

1 LOUNAMAA, 1961, SE-Karelien, UdSSR

3 ROYER et al., 1980, Jura, Frankreich

Spalte 7: 2 BOOBERG; 1930, Gisselasmyren, Jämtland, Schweden

1 STEFFEN, 1931, Ostpreußen, UdSSR

8 DIERSSEN (Tab. 1 hoc loco) Kuusamo, Finnland

Spalte 8: 8 PAUL & LUTZ, 1941, ap. BRAUN, 1968, Aufn. 7,8, 10 - 14, 16, Bayer. Alpenvorland, BRD

3 DIERSSEN, 1982, Oppland, Norwegen.

1 BRAUN, 1966, Bayer. Alpenvorland, BRD

auf Stufen unterschiedlicher Basenverfügbarkeit lassen sich - gleichfalls überregional - innerhalb der jeweiligen Assoziationen distinkte, stenoionie Bryophytensynusien zur Differenzierung von Subassoziationen verwenden. Im Gegensatz zu den anderen, häufigeren Gesellschaften des Verbandes ist eine solche Aufgliederung von Untereinheiten einer *Carex heleonastes*-Gesellschaft nur auf regionaler Ebene durchgeführt worden (BRAUN 1968: 41 ff.). Ein eigener Aufenthalt in NE-Finnland wurde genutzt, die soziologische Amplitude in einem regionalen Verbreitungszentrum der Art zu

studieren (Tabelle 1) und darauf aufbauend einen ausführlicheren Literaturvergleich durchzuführen (Tabelle 2). Aus letzterem folgt, daß die Mehrzahl der veröffentlichten Vegetationsaufnahmen mit *Carex heleonastes* solchen Schwingdecken-Gesellschaften zuzuordnen ist, in denen andere Seggen vorherrschen, und zwar insbesondere dem *Caricetum limosae*, dem *Caricetum diandrae* und dem *Drepanoclado-Caricetum chordorrhizae*. Dies sei Anlaß, die Notwendigkeit der Beibehaltung eines eigenständigen *Caricetum heleonastae* sensu OBERDORFER 1957 kritisch zu hinterfragen.

Zunächst zur Interpretation von Tabelle 2. Die Einheiten der Spalten 1, 2, 3 und 5 sind schwach repräsentiert. Die gesellschaftsspezifischen Kenntaxa haben in den Spalten jeweils eine höhere Deckung als *Carex heleonastes*. Die Aufnahmen mögen die soziologische Amplitude von *Carex heleonastes* umreißen; für die Kennzeichnung des pflanzensoziologischen Schwerpunktes des Vorkommens der Schlenken-Segge sind sie dagegen weniger von Belang. Die Aufnahmen der Spalte 4 (*Caricetum limosae*) kennzeichnen die von der Trophie her ärmsten Bereiche, sind bezüglich der Basenversorgung euryök und bleiben nach den bislang vorliegenden Aufnahmen auf das nördliche Mittel- sowie Nordeuropa beschränkt.

Die in Spalte 6 vereinten Aufnahmen sind von dem relativ heterogenen Material von STEFFEN (op. cit.) beherrscht. Hohe Artenzahlen je Aufnahme und höhere Stetigkeiten moorfremder Pflanzen (*Calliergonella cuspidata*, *Caltha palustris*, *Cardamine pratensis*) sprechen für die Aufnahme von Vegetationskomplexen. Dennoch scheint die enge Vergesellschaftung von *Carex heleonastes* mit *Carex diandra* für die mitteleuropäischen Bestände recht bezeichnend zu sein. Neben den Aufnahmen von ROYER et al. (op. cit.) aus dem Französischen Jura folgt dies auch aus Angaben von GALLANDAT (1982: 73) aus dem Schweizer Jura. Die Aufnahmen des letzteren Autors wurden in Tabelle 2 nicht aufgenommen, weil eine Diskussion von Niedermoor-Vegetationstypen ohne Berücksichtigung der bei GALLANDAT fehlenden Bryophytenschicht nicht akzeptabel erscheint. In der borealen Zone dünnt *Carex diandra* merklich aus, und *Carex heleonastes* ist vorzugsweise im *Drepanoclado-Caricetum chordorrhizae* anzutreffen (Spalte 7). Die in Spalte 8 vereinigten Aufnahmen stammen zum einen aus der subalpinen Stufe Mittelnorwegens. *Carex heleonastes* wächst hier nahe der Höhengrenze ihrer Verbreitung in einem vergleichsweise trockenen, basenreichen Niedermoor, in dem bezeichnende Vertreter der Schwingdecken praktisch fehlen. Die übrigen Aufnahmen aus dem bayerischen Alpenvorland zeichnen sich vor allen anderen Aufnahmen der Tabelle durch die höchste Stetigkeit von *Agrostis canina* und *Drepanocladus vernicosus* aus. Sie sind überdies vergleichsweise artenarm, was – mit Vorsicht – als rudimentäre Entwicklung der Bestände interpretiert werden könnte.

Das Einbeziehen von Aufnahmen mit *Meesia triquetra* ohne *Carex heleonastes* in den Tabellenvergleich erschien kaum sinnvoll. Faßt man Gesellschaften des *Caricion lasiocarpae* als azonale Vegetationstypen mit weiter Verbreitung, so sind lokale Kenntaxa für einen Tabellenvergleich nachrangig. Darüber hinaus hat *Meesia triquetra* nicht nur eine weitere Verbreitung als *C. heleonastes*, sondern auch eine erheblich weitere soziologische Amplitude in basenreichen Niedermoorgesellschaften insgesamt. Überdies schließen sich beide Sippen auch im Voralpenbereich häufiger aus, als daß sie gemeinsam vorkommen, wie sich aus den Tabellen bei BRAUN (op. cit.) und ROYER et al. (op. cit.) ablesen läßt und sich zudem auch aus Verbreitungsangaben beider Sippen bei RINGLER (1981: 73 ff.) ergibt.

### 4.3 Einige allgemeine Anmerkungen zum Gesellschaftsanschluß seltener Sippen

Aus den vorgelegten Aufnahmen der Tabelle 2 ergibt sich als grundsätzliches Problem die Frage, inwieweit seltene Sippen als einziges Kennntaxon für die Beschreibung eigenständiger Assoziationen im Sinne BRAUN-BLANQUET's herangezogen werden können. Versuche, den Kennartenbegriff zu präzisieren und quantifizieren, sind in jüngster Zeit in dem Maße seltener geworden, in welchem in verschiedenen synsystematischen Kategorien kennartenlose Syntaxa als Assoziationen aufgefaßt werden.

Die hier zur Diskussion stehenden Vegetationstypen des Verbandes *Caricion lasiocarpae* sind allgemein Dominanzgesellschaften mit jeweils einer vorherrschenden Cyperaceenart. Alle Vegetationstypen des Verbandes haben insofern eine geringe Trennschärfe, als die jeweiligen Kennarten der verwandten Syntaxa mit geringerer Stetigkeit und oder Deckung in die einzelnen Gesellschaften übergreifen. Die Diskontinuitäten zwischen Beständen verschiedener Vegetationstypen des Verbandes sind darüber hinaus besonders in natürlichen und großflächig entwickelten Mooren häufig gering. Die pflanzensoziologische Zuordnung eines konkreten Bestandes zu einer Assoziation ist mithin nur über die Kombination Präsenz und jeweils vergleichsweise hoher Deckung des Kennntaxon möglich.

Bei etwa gleich häufigen Vegetationstypen in einem Gebiet gibt der von SZAFER & PAWLOWSKI entwickelte Vorschlag zur Bestimmung von „Treue“-Stufen einzelner Arten in Tabellen Aufschluß darüber, welche Art einer gegebenen pflanzensoziologischen Kategorie als Kennntaxon gewertet werden sollte (vergl. BRAUN-BLANQUET 1964: 95 ff.). Der Ansatz ist im Grundsatz unter Pflanzensoziologen konsensfähig. Er muß indessen dann versagen, wenn von den zu vergleichenden Syntaxa stark unterschiedliche Aufnahmezahlen vorliegen, da in solchen Fällen das seltenere Kennntaxon der unzureichend repräsentativ belegten Vegetationseinheit auf jeden Fall in verwandten Syntaxa mit geringer Stetigkeit auftritt.

Für das in Tabelle 2 erörterte Beispiel bedeutet dies, daß rein theoretisch alle Vegetationsaufnahmen mit *Carex heleonastes* zu einer Vegetationseinheit zusammengezogen werden könnten – ohne Berücksichtigung der Deckungswerte (so etwa bei BRAUN 1968 für einen Teil der Aufnahmen). *Carex heleonastes* erhält so in dem Aufnahmekollektiv einen hohen Treuegrad – gleichbedeutend mit der guten Verwendbarkeit der Sippe als Kennntaxon einer eigenständigen Assoziation.

Nach den oben erfolgten Erörterungen wäre ein solches *Caricetum heleonastae* rein formal anders abgegrenzt als die übrigen Syntaxa des Verbandes, die über Stetigkeit und Deckung des jeweiligen Kennntaxon definiert wurden. Ein solches Vorgehen ist indessen logisch unbefriedigend, zumal es für eine Standortsansprache wenig überzeugt, etwa eine Vegetationsaufnahme mit *Carex chordorrhiza* mit Deckung 3 sowie *Carex heleonastes* mit Deckung 1 einem *Caricetum heleonastae* anzuschließen.

Der logisch befriedigendere Weg wurde bereits besprochen, indem die Aufnahmen der Spalten 1-7 in Tabelle 2 anderen Vegetationstypen als einem *Caricetum heleonastae* zugeordnet wurden. In diesen Syntaxa bleibt zwar absolut gesehen (bezogen auf das Gesamtkollektiv der Aufnahmen der jeweiligen Gesellschaften) die Präsenz von *Carex heleonastes* gering. Dennoch stehen nach der Tabelle 46 Aufnahmen (= 79 %) der Vorkommen der Art in verschiedenen, durch andere Kennntaxa charakterisierten Niedermoorgesellschaften lediglich 12 Aufnahmen (= 21 %) gegenüber, die sich nicht be-

friedigend durch eine Sippe außer *Carex heleonastes* kennzeichnen lassen. Es kann indessen kaum befriedigen, eine Sippe dann als einziges Kennntaxon zu werten, wenn sie im betreffenden Syntaxon nur eben 21 % ihres Gesamtvorkommens erreicht, zumal sie sich in besagten Flächen nicht einmal durch höhere Deckungswerte auszeichnet (ausführlichere theoretische Überlegungen hierzu finden sich bei BECKING 1957: 454 ff.). Ausnahmen, bei denen ein Kennntaxon außerhalb des durch ihn gekennzeichneten Syntaxon absolut gesehen häufiger sein kann, sind wohl dann zulässig, wenn etwa eine konkurrenzschwache Pionierart wie zum Beispiel *Eleocharis quinqueflora* in Folgegesellschaften noch ein gewisses Beharrungsvermögen und damit hohe Stetigkeiten zeigen kann, zugleich jedoch Vegetationsaufnahmen der „typischen“ Pioniergesellschaft gegenüber den Folgegesellschaften in einem zu vergleichenden Aufnahmekollektiv unterrepräsentiert sind. Dies trifft indessen für *Carex heleonastes* insofern nicht zu, als die Art im *Caricetum limosae* oder *Drepanoclado-Caricetum chordorrhiza* kaum als Sukzessionsrelikt zu werten ist.

Aus den Überlegungen folgt, daß ein *Caricetum heleonastae* nach dem derzeit vorliegenden Aufnahmematerial als eigenständige Assoziation nicht zu halten ist. Schwer zuzuordnende Bestände (Tabelle 2 Spalte 8) sind dann als Gesellschaft zu fassen, also das Syntaxon ohne Rangstufe (Fragment) dem *Caricion lasiocarpae* anzuschließen.

## 5. Naturschutz

Das Einziehen des *Caricetum heleonastae* als Assoziation berührt die erforderlichen Bemühungen um den effizienten Schutz der letzten Vorkommen in Mitteleuropa nicht: Artenschutz – für sich betrachtet – ist ein ausreichendes Schutzkriterium. Auch wenn keine deutliche Bindung an eine definierte Assoziation vorliegt, sind die standörtlichen Präferenzen gut zu umreißen: Bevorzugung von Ökoklinen in kalkoligotrophen Niedermoorkomplexen. Die offenkundig geringe Propagationsfähigkeit der Art erklärt zugleich ihr weitgehendes Fehlen in solchen Bereichen, die von den standörtlichen Rahmenbedingungen her durchaus potentiell besiedelbar erscheinen. Mit RINGLER (op. cit.) sei die Auffassung geteilt, daß Reliktvorkommen von Niedermoorarten vorrangig schutzwürdig sind, zumal es darauf ankommt, deren Wuchsorte in zeitlicher Kontinuität zu sichern, weil alle übrigen Schutzmaßnahmen (Regenerationsversuche von geeignet erscheinenden Standorten, Anpflanzung von Populationen in entsprechenden Habitaten) kein Ersatz für den Schutz der Reliktstandorte selbst sein können. Die Notwendigkeit, *Carex heleonastes*-Populationen in Mikrohabitaten im schwachem Gradientengefälle zu erhalten, erfordert primär ein großzügiges Einbeziehen weiter Zonen mit gutem Pufferungsvermögen gegen Beeinträchtigungen aus der Umgebung um den jeweiligen Lebensraum der bedrohten Art selbst.

## 6. Literatur

- BECKING, R.W. (1957): The Zürich-Montpellier school of phytosociology. – Bot. Rev. 23(7): 411–488.
- BOOBERG, G. (1930): Gisselasmyren. En växtsociologisk og utvecklingshistorisk monografi över en jämtlandsk kalkmyr. – Norrländsk. Handbibl. 12, 329 pp., Stockholm.
- BRAUN, W. (1966): Die Torfseggen-Gesellschaft, das *Caricetum heleonastis* (Paul et Lutz 41) Oberd. 57 in der Umgebung Kemptens. – Mitt. Natwiss. ArbKreis Kempten 10(1): 17–24, Kempten.
- ,– (1968): Die Kalkflachmoore und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften im bayerischen Alpenvorland. – Diss. Bot. 1, 134 S., Lehre.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., 865 S., Wien.

- BRESINSKY, A. (1965): Zur Kenntnis des circumalpinen Florenelements im Vorland nördlich der Alpen. - Ber. Bayer. Bot. Ges. **38**: 5-76, München.
- DAHL, E. (1957): Rondane - mountain vegetation in South Norway and its relation to the environment. - Skr. Norsk. Vid. - Akad. I. Math.-Naturv. K. **3**, 374 S., Oslo.
- DIERSSEN, K. (1982): Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. - 382 S., Genève.
- GALLANDAT, J.-D. (1982): Prairies marécageuses du Haut-Jura. - Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz **58**, 180 S., 51 Tab., Teufen.
- HULTEN, E. (1964): The circumpolar plants I. - Kungl. Svenska Vetensk. Handl. **8(5)**, 275 S., Stockholm.
- ISOVIITA, P. (1954): *Carex appropinquata* Schum. ja *Carex heleonastes* Ehrh. lähdesuolla Porin lähellä. - Arch. Soz. Vanamo' **9(1)**: 61-67, Helsinki.
- KORNECK, D. (1984): Farn- und Blütenpflanzen. - In: BLAB, J. et al. (eds.) Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. - Naturschutz aktuell **1**, 270 S., Greven.
- KOTILAINEN, M.J. (1928): Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. - Wiss. Veröff. Finn. Moorkulturver. **7**, 219 S., Helsinki.
- , (1951): Über die Verbreitung der meso-eutrophen Moorpflanzen in Nordfinnland. - Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A.IV. **17**, 162 S., Helsinki.
- LOUNAMAA, J. (1961): Untersuchungen über die eutrophen Moore des Tulemajärvi-Gebietes im südwestlichen Ostkarelien, KASSR. - Ann. bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo' **32(3)**, 63 S., Helsinki.
- , (1963): Zur Kenntnis der Flora und Vegetation der Moore des Säämjärvi-Gebietes in Onega-Karelien, KASSR. - Arch. Soz. „Vanamo" **18(1)**: 14-40, Helsinki.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. - Pflanzensoz. **10**, 567 S., Jena.
- PAUL, H. & J. LUTZ (1941): Zur soziologisch-ökologischen Charakterisierung von Zwischenmooren. - Ber. Bayer. Bot. Ges. **25**: 1-28, München.
- PHILIPPI, G. (1977): Ordnung *Scheuchzerietalia palustris*. - In: OBERDORFER (ed.) Süddeutsche Pflanzengesellschaften, 2. Aufl. 221-234, Jena.
- REIMERS, H. & K. HUECK (1929): Vegetationsstudien auf lithauischen und ostpreußischen Hochmooren. - Abh. math.-naturw. Abt. Bay. Akad. Wiss. Suppl. **10**: 409-494, München.
- RINGLER, A. (1981): Die Alpenmoore Bayerns - Landschaftsökologische Grundlagen, Gefährdung, Schutzkonzept. - Ber. ANL **5**: 4-98, Laufen.
- ROYER, J.-M., J.-C. VADAM, F. GILLET, J.-P. AUMONIER, M.-F. AUMONIER (1980): Etude phytosociologique des tourbières acides du Haut-Doubs - réflexions sur leur regeneration et leur genese. - Coll. phytosoc. **7**: 295-344, Lille.
- RUUHIJÄRVI, R. (1960): Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. - Ann. Bot. Soc. Vanamo' **31(1)**, 360 S., Helsinki.
- STEFFEN, H. (1931): Vegetationskunde von Ostpreußen. - Pflanzensoziologie **1**, 406 S., Jena.
- WARÉN, H. (1926): Untersuchungen über sphagnumreiche Pflanzengesellschaften der Moore Finnlands. - Acta Soc. Fauna Flora Fenn. **55(8)**, 113 S., Helsinki.

Anschrift des Verfassers: Klaus Dierßen, Botanisches Institut, Olshausenstraße 40, D-2300 Kiel 1

# Die Wirkung chemischer Komponenten der Laubstreu auf das Wald-Greiskraut, *Senecio sylvaticus*.

W. H. O. Ernst

## Zusammenfassung

Die Wirkung der baumartenspezifischen Unterschiede im Chemismus der Laubstreu wird auf Keimung, Wachstum und Fruchtentwicklung von *Senecio sylvaticus*, einer Pflanzenart von Kahlschlägen und lichtgestellten Wäldern, untersucht. Frische Blattstreu von *Betula pendula*, *Crataegus monogyna* und *Quercus robur* verhindert das Wachstum von Wald-Greiskraut; frische Nadelstreu der Waldkiefer hinterläßt keine nachteiligen Folgen. Im Gegensatz zur frischen Streu wird für die gealterte Streu der vier untersuchten Baumarten keine negative Beeinflussung gefunden. Aufgrund vergleichender Untersuchungen mit wässrigen Blattextrakten und den Phenolsäuren Vanillinsäure und p-Hydroxybenzoesäure wird eine keimungs- und wachstumshemmende Wirkung dieser Phenolsäuren festgestellt, wobei vor allem der Phosphat- und Kaliumhaushalt der Pflanzen beeinträchtigt wird. Die Differenzierung von *Senecio sylvaticus* in Winter- und Sommergenerationen und seine Verbreitung in lichtgestellten Wäldern wird in Beziehung zur Phenolsäure- und Mikronährstoff-Konzentration der Streu der Bäume diskutiert.

## Einleitung

Im Laufe der postglazialen Vegetationsentwicklung sind häufig Veränderungen in der Dominanz der Baumschicht mitteleuropäischer Wälder aufgetreten, die durch die Nutzungsweise der Wälder noch modifiziert worden sind (BURRICHTER 1969, 1973). Auch die Krautschicht ist aufgrund pollenanalytischer Daten einem Wechsel unterworfen worden, der aber kaum in Relation zur Baumschicht gesehen und interpretiert worden ist (GODWIN 1956). Die Effekte der Baumschicht auf den Unterwuchs des Waldes werden meistens Veränderungen des Lichthaushaltes (GORSKI et al. 1978) und der mechanischen Belastung als Folge des herbstlichen Blattfalles (GRIME et al. 1981) zugeschrieben. Nur selten sind Versuche unternommen worden, die Einwirkungen der chemischen Komponenten der Blattstreu auf die Kraut- und Grasschicht der Wälder in Relation zu dominanten Baumarten zu erklären (LODHI 1976).

Im Rahmen eines Schwerpunktprogrammes zur Erforschung der ökologischen Aspekte organischer Bodenkomponenten in Wald-Ökosystemen (VAN DER WERFF 1981; ERNST 1982, ERNST et al. 1984; KUITERS 1986) werden die Einflüsse der Laubstreu der Bäume auf die Wachstums- und Überlebensbedingungen der Arten des Unterwuchses analysiert, nachdem Anpassungen an andere ökologisch wirksame Faktoren bereits erarbeitet worden sind (ERNST 1979; ERNST & NELISSEN 1979; ERNST 1983 a, 1983 c; DE NEELING 1982; VAN BAALEN 1982). Zusätzlich zu den beim Streuabbau frei werdenden Mineralstoffen werden aus frischer ebenso wie aus gealterter Blattstreu eine Reihe organischer Verbindungen, insbesondere Phenolsäuren mit potentiell allelopathischer Wirkung (RICE 1984) freigesetzt.

Für die vorliegende Untersuchung wurde *Senecio sylvaticus* als Testpflanze gewählt. Diese Art von Kahlschlägen und lichten Wäldern weist eine deutliche Affinität

zur organischen Bodensubstanz auf (ERNST & NELISSEN 1979, ERNST et al. 1984), wenn auch die Klassifikation als Humuszehrer (OBERDORFER 1970) zweifelhaft ist. Ziel dieser Arbeit ist eine Analyse der Reaktion von *Senecio sylvaticus* auf die Blattstreu einiger Laubbaum- und Nadelholzarten.

## Material und Methoden

Die Versuche wurden mit der Sommergeneration von *Senecio sylvaticus* L. ausgeführt (ERNST 1985 a). Nach Stratifikation der Achänen bei 5° C für 4 Wochen erfolgte eine fast synchrone Keimung bei 20° C, so daß gleichaltrige Keimpflanzen in genügender Menge zur Verfügung standen.

Für die Ermittlung des Gehaltes an Phenolsäuren und mineralischen Nährstoffen wurden im Herbst 1983 frisch gefallene Blätter und im Februar 1984 gealterte Blätter aus der Streuschicht von Monokulturen von *Betula pendula* ROTH, *Quercus robur* L., *Crataegus monogyna* JACQ. und *Pinus sylvestris* L. gesammelt und luftgetrocknet für die Bestimmung des Trockengewichtes und der Mineralstoffkonzentrationen. Die Phenolsäurenbestimmung erfolgte an frisch gesammeltem Material.

**Phenolsäurebestimmung.** Nach 20-stündiger Extraktion von 20 g frischer Streu mit bidestilliertem Wasser wurde der Gesamtgehalt wasserlöslicher Phenolsäuren mit Hilfe des Folin-Ciocalteu-Reagenz spektralphotometrisch bestimmt (SWAIN & HILLIS 1959); Tannin diente als Bezugs-substrat. Aufgrund vergleichender gaschromatographischer Analysen kommt 1 µg Tannin g<sup>-1</sup> Streu überein mit 0,22 µg Phenolsäure g<sup>-1</sup> Streu (SARINK 1985). Die einzelnen Phenolsäurekomponenten wurden nach Eindickung des wässrigen Extraktes im Rotavapor, anschließender Ansäuerung auf pH 2 und Überführung in 100 % Äthanol, nach Aufnahme in Pyridin und unter Zusatz von N,N-bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamid (VAN DE CASTEELE et al. 1976) gaschromatographisch über eine 2 % OV-17-Säule mit einem Temperaturprogramm von 100 bis 300° C (10° C min<sup>-1</sup>) getrennt. Als interner Standard diente Hydrochinon. Eichreihen wurden mit reinen Phenolsäuren und Phenolsäuregemischen aufgestellt (KUITERS 1986).

**Mineralstoffanalyse.** Für die Analyse der Mineralstoffe wurde das Pflanzenmaterial 48 Stunden bei 70° C getrocknet. Nach nassem Aufschluß in einem Gemisch aus konzentrierter HClO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub> (7 : 1) wurden die Proben in aqua bidest. aufgenommen und im Atomabsorptionsspektrophotometer (Perkin Elmer 4000) die Konzentrationen an Kalium, Natrium, Eisen, Mangan, Zink und Kupfer direkt, diejenige von Calcium und Magnesium nach Zusatz von 1 %iger Lanthannitratlösung bestimmt. Die Phosphatkonzentration wurde spektrophotometrisch als Molybdänblau-Ascorbinsäure-Komplex analysiert (vgl. ERNST 1983 b).

**Blattstreu-Experimente.** Die Reaktion von *Senecio sylvaticus* auf die Blattstreu der Holzarten wurde in zwei Experimenten festgestellt: mit frisch gefallenem Blatt im Herbst und mit gealterter Streu im Frühjahr. Für die Experimente wurden Plastiktöpfe (600 cm<sup>3</sup> Volumen) mit luftgetrockneter Streu gefüllt, mit destilliertem Wasser befeuchtet und eine Woche lang in einem Gewächshaus bei 80 % rel. Luftfeuchtigkeit zur Gleichgewichtseinstellung belassen. Nach der Bepflanzung mit drei Tage alten Keimpflanzen von *Senecio sylvaticus* wurde die rel. Luftfeuchtigkeit im Gewächshaus auf 70 ± 5 % eingestellt; Licht und Temperatur wurden in einem Tag/Nacht-Rhythmus von 14/10 Stunden und 20/15° C gegeben. Jede Versuchsreihe bestand aus 10 Einheiten. Die Versuche mit frischer Laubstreu wurden zur Hälfte nach 75 Tagen (Ende des Rosettenstadiums) und zur anderen Hälfte nach abgeschlossener Fruchtreife (156–175 Tagen) beendet. Infolge der schnellen Zersetzung abgestorbener *Senecio*-Blätter bei Kontakt mit feuchtem Substrat wurden diese Blätter wöchentlich aus der Rosette entfernt und zur Messung der Gesamtproduktion und des Mineralstoffhaushaltes gesammelt. Der Versuch mit gealterter Streu wurde unter gleichen technischen Bedingungen durchgeführt.

**Phenolsäureversuch.** Um die Effekte von Phenolsäuren von denjenigen der Mineralstoffe und anderer Blattkomponenten unterscheiden zu können, wurden stratifizierte Achänen von *Se-*

*necio sylvaticus* in Petrischalen auf Filtrierpapier gelegt und den folgenden vier Behandlungen unterworfen: Neben einer Kontrolle mit destilliertem Wasser wurde eine Versuchsreihe mit Vanillinsäure ( $10^{-3}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  mol l<sup>-1</sup>), eine Versuchsreihe mit p-Hydroxybenzoesäure ( $10^{-3}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  mol l<sup>-1</sup>) und eine Versuchsreihe zur Simulation der natürlichen Situation mit filtriertem wässrigen Blattextrakten frisch gefallener Blätter angesetzt. Der Keimungsversuch dauerte 28 Tage.

Zur Ermittlung der Wirkung der Phenolsäuren auf das Wachstum wurden 3 Wochen alte Pflanzen von *Senecio sylvaticus* in 5 Liter-Behältern mit einer für *Senecio* modifizierten Hoagland'schen Nährlösung (ERNST et al. 1983) bei einem pH von 5,5 eingesetzt. Von den Phenolsäuren p-Hydroxybenzoesäure, Vanillinsäure, Syringasäure, Salicylsäure, p-Cumarsäure, Kaffeesäure und Ferulasäure wurde ein äquimolares Gemisch hergestellt und in einer Endkonzentration von 0,  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$  und  $10^{-3}$  mol l<sup>-1</sup> der Nährlösung zugesetzt; alle drei Tage wurde die Nährlösung inklusiv der Phenolbehandlung erneuert. Die Versuchsdauer betrug nur 28 Tage, weil in der höchsten Phenolbehandlung eine hohe Mortalität festgestellt wurde.

Zink-Experiment. Aufgrund der bekannten hohen Zinkgehalte von Birkenblättern (ERNST 1985 b) wurden 14 Tage alte Keimpflanzen von *Senecio sylvaticus* in 5 Liter-Behältern mit oben angegebener Nährlösung eingesetzt und in einem Gewächshaus bis zur Fruchtreife herangezogen. Die technischen Bedingungen im Gewächshaus waren die gleichen wie bei den Streu-Experimenten. Zur Standard Zink-Konzentration der Nährlösung wurden Zinkgaben von 10, 25, 50, 100 und 200  $\mu\text{mol Zn l}^{-1}$  zugefügt. Die durchlüftete Nährlösung wurde wöchentlich erneuert. Am Ende der Rosetten-Phase wurde die Hälfte der Pflanzen geerntet (10 je Versuchsreihe), die andere Hälfte der Pflanzen wurde bis zur Fruchtreife in der Nährlösung belassen. Während der Fruchtproduktion wurden die reifen Früchte kurz vor dem Zurückschlagen der Hüllblätter geerntet.

Statistische Analyse. Unterschiedliche Reaktionen der Pflanzen auf die gegebene Behandlung sind auf Signifikanz mit Hilfe der Ein- und Zweiweg ANOVA (SOKAL & ROHLF 1981) bei  $p < 0,05$  getestet.

## Ergebnisse

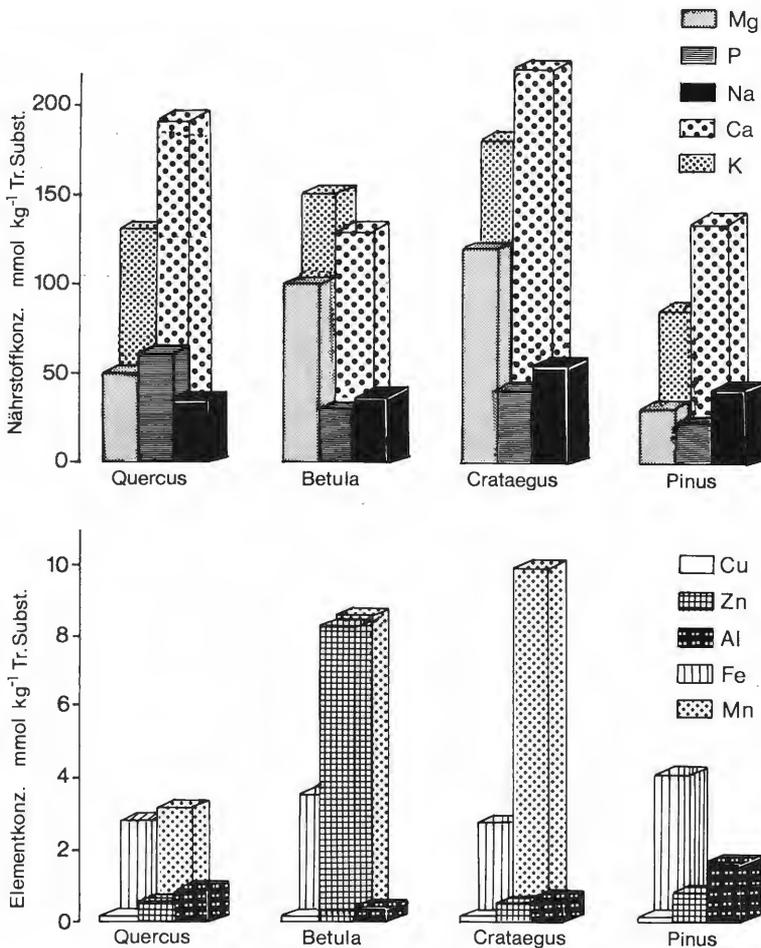
### 1. Chemische Eigenschaften der Blattstreu

Die untersuchten Arten unterschieden sich artspezifisch hinsichtlich des Gesamtgehaltes der Phenolsäuren und der einzelnen wasserlöslichen Phenolsäuregruppen. Alte Blätter von Birken sind sehr reich an Phenolsäuren (2,3 ‰ der Trockensubstanz); der niedrigste Gehalt wird in Weißdorn-Blättern angetroffen (0,4 ‰ der Trockensubstanz). In allen vier Arten dominieren die Phenolsäuren aus der Benzoesäuren-Gruppe (Tab. 1). Die höchsten wasserlöslichen Konzentrationen erreichen die p-Cumarsäure (3  $\mu\text{mol g}^{-1}$  Trockensubstanz), die Vanillinsäure (2  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) und die p-Hydroxybenzoesäure (1,7  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ). Während des Winters wird der größte Teil dieser Phenolsäuren (90 %) aus der Laubstreu ausgewaschen oder/und durch Mikroorganismen umgesetzt. Nur in den Kiefernadeln bleibt noch etwa 50 % der ursprünglichen, herbstlichen Phenolsäurekonzentration erhalten (KUITERS 1986).

Tab.1: Gesamtgehalt an wasserlöslichen Phenolsäuren ( $\mu\text{g g}^{-1}$  Blatt-Trockengewicht) im Herbst (Oktober) und im Spätwinter (Februar) und prozentualer Anteil einiger Phenolsäuren in frisch gefallenen Nadeln und Blättern von Bäumen.

Baumart	Gesamtgehalt ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )		Prozentualer Anteil von	
	Oktober	Februar	Benzoesäuren	Zimtsäuren
<i>Crataegus monogyna</i>	378	39	76 %	9 %
<i>Pinus sylvestris</i>	514	241	61 %	27 %
<i>Quercus robur</i>	813	118	46 %	24 %
<i>Betula pendula</i>	2295	330	52 %	35 %

Der Gehalt an Mineralstoffen weist ebenfalls artspezifische Unterschiede auf. Alte Kiefernadeln sind sehr nährstoffarm im Gegensatz zu den besonders nährstoffreichen Blättern des Weißdorn (Fig. 1). Der Kalkreichtum der niederländischen Küstendünen stimuliert eine hohe Calcium-Akkumulation aller Laubholzarten. Infolge der oberflächlichen Versauerung des Sandbodens (ERNST 1985 c) ist eine starke Anreicherung von Mangan in Birken- und Weißdorn-Streu sowie eine hohe Konzentrierung des Zinks in Birkenstreu möglich. Der Stickstoffgehalt der Streu (nicht in Fig. 1 angegeben) variiert von 1,2 % (*Pinus*) über 1,5 % (*Crataegus*) bis zu 2,1 % (*Betula*, *Quercus*). Wie bei anderen Laubstreu-Arten (u. a. KOVACS 1977) wird beim Abbau der Streu zunächst das sehr mobile Kalium ausgewaschen, gefolgt von Calcium und Magnesium; im Frühjahr sind nur noch 30 % des herbstlichen Kaliumgehaltes vorhanden. Aufgrund des Salzeintrages durch Winterstürme steigt der Natriumgehalt der Laubstreu zum Frühjahr mit 40 % an und dürfte infolge von Massenaustausch zur starken Verminderung des pflanzenverfügbaren Kaliums beitragen.



Figur 1: Konzentration einiger Haupt- und Mikronährstoffe und von Aluminium in den abgeworfenen Blättern von *Quercus robur*, *Betula pendula* und *Crataegus monogyna* und in den Nadeln von *Pinus sylvestris*.

## 2. Reaktion von *Senecio sylvaticus* auf frische Blattstreu

Keimpflanzen vom Wald-Greiskraut reagieren sehr empfindlich auf frisch gefallene Streu von Birke, Stieleiche und Weißdorn. Nach vierwöchigem kümmerlichen Wachstum sterben alle Pflanzen ab. Im Gegensatz zur Laubstreu entwickeln sich die Pflanzen in der Nadelstreu der Waldkiefer gut und erreichen das Stadium der völligen Fruchtreife (Tab. 2). Wenn die Nährstoffmengen fruchtender Pflanzen mit dem Nährstoffangebot in der Nadelstreu verglichen werden, dann wird deutlich, daß mit Ausnahme des hohen Nutzungsgrades von Mangan (13,8 %) und Zink (7,6 %) alle übrigen Nährstoffe nur zu 2,6 bis 4,0 % genutzt werden. Ebenso wie bei anderen einjährigen Arten (u. a. ERNST 1983 a) findet während der Blüten- und Fruchtphase ein intensives Wachstum und eine hohe Nährstoffaufnahme statt. Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen und Zink werden in der Phase des generativen Wachstums in viel stärkerem Maße aufgenommen als in der Phase des vegetativen Wachstums.

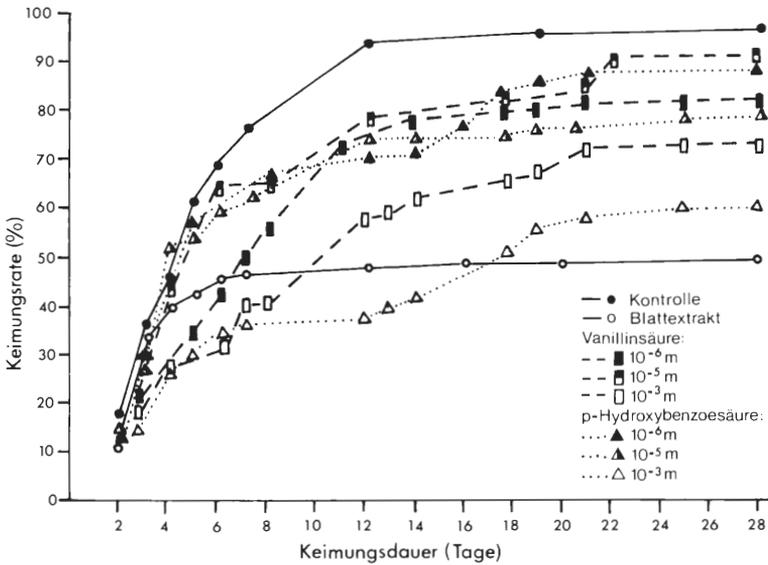
Tab.2: Nährstoffentzug von *Senecio sylvaticus* aus frischer Kiefernadelstreu am Ende der vegetativen und der generativen Phase. Zur Berechnung der Aufnahme-Effektivität ist das gesamte Nährstoffpotential je Kulturgefäß angegeben.

Entwicklungs- Stadium	Biomasse (mg je Pflanze)	Nährstoffgehalt ( $\mu\text{mol}$ je Pflanze)							
		P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
Rosettenstadium	130+ 34	9,1	58,5	126	44	15,6	0,52	1,24	0,22
Fruchtreife	1218+ 413	53,5	205,8	2055	826	237,0	8,98	8,30	4,76
Zunahme in %	937	588	352	1631	1877	1519	1727	699	2164
Nährstoffangebot ( $\mu\text{mol}$ je Gefäß)		1980	7830	45390	25100	5940	320	60,4	62,5
Aufnahme-Effektivität bis zur Fruchtreife (%)		2,7	2,6	4,5	3,3	4,0	3,0	13,8	7,6

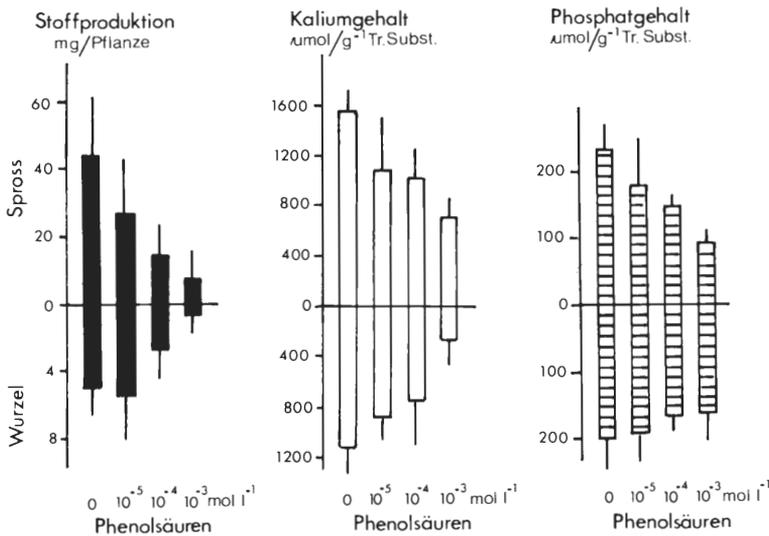
Der vollständige Ausfall von *Senecio sylvaticus* auf frischer Laubstreu kann seine Ursache in einer phytotoxischen Wirkung der Phenolsäuren (RICE 1984) oder/und einiger Mikronährstoffe (Mangan, Zink) haben. Gegenüber der Kontrolle hemmen Vanillinsäure und p-Hydroxybenzoesäure in allen Konzentrationen die Keimung von *Senecio sylvaticus*, wobei hochkonzentrierte Lösungen ( $1 \text{ m mol l}^{-1}$ ) um 22 % (Vanillinsäure) resp. 34 % (p-Hydroxybenzoesäure) erniedrigte Keimkapazitäten zur Folge haben. Ein Blattextrakt der Birke setzt die Keimung sogar um 50 % herab (Fig. 2). Anscheinend beruht die allelopathische Wirkung der untersuchten Phenolsäuren sowohl auf qualitativen wie auf quantitativen Veränderungen des Stoffwechsels.

Um die allelopathischen Effekte von Phenolsäuren weiter zu unterbauen, wurden die Pflanzen von *Senecio sylvaticus* in der Nährlösung mit einem Phenolsäuregemisch herangezogen. Wie Fig. 3 ausweist, ist bereits nach vier Wochen ein sehr negativer, konzentrationsabhängiger Effekt auf *Senecio sylvaticus* zu beobachten. Bei einer  $10^{-3}$ -molaren Phenolsäurekonzentration ist das Wachstum minimal, d. h. der während der Keimung dieser Art beobachtete Phenolsäuren-Effekt wird während des Wachstums erheblich verstärkt. Als Ursache dürfte die Hemmung der Kalium- und Phosphataufnahme in Anwesenheit von Phenolsäuren anzuweisen sein.

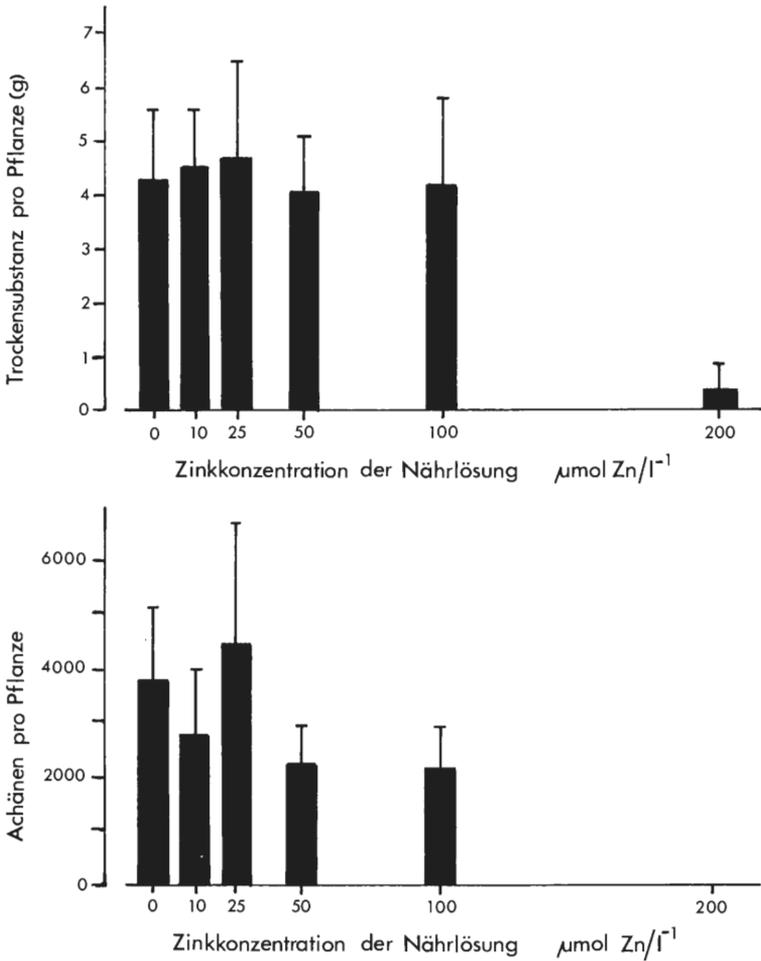
Während die hohe Manganresistenz von *Senecio sylvaticus* aus vorhergehenden Untersuchungen bekannt ist (DE NEELING 1982, DE NEELING & ERNST 1986), liegt über die Zinkresistenz dieser Art noch keine Arbeit vor. Wie Fig. 4 zeigt, kann *Senecio sylvaticus* bis zum Blühbeginn eine Zinkkonzentration von  $200 \mu\text{mol l}^{-1}$  Nährmedium ertragen, wenn auch die Produktivität bei dieser Zinkdosis signifikant eingeschränkt ist. Jedoch hat keine Pflanze diese Konzentration bis zur Fruchtreife ertragen. Bei niedrigeren Zinkgaben läßt sich keine signifikante Verminderung der Fruchtproduktion erkennen.



Figur 2: Effekte eines wässrigen Blattextraktes von frisch gefallenen Birkenblättern und der Phenolsäuren Vanillinsäure und p-Hydroxybenzoesäure auf die Keimung stratifizierter Achänen der Sommergeneration von *Senecio sylvaticus*.



Figur 3: Die Wirkung verschiedener Konzentrationen eines äquimolaren Phenolsäuregemisches auf das Wachstum von *Senecio sylvaticus* und auf den Kalium- und Phosphatgehalt in Wurzeln und Blattrosetten. Das Phenolsäuregemisch bestand aus Vanillinsäure, p-Hydroxybenzoesäure, Syringasäure, Salicylsäure, p-Cumarsäure, Kaffeesäure und Ferulasäure und wurde in den Konzentrationen 0,  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$  und  $10^{-3}$  mol je Liter Nährlösung appliziert.



Figur 4: Die Beeinflussung der Trockensubstanzproduktion bis zur Blütephase (oben) und der Achänenproduktion (unten) von *Senecio sylvaticus* durch steigende Zinkkonzentrationen des Nährmediums.

### 3. Reaktion von *Senecio sylvaticus* auf gealterte Blattstreu

Aus Tab. 3 ist abzulesen, daß im Gegensatz zu frischer Blattstreu alle Versuchspflanzen auf gealterter Streu bis zur generativen Phase überleben können. Streuspezifische Unterschiede sind in der Wuchsleistung nicht nachzuweisen, wohl aber in der Verteilung der Trockensubstanz auf die Pflanzenorgane. Birkenblattstreu hemmt das Wurzelwachstum und läßt den Anteil der Wurzeln am Gesamttrockengewicht auf weniger als 10 % absinken ( $5,97 \pm 2,14$ ) im Gegensatz zur Blattstreu von Waldkiefern und Weißdorn ( $12,15 \pm 3,53$  %, resp.  $12,80 \pm 2,28$  %). Bereits vor Blühbeginn läßt sich ein streutypischer Aufnahmestandard der Nährstoffe erkennen. Aus der Eichenblatt-Streu kann *Senecio sylvaticus* am schlechtesten das Phosphat freisetzen, während die Kaliumversorgung auf Waldkiefern-Streu beeinträchtigt ist. Auf Weißdornblatt-Streu findet eine intensive Akkumulation von Mangan statt, die das für das Pflanzenwachstum sehr entscheidende Eisen/Mangan-Verhältnis (DE NEELING 1982) weit unter 1 fallen läßt

(Fe/Mn-Ratio 0,37). Gleichzeitig nimmt *Senecio sylvaticus* aus allen Laubstreuotypen sehr viel Zink auf; die höchsten Mengen werden bei Wachstum auf Birkenblatt-Streu erreicht.

Tab. 3: Stoffproduktion und Mineralstoffaufnahme von *Senecio sylvaticus* bei Kultur auf gealterter Blattstreu von *Pinus sylvestris*, *Crataegus monogyna*, *Betula pendula* und *Quercus robur*. Die Pflanzen wurden am Ende der vegetativen Phase nach 75-tägiger Versuchsdauer geerntet. Unterschiedliche Exponenten geben signifikante Unterschiede bei  $P < 0,05$  an.

Streu-Typ	Biomasse (mg)	Mineralstoffmenge ( $\mu\text{mol}$ je Pflanze)							
		P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
<i>Pinus</i>	96 + 28	19,9 <sup>a</sup>	89,9 <sup>a</sup>	147	25,7 <sup>a</sup>	12,2 <sup>a</sup>	0,42	0,26 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>
<i>Crataegus</i>	116 + 48	29,9 <sup>b</sup>	159,9 <sup>b</sup>	117	82,0 <sup>b</sup>	18,8 <sup>b</sup>	0,42	1,13 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>
<i>Betula</i>	110 + 75	15,8 <sup>ac</sup>	160,0 <sup>b</sup>	145	69,3 <sup>b</sup>	14,2 <sup>ab</sup>	0,16	0,16 <sup>c</sup>	0,48 <sup>c</sup>
<i>Quercus</i>	101 + 23	12,5 <sup>c</sup>	141,2 <sup>b</sup>	137	46,7 <sup>c</sup>	12,5 <sup>a</sup>	0,44	0,31 <sup>a</sup>	0,27 <sup>b</sup>

## Diskussion

Die schnellen chemischen Veränderungen, die sich in den abfallenden Blättern in der Periode zwischen Blattfall im Herbst und fortschreitender Streuzersetzung im Vorjahr vollziehen, betreffen einerseits die allgemein bekannte Abnahme der organischen Substanz und der mobilen Nährstoffe (NYKVIST 1959, BOCK 1963, MACLEAN & WEIN 1978 a, b, MCCLAUGHERTY 1983), andererseits die Freisetzung phenolischer Verbindungen (BLASCHKE 1979, KUITERS 1986). Aufgrund der baumartenspezifischen Quantität und Qualität der Phenolsäuren und der artspezifischen Empfindlichkeit der Kraut- und Grasschicht gegenüber Phenolsäuren (VAN DER WERFF 1981, ERNST 1982, ERNST et al. 1984, KUITERS 1986) kann die Laubstreu der Bäume zur Selektion des Artenspektrums der Waldflora beitragen (LODHI 1975, 1976, SCHUCK et al. 1976). Hemmende Effekte der Streu auf Keimung und Wachstum von Pflanzenarten sind schon lange belegt (MOLISCH 1937, GRÜMMER 1955, RICE 1984, LEIBUNDGUT 1976), doch sind die wirkungsvollen Komponenten weitgehend unbekannt geblieben. Wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt ist, können die Konzentrationen dominanter Phenolsäuren in der frischen Blattstreu hoch genug sein, um die Keimung von *Senecio sylvaticus* und anderen Arten der Waldflora (ERNST 1982, 1983 a, STOOTS 1982) zu verzögern und die Keimkapazität herabzusetzen.

Von durchschlagender Bedeutung sind jedoch die Effekte der Phenolsäuren auf das vegetative und generative Wachstum der Pflanzen, wie der völlige Ausfall des Wachstums auf der Streu von Weißdorn, Birke und Stieleiche gezeigt hat. Die Untersuchungsergebnisse unterstützen die Hypothese von GLASS (1973, 1974, 1975), daß die physiologische Basis für die allelopathischen Wirkungen von Phenolsäuren in einer Veränderung des Nährstoffhaushaltes der Pflanzen zu suchen ist. Die phenolsäuren-induzierte Unterversorgung mit Kalium und Phosphat hemmt andere basale Stoffwechselprozesse wie Photosynthese (EINHELLIG et al. 1970) und Phytohormonhaushalt (ZENK & MÜLLER 1963). Letztendlich sterben die Pflanzen ab. Diese drastischen Effekte von frischer Laubstreu sind auch bei anderen Arten der Kraut- und Grasschicht von Laubwäldern gefunden worden (KUITERS 1986).

Die Selektionskraft frischer Laubstreu kann noch durch andere chemische Eigenschaften der Blätter akzentuiert werden, insbesondere durch das hohe Angebot an Mikronährstoffen. Die Zinkanreicherungen in den Blättern von *Betula pendula* (BAUMEISTER & ERNST 1978, ERNST 1985 b) und anderen Birkenarten (LIKENS & BORMANN

1970) sowie die Manganakkumulation in den Blättern von Weißdorn, Eiche und Buche (ERNST 1985 b) haben zu einer Selektion zink- und manganresistenter Pflanzenarten in diesen Laubwaldbeständen geführt, wie hier für *Senecio sylvaticus* und in anderen Arbeiten für *Molinia caerulea* (DUECK et al. 1984) und die Birken-Mykorrhizapilze *Amanita muscaria* und *Paxillus involutus* demonstriert worden ist (BROWN & WILKINS 1985 a, b). Das Fehlen der Sommerpopulationen von *Senecio sylvaticus* in geschlossenen Laub- und Nadelwaldbeständen ist im Gegensatz zum Ausbleiben der Winterpopulation in Laubwäldern (VAN ANDEL & ERNST 1985) weder auf die mechanische Belastung durch die Streu (GRIME et al. 1981) noch auf die schwache selektierende Wirkung gealterter Streu zurückzuführen, zumal diese Pflanzenart sehr positiv auf hochmolekulare Bodensubstanzen wie Fulvin- und Huminsäuren reagiert (MARQUENIE-VAN DER WERFF & OUT 1979, VAN DER WERFF 1981). Vielmehr dürfte im Sommer die geringe Lichtzufuhr zur Krautschicht lichtliebende Pflanzen wie *Senecio sylvaticus* eliminieren.

Insgesamt zeigen diese Experimente, daß die Kraut- und Grasschicht der Wälder, vor allem der Laubwälder, während eines Jahres sehr unterschiedlichen selektiven Faktoren unterworfen ist, wobei die Bodenart (KUITERS 1986) und das Bodenprofil (ERNST & NELISSEN 1979) modifizierend wirken können. Während einjährige Arten wie *Senecio sylvaticus* mit einer Differenzierung in ökologisch sehr unterschiedlich reagierende Winter- und Sommergenerationen auf diese selektierenden Faktoren reagiert haben (ERNST 1985 a, VAN ANDEL & ERNST 1985), müssen mehrjährige Arten sich an den gesamten Faktorenkomplex anpassen. Die Häufigkeit von Vorjahreskeimern in der Krautschicht der Wälder, u. a. *Allium ursinum* (ERNST 1979), *Anemone nemorosa* (ERNST 1983 c), *Mercurialis perennis* und *Milium effusum* (SLADE & CAUSTON 1979), deutet darauf hin, daß das herbstliche Phenolsäuremaximum durch die empfindliche Keimlingsphase vermieden wird. Die Stimulation des Wachstums mehrjähriger Waldarten, u. a. *Deschampsia flexuosa* und *Milium effusum*, durch Phenolsäuren und die Hemmung von Waldrandarten, u. a. *Holcus lanatus* und *Scrophularia nodosa* (SARINK 1985), unterstützt die Hypothese der hohen Selektionskraft organischer Komponenten in Ökosystemen (RICE 1984).

#### Danksagung

Ich danke Frau Drs. L. Stoots, Frau Drs. H. Sarink, Herrn H. J. M. Nelissen und Herrn Drs. L. Kuiters für die gewissenhafte Mitarbeit bei den Versuchen und bei der chemischen Analyse.

## Literatur

- BAUMEISTER, W. & W. ERNST (1978). Mineralstoffe und Pflanzenwachstum. – G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- BLASCHKE, H. (1979). Leaching of water soluble organic substances from coniferous needle litter. – Soil Biol. Biochem. **11**: 581–584.
- BOCOCK, K. L. (1963). Changes in the amount of nitrogen in decomposing leaf litter of sessile oak (*Quercus petraea*). – J. Ecol. **51**: 555–556.
- BROWN, M. T. & D. A. WILKINS (1985 a). Zinc tolerance of *Amanita* and *Paxillus*. – Trans. Brit. mycol. Soc. **84**: 367–369.
- BROWN M. T. & D. A. WILKINS (1985 b). Zinc tolerance of mycorrhizal *Betula*. – New Phytol. **99**: 101–106.
- BURRICHTER, E. (1969). Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. – Abhandl. Landesmuseum Naturkd. Münster Westf. **31** (1): 1–60.
- ,– (1973). Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht. – Landeskundl. Karten Hefte Geogr. Kommission Westf., Siedlung Landschaft Westfalen **8**.

- DE NEELING, A. J. (1982). Adapation of Plants from Clearings to Acid and Alkaline Soil. – Diss. Vrije Universiteit Amsterdam.
- DE NEELING, A. J. & W. H. O. ERNST (1986). Manganese and aluminium tolerance of *Senecio sylvaticus*. – Acta Oecol., Oecol. Plant. 7: 43–56.
- DUECK, Th. A., W. H. O. ERNST, J. FABER & F. PASMAN (1984). Heavy metal imission and genetic constitution of plant populations in the vicinity of two metal emission sources. – Angew. Bot. 58: 47–59.
- EINHELLIG, F.A., E. L. RICE, P.G. RISSER & S. H. WENDER (1970). Effects of scopoletin on growth, CO<sub>2</sub> exchange rates, and concentration of scopoletin, scopolin, and chlorogenic acids in tobacco, sunflower, and pigweed. – Bull. Torrey Bot. Club 97: 22–23.
- ERNST, W. H. O. (1979). Population biology of *Allium ursinum* in Northern Germany. – J. Ecol. 67: 347–362.
- ,– (1982). Ecologische betekenis van fenol-, fulvine- en huminezuren. – Vakblad Biol. 62: 350–352.
- ,– (1983 a). Ökologische Anpassungsstrategien an Bodenfaktoren. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 96: 49–71.
- ,– (1983 b). Element nutrition of two contrasted dune annuals. – J. Ecol. 71, 197–209.
- ,– (1983c). Population biology and mineral nutrition of *Anemone nemorosa* with emphasis on its parasitic fungi. – Flora 173: 335–348.
- ,– (1985 a). The effects of forest management on the genetic variability of plant species in the herb layer. – In: S. R. GREGORIUS (ed.), Lecture Notes in Population and Ecological Genetics. Springer Verlag, Berlin.
- ,– (1985 b). Bedeutung einer veränderten Mineralstoffverfügbarkeit (Schwermetalle, Al, Ti) für Wachstums- und Selektionsprozesse in Wäldern. – In: S. W. BRECKLE & H. KAHLE (eds.), Schwermetalle und saure Depositionen. Bielefelder Ökol. Beitr. 1: 143–158.
- ,– (1985 c). De begroeiing als onderdeel van het duinoecosysteem. Haalt het duin het jaar 2000? – Van duingebruik naar duinbeheer, pp. 30–39. Prov. Waterleid. Noord-Holland, Castricum.
- ERNST, W. H. O. & H. J. M. NELISSEN (1979). Growth and mineral nutrition of plant species from clearings of different horizons of an iron-humus podzol profile. – Oecologia 41: 175–182.
- ERNST, W. H. O., A. J. DE NEELING & R. VOOJIS (1983). Replacement of sodium and potassium in a natrophobe and a natrophile *Senecio* species. – Z. Pflanzenphysiol. 112: 147–154.
- ERNST, W. H. O., I. RIPHAGEN & L. STOOTS (1984). Plantengroei onder invloed van organisch bodemmateriaal. – Vakblad Biol. 64, 392–395.
- GLASS, A. D. M. (1973). Influence of phenolic acids on ion uptake. I. Inhibition of phosphate uptake. – Plant Physiol. 51: 1037–1041.
- ,– (1974). Influence of phenolic acids on ion uptake. III. Inhibition of potassium uptake. – J. Exp. Bot. 25: 1104–1113.
- ,– (1975). Inhibition of phosphate uptake in barley roots by hydroxybenzoic acids. – Phytochemistry 14: 2127–2130.
- GODWIN, H. (1956). History of the British Flora. – Cambridge University Press, London.
- GORSKI, T., K. GORSKA & J. RYBICKI (1978). Studies on the germination of seeds under leaf canopy. – Flora 167: 289–299.
- GRIME, J. P., G. MASON, A. V. CURTIS, J. RODMAN, S. R. BAND, M. A. G. MOWFORTH, A. M. NEAL & S. SHAW (1981). A comparative study of germination characteristics in a local flora. – J. Ecol. 69: 1017–1059.
- GRÜMMER, G. (1955). Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen – Allelopathie. – G. Fischer Verlag, Jena.
- KOVACS, M. (1977). Der Abbau von Waldstreu, das Freiwerden biogener Elemente unter Laborverhältnissen. – Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 23: 105–118.
- KUITERS, L. (1986). Phenolic acids and plant growth in forests. – Dis. Vrije Universiteit Amsterdam.
- LEIBUNDGUT H. (1976). Beitrag zur Erscheinung der Allelopathie. Schweiz. Z. Forstwesen 127: 621–635.
- LIKENS, G. E. & F. H. BORMANN (1970). Chemical analyses of plant tissues from the Hubbard Brook Ecosystem in New Hampshire. – Bull. School Forestry, Yale University 79: 1–25.
- LODHI, M. A. K. (1975). Allelopathic effects of Hackberry in a bottomland forest community. – J. Chem. Ecol. 1: 171–182.

- , (1976). Role of allelopathy as expressed by dominating trees in a lowland forest in controlling the productivity and pattern of herbaceous growth. - Amer. J. Bot. **63**: 1-8.
- MACLEAN, A. D. & R. W. WEIN (1978). Weight loss and nutrient changes in decomposing litter and forest floor material in New Brunswick forest stands. - Can. J. Bot. **56**: 2730-2749.
- MARQUENIE-VAN DER WERFF, M. & T. OUT (1981). The effect of humic acid as Zn complexing agent on water cultures of *Holcus lanatus*. - Biochem. Physiol. Pflanzen **176**: 274-282.
- MCCLAUGHERT, C. A. (1983). Soluble polyphenols and carbohydrates in throughfall and leaf litter decomposition. - Acta Oecol., Oecol. Gener. **4**: 375-385.
- MOLISCH, H. (1937). Der Einfluß einer Pflanze auf die andere - Allelopathie. G. Fischer Verlag, Jena.
- NYKVIST, N. (1959). Leaching and decomposition of litter. II. *Pinus sylvestris*. - Oikos **10**: 212-224.
- OBERDORFER, E. (1970). Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- RICE, E. L. (1984). Allelopathy. 2nd edition. - Academic Press, Orlando, Florida
- SARINK, H. (1985). Fenolzuren in strooisels en hun invloed op enkele bos- en kapvlaktesoorten. - Doctoraal-Verslag Plantenoecologie, Vrije Universiteit Amsterdam.
- SCHUCK, H. J., P. SCHÜTT & A. VON SYDOW (1976). Zur allelopathischen Wirkung von Forstunkräutern. - Forstwiss. Cbl. **95**: 286-294.
- SLADE, E. A. & D. R. CAUSTON (1979). The germination of some woodland herbaceous species under laboratory conditions, a multifactorial study. New Phytol. **83**: 549-557.
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF (1981). Biometry. - W. H. Freeman & Cie, San Francisco.
- STOOTS, L. (1982). Effekten von fenolzuren en extrakten van verschillende strooisels op enkele hogere planten. Doctoraal-Verslag Plantenoecologie Vrije Universiteit Amsterdam.
- SWAIN, T. & W. E. HILLIS (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica*. - J. Sci. Food Agric. **10**: 63-68.
- VAN ANDEL, J. & W. H. O. ERNST (1985). Ecophysiological adaption, plastic responses, and genetic variation of annuals, biennials and perennials in woodland clearings. - In: J. HAECK & J. W. WOLDENDORP (eds.), Structure and Functioning of Plant Populations. II. Phenotypic and Genotypic Variation in Plant Populations, pp. 27-49, North Holland Publ. Comp. Amsterdam.
- VAN BAALEN, J. (1982). Population Biology of Plants in Woodland Clearings. - Diss. Vrije Universiteit Amsterdam.
- VAN DE CASTEELE, K., H. POTER & C. F. VAN SUMERE (1976). Gas-chromatographic separation and analysis of trimethylsilyl derivatives of some naturally occurring non-volatile phenolic compounds and related substances. - J. Chromatogr. **121**: 49-63.
- VAN DER WERFF, M. (1981). Ecotoxicity of Heavy Metals in Aquatic and Terrestrial Higher Plants. - Diss. Vrije Universiteit Amsterdam.
- ZENK, M. W. & G. MÜLLER (1963). In vivo destruction of exogenously applied indolyl-3-acidic acid as influenced by naturally occurring phenolic acids. - Nature (London) **200**: 761-763.
- Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Wilfried H. O. Ernst, Vrije Universiteit, Biologisch Laboratorium, Postbus 7161, 1007 MC Amsterdam, Niederlande.



# Kleinräumige Differenzierung von Vegetation und Boden durch den Stammablauf in einem Buchenwald auf Kalkgestein

Heinz Neite und Michael Runge

## 1. Einleitung

Der Stammfußbereich von Buchen stellt häufig einen Sonderstandort dar, der durch das Auftreten von Pflanzenarten ausgezeichnet ist, die sich durch geringere Ansprüche an die Nährstoffversorgung oder durch höhere Toleranz gegenüber niedrigen pH-Werten von den Arten des stammfernen Waldbodens unterscheiden (GLAVAC et al. 1970; TÜXEN 1977). Ursache schlechterer Nährstoffversorgung kann eine geringere Laubablagerung sein; doch liegt es auch im Hinblick auf die niedrigen pH-Werte nahe, in einer verstärkten Auswaschung durch das am Buchenstamm ablaufende und auf eine relativ kleine Bodenfläche konzentrierte Niederschlagswasser die entscheidende Ursache zu sehen. Dazu kommt, daß Schadstoffe, die zunächst im Kronenraum aus der Atmosphäre ausgekämmt werden, im Stammablauf angereichert sein können, so daß dem Stammfußbereich pro Flächeneinheit größere Mengen zugeführt werden können als dem stammfernen Bereich. Dieser Sachverhalt macht den Stammfußbereich als Objekt für Untersuchungen über die Wirkung von Luftverunreinigungen auf Boden und Vegetation interessant. KOENIES (1982) stellte hier besonders hohe Schwermetallgehalte fest; GLATZEL et al. (1983) sehen in hohen Säuregehalten des Stammablaufs eine Ursache für die darüberhinaus beobachtete starke Auswaschung von Calcium, Magnesium und Mangan.

Anlaß für die vorliegenden Untersuchungen war die Beobachtung, daß selbst auf flachgründigen Böden über Kalkgestein die typische Vegetation aus calcicolen Arten (*Melico-* oder *Asperulo-Fagetum*) im Stammfußbereich durch calcifuge Arten ersetzt werden kann. Ausgehend von dieser Beobachtung sollte geprüft werden, wieweit dieser Vegetationsdifferenzierung eine entsprechende kleinräumige Differenzierung des Bodens entspricht, und bis zu welchem Grade pflanzenökologisch wichtige Bodeneigenschaften im Bereich des Stammfußes verändert worden sind, damit calcifuge Arten wie *Avenella flexuosa* oder *Vaccinium myrtillus* im gleichen Bestand wie z. B. *Anemone ranunculoides*, *Mercurialis perennis* und andere calcicole Arten auftreten können.

Von JOCHHEIM (1985) wurden Untersuchungen mit ähnlicher Fragestellung im nordhessischen Bergland durchgeführt, und zwar in Probeflächen des *Lathyro-Fagetums*, des *Melico-Fagetums* und des *Luzulo-Fagetums*. Da die Publikation nach Fertigstellung dieses Manuskriptes erschien, konnte sie in der Diskussion nicht mehr berücksichtigt werden. In den grundsätzlichen Ergebnissen und ihrer Interpretation bestehen keinerlei Widersprüche zu der vorliegenden Arbeit.

## 2. Probeflächen und Methoden

### 2.1 Probeflächen

Das Untersuchungsgebiet liegt auf dem Hörster Berg, einem Schichtkopf des Lippischen Waldes, etwa 2 km nordöstlich von Augustdorf. Der Lippische Wald bildet im

südlichen Teutoburger Wald als der am weitesten westlich gelegene Kamm die nordöstliche Begrenzung der Westfälischen Tieflandsbucht (MEISEL 1959; MAASJOST 1973). Er liegt damit als erste größere Erhebung im Lee des Rheinisch-Westfälischen Industriegebiets.

In der Kammlage des Hörster Berges wurden zwischen 265 und 275 m über NN zwei Untersuchungsflächen ausgewählt, von denen eine mit einer Hangneigung von etwa 5° nach SO, die andere mit etwa 25° nach NO exponiert ist. Unter beiden Flächen stehen Plänerkalke des Turons (Oberkreide) an. Auf der SO-Fläche ist die Bodenbildung durch Beteiligung von Flugsand beeinflusst, der in der Weichselkaltzeit abgelagert wurde und trotz eines relativ hohen schluffig-tonigen Anteils (GUNNEMANN 1983) vermutlich von vornherein relativ basenarm gewesen ist. Der Boden ist als Rendzina-Braunlehm zu bezeichnen. Am steileren NO-Hang ist eine Flugsand-Einmischung nicht festzustellen. Dem anstehenden Gestein entsprechend hat sich als Bodentyp eine Mullrendzina gebildet.

Beide Probeflächen liegen in einem Hochwald, der von etwa 120jährigen Buchen gebildet wird. Die Vegetation der durch Exposition und Randlage helleren SO-Fläche wird dem *Melico-Fagetum*, die der schattigeren NO-Fläche dem *Asperulo-Fagetum* (nach BURRICHTER 1973) zugeordnet (Tab. 1).

## 2.2 Vegetationskennzeichnung

Die Vegetation der Probeflächen wurde nach BRAUN-BLANQUET (1964) aufgenommen (Tab. 1). Außerdem wurden in jeder Fläche 10 Bäume ausgewählt, die einen etwa übereinstimmenden Brusthöhen-Durchmesser von 60–70 cm besaßen. Um jeden Stammfuß wurde ein exzentrisches Raster von etwa 15 m<sup>2</sup> Fläche mit der Längsachse in Hangrichtung gelegt (Abb. 1 und 2). Jedem Rastersegment wurde die Reaktionszahl (nach ELLENBERG 1979) der dort vorkommenden Art zugeordnet. Segmente, in denen zwei Arten vertreten waren, erhielten die gemittelte Reaktionszahl. Indifferente Arten blieben unberücksichtigt. Schließlich wurde aus den Reaktionszahlen der gleichen Segmente aller Probebäume ein Mittelwert berechnet, der im folgenden als „durchschnittliche Reaktionszahl“ bezeichnet wird.

## 2.3 Bodenanalysen

Auf jeder Probefläche wurden an der Hangseite von je 5 Bäumen Bodenproben aus den oberen 5 cm des Mineralbodens in den folgenden Entfernungen vom Stammfuß gewonnen:

0–20, 30–50, 70–90, 130–150 und 190–210 cm. Ebenfalls in Hangrichtung wurde in etwa 100 cm Entfernung vom Stammfuß zusätzlich Bodenmaterial aus den folgenden Tiefen entnommen:

0–5, 5–10, 10–15, 15–20, 20–25 cm (und auf der SO-Fläche 25–30 cm). Aus den gleichen Tiefen wurde Material in einem stammfernen, vom Stammablauf unbeeinflussten Bereich entnommen (ebenfalls 5 Wiederholungen pro Fläche).

Die untere Tiefe liegt jeweils unmittelbar über dem anstehenden Gestein.

Das Bodenmaterial wurde gesiebt (4 mm Maschenweite), ein Teil des gesiebten Materials wurde zur Wassergehalts-Bestimmung (Trocknung bei 105° C) benutzt, der

Tab. 1: Artenliste mit Deckungsgraden und Reaktionszahlen (R) der Untersuchungsflächen (St = nur am Stammfuß auftretend).

Fläche	SO	NO	R
Baumschicht:			
<i>Fagus sylvatica</i>	5	5	x
Krautschicht:			
<i>Anemone ranunculoides</i>	+		8
<i>Mercurialis perennis</i>		4	7
<i>Lamium galeobdolon</i>	+	1	7
<i>Sorbus torminalis</i>	+		7
<i>Alliaria petiolata</i>		+	7
<i>Arctium lappa</i>		+	7
<i>Impatiens noli-tangere</i>		+	7
<i>Melica uniflora</i>	2	+	6
<i>Arum maculatum</i>		+	6
<i>Urtica dioica</i>		+	6
<i>Poa nemoralis</i>	1	+	5
<i>Dryopteris filix-mas</i>	+	1	5
<i>Phyteuma nigrum</i>	1		5
<i>Milium effusum</i>	+		5
<i>Oxalis acetosella</i>	2	1	4
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	+ (St)	4
<i>Luzula albida</i>	1 (St)	1 (St)	3
<i>Avenella flexuosa</i>	1 (St)		2
<i>Vaccinium myrtillus</i>		+ (St)	2
<i>Galium odoratum</i>	1	2	x
<i>Fagus sylvatica</i>	1	1	x
<i>Rubus idaeus</i>	+	+	x
<i>Mycelis muralis</i>		+	x
Mittlere Reaktionszahl	5,1	5,4	
Mittlere Reaktionszahl (ohne St)	5,5	6,1	

Rest wurde teils als Frischboden, teils nach Lufttrocknung für die Analysen herangezogen.

Die pH-Werte wurden nach Aufschlammung von Frischboden in einer 0,01 mol  $\text{CaCl}_2$ -Lösung (Boden: Lösung = 1:2,5 Gewichtsteile) und 2stündiger maschineller Schüttelung mit einer Einstab-Glaselektrode gemessen. Zur Bestimmung der Gehalte an austauschbaren Kationen wurden 10 g Frischboden mit 100 ml einer 1 N  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -Lösung versetzt, 2 Stunden geschüttelt und dann abfiltriert (Blauband-Filter). Die Gehalte des Filtrats an Ca, Mg, Al und Mn wurden nach dem Absorptionsverfahren, die Gehalte an K und Na nach dem Emissionsverfahren am Atomabsorptions-Spektralphotometer (AAS, UNICAM SP 1900) bestimmt.

Die Karbonatgehalte wurden an feingemahlenem luftgetrocknetem Material nach SCHEIBLER (nach SCHLICHTING u. BLUME 1966) ermittelt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Vegetationsdifferenzierung

Die räumliche Anordnung der durchschnittlichen Reaktionszahlen veranschaulicht, daß im unmittelbaren Stammfußbereich Arten mit niedrigen Reaktionszahlen (Säurezeiger) dominieren, und daß mit zunehmendem Abstand Arten mit zunehmend höherer Reaktionszahl auftreten (Abb. 1 und 2). Hangabwärts dringen die Arten mit niedrigen Reaktionszahlen weiter vor, während auf der Gegenseite Arten mit höheren Reaktionszahlen dichter an die Stämme heranrücken. Dieses Phänomen ist auf der SO-Fläche am deutlichsten, bei der außerdem in Richtung zwischen der Hangneigung (SO) und der Hauptwindrichtung (SW) eine besondere Häufung von Säurezeigern auffällt (Abb. 1).

Beide Flächen zeigen grundsätzlich gleiche Verhältnisse. Sie unterscheiden sich allerdings im Variationsbereich der durchschnittlichen Reaktionszahlen. Vermutlich bedingt durch eine niedrige Pufferkapazität des Ausgangsmaterials der Bodenbildung treten auf der SO-Fläche sehr niedrige Minima (2-3) auf, die sich aus dem Vorherrschen von *Avenella flexuosa* ( $R = 2$ ) und *Luzula albida* ( $R = 3$ ) ergeben. Aus dem gesamt-

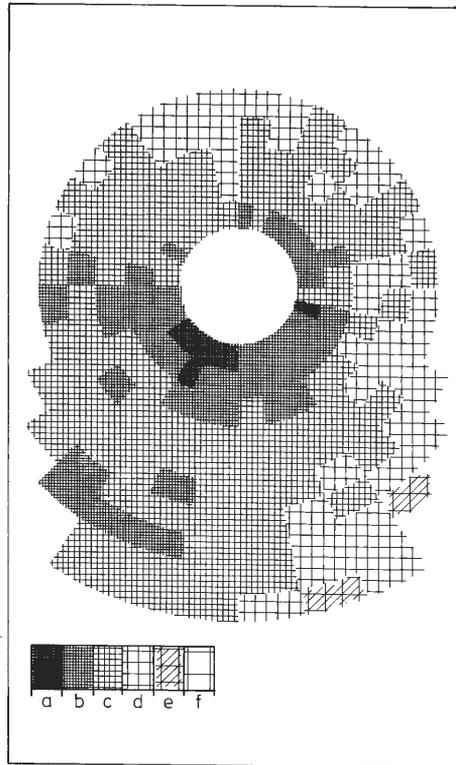


Abb. 1: Verteilung der durchschnittlichen Reaktionszahlen um den Stammfuß der Buchen auf der SO-Fläche (Durchschnittswerte für 10 Stämme).

Durchschnittliche Reaktionszahl:

- |             |             |
|-------------|-------------|
| a = 2,0-2,9 | d = 5,0-5,9 |
| b = 3,0-3,9 | e = 6,0-6,9 |
| c = 4,0-4,9 | f = 7,0-7,9 |

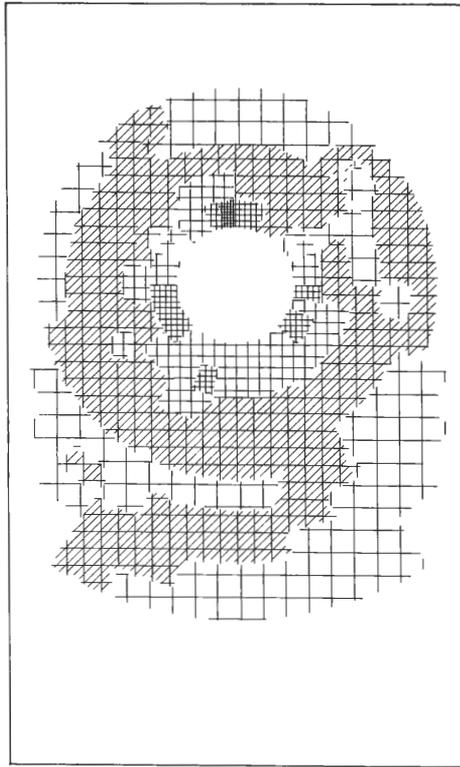


Abb. 2: Verteilung der durchschnittlichen Reaktionszahlen um den Stammfuß der Buchen auf der NO-Fläche (Durchschnittswerte für 10 Stämme).  
Signaturen s. Abb. 1.

ten Artenbestand dieser Fläche errechnet sich eine mittlere Reaktionszahl von 5,1 und unter Ausschluß der Arten, die nur im unmittelbaren Stammfußbereich auftreten, von 5,5 (Tab. 1). Der letztere Wert schließt Arten mit relativ niedrigen Reaktionszahlen aus dem weiteren Stammfußbereich mit ein. In wenig oder nicht beeinflussten Bereichen werden daher durchschnittliche Reaktionszahlen bis 6 erreicht, bedingt durch Herden von *Melica uniflora* ( $R = 6$ ) und gelegentliches Auftreten von *Lamium galeobdolon* ( $R = 7$ ). – Auf der NO-Fläche, bei der das anstehende Kalkgestein Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist, tritt nur in einem Segment ein Minimum von 3–4 auf. Im wenig beeinflussten Bereich dominieren durchschnittliche Reaktionszahlen von 7, vor allem aufgrund der Dominanz von *Mercurialis perennis* ( $R = 7$ ).

### 3.2 pH-Werte und Karbonatgehalte

Erwartungsgemäß nehmen die pH-Werte der Böden zum Stammfuß hin ab. Bemerkenswert ist das für einen ursprünglichen Kalk-Buchenwald extrem niedrige Niveau in 0–5 cm Tiefe des Mineralbodens (Abb. 3). Auf beiden Flächen liegen die pH-Werte in Stammnähe unter 3,0; bis zu einer Entfernung von 2 m vom Stamm (hangabwärts) steigen sie auf der SO-Fläche nur auf durchschnittlich pH 3,3, auf der NO-Fläche bis auf pH 4,8. Die Versauerung erstreckt sich vor allem in Stammnähe auf das gesamte Solum (Abb. 4). Die durchschnittlichen pH-Werte steigen zwar mit zunehmender Bo-

dentiefe an; doch wird auf der SO-Fläche in 1 m Entfernung vom Stamm in 25–30 cm Tiefe, d. h. unmittelbar über dem anstehenden Gestein, nur ein durchschnittlicher pH-Wert von 3,5 erreicht (Variationsbreite der Einzelproben pH 3,0–5,9). In größerer Entfernung steigt der mittlere pH-Wert auf 5,2 mit einer Variationsbreite von 4,8–7,4. – Auf der NO-Fläche liegen die pH-Werte allgemein höher. In 1 m Entfernung vom Stamm steigen sie von durchschnittlich 3,6 an der Bodenoberfläche auf 5,1 (4,7–6,8) in 20–25 cm Tiefe an, in größerer Entfernung von 4,2 auf 5,4 (4,8–7,2).

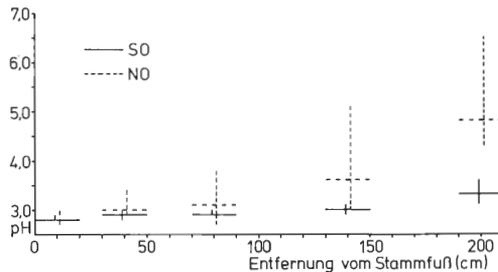


Abb. 3: pH-Werte des Bodens (0–5 cm) in unterschiedlicher Entfernung vom Stammfuß. Durchgezogen = SO-Fläche; gestrichelt = NO-Fläche. Waagrecht = Mittelwert; senkrecht = Variationsbreite.

Den niedrigen pH-Werten entsprechend ist das Solum beider Probeflächen nahezu karbonatfrei. Als Maximalwert wurde auf der SO-Fläche in 25–30 cm Tiefe ein Gehalt von  $0,4 \pm 0,2$  % festgestellt; die übrigen Mittelwerte liegen zwischen 0,1 und 0,2 % auf der SO-Fläche bzw.  $< 0,1$  % auf der NO-Fläche (trotz höherer pH-Werte der letzteren). Eine Abhängigkeit von der Entfernung zum Stammfuß ließ sich nicht feststellen.

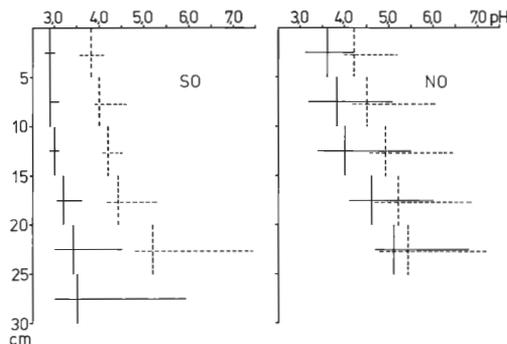


Abb. 4: Vertikale Abstufung der pH-Werte. Durchgezogen = stammnah (1 m); gestrichelt = stammfern. Senkrecht = Mittelwert; waagrecht = Variationsbreite.

### 3.3 Gehalte an austauschbaren Kationen

Auf beiden Probeflächen sind die Gehalte an austauschbarem Ca am Stammfuß stets am niedrigsten und steigen mit zunehmender Entfernung an (Tab. 2 A). Auf der NO-Fläche tritt in vergleichbarer Entfernung stets ein höherer Gehalt und insgesamt ein steilerer Anstieg als auf der SO-Fläche auf. Mit zunehmender Bodentiefe steigen

Tab. 2: Gehalte an austauschbarem Ca (mg/100 g Trockenboden)

- A) in unterschiedlicher Entfernung vom Stammfuß (hangabwärts)  
in 0 - 5 cm Bodentiefe
- B) in unterschiedlicher Bodentiefe  
a) in 1 m Entfernung vom Stammfuß  
b) in der freien Fläche

$\bar{x}$  = Mittelwert (n = 10), s = Standardabweichung.

A)

Entfernung vom Stammfuß (cm)	SO-Hang		NO-Hang	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0 - 20	15,6	3,3	38,9	20,7
30 - 50	16,3	5,2	47,8	54,9
70 - 90	15,4	1,8	93,4	87,3
130 - 150	20,7	18,4	196,0	115,3
190 - 210	38,3	27,6	291,5	87,0

B)

Bodentiefe (cm)	a)		b)		Hang
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
0 - 5	16,7	5,2	74,3	32,5	
5 - 10	8,5	4,4	76,2	53,6	
10 - 15	6,7	2,3	76,0	19,4	SO
15 - 20	14,3	11,3	105,9	30,0	
20 - 25	34,4	44,4	239,1	83,7	
25 - 30	169,8	105,4	--	--	
0 - 5	186,6	74,2	327,9	169,3	
5 - 10	201,8	72,1	199,8	90,1	
10 - 15	261,2	75,5	303,2	213,4	NO
15 - 20	283,9	114,6	394,1	179,0	
20 - 25	309,1	92,8	471,1	136,9	

die Gehalte ebenfalls an. Im Stammfußbereich der SO-Fläche sind allerdings bis in eine Tiefe von 25 cm nur noch äußerst geringe Gehalte festzustellen (Tab. 2 B).

Die Gehalte an austauschbarem Al sind weniger regelmäßig verteilt. Auf der SO-Fläche bleiben sie über eine relativ weite Entfernung vom Stammfuß praktisch konstant und steigen ab etwa 1,3 m zunächst schwach an. Auf der NO-Fläche sind sie in Stammnähe am höchsten (im Mittel höher als auf der SO-Fläche) und nehmen mit der Entfernung ab (Tab. 3 A). Die Differenzen der Mittelwerte benachbarter Abstände sind zwar nicht signifikant, die Gesamttendenz ist jedoch eindeutig. -

Auf der NO-Fläche nehmen die Gehalte an austauschbarem Al mit zunehmender Bodentiefe sowohl in Stammnähe (1 m) wie auf der freien Fläche gleichmäßig ab (Tab. 3 B). In Stammnähe sind die Gehalte jedoch allgemeinen etwas höher. Auf der SO-Fläche findet sich in Stammferne eine gleichartige vertikale Abstufung; in Stammnähe nehmen die Gehalte jedoch bis zu einem Maximum in 15-25 cm Tiefe zu und erst über dem anstehenden Gestein wieder ab.

Tab. 3: Gehalte an austauschbarem Al (mg/100 g Trockenboden)

- A) in unterschiedlicher Entfernung vom Stammfuß (hangabwärts)  
in 0 - 5 cm Bodentiefe
- B) in unterschiedlicher Bodentiefe  
a) in 1 m Entfernung vom Stammfuß  
b) in der freien Fläche

$\bar{x}$  = Mittelwert (n = 10), s = Standardabweichung

A)

Entfernung vom Stammfuß (cm)	SO-Hang		NO-Hang	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
0 - 20	35,7	10,0	60,1	21,1
30 - 50	34,4	12,8	76,8	19,1
70 - 90	38,9	12,7	65,6	15,8
130 - 150	55,3	14,5	37,4	36,3
190 - 210	51,7	11,6	5,8	10,1

B)

Bodentiefe (cm)	a)		b)		Hang
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
0 - 5	45,2	12,6	46,7	6,8	
5 - 10	56,3	17,4	42,2	14,5	
10 - 15	63,9	24,4	31,7	11,2	SO
15 - 20	83,7	26,0	23,5	15,9	
20 - 25	80,8	29,6	4,3	4,7	
25 - 30	41,6	37,3	--	--	
<hr/>					
0 - 5	48,0	21,1	18,4	19,0	
5 - 10	43,2	37,8	15,1	17,9	
10 - 15	25,6	44,6	7,2	8,2	NO
15 - 20	18,1	25,8	4,2	5,6	
20 - 25	6,1	5,8	3,8	4,4	

### 3.4 Kationen-Äquivalentsumme und Kationensättigung

Als Maß für die effektive Austauschkapazität wurde aus den Gehalten der austauschbaren Kationen die Summe ihrer Äquivalente berechnet (Tab. 4 + 5). Im Boden der SO-Fläche ist diese Summe durchschnittlich niedriger (5-14 mval/100g) als im Boden der NO-Fläche (9-25 mval/100 g). In beiden Flächen nimmt sie einerseits mit der Entfernung vom Stammfuß (Tab. 4) und andererseits mit der Bodentiefe (Tab. 5) zu.

An den Stammfüßen macht das Al den überwiegenden Anteil der Kationen-Äquivalentsumme aus (70-80 %). Der restliche Anteil entfällt in wesentlichen auf das Ca (15-20 %), während die übrigen Elemente (Mg, K, Na) einzeln kaum von Bedeutung sind. Ein Anstieg des Ca- auf Kosten des Al-Anteils deutet sich im Oberboden (0-5 cm) der SO-Fläche erst in etwa 2 m Entfernung an, auf der NO-Fläche tritt er bereits in 70-90 cm Entfernung auf. Im Abstand von etwa 2 m hat das Ca hier einen Anteil von 90 % erreicht.

Tab. 4: Kationen-Aequivalentsumme (KAeS; mval/100 g Trockenboden) und Kationensättigung (% der KAeS) in 0 - 5 cm Bodentiefe in unterschiedlicher Entfernung vom Stammfuß (hangabwärts)

Entfernung vom Stammfuß (cm)	KAeS	Ca	Mg	K	Na	Al	Hang
0 - 20	5,2	15,0	2,3	2,7	3,4	76,6	
30 - 50	5,1	15,9	2,4	2,7	4,0	74,9	
70 - 90	5,6	13,8	1,9	2,9	3,8	77,6	SO
130 - 150	7,6	13,5	1,4	2,3	2,5	80,4	
190 - 210	8,1	23,6	1,8	1,8	2,0	70,9	
0 - 20	9,4	20,6	2,3	3,9	2,4	70,8	
30 - 50	11,7	20,4	1,8	3,0	1,9	73,0	
70 - 90	12,9	36,1	3,1	2,6	1,8	56,4	NO
130 - 150	14,9	65,5	3,6	1,8	1,4	27,8	
190 - 210	16,3	89,0	4,5	1,5	1,0	3,9	

Tab. 5:

Kationen-Aequivalentsumme (KAeS; mval/100 g Trockenboden) und Kationensättigung (% der KAeS) in unterschiedlicher Bodentiefe

- a) in 1 m Entfernung  
b) in der freien Fläche

Bodentiefe (cm)	a)						b)						
	KAeS	Ca	Mg	K	Na	Al	KAeS	Ca	Mg	K	Na	Al	Hang
0 - 5	6,4	12,9	2,3	2,6	4,2	78,0	9,4	39,3	2,8	1,5	1,3	55,1	
5 - 10	7,1	6,0	1,0	1,7	2,4	88,8	8,9	42,5	3,2	0,6	1,3	52,4	
10 - 15	7,8	4,3	0,8	1,6	2,0	91,3	7,7	49,6	3,3	0,3	0,9	46,0	SO
15 - 20	10,4	6,9	0,7	1,4	1,6	89,5	8,2	64,3	2,8	0,2	1,0	31,8	
20 - 25	11,1	15,5	0,9	1,4	1,5	80,8	12,8	93,0	2,4	0,2	0,7	3,8	
25 - 30	13,7	61,8	1,7	1,4	1,4	33,7	--	--	--	--	--	--	
0 - 5	15,8	58,9	3,8	2,0	1,5	33,8	19,7	82,9	3,7	2,1	1,0	10,4	
5 - 10	15,9	63,4	3,4	1,4	1,5	30,2	12,2	81,6	3,0	0,9	0,8	13,7	
10 - 15	16,7	77,9	3,3	0,7	1,1	17,0	16,5	91,6	2,6	0,4	0,7	4,8	NO
15 - 20	16,8	84,7	2,4	0,5	0,7	12,0	20,8	94,4	2,3	0,2	0,8	2,2	
20 - 25	16,6	92,8	1,8	0,3	1,0	4,1	24,5	95,8	1,6	0,2	0,7	1,7	

Der hohe Anteil des Al bleibt auf der SO-Fläche in Stammnähe im gesamten Solum erhalten. Erst unmittelbar über dem anstehenden Gestein verschiebt sich das Verhältnis relativ abrupt zugunsten des Ca. Im stammfernen Bereich hat das Al an der Bodenoberfläche einen mittleren Anteil von > 50 %, der mit der Tiefe bis zum Minimum von etwa 4 % über dem anstehenden Gestein abnimmt. Der Ca-Anteil nimmt gegenläufig von etwa 40 % auf 93 % zu. – Auf der NO-Fläche macht das Ca in Stammnähe (~ 1 m) auch im Oberboden bereits den größten Anteil aus (durchschnittlich 60 %), der mit zunehmender Bodentiefe auf > 90 % ansteigt. Der Al-Anteil verringert sich entsprechend von etwa 34 auf 4 %. In Stammferne ist das Verhältnis noch stärker zugunsten des Ca verschoben, doch bleibt bemerkenswert, daß selbst hier im Oberboden ein Al-Anteil um 10 % auftritt.

## 4. Diskussion

### 4.1 Die kleinräumige Differenzierung der Bodenbedingungen

Die beschriebenen Befunde demonstrieren ein ausgeprägtes räumliches Muster in der Verarmung der Böden an „basischen“ Kationen (vor allem des Ca), und damit auch der pH-Werte. Bemerkenswert ist die Feststellung, daß im Solum beider Böden nur Spuren an Karbonat vorhanden sind, obwohl in geringer Tiefe Karbonatgestein ansteht. Im Vergleich zu mittleren Gehalten von z. B. 3,3 % Karbonat im  $A_h$ -Horizont von Rendzinen, wie sie von KLINGE et al. (1962) angegeben werden, sind die niedrigen Gehalte ( $< 0,1\%$ ) in der Rendzina der NO-Fläche besonders überraschend. Karbonate fallen damit als Puffersubstanzen aus. pH-Werte, die von ULRICH (1981b) als charakteristisch für den Kohlensäure/Silikat-Pufferbereich angegeben werden, finden sich nur in Stammferne im unteren Teil des Solums. Der obere Bereich wäre hier dem Austauscher-Pufferbereich zuzuordnen. In Stammnähe befinden sich die Böden entweder im Austauscher-Pufferbereich (NO-Fläche: unterer Teil des Solums) oder im Aluminium- und Eisen-Pufferbereich (NO-Fläche: oberer Teil des Solums; SO-Fläche: gesamtes Solum).

Die Gehalte an austauschbarem Ca und Al können in Übereinstimmung mit dieser Gruppierung interpretiert werden: Nach Erschöpfung des Karbonatpuffers kommt es zu verstärkter Silikatverwitterung. Sobald pH-Werte  $< 5$  erreicht werden, bleibt das bei der Silikatverwitterung freigesetzte Al in ionarer Form erhalten und beteiligt sich zunehmend an der Belegung der Austauscher. Dabei werden vor allem Ca-Ionen verdrängt und schließlich ausgewaschen. – Die niedrigeren Kationen-Äquivalentsummen und die höheren Anteile an Al in Stammnähe (Tab. 4) lassen sich als Indizien dafür heranziehen, daß hier die Silikatverwitterung (verbunden mit einer Abnahme der Austauschkapazität), die Freisetzung von ionarem Al und die Ca-Verdrängung besonders intensiv abgelaufen sind. Die höchsten Gehalte an austauschbarem Al treten bei pH-Werten um 3,2 auf (Abb. 5). Bei pH-Werten  $< 3,2$  kommt es möglicherweise bereits zu einer Auswaschung auch von Al. Daher treten die höchsten Gehalte an austauschbarem Al und die höchsten Al-Anteile an der Kationen-Äquivalentsumme nicht in den am stärksten versauerten Stammfußbereichen auf. Entsprechendes gilt auf der SO-Fläche für die vertikale Abstufung in Stammnähe (Tab. 5).

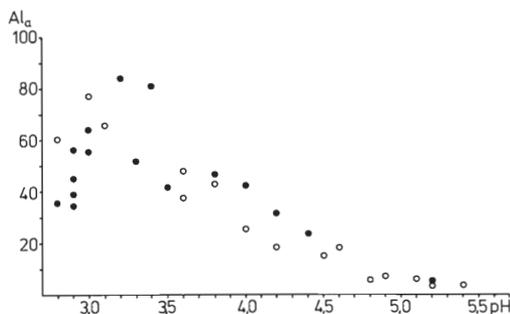


Abb. 5: Gehalte an austauschbarem Al (mg/100 g Trockenboden) in Abhängigkeit von den pH-Werten.  
Ausgefüllte Kreise = SO-Fläche;  
leere Kreise = NO-Fläche.

Die Basenverarmung ist ganz allgemein auf der SO-Fläche weiter fortgeschritten als auf der NO-Fläche. Als eine Ursache für diesen Unterschied ist der Flugsandanteil

am Solum anzuführen, der von vornherein niedrige Karbonatgehalt und möglicherweise auch niedrigere Silikatgehalte und niedrigere Austauschkapazität verursacht hat.

Die beschleunigte Basenverarmung in Stammnähe muß in erster Linie mit dem Stammablaufwasser in Zusammenhang gebracht werden. Nach Untersuchungen von BENECKE (1979) in einem in Alter und Struktur vergleichbaren Buchenbestand beträgt der Stammablauf im Winterhalbjahr (November–April) etwa 16 %, im Sommerhalbjahr etwa 13 % des Freilandniederschlags. Bezogen auf die Flächeneinheit resultiert daraus eine mehrfach höhere Wasserzufuhr im Stammfußbereich als auf der übrigen Fläche. Die höhere Wasserzufuhr allein kann bereits Ursache einer stärkeren Auswaschung des Bodens sein. Dieser Effekt wird jedoch vermutlich verstärkt durch zumindest zeitweilig relativ hohe Säuregehalte des Stammablaufs. Eine Auskämmung von Aerosolen und Tröpfchen aus der Atmosphäre findet auch im Kronenbereich von Laubwäldern statt, wenn auch in geringerem Ausmaß als in Nadelforsten (MAYER et al. 1975; ULRICH et al. 1978). Nach ULRICH (1980) wurden im Stammablaufwasser von Buchen Minima der pH-Werte bis  $< 2,7$  gemessen; nach KNABE (1982) wurden an Roteichen (*Quercus rubra*)  $H^+$ -Konzentrationen im Stammablauf festgestellt, die das Sechsfache des Freilandniederschlags und das Drei- bis Vierfache der Kronentraufe erreichten. GLATZEL et al. (1983) bestätigten nicht nur die gegenüber dem Niederschlag niedrigeren pH-Werte des Stammablaufs der Buche, sondern stellen darüber hinaus fest, daß der letztere bei Nebel besonders sauer ist (pH 3,1). Bei den vorliegenden Untersuchungen sind pH-Werte des Stammablaufs nur an zwei Stichproben gemessen worden, die am 13.3. und am 10.5.1982 direkt an geeigneten Vorwölbungen von Stämmen auf der SO-Fläche aufgefangen wurden. Die pH-Werte betragen zum ersten Termin 3,6–3,8, zum zweiten Termin 3,4–3,5. Voraussetzungen für eine relativ hohe Säurebelastung sind auf den Untersuchungsflächen insofern gegeben, als sie sich auf dem Kamm der ersten höheren Erhebung im Lee des Rheinisch-Westfälischen Industriegebiets und gleichzeitig in einer Staulage befinden, die häufig in tiefliegende Wolkendecken (Nebel) eingehüllt und durch relativ hohe Niederschläge gekennzeichnet ist. Ferntransport von Luftverunreinigungen sollte derartige Staulagen besonders stark beeinflussen (ULRICH 1981 a).

Ob die für eine Rendzina z. T. ungewöhnlich niedrigen pH-Werte und geringen Karbonatgehalte, verbunden mit dem Auftreten von austauschbarem Al, die auch in stammfernen Bereich der NO-Fläche gegeben sind, ebenfalls durch den Anstieg des Säuregrades der Niederschläge beeinflusst sind, müßte genauer untersucht werden.

## 4.2 Die kleinräumige Differenzierung der Vegetation

Die mit Hilfe der Reaktionszahlen beschriebene durchschnittliche Verteilung der Pflanzenarten steht mit der räumlichen Anordnung der Bodenbedingungen in enger Übereinstimmung:

Den auf der SO-Fläche allgemein niedrigeren durchschnittlichen Reaktionszahlen entsprechen die durchschnittlich niedrigeren pH-Werte.

Der charakteristischen Anordnung der durchschnittlichen Reaktionszahlen mit Minima am Stammfuß und allmählichem Anstieg mit zunehmender Entfernung entspricht die räumliche Abstufung der pH-Werte.

Auch der im Vergleich zur SO-Fläche steilere Anstieg der durchschnittlichen Reaktionszahlen mit der Entfernung vom Stammfuß auf der NO-Fläche steht in Übereinstimmung mit der Verteilung der pH-Werte.

Die räumliche Verteilung der pH-Werte und derjenigen Parameter, die eng mit den pH-Werten gekoppelt sind, dürfte daher entscheidenden Einfluß auf das Vegetationsmuster haben. Unter den letzteren ist zunächst das Al, bzw. das Ca/Al-Verhältnis zu nennen. Mit abnehmenden pH-Werten, d. h. in Richtung auf die Stammfüße, nimmt z. B. auf der NO-Fläche die Al-Sättigung der Austauscherelemente auf Kosten der Ca-Sättigung zu. Damit muß in der Bodenlösung eine Verschiebung des ionaren Ca/Al-Verhältnisses zugunsten des Al verbunden sein, dessen schädigende Wirkung auf viele Arten, speziell bei niedrigen Ca/Al-Verhältnissen (SKEEN 1929; LUND 1970; RUNGE 1983), seit langem bekannt ist. Relativ hohe Al-Resistenz, die demnach von den im Stammfußbereich auftretenden Arten zu fordern wäre, ist für *Avenella flexuosa* und in etwas schwächerer Ausprägung auch für *Luzula albida* nachgewiesen worden (HACKETT 1962; HENRICH-FREISE 1976).

Auf der SO-Fläche ist bis in etwa 2 m Entfernung vom Stammfuß (hangabwärts) zumindest im Bodenbereich bis 5 cm Tiefe kein deutlicher Gradient der Al-Sättigung festzustellen, da die weiter fortgeschrittene Versauerung in dieser Hinsicht zu relativ einheitlichen Verhältnissen geführt hat. Dennoch ist auch hier ein Vegetationsgradient ausgebildet, wenn auch mit insgesamt niedrigeren durchschnittlichen Reaktionszahlen als auf der NO-Fläche. Eine Ursache dafür könnte sein, daß die Versauerung mit zunehmender Entfernung vom Stammfuß weniger tief in den Boden vorgedrungen ist. Wahrscheinlich kommt jedoch zum Al ein weiterer Schadfaktor hinzu: Da die pH-Werte auf dieser Fläche den Eisen-Pufferbereich erreicht haben (ULRICH 1981 b), d. h. da hier verstärkt Fe-Hydroxide gelöst werden und Fe-Ionen in höheren Konzentrationen in der Bodenlösung auftreten, könnten Ca/Fe-Verhältnisse erreicht werden, bei denen auch Fe-Ionen Wurzelschäden hervorrufen (vgl. SKEEN 1929). Nach Untersuchungen von NEITE und WITTIG (1985) wurden im Stammfußbereich von Buchen bereits sehr hohe Gehalte an austauschbar gebundenem Eisen, das auf die floristische Zusammensetzung der Krautschicht einen entscheidenden Einfluß ausüben kann, festgestellt.

Die kombinierte Wirkung relativ hoher Konzentrationen von H<sup>+</sup>, Al- und Fe-Ionen bei gleichzeitig niedrigen Ca-Konzentrationen (WALLACE et al. 1966) dürfte ganz wesentlich den Ausschluß weniger „säureresistenter“ Arten aus dem Stammfußbereich bedingen. Unter den hier gegebenen Bedingungen sind „Säureschäden“ auch an den Wurzeln der Buche im engeren Stammfußbereich selbst auf Kalkgestein nicht auszuschließen.

## 5. Zusammenfassung

Die räumliche Verteilung der Arten in der Krautschicht von zwei Kalkbuchewald-Flächen auf dem Kamm des südlichen Teutoburger Waldes ist abhängig von der Anordnung der Buchenstämme: Mit Annäherung an die Stämme werden Arten mit höheren Reaktionszahlen zunehmend durch Arten mit niedrigeren Reaktionszahlen ersetzt; an den Stammfüßen treten ausgesprochene Azidophyten auf, obwohl in etwa 30 cm Tiefe Kalkgestein ansteht.

Diese Verteilung der Arten entspricht der Verteilung der pH-Werte der Böden, die in Richtung auf die Stämme abnehmen und an den Stammfüßen Minima < 3,0 erreichen. Erwartungsgemäß ist der Anteil des Ca an der Austauscherelementbelegung umso niedriger, der Anteil des Al umso höher, je niedriger die pH-Werte sind. Die absoluten Gehalte an austauschbarem Al nehmen dagegen nach einem Maximum um pH 3,2 zu niedrigeren pH-Werten hin wieder ab.

Aus dieser Verteilung wird gefolgert, daß der Stammablauf der Buchen an diesen Standorten die Lösung von Karbonat, die Auswaschung von Ca-Ionen und die Verwitterung Al-haltiger Silikate beschleunigt hat (möglicherweise gefördert durch die besonders immissionsbelastete Lage). Die resultierende Versauerung ermöglicht die Existenz von Al-Ionen in gelöster und austauschbar adsorbierter Form. Bei besonders niedrigen pH-Werten im engeren Stammfußbereich kommt es auch zu Verlusten an Al-Ionen. Gleichzeitig dürfte es hier zu verstärkter Verwitterung von Fe-Hydroxiden und höheren Gehalten an Fe-Ionen kommen.

Als Ursache für das Verteilungsmuster der Vegetation wird angenommen, daß die in Richtung auf die Stammfüße ansteigenden Gehalte der Böden an H-, Al- und möglicherweise Fe-Ionen bei gleichzeitig abnehmenden Gehalten an Ca-Ionen Wurzelschädigungen an weniger „säureresistenten“ Arten hervorrufen.

## Literaturverzeichnis

- BENECKE, P. (1979): Der Wasserumsatz eines Buchen- und eines Fichtenwaldökosystems im Hochsolling.-Habilitationsschrift, Univ. Göttingen, 225 S.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. - 3. Aufl., Springer-Verlag, Wien, New York.
- BURRICHTER, E. (1973): Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht. - Siedlung u. Landschaft in Westfalen, Heft 8, Münster.
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - 2. Aufl.. Scripta Geobotanica 9: 122 S.
- GLATZEL, G., E. SONDEREGGER, M. KAZDA & H. PUXBAUM (1983): Bodenveränderungen durch schadstoffangereicherte Stammablaufniederschläge in Buchenbeständen. - Allg. Forst Zeitschrift 38: 693-694.
- GLAVAC, V., A. KRAUSE & R. WOLFF-STRAUB (1970): Über die Verteilung der Hainsimse (*Luzula luzuloides*) im Stammabflußbereich der Buche im Siebengebirge bei Bonn. - Schriftenreihe für Vegetationskunde 5: 187-192.
- GUNNEMANN, H. (1983): Die bodenabhängige Vegetationsentwicklung einer Kahlschlagfläche. - Staatsexamensarbeit, Univ. Münster, 119 S., unveröffentlicht.
- HACKETT, C. (1962): Stimulative effects of aluminium on plant growth. - Nature 195: 471.
- HENRICHFREISE, A. (1976): Aluminium- und Mangan toleranz von Pflanzen saurer und basischer Böden. - Dissertation, Univ. Münster, 101 S.
- JOCHHEIM, H. (1985): Der Einfluß des Stammablaufwassers auf den chemischen Bodenzustand und die Vegetationsdecke in Altbuchenbeständen verschiedener Waldbestände. - Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme/Waldsterben, Univ. Göttingen, Bd. 13, 226 S.
- KLINGE, H., F. PUFFE, E. SCHEFFER & E. WELTE (1962): Die Rendzinen der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften, III.-Pflanzenern. Bodenkunde 96: 46-62.
- KNABE, W. (1982): Immissionsökologische Waldzustandserfassung (IWE). In: Mitt. der LÖLF, Sonderheft: 43-57.
- KOENIES, H. (1982): Über die Eigenart der Mikrostandorte im Fußbereich der Altbuchen unter besonderer Berücksichtigung der Schwermetallgehalte in der organischen Auflage und im Oberboden. - Dissertation, Gesamthochschule Kassel, 288 S.
- LUND, Z.F. (1970): The effect of calcium and its relation to some other cation on soybean root growth. - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 456-459.
- MAASJOST, L. (1973): Der Naturpark Eggegebirge und südl. Teutoburger Wald. Die Landschaften. In: Landwirtschaftsverband Westf.-Lippe (Ed.): Landschaftsrahmenplan Naturpark Eggegebirge und südl. Teutoburger Wald, 187 S., Münster.
- MAYER, R., B. ULRICH & P. KHANNA (1975): Die Ausfilterung von Luftverunreinigungen durch Wälder - Einflüsse auf die Azidität der Niederschläge und deren Auswirkung auf den Boden. - Mitt. Dtsch. Bodenkdl. Ges. 22: 339-348.
- MEISEL, S. (1959): Bielefelder Osning. In: MEYNEN, E. (Ed.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. 6. Lieferung, 788-789, Remagen.

- NEITE, H. & R. WITTIG (1985): Korrelation chemischer Bodenfaktoren mit der floristischen Zusammensetzung der Krautschicht im Stammfußbereich von Buchen. – *Acta Oecol., Oecol. Plant.* **6**: 375–385.
- RUNGE, M. (1983): Zum Einfluß des Aluminiums auf die floristische Zusammensetzung von Waldgesellschaften des Münsterlandes. – *Verhandl. Ges. Ökologie* **11**: 339–350.
- SCHLICHTING, E. & H.P. BLUME (1966): *Bodenkundliches Praktikum*. – Parey Verlag, Hamburg.
- SKEEN, J.R. (1929): The tolerance limit of seedlings for aluminium and iron and the antagonism of calcium. – *Soil Science* **27**: 69–80.
- TÜXEN, R. (1977): Beobachtungen über die Schneeverteilung im Buchenwald, ihre Ursachen und Wirkungen. – In: TÜXEN, R. (Ed.): *Vegetation und Klima*. Ber. Int. Symp. der Int. Vereinig. f. Vegetationsk., 127–162. J. Cramer, Vaduz.
- ULRICH, B. (1980): Die Wälder in Mitteleuropa – Meßergebnisse ihrer Umweltbelastung, Theorie ihrer Gefährdung, Prognose ihrer Entwicklung. – *Allg. Forst Zeitschrift* **35**: 1198–1202.
- ULRICH, B. (1981 a): Destabilisierung von Waldökosystemen durch Akkumulation von Luftverunreinigungen. – *Forst- und Holzwirt* **36**: 525–532.
- ULRICH, B. (1981 b): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. – *Pflanzenern. Bodenkunde* **144**: 289–305.
- ULRICH, B., R. MAYER, P. KHANNA & J. FRENZEL (1978): Ausfilterung von Schwefel-Verbindungen aus der Luft durch einen Buchenbestand. – *Pflanzenern. Bodenkunde* **141**: 329–335.
- WALLACE, A., E. FROLICH & O.R. LUNT (1966): Calcium requirements of higher plants. – *Nature* **209**: 634.

Anschrift der Verfasser: Dipl. Biol. Heinz Neite, Botanisches Institut der Universität Düsseldorf, Universitätsstr. 1, 4000 Düsseldorf.  
 Prof. Dr. Michael Runge, Systematisch-Geobotanisches Institut d. Univ. Göttingen, Untere Klarspüle 2, D-3400 Göttingen.

# Die Böden des Flattergras-Buchenwaldes der Westfälischen Bucht

Willy Werner und Rüdiger Wittig

## 1. Einleitung

Der Flattergras-Buchenwald wurde von TRAUTMANN (1969) durch die Merkmalskombination „Buchenvorherrschaft in der Baumschicht und anspruchslose *Fagetalia*-Arten in der Krautschicht, dabei keine *Melica* und *Asperula*“ charakterisiert und als Kartierungseinheit der potentiell natürlichen Vegetation benutzt (z.B. TRAUTMANN 1972, BURRICHTER 1973). Schon HESMER & SCHROEDER (1963) wiesen auf die Eigenständigkeit dieser Pflanzengesellschaft hin, doch ist es das Verdienst Ernst Burrichters, den Flattergras-Buchenwald als erster durch zahlreiche pflanzensoziologische Aufnahmen belegt zu haben (BURRICHTER & WITTIG 1977). Mit Hilfe dieses Tabellenmaterials ist es möglich, den Flattergras-Buchenwald von den ihm floristisch und standörtlich nahestehenden und auch häufig räumlich in Kontakt befindlichen Gesellschaften Buchen-Eichenwald (*Fago-Quercetum*), Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*), Waldmeister- bzw. Perlgras-Buchenwald (*Asperulo-* bzw. *Melico-Fagetum*) und Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) abzugrenzen. So konnte der Flattergras-Buchenwald dann auch im nordwestdeutschen Raum (GLAHN 1981) und im Spesart (RÜCKERT & WITTIG 1984) nachgewiesen werden.

Außerdem wurde dieser gut wiedererkennbare Waldtyp damit für ökologische Untersuchungen zugänglich, wobei die bisherigen Arbeiten (RUNGE 1983, 1984) zeigen, daß der Flattergras-Buchenwald nicht nur floristisch, sondern auch standörtlich von den oben erwähnten „Nachbar-Gesellschaften“ abgrenzbar ist. Allerdings liegen erst sehr wenige und meist nur punktuelle standortkundliche Untersuchungen über den Flattergras-Buchenwald vor. Zur Zeit sind derartige Untersuchungen im Rahmen der aktuellen Waldschadensdiskussion von besonderem Interesse, da WITTIG et al. (1985) im Flattergras-Buchenwald der Westfälischen Bucht eine Zunahme der Säurezeiger und damit ein Absinken des mittleren Zeigerwertes für die Bodenreaktion (ermittelt nach der Methode von ELLENBERG 1979) nachweisen konnten.

Als Beitrag zur standörtlichen Kennzeichnung des Flattergras-Buchenwaldes und als Grundlage für weiterführende ökologische Arbeiten werden daher im folgenden Ergebnisse der Untersuchungen von Bodenprofilen aus dem Bereich der Westfälischen Bucht dargelegt.

## 2. Methoden

Zur Beschreibung der Bodenprofile wurden Bodeneinschläge angelegt, die in der Regel 1 m tief waren, wenn nicht schon vorher das Ausgangsgestein der Bodenbildung erreicht war. Bei tiefgründigen Böden wurde ein Pirkhauer auf der Profilsohle um nochmals 1 m eingetrieben, so daß alle für den Aufbau des Bodens wichtigen Horizonte erfaßt wurden.

Die Bezeichnung und Abschätzung der Bodenmerkmale (Horizonte, Bodenart, Bodengefüge, Humusgehalt und Durchwurzelungstiefe) erfolgte nach der Kartieranlei-

tung der AG BODENKUNDE (1982), die Farbansprache des frischen Bodens anhand der Farbtafeln von MUNSELL (1975). Die systematische Einordnung und Nomenklatur der Profile richtete sich nach MÜCKENHAUSEN (1977), SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1982) und der AG BODENKUNDE (1982). Aus den Profilgruben wurden Bodenmischproben von mindestens 1 kg Bodenmaterial entnommen, die jeweils den gesamten Horizont erfassten. An den frischen Bodenproben wurde im Labor der pH in Suspension mit Wasser ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ) und in KCl-Lösung ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ) (Verhältnis Boden zu Suspensionsmittel 1 : 2.5) mit einer Einstabglaselektrode gemessen. Die Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung erfolgte exemplarisch an einigen ausgewählten Bodenprofilen durch kombinierte Siebung (bis 63  $\mu\text{m}$ ) und Sedimentation bei Vorbehandlung mit HCl,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , Na-Dithionit und Dispergierung mit Na-Metaphosphat. Die Auftrennung der Schluff- und Tonfraktion erfolgte mit der Pipettmethode nach KÖHN. Der Carbonatgehalt wurde gasvolumetrisch nach SCHEIBLER (SCHLICHTING & BLUME 1966),  $\text{C}_t$ - und  $\text{N}_t$ -Gehalte mit einem Elementaranalysator (Fa. Heraeus) bestimmt.

Bodenbürtige freie Eisen-, Aluminium- und Manganoxide wurden an ausgewählten Bodenprofilen durch Na-Dithionit-Extraktion (MEHRA & JACKSON 1960) bestimmt, amorphe Fe-, Al- und Mn-Oxide durch Ammoniumoxalat-Extraktion (SCHWERTMANN 1964) erfasst. Die Metalle wurden am Atomabsorptionsspektrometer (Fa. Perkin Elmer) bestimmt. Durch die Differenzierung der genannten amorphen und kristallinen Oxide lassen sich Aussagen über bodengenetische Prozesse (Verbraunung, Podsolierung, Pseudovergleyung) treffen (BLUME & SCHWERTMANN 1969).

### 3. Lage, Geologie, Klima und Vegetation der Westfälischen Bucht

Die Westfälische Bucht wird im Nordosten durch den Teutoburger Wald, im Osten durch das Eggegebirge und im Süden durch den Haarstrang begrenzt. Im Westen öffnet sie sich zum Niederrhein und zum Westfälischen Tiefland und wird dort durch die östliche Schottergrenze der Rheinterrasse begrenzt. Mit Höhen zwischen 100 und 170 m über NN wird sie zum mitteleuropäischen Tiefland gerechnet.

Geologisch gesehen ist sie ein Kreide-Schichtstufen-Becken, das eiszeitlich überformt ist. Die im Becken vorhandenen vier verschiedenen Folgen der Oberkreide sind konzentrisch angeordnet, wobei die jüngste Folge den ausgedehntesten zentralen Raum einnimmt. Nach außen hin sind jeweils die älteren Folgen als mehr oder weniger breite Zonen angeordnet. Die im Becken abgelagerten überwiegend kalkreichen Sedimente, wie „Kalkpläner“, Kalkmergel und Mergelsandsteine sind fast alle von eiszeitlichen Ablagerungen überdeckt, die zum Teil über 20 m Mächtigkeit besitzen (THOME et al. 1976). Nur in den Höhenräumen der Baumberge und der Beckumer Berge im Inneren des Beckens sowie in den Randketten des Teutoburger Waldes, des Eggegebirges, der Paderborner Hochfläche und der östlichen Haarhöhen gibt es autochthone Bodenbildungen auf Kreide (MAAS & MÜCKENHAUSEN 1971).

Die wichtigsten Ausgangsmaterialien der Bodenbildung der untersuchten Profile sind Löss und Flugdecksande, die als periglaziale Bildungen der Weichseleiszeit, sowie Geschiebelehme, die als saaleeiszeitliche Grundmoränen anzusehen sind. Das Hauptverbreitungsgebiet des Löß sind die Hellwegbörden südlich der Lippe sowie die Ostseite der Baumberge. Sandlöss und Flugdecksande sind weniger verbreitet und finden sich überwiegend im südwestlichen und zentralen Münsterland. Saaleeiszeitliche Grundmoränen haben als Ausgangsmaterial der Bodenbildung nur lokale Bedeutung,

dort wo die Lößdecke fehlt. Die Grundmoränen bestehen aus ungeschichtetem Gemenge von lehmig toniger Grundmasse, sowie kalkhaltigen und silikatischen Gesteinsbrocken. Sie sind ebenfalls wie der Löß und Flugdecksand oberflächlich entkalkt.

Das Klima des Untersuchungsgebietes ist maritim geprägt. Der ausgleichende Einfluß des Meeres macht sich in relativ geringen jahreszeitlichen Schwankungen der Temperatur und in der angesichts der Tiefenlage verhältnismäßig hohen Niederschlags-summe bemerkbar. Es läßt sich ein Klimagradient vom euatlantischen Nordosten zum subatlantischen Südosten verfolgen. Die mittlere Jahresniederschlagssumme liegt bei 700 mm und steigt auf 750 bis 800 mm in den Hügelländern und Randgebirgen an (SCHIRMER 1976). Die trockensten Gebiete stellen die Hellwegbörden dar, die im Lee des Südergebirges liegen.

Die natürliche Vegetation der Westfälischen Bucht spiegelt ihren Charakter als Flachland wieder. Als potentiell natürliche Waldgesellschaften treten vorwiegend Eichen-Hainbuchenwälder, Erlenbruchwälder, Buchen-Eichenmischwälder und Flattergras-Buchenwälder auf (TRAUTMANN 1972, BURRICHTER 1973). Untersuchungsobjekt der vorliegenden Arbeit ist der im Tiefland und unterem Hügelland potentiell natürlich verbreitete Flattergras-Buchenwald (TRAUTMANN 1972, BURRICHTER 1973, BURRICHTER & WITTIG 1977), der eine Mittelstellung zwischen dem *Fago-Quercetum* des Flachlandes und dem *Asperulo-* bzw. *Melico-Fagetum* des niederen Hügellandes einnimmt.

BURRICHTER & WITTIG (1977) unterscheiden eine farnreiche Subassoziation mit *Gymnocarpium dryopteris* von einer typischen. Die typische Untergesellschaft wird von den Autoren in eine durch säuretolerante Arten (*Lonicera periclymenum*, *Maianthemum bifolium*, *Carex pilulifera*, *Rubus sprengelii*) geprägte *Lonicera*-Variante, die zum *Fago-Quercetum* vermittelt, eine zum *Asperulo-Fagetum* überleitende *Lamiastrum galeobdolon*-Variante sowie eine typische Variante, der die genannten azidotoleranten Arten einerseits und die Schwachbasenzeiger andererseits fehlen, unterteilt.

## 4. Beschreibung, genetische und systematische Einordnung der Böden

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden von März bis Juni 1985 sechs- unddreißig Bodenprofile an Standorten des Flattergras-Buchenwaldes aufgenommen, die teilweise schon von BURRICHTER & WITTIG (1977) und WITTIG et al. (1985) pflanzensoziologisch bearbeitet wurden (Abb. 1).

Die gefundenen Böden lassen sich alle in die Klassen der Parabraunerden, Braunerden, Pseudogleye und Pelosole einordnen (MÜCKENHAUSEN 1977, AG BODENKUNDE 1982), die in verschiedene Subtypen differenzierbar sind.

### 4.1 Parabraunerden

Über 60% der untersuchten Böden haben im Laufe ihrer Genese eine Tonverlagerung durchgemacht. Das bedeutet, daß als typische Bodenprofile unter Flattergras-Buchenwäldern die Parabraunerde und deren Übergangsformen zu anderen Bodentypen zu finden sind.

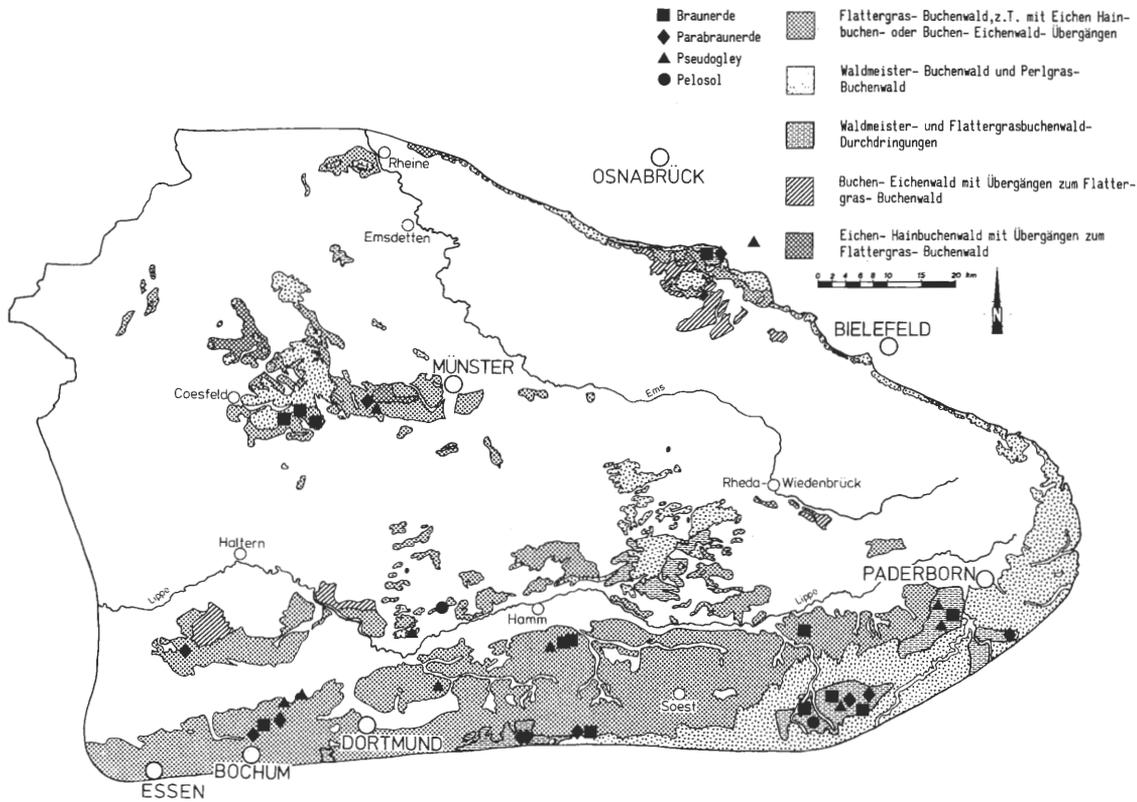


Abb. 1: Potentielle natürliche Verbreitung des Flattergras-Buchenwaldes in der Westfälischen Bucht (nach BURRICHTER 1973) sowie Lage der Untersuchungsflächen und aufgefundene Bodentypen.

Tabelle 1 : Lage und Kennwerte der Parabraunerde und ihrer Subtypen

Parabraunerde - Normaltyp				$A_h - A_1 - B_t - (B_v) - C$ Profil				Humusform	C/N des $A_h$ o. $0_h$	pH $H_2O$ des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsmaterial	Entw. Tiefe in cm	Kalk in cm Tiefe								
4	4416	3463.4	5715.7	Löss u. Mergel	100	-	mull. Moder	17.9	4.4	typ.	Lon.	-	-	
16	4412	3416.5	5709.7	Lößlehm	150	-	feinhumusarmer typ. Moder	18.2	3.6	typ.	Lon.	4.4	4.8	
17	4412	3416.5	5709.0	Lößlehm	125	125	mull. Moder	17.9	3.7	typ.	Lon.	4.3	4.7	
28	3815	3444.9	5779.4	Löss u. Mergel	170	-	F-Mull	15.9	4.0	dryopt. typ	Lon.	4.6	5.4	
66	4409	2585.5	5709.6	Löss	80	-	mull. Moder	34.6	4.3	dryopt. typ	Lon.	3.0	4.0	
68	4308	2575.7	5721.4	anlehmiger Sand	100	-	mull. Moder	24.0	3.8	typ	Lon.	3.0	4.5	

Parabraunerde - Normaltyp				schwach pseudovergleyt $A_h - A_1 - (S)B_t - (B_v) - C$ Profil				Humusform	C/N des $A_h$ o. $0_h$	pH $H_2O$ des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsmaterial	Entw. Tiefe in cm	Kalk in cm Tiefe								
5	4416	3461.5	5713.8	Löss u. Mergel	70	70	F-Mull	13.4	4.7	typ.	Lam.	4.4	4.8	
13	4413	3423.2	5709.6	Löss	200	-	feinhumusarmer typ. Moder	24.5	3.8	typ.	Lon.	4.4	4.7	
64	4409	2587.7	5711.0	Löss	136	-	feinhumusarmer typ. Moder	27.3	3.9	typ.	Lon.	4.8	5.2	
74	4318	3487.3	5724.2	toniger Lehm u. Taron	130	130	F-Mull	14.9	4.1	typ.	typ.	5.9	5.8	

Pseudogley - Parabraunerde				$A_h - A_1 - SB_t - (B_v) - C$ - Profil				Humusform	C/N des $A_h$ o. $0_h$	pH $H_2O$ des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsmaterial	Entw. Tiefe in cm	Kalk in cm Tiefe								
47	4010	2597.1	5757.9	Löss u. Mergel	200	100	mull. Moder	20.2	4.4	typ.	Lam.	4.9	5.7	

In die Klasse Parabraunerde werden nach der AG BODENKUNDE (1982) solche Böden eingestuft, die je nach Ton- und Schluffgehalt eine Tonverlagerung von mehr als 5-6% Tongehaltsdifferenz durchgemacht haben (Tab. 1). Sie entwickeln sich bevorzugt auf lockeren, lehmigen Sedimenten (Löß oder Geschiebemergel) (MÜCKENHAUSEN 1982, KUNTZE et al. 1983). Das wesentliche Merkmal dieser mittel bis tief entwickelten Böden ist die Tonverlagerung, die zu einer Tongehaltsdifferenz zwischen dem Auswaschungshorizont ( $A_1$ ) und dem Anreicherungshorizont ( $B_t$ ) von 6 Gew% bei anlehmigen Sanden (Abb. 2) bis ca. 40 Gew% auf tonreichem Material führt (Abb. 9). Die Tonauswaschung hat Tiefen von 20 bis 70 cm erreicht (Abb. 9 u. 3). Die  $A_1$ -Horizonte, meist gelblich-braunefärbt, weisen ein krümeliges, bisweilen subpolyedrisches Gefüge auf, darunter folgt ein oft gelbbrauner  $B_t$ -Horizont, der ein polyedrisches Gefüge besitzt.

Die Durchwurzelung ist im  $A_H$ - und  $A_1$ -Horizont besonders intensiv. Im Tonauswaschungshorizont ist sie dagegen als schwach zu bezeichnen, weil der Eindringwiderstand für die Wurzeln zu groß und der  $O_2$ -Gehalt infolge vermehrten Haftwassers nach längeren Niederschlagsperioden zu gering wird.

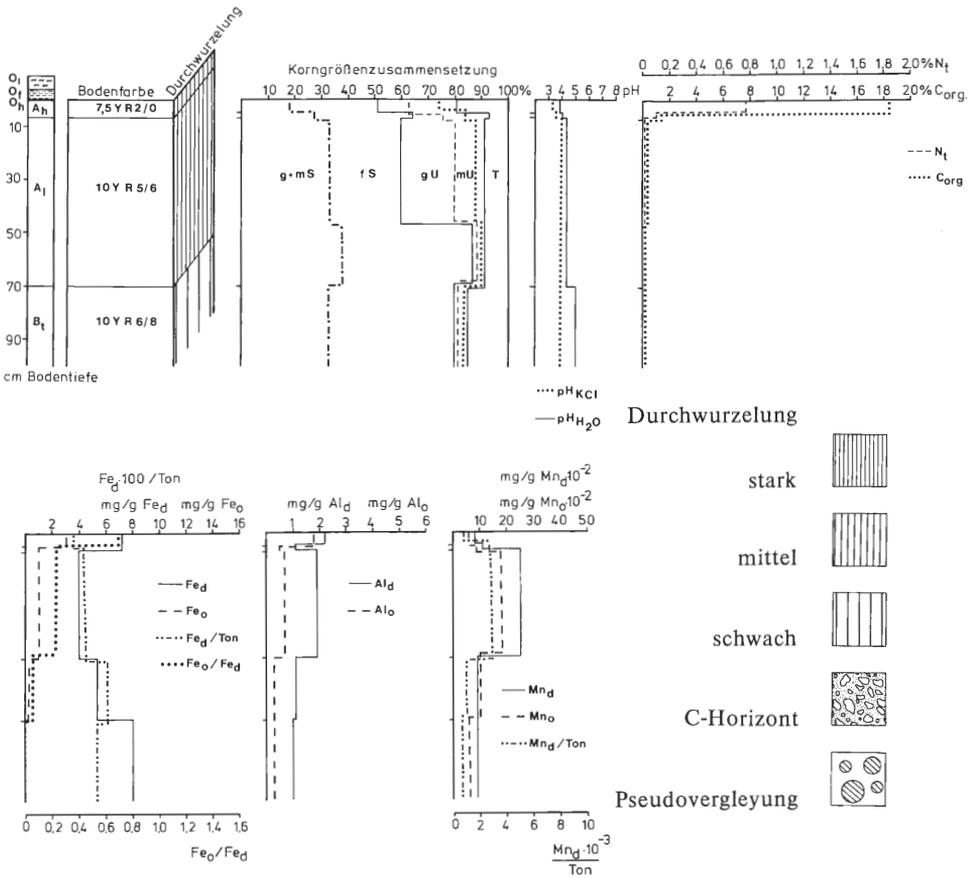


Abb. 2: Parabraunerde-Normaltyp Profil Nr. 68 (Arenbergscher Telgenbusch). Ausgangsmaterial der Bodenbildung: anlehmiger Sand.

Die amorphen Fe- und Al-Oxide nehmen mit zunehmender Tiefe wie die  $Fe_o/Fe_d$ -Verhältnisse ab (Abb. 2,3 u. 9). Da Eisenoxide und Ton gemeinsam in die Tiefe verlagert werden, was zu einer erhöhten  $Fe_d$ -Konzentration im  $B_t$ -Horizont führt (Abb. 2,3 u. 9), bleibt der Quotient aus dithionitlöslichem Eisen und Ton im Verlauf des Profils mehr oder weniger konstant (Abb. 2). Durch die im  $B_t$ -Horizont niedrigen oxalatlöslichen Fe-Konzentrationen bei gleichzeitig ansteigenden  $Fe_d$ -Konzentrationen ist das  $Fe_o/Fe_d$ -Verhältnis in diesem Horizont besonders klein und liegt unter 0.2 (Abb. 2, 3 u. 9) (BLUME & SCHWERTMANN 1969).

Wird infolge der Tonverlagerung die Wasserversickerung gehemmt, so kommt es zeitweise zu reduzierenden Bedingungen und somit zur Ausprägung hydromorpher Profilvermerkmale (Pseudovergleyung). Folgt man bei der Aufgliederung in Subtypen der AG BODENKUNDE (1982), so sind Parabraunerden, deren Pseudogley-Merkmale erst in 40 cm Tiefe anfangen, als Pseudogley-Parabraunerden (Abb. 3) zu bezeichnen, solche,

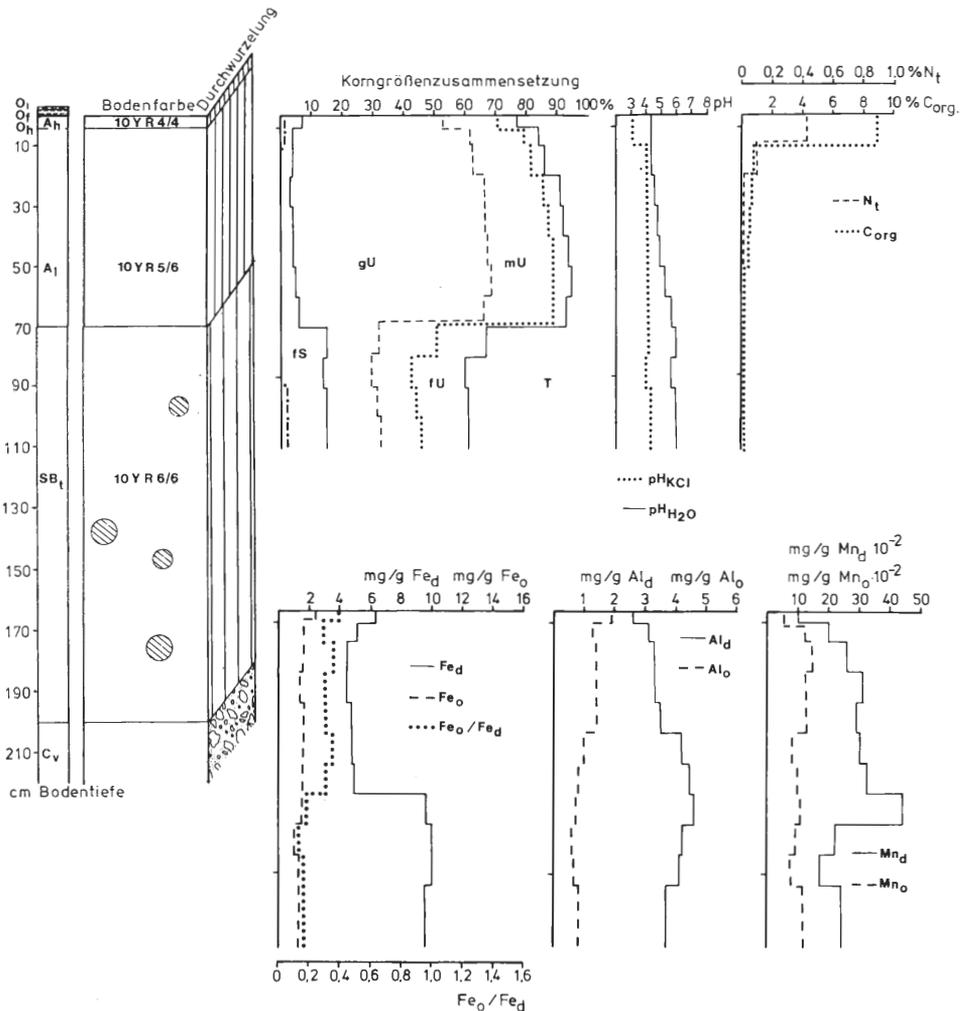


Abb. 3: Pseudogley-Parabraunerde Profil Nr. 47 (Hohe Berg). Ausgangsmaterial der Bodenbildung: Löß über Mergel (Legende vgl. Abb. 2).

deren hydromorphe Merkmale schon in den ersten 40 cm des Profils zu erkennen sind, aber als Parabraunerde-Pseudogleye (Abb. 9). Sie werden also in die Klasse der Pseudogleye eingereiht.

Der Normaltyp der Parabraunerde ist im gesamten Solum wasserdurchlässig, gut belüftet und bis zum  $B_t$ -Horizont entkalkt. Die Wasserleitfähigkeit in dem besser wasserspeichernden  $B_t$ -Horizont ist geringer als in dem durchlässigeren  $A_j$ -Horizont. Eine dadurch bedingte geringere Wasserversickerung nach hohen Niederschlagsperioden und die höhere Speicherkapazität des  $B_t$  ist aber für die Wasserversorgung der Baumschicht günstig zu bewerten, weil mehr Wasser im Wurzelraum zurückgehalten wird (REHFUESS 1981).

Der Oberboden der Parabraunerden reagiert schwach bis mäßig sauer (Tab. 1). Die C/N-Verhältnisse liegen mit wenigen Ausnahmen zwischen 13 und 25. Als Humusformen kommen F-Mull, mullartiger Moder und feinhumusarmer Moder vor (Tab. 1). Zum Teil führen die C-Horizonte, die auch den Baumwurzeln noch zugänglich sind, Kalk.

Es kann also durch die mittlere Humusform von einer ausreichenden Versorgung mit N und P sowie durch die Tonanreicherung auch mit einer guten Versorgung an K ausgegangen werden. Durch die für die Bäume oft zugänglichen Ca- und Mg-Reserven im Untergrund sowie mäßig sauren pH-Werten im Oberboden darf auf eine nur wenig eingeschränkte Verfügbarkeit an Ca, Mg und Spurenelementen geschlossen werden.

## 4.2 Braunerden

Die Entwicklungstiefe der Braunerden des Untersuchungsgebietes ist mit 40 bis 200 cm (Tab. 2) als mittel bis sehr groß zu bezeichnen. Die Tiefe wird durch das unter dem sehr unterschiedlich mächtigen Löß liegende Gestein begrenzt, welches in grösse-

Tabelle 2 : Lage und Kennwerte der Braunerden und ihrer Subtypen

Braunerde - Normaltyp				$A_h - B_v - C$ Profil		Kalk in cm Tiefe	Humusform	C/N des $A_h$ o. $O_h$	pH des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsgestein	Entw. tiefe (in cm)								
7	4416	3461.4	5714.0	Löß über Mergelton	80	-	F-Mull	15.2	4.1	typ.	typ.	4.9	5.1
15	4413	3423.6	5709.1	Löß	200	-	mull. Moder	18.6	4.0	typ.	typ.	4.4	4.7
18	4313	3423.0	5722.5	Löß über Sand	100	-	F-Mull	16.9	3.9	typ.	Lam.	5.4	5.3
49	4009	2590.8	5755.7	Grundmoräne	50	50	F-Mull	14.8	4.3	typ.	Lam.	5.5	5.0
61	4416	3464.7	5712.7	Mergel	110	110	F-Mull	14.0	4.4	typ.	typ.	6.2	5.6
72	4318	3478.4	5726.4	Löß	135	-	F-Mull	15.0	3.5	dryopt.	typ.	5.3	4.8
Parabraunerde - Braunerde				$A_h - A_1 B_v - C$ Profil		Kalk in cm Tiefe	Humusform	C/N des $A_h$ o. $O_h$	pH des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsgestein	Entw. tiefe (in cm)								
27	3815	3443.9	5778.6	Löß ü. Mergel	63	63	mull. Moder	17.8	4.0	dryopt.	typ.	5.5	5.5
48	4010	2591.8	5757.0	Grundmoräne	32	32	F-Mull	16.2	3.9	typ.	typ.	-	-
50	4009	2585.3	5754.2	Grundmoräne	36	36	mull. Moder	19.9	4.1	typ.	Lon.	4.8	5.0
65	4409	2586.0	5710.5	Löß	80	-	feinhumusarmer typ. Moder	38.2	4.0	typ.	Lon.	5.0	5.1
Pseudogley - Braunerde				$A_h - B_v - S_{(w)}d B_v - C$ Profil		Kalk in cm Tiefe	Humusform	C/N des $A_h$ o. $O_h$	pH des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsgestein	Entw. tiefe (in cm)								
8	4416	3457.2	5712.6	Löß u. Mergel	80	80	F-Mull	15.4	4.8	typ.	-	-	-
19	4313	3423.1	5722.4	Löß	42	-	F-Mull	16.3	4.6	typ.	Lam.	5.5	6.1
59	4316	3459.3	5725.0	Löß	75	-	F-Mull	15.8	4.4	typ.	Lam.	5.8	5.2

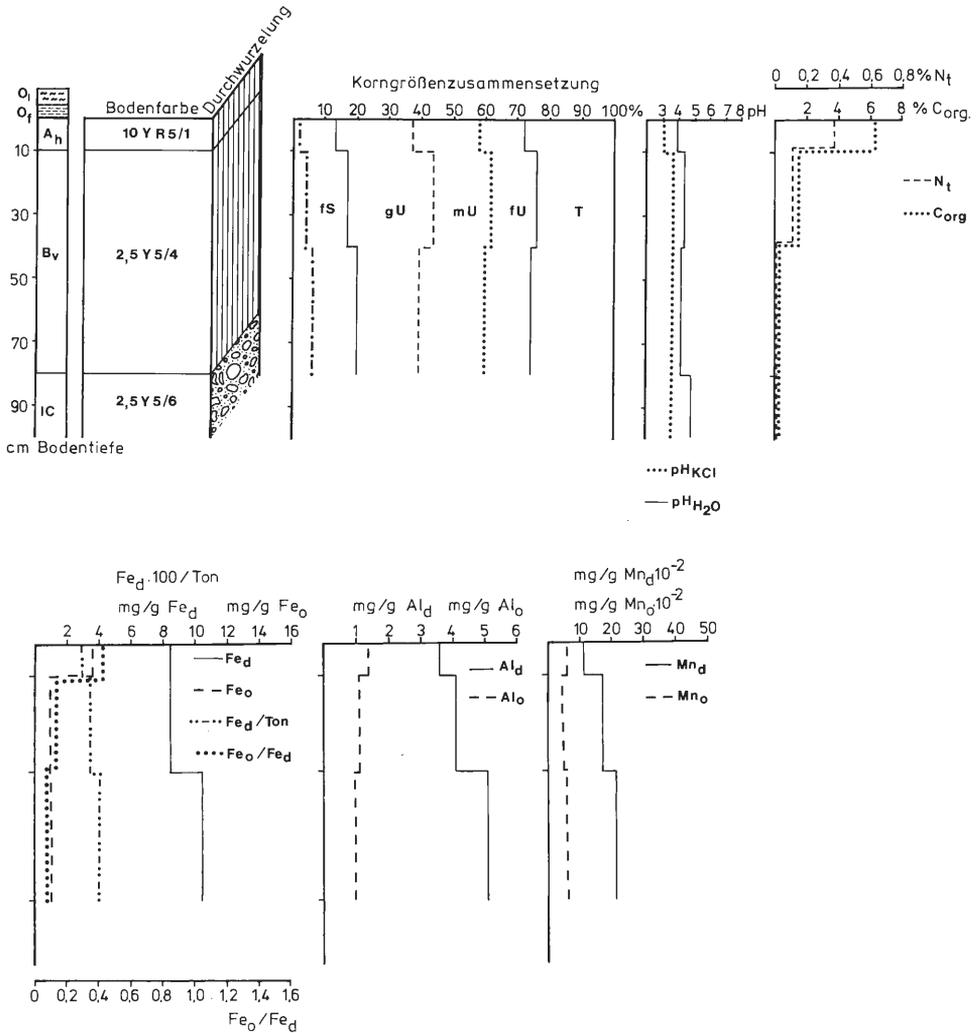


Abb. 4: Braunerde-Normaltyp Profil Nr. 7 (Birken). Ausgangsmaterial der Bodenbildung: Löß über Mergel (Legende vgl. Abb. 2).

rer Tiefe oft kalkhaltig ist. Es ist zu vermuten, daß der Kalk nicht bei allen Aufschlüssen erfaßt wurde.

Die Farbbezeichnungen der 4 bis maximal 10 cm mächtigen  $A_h$ -Horizonte bewegen sich je nach organischem Gehalt zwischen schwarz und grau. Die  $B_v$ -Horizonte besitzen durch ihre Verbraunung alle einen gelblichbraunen Farbton. Die  $C$ -Horizonte sind meist gelbbraun gefärbt. Die Durchwurzelung reicht bis in große Tiefen (Abb. 4). Entsprechend der Bodenart (Lehm, lehmige und tonige Schluffe) weisen die Mineralbodenhorizonte Subpolyeder- bis Polyeder-Gefüge auf.

In der Regel nehmen die oxalatlöslichen Fe- und Al-Gehalte mit zunehmender Tiefe ab, während die dithionitlöslichen Fraktionen ansteigen. Entsprechend nimmt das Verhältnis zwischen  $Fe_o$  und  $Fe_d$  mit zunehmender Tiefe ab (Abb. 4-7). Erste

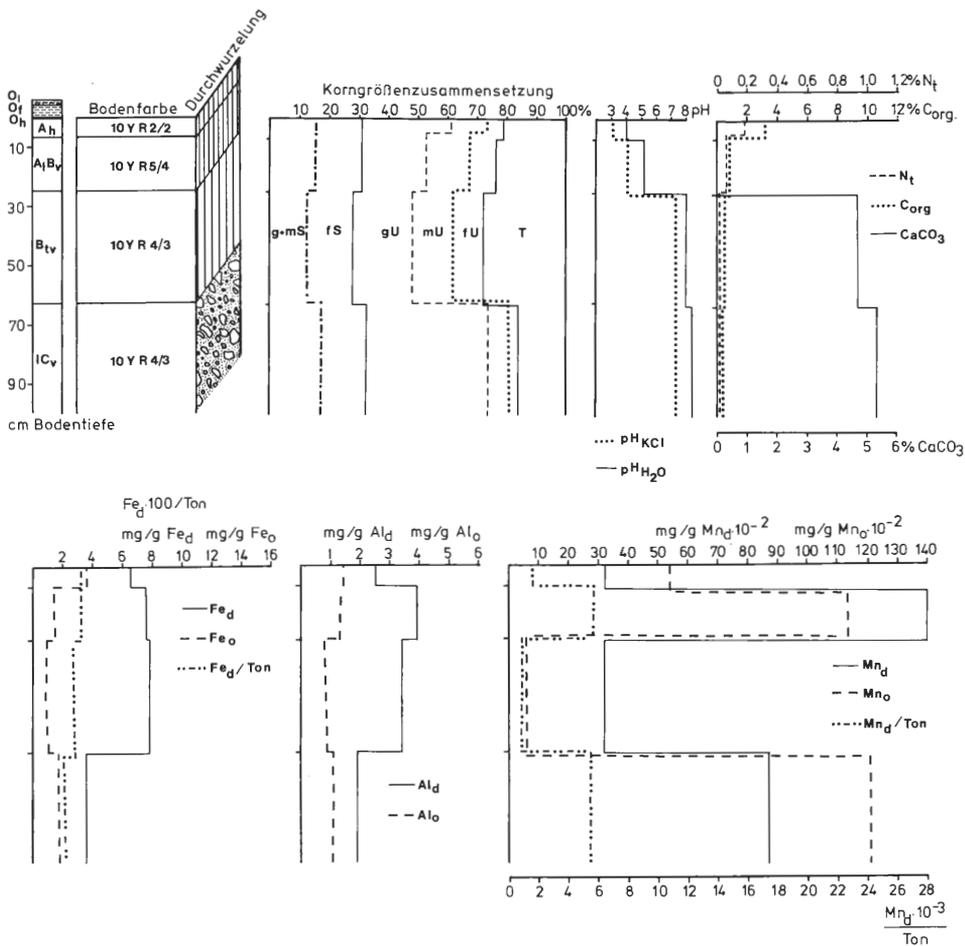


Abb. 5: Parabraunerde-Braunerde Profil Nr. 27 (Wehdeberg). Ausgangsmaterial der Bodenbildung: Löß über Mergel (Legende vgl. Abb. 2).

Anzeichen einer beginnenden Podsolierung, d.h. eine Tiefenverlagerung mobiler amorpher Fe- und Al-Oxide, sind trotz niedriger pH-Werte des Oberbodens nicht zu erkennen (Abb. 4, 6 u. 7). Sobald im Unterboden bindiges Substrat auftritt, sind im Profil Anzeichen der Pseudovergleyung zu finden, die sich durch leichte Marmorierung zu erkennen gibt.

Die Pseudogley-Braunerde (Abb. 7) zeichnet sich durch steigende dithionitlösliche Fe-, Al- und Mn-Konzentrationen im pseudovergleyten Horizont aus, was einerseits durch laterale Zufuhr, andererseits aber auch als erstes Podsolierungsanzeichen gedeutet werden kann. Podsolierungserscheinungen sind aber unwahrscheinlicher als eine laterale Zufuhr, da zum einen kein Eluvialhorizont im Profil sichtbar war und zum anderen bei einer Tiefenverlagerung das mobilere Mangan im Vergleich zu Aluminium und Eisen wesentlich tiefer verlagert sein müßte.

Ebenso sind auch fließende Übergänge zu den Parabraunerden vorhanden (Abb. 5 u. 6). Die Parabraunerde-Braunerde (AG BODENKUNDE 1982) oder Braunerde mit

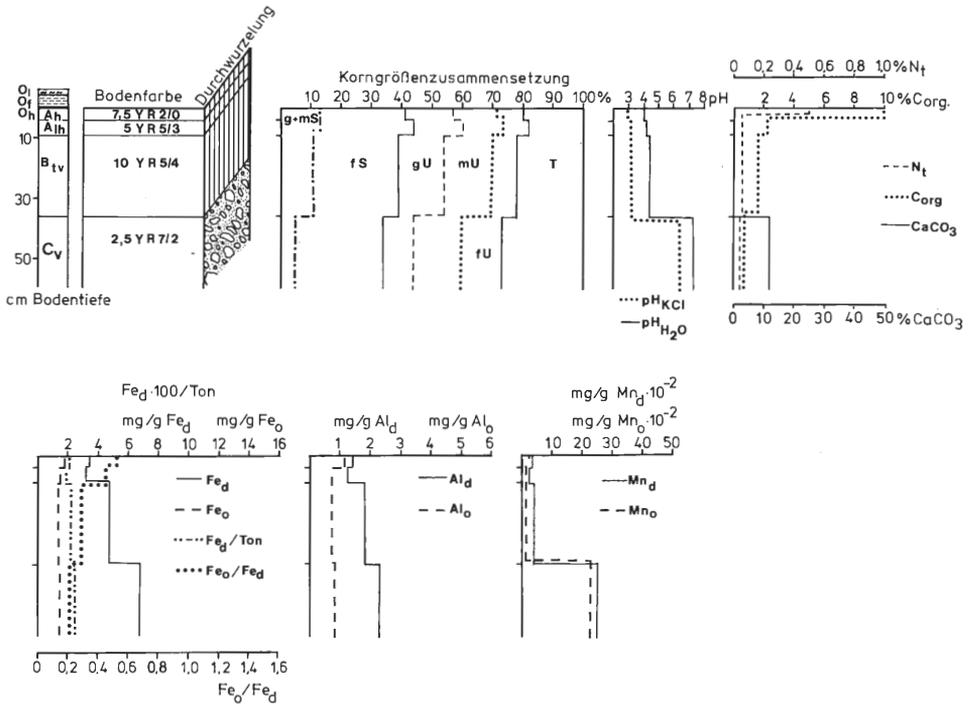


Abb. 6: Parabraunerde-Braunerde Profil Nr. 50 (Rorupper Mark). Ausgangsmaterial der Bodenbildung: Grundmoräne (Legende vgl. Abb. 2).

schwacher Tondurchschlammung (MÜCKENHAUSEN 1977) hat eine geringfügige Tonverlagerung durchgemacht, die je nach Ton- und Schluffgehalt zwischen 1-8% Tongehaltsdifferenz zwischen dem  $A_1B_v$ - und  $B_{1v}$ -Horizont ausmacht (AG BODENKUNDE 1982). Das relativ konstante Verhältnis zwischen  $Fe_d$  und Ton im Tiefenverlauf des Profils zeigt wie bei den Parabraunerden die gleichzeitige Verlagerung von Ton und Fe-Oxiden (Abb. 5 u. 6).

Ähnliche Bodentypen wurden im Untersuchungsgebiet von DAHM-AHRENS (1975) für die Bodenkarte (1:100 000) Recklinghausen und von MERTENS & WILL (1979) für die Bodenkarte (1:100 000) Gütersloh beschrieben. Letztere bezeichnen ihre Kartiereinheit als Braunerde, zum Teil Parabraunerde auf Löß.

Die Bodensubtypen mit leichter Tonverlagerung können wie im Fall des Profils Nr. 8 (Tab. 2) zusätzlich Pseudovergleyungs-Erscheinungen aufweisen.

Die Braunerden sind größtenteils aus unterschiedlich mächtigen, zur Zeit der Ablagerung kalkhaltigen Lößdecken, die oftmals auf Geschiebelehmen aufliegen, hervorgegangen. Die im Vergleich zum Kalkgestein verhältnismäßig niedrigen Ca-Gehalte des Ausgangsgesteins, eine rasche Verwitterung, eine schnelle Auswaschung des Ca sowie Basenentzug durch menschliche Bewirtschaftungsformen haben zu einer Umhüllung der Tonteilchen mit Eisenoxiden und Belegung mit austauschbarem Aluminium und dessen Polyhydroxy-Komplexen und damit zu einer stabilen Aggregation geführt, so daß keine oder nur eine geringe Tonverlagerung stattgefunden hat.

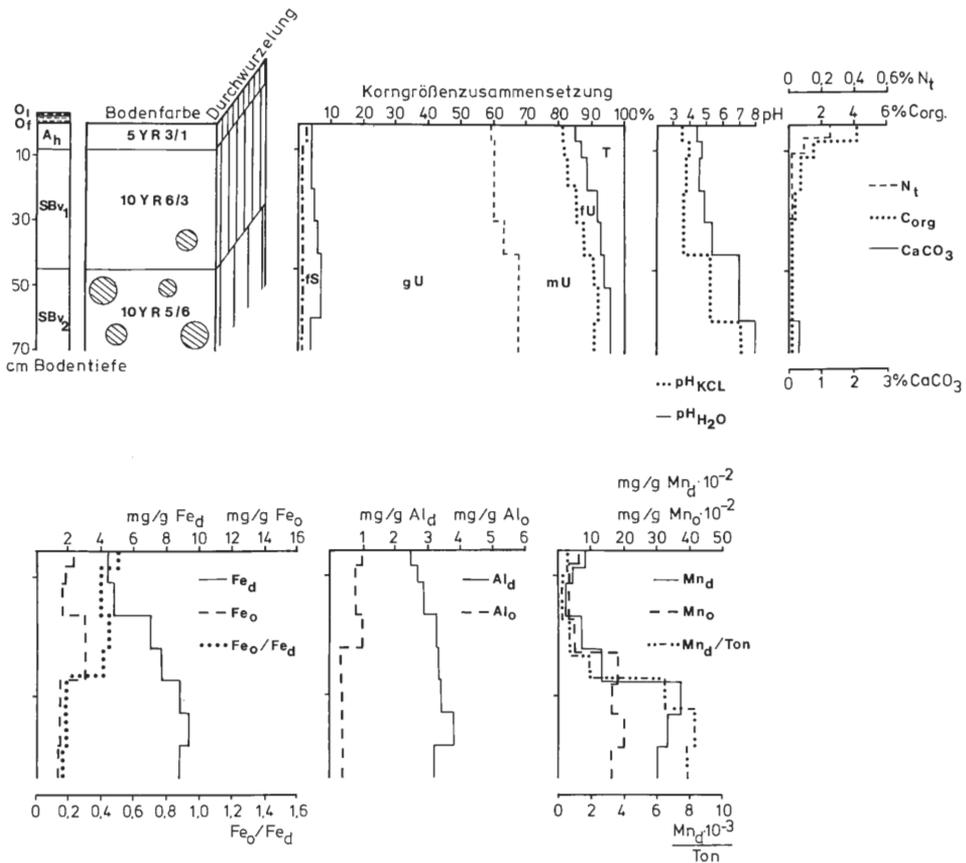


Abb. 7: Pseudogley-Braunerde Profil Nr. 59 (Gerstholz). Ausgangsmaterial der Bodenbildung: Löß (Legende vgl. Abb. 2).

Der Chemismus der Braunerden, d.h. ihre Bodenreaktion, Basen- und Nährstoff-Ausstattung sowie die C/N-Verhältnisse und Humusformen, unterscheidet sich nicht wesentlich von den Parabraunerden.

Auch die Speicherleistung für pflanzenverfügbares Wasser kann trotz des fehlenden oder nur schwach ausgebildeten B<sub>t</sub>-Horizontes für Buchenwälder als optimal bezeichnet werden und wird nur durch die Gründigkeit der Böden begrenzt.

### 4.3 Pseudogleye

Die aufgefundenen Pseudogleye sind in der Regel durch den Wechsel von winterlicher Staunässe und sommerlicher Austrocknung geprägte Böden.

Unter dem A<sub>h</sub>-Horizont liegt ein durchlässiger Stauwasserleiter (S<sub>w</sub>) mit hell bis bräunlichgrauer Grundfarbe und einigen rostbraunen Konkretionen. Darunter folgt ein schluffig toniger undurchlässiger fahlgrauer Stauwasser-Horizont (S<sub>d</sub>) mit Polyedergefüge und starker rostroter Marmorierung. Die Durchwurzelung beschränkt sich auf

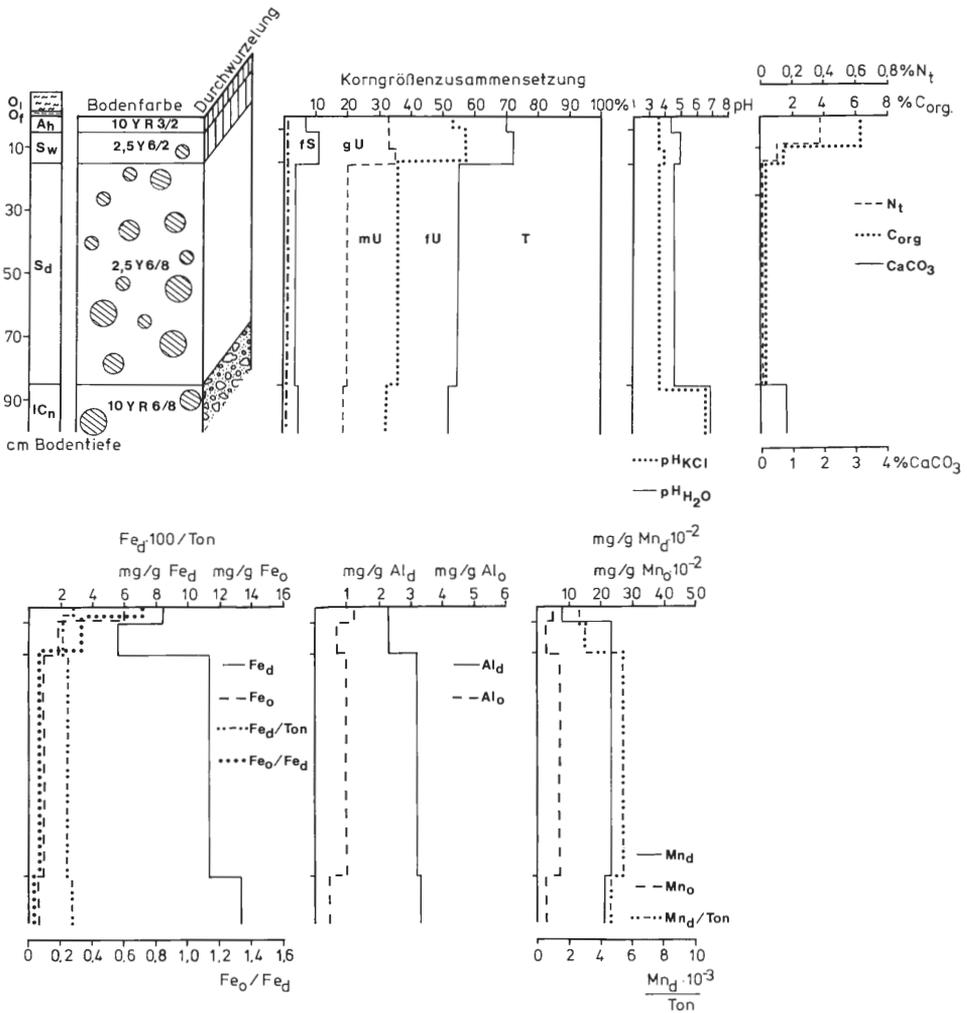


Abb. 8: Pseudogley-Normaltyp Profil Nr. 6 (Birken). Ausgangsmaterial der Bodenbildung: Löß über Mergelton (Legende vgl. Abb. 2).

den  $A_h$  und oberen  $S_w$ -Horizont, so daß hier oft ein regelrechter Wurzelfilz anzutreffen ist (Abb. 8 u. 9).

Bei den Profilen Nr. 42 und 70 (s. Tab. 3) ist der Grund der Pseudovergleyung ein Zweischichtprofil. Hier liegt Lößlehm über tonigem Gestein, welches als Staunässekörper wirkt. Das Profil Nr. 42 muß als Braunerde-Pseudogley bezeichnet werden, weil im oberen Bereich ein  $B_v$ -Horizont zu beobachten ist. Alle anderen Profile sind sekundäre Pseudogleye (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982, MÜCKENHAUSEN 1982), die einen schlecht wasserdurchlässigen, durch Toneinschlammung verdichteten Unterboden aufweisen. Die Tonericherungs-horizonte führen zu einer Verzögerung des Sickerwasserabflusses und somit zu einer schwachen Fleckung des  $A_1$ -Horizontes. Diese häufig auftretenden Subtypen werden als Parabraunerde-Pseudogleye bezeichnet (Abb.9).

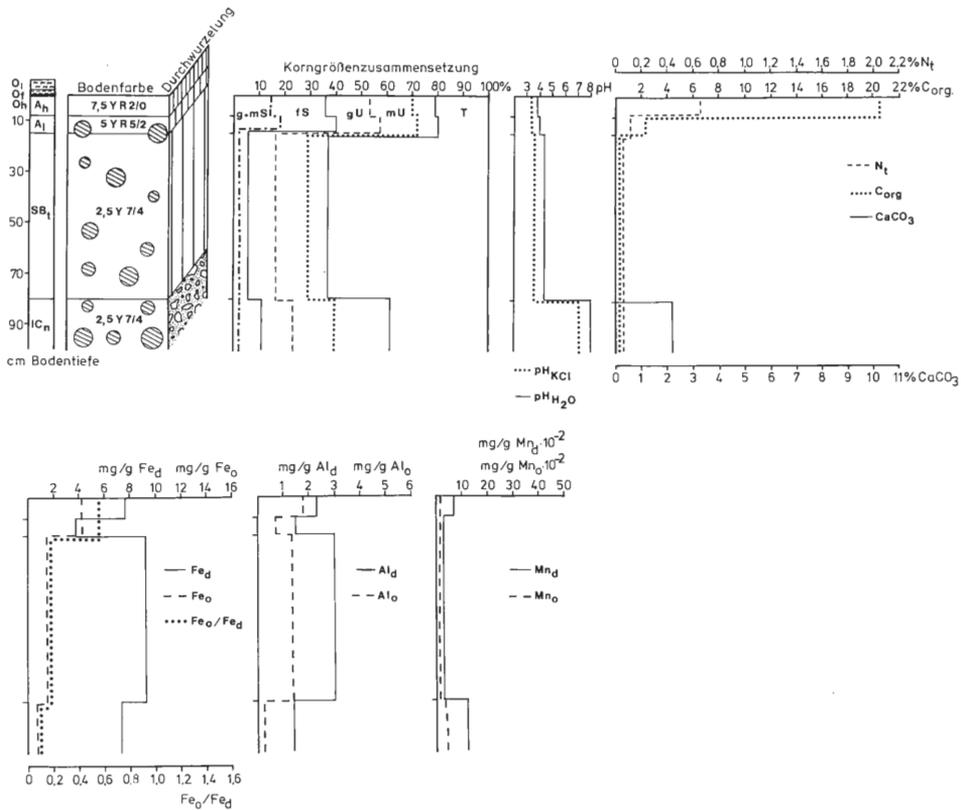


Abb. 9: Parabraunerde-Pseudogley Profil Nr. 62 (Nierholz). Ausgangsmaterial der Bodenbildung: toniger Lehm über Mergel (Legende vgl. Abb. 2).

In den S<sub>d</sub>-Horizonten hat oft eine dithionitlösliche Fe-, Al- und Mn-Anreicherung stattgefunden (Abb. 8 u. 9), die auf eine erhöhte Wanderungsfähigkeit dieser Oxide unter Staunässe-Bedingungen (reduzierende Bedingungen und Vorhandensein organischer Komplexbildner) oder auf laterale Einschwemmungen zurückzuführen ist (BLUME 1968).

Die oberflächlich entkalkten Bodenprofile weisen ähnliche pH-Werte im Oberboden und Humusformen auf wie die beschriebenen Braunerden und Parabraunerden. Carbonatgehalte wurden ebenfalls erst in größerer Tiefe (80-100 cm) gefunden (Abb. 8 u. 9, Tab. 3).

Eine starke Vernässung geht immer mit einer Sauerstoff-Armut einher, welche die Wurzelaktivität stark beeinträchtigen kann. Besonders die Buche kann staunasse Horizonte nicht durchwurzeln. Dies führt bei Pseudovergleyung zu einer Wurzelkonzentration im stauwasserfreien Oberboden oder bei langanhaltender Staunässe zum völligen Ausbleiben der Buche auf solchen Standorten. Die flache Durchwurzelung kann zu einem mangelhaften Erschließen der Basenvorräte im Unterboden führen. Ebenfalls kann bei langanhaltender Trockenheit der Oberboden so stark austrocknen, daß es trotz Staunässe im Unterboden zu Trockenschäden kommen kann, weil die Wurzeln nicht an die Wasserreserven in den unteren Bodenhorizonten heranreichen. Andererseits ist

Tabelle 3 : Lage und Kennwerte der Pseudogleye und ihrer Subtypen

Pseudogley - Normaltyp				$A_h - S_w - S_d$ - bzw. $A_h - S_w - II S_d$		Profile		C/N des $A_h$ o. $O_h$	pH $H_2O$ des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsmaterial	Entw. Tiefe in cm	Kalk in cm Tiefe	Humusform						
6	4416	3461.4	5713.7	LÖB ü. Mergel	85	-	F-Mull	16.4	4.3	typ.	Lam.	4.7	5.6
22	4313	3424.0	5722.0	LÖB ü. Mergel	80	-	F-Mull	16.1	3.6	typ.	Lam.	4.7	5.2
70	4317	3476.6	5725.7	LÖB ü. Ton	100	-	mull. Moder	24.3	4.0	typ.	Lon.	5.8	5.9

Parabraunerde - Pseudogley				$A_h - (A_1) - A_1 S_w - B_t S_d$		Profil		C/N des $A_h$ o. $O_h$	pH $H_2O$ des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsmaterial	Entw. Tiefe in cm	Kalk in cm Tiefe	Humusform						
1	4317	3476.3	5728.3	LÖBLEHM	80	-	F-Mull	14.8	4.3	typ.	typ.	4.2	4.8
23	4411	3402.7	5716.4	LÖBLEHM	80	-	mull. Moder	23.9	4.0	typ.	Lon.	4.6	4.8
25	4311	3398.4	5724.2	toniger Lehm ü. Mergel	100	100	feinhumusarmer typ. Moder	25.8	4.2	typ.	Lon.	5.2	5.4
34	3815	3451.5	5784.0	LÖBLEHM	130	-	mull. Moder	18.7	4.0	typ.	Lon.	4.0	3.4
62	4409	2591.6	5716.1	toniger Lehm ü. Mergel	80	80	mull. Moder	31.1	3.9	typ.	Lon.	4.8	4.8
63	4409	2589.6	5715.1	toniger Lehm ü. Grundmoräne	120	-	F-Mull	23.0	3.7	typ.	Lam.	5.8	5.0

Braunerde - Pseudogley				$A_h - (B_V) - B_V S_w - II S_d$		Profil		C/N des $A_h$ o. $O_h$	pH $H_2O$ des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsmaterial	Entw. Tiefe in cm	Kalk in cm Tiefe	Humusform						
42	4010	2591.8	5757.0	LÖB ü. tonigen Gestein	140	-	mull. Moder	17.9	4.1	typ.	Lon.	4.9	5.4

eine tiefliegende Staunässe günstig zu beurteilen, wenn ein ausreichend mächtiger gut durchlüfteter Wurzelraum zur Verfügung steht (REHFUESS 1981).

Obwohl bei allen untersuchten Pseudogleyen Staunässe-Erscheinungen in den oberen 40 cm des Profils abzulesen sind, scheint die Staunässeperiode im Verlaufe des Jahres nicht langfristig ausgeprägt zu sein, weil dies sonst zu einer schlechteren Basenversorgung und folglich auch zu einer ärmeren Humusform als auf Parabraunerden und Braunerden führen würde. Denn sekundäre Pseudogleye auf ähnlichem Ausgangsmaterial der Bodenbildung können wesentlich stärker entbast und in ihrer Zersetztätigkeit gehemmt sein, als das bei den hier beschriebenen Profilen der Fall ist. Diese langanhaltend vernäßten und basenarmen Pseudogleye sind besonders häufig unter *Stellario-Carpineten* in der Subassoziation *perichymetosum* anzutreffen (ESKUCHE 1978).

#### 4.4 Pelosole

Zwei der untersuchten Profile wurden als Pelosole mittlerer Entwicklungstiefe angesprochen (Tab. 4). Ihr Solum ist vom  $A_h$ - bis zum C-Horizont durch hohe Tongehalte (im  $P_V$ -Horizont über 45 Gew. %) geprägt. Die braunen plastischen P-Horizonte besitzen wie die schwarzbraun gefärbten  $A_h$ -Horizonte ein ausgeprägtes Polyedergefüge und weisen oft eine leichte rostbraune Fleckung auf, die durch Staunässe bedingt ist.

Tabelle 4: Lage und Kennwerte der Pelosole

Pelosol - Normaltyp (Tonmergel-Pelosol)				$A_h - P_V - C$ Profil		Humusform	C/N des $A_h$ o. $O_h$	pH des $A_h$	Sub ass.	Variante	mR	mN	
Nr.	TK 25	RW	HW	Ausgangsmaterial	Entw. tiefe (in cm)								Kalk in cm Tiefe
11	4416	3456.6	5712.3	Tonmergelgestein	65	65	F-Mull	13.7	4.5	typ.	Lon.	4.5	4.8
69	4311	3207.0	5728.5	Tonmergelgestein	50	50	F-Mull	17.6	5.4	typ.	Lam.	5.5	5.7

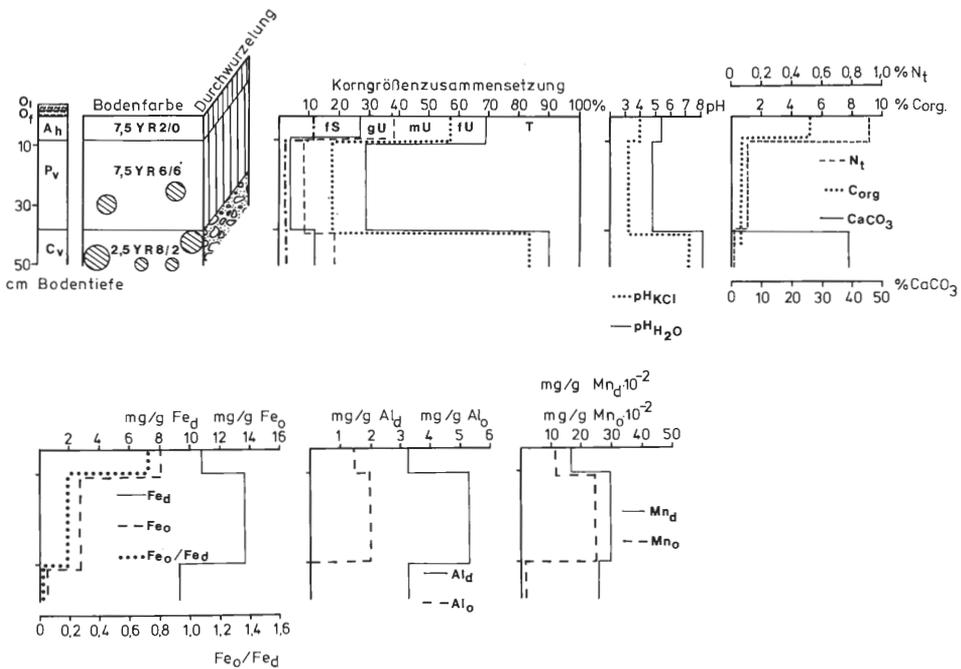


Abb. 10: Pelosol-Normaltyp Profil Nr. 69 (Forst Halloh). Ausgangsmaterial der Bodenbildung: Tonmergelstein (Legende vgl. Abb. 2).

Beide Profile enthalten im Ausgangsmaterial 40 bis 60 cm unter der Bodenoberfläche bis zu 40%  $\text{CaCO}_3$  (Abb. 10). Das Ausgangsgestein der Bodenbildung ist also als Tonmergelstein zu bezeichnen. Beide Profile sind vermutlich aus Pararendzinen hervorgegangen, können aber wegen ihrer niedrigen pH-Werte im Oberboden und ihrer mittleren Entwicklungstiefe nicht mehr als solche gekennzeichnet werden. MÜCKENHAUSEN (1982) bezeichnet solche Böden als leicht pseudovergleyte Tonmergel-Pelosoile.

Die kleinen Porenvolumina und geringen Grobporenanteile führen zu einer hohen Wasserspeicher-Kapazität dieser Böden. Ihre Wasserleitfähigkeit und der pflanzenverfügbare Anteil des gespeicherten Wassers ist aber relativ gering. Die Basenversorgung ist in solchen Böden mit hoher Austauschkapazität durch die hohen Tonanteile mit mittlerer Entwicklungstiefe als gut zu bezeichnen. Trotzdem können Pelosoile ungünstige Standorte für Buchen sein, wenn nämlich bei starker Durchfeuchtung Luftmangel eintritt und somit die Wurzelatmung gefährdet wird.

#### 4.5 Bodengesellschaften

Die Böden der Flattergrasbuchenwälder, die sich in der Lößhügel-Landschaft der Westfälischen Bucht aus Löß oder Geschiebemergel entwickelt haben, können zu den Parabraunerde- und Pseudogley-Gebieten gerechnet werden (KUNTZE et al. 1983). Sie werden von MAAS & MÜCKENHAUSEN (1971) in die Bodengesellschaften mit vorwiegend Parabraunerden gestellt und gehören dort den Bodeneinheiten mit guter bis mittlerer Basenversorgung an.

MÜCKENHAUSEN (1973) beschreibt Bodengesellschaften des Pseudogleys, in denen die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Böden in die Bodengesellschaften im Bereich dichter Gesteine mit Löß oder Sanddecken oder in die Bodengesellschaften im Bereich tonreicher Gesteine einzuordnen wären.

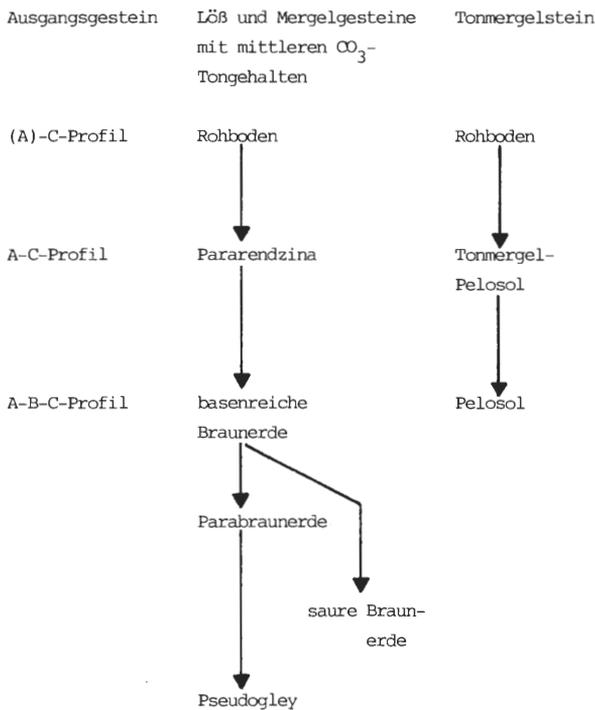
Für die untersuchten Böden können zwei Chronosequenzen – differenziert nach dem Tongehalt des Ausgangsmaterials – angegeben werden (Tab. 5).

Bei den angegebenen Sequenzen werden auf den im Oberboden carbonathaltigen Böden (Pararendzina, Tonmergel-Pelosol und basenreiche Braunerde) *Melico-* bzw. *Asperulo-Fageten* stocken. Der Flattergras-Buchenwald dagegen beschränkt sich auf die im A- und B-Horizont entkalkten, jedoch im Untergrund (C-Horizont) noch kalk-zumindest aber basenreichen Böden, die in der Regel einen optimalen Wasserhaushalt aufweisen aber auch zur Staunässe neigen.

Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß nur noch kleine Inseln von Flattergras-Buchenwäldern in einer schon frühsteinzeitlich besiedelten Agrarlandschaft existieren, da die Böden, auf denen er stockt, allesamt gut landwirtschaftlich zu nutzen sind.

GLAHN (1981) beschreibt Böden unter Flattergras-Buchenwäldern in niedersächsi-schen und holsteinischen Moränenlandschaften und bezeichnet diese als schwach pod-solierte Parabraunerde und mittelsandige Rostbraunerde über Lehm (Subtyp einer Braunerde). Im Gegensatz zur Westfälischen Bucht, wo unter Flattergras-Buchenwäl-dern Bodenbildungen auf Löß und Kalkmergel vorherrschen, stocken die von GLAHN

Tab. 5: Chronosequenzen der untersuchten Böden



(1981) beschriebenen Flattergras-Buchenwälder auf anlehmigen Sanden der rißeiszeitlichen Altmoränen. Dieses unterschiedliche Ausgangsmaterial der Bodenbildung erklärt die Differenz zwischen den Bodentypen.

Die Bodenbildung auf Löß und Kalkmergel führt zu bindigen, tonreichen Substraten und so einerseits zu einer stärkeren Pseudovergleyung und andererseits zu Böden mit verhältnismäßig hohen Austauschkapazitäten (bedingt durch den Tongehalt), die eine höhere Pufferkapazität besitzen und deshalb keine große Tendenz zur Podsolierung aufweisen. Dagegen führt die Bodenbildung auf sandigen Substraten zu wasser-durchlässigeren Böden, so daß Erscheinungen der Pseudovergleyung seltener sind. Allerdings besitzen die sandigeren Böden auch eine geringere Austauschkapazität (bedingt durch den niedrigeren Tongehalt) und neigen deshalb eher zur Podsolierung.

#### 4.6 Humusformen der Böden und Pufferbereiche des Hauptwurzelraumes der Krautschicht

Die beschriebenen Böden (Tab. 1-4) tragen verschiedene Humusformen (vgl. Tab. 6), die sich durch die Auflage-Horizontfolgen und -Mächtigkeiten sowie durch das C/N-Verhältnis des  $A_h$ - bzw.  $O_h$ -Horizontes unterscheiden (ZEZSCHWITZ 1980, AG BODENKUNDE 1982, ULRICH et al. 1984).

Tab. 6: Humusformen, deren Profile, C-Gehalte und C/N-Verhältnisse (verändert nach ZEZSCHWITZ 1980).

Humusform	Profil	%C	C/N
L-Mull	$O_1-A_h$	2 - 6	10 - 14
F-Mull	$O_1-O_f-A_h$	3 - 7	14 - 17
mullartiger Moder	$O_1-O_f-O_h-A_h$ ( $O_h$ : 0.2-0.5cm)	4 - 10	17 - 20
feinhumusarmer Moder	$O_1-O_f-O_h-A_{(e)h}$ ( $O_h$ : 1.5-3cm)	14 - 27	20 - 24
feinhumusreicher Moder	$O_1-O_f-O_h-A_{(e)h}$ ( $O_h$ : 3-5cm)	20 - 34	22 - 26
rohhumusartiger Moder	$O_1-O_f-O_h-A_{ne}$ ( $O_h$ : 3-5cm, plattig gelagert)	24 - 41	25 - 31
Rohhumus	$O_1-O_f-O_h-A_{ne}$ ( $O_h$ : 5-10cm, plattig gelagert)	33 - 47	29 - 38

Es fehlen den Böden der Flattergras-Buchenwälder die beste Humusform, der L-Mull, sowie die schlechteren Humusformen wie feinhumusreicher und rohhumusartiger Moder oder Rohhumus. Der biologische Bodenzustand, charakterisiert durch die Humusform, und damit die Mineralisation von Nährstoffen und Kationenbasen ist also in der Mitte des möglichen Spektrums angesiedelt.

Besonders auffällig sind die weiten C/N-Verhältnisse der  $A_h$ - bzw.  $O_h$ -Horizonte der Profile Nr. 62, 63, 64, 65, 66, 25 und 23 (s. Tab. 1-4), die im Bereich zwischen 23.0 und 38.2 liegen. Die weiten C/N-Verhältnisse lassen zwar auf einen rohhumusartigen Moder oder gar einen Rohhumus schließen, die Auflagehorizont-Folgen und -Mächtigkeiten zeigen aber, daß die Zuordnung zum mullartigen Moder oder feinhumusarmen Moder richtiger ist. Da die betreffenden Standorte im Ruhrgebiet bzw. in dessen unmittelbarer Nähe liegen, wird vermutet, daß hier jahrelanger Staub- und Rußeintrag zu

einer einseitigen Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes der Oberböden geführt hat, so daß solch weite C/N-Verhältnisse zustande kommen.

Der F-Mull kommt besonders häufig auf Braunerden vor, der mullartige Moder hat seine größte Häufigkeit auf Parabraunerden und Pseudogleyen (Tab. 7).

Tab. 7: Häufigkeit (%) der Humusformen auf verschiedenen Bodentypen.

	mullartiger feinhumusarmer		
	F-Mull	Moder	Moder
Braunerde	25.0	8.3	2.8
Parabraunerde	8.3	16.7	5.6
Pseudogley	11.1	13.9	2.8
Pelosol	5.6	0.0	0.0

Anders als in der Westfälischen Bucht findet GLAHN (1981) im nordwestdeutschen Tiefland auf den leicht podsolierten Parabraunerden und Braunerden des Flattergras-Buchenwaldes als Humusform auch den mullartigen Moder mit Tendenz zum feinhumusarmen bis feinhumusreichen Moder bei zunehmender Podsolierung. Die günstigere F-Mull Humusform wird von GLAHN (1981) nicht beschrieben.

Werden die  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ -Werte des Hauptwurzelraumes der Krautschicht zur Charakterisierung der Pufferbereiche herangezogen (ULRICH 1981, ULRICH et al. 1984), so stellt man fest, daß auch hier wieder die Mitte des möglichen Spektrums vorhanden ist (Tab. 8). Böden im Calciumcarbonat- und Silikat-Pufferbereich sowie im Eisen-Pufferbereich wurden nicht aufgefunden.

Tab. 8:  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ -Werte und Pufferbereiche des Oberbodens nach ULRICH (1981).

	$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$
Calciumcarbonat-Pufferbereich	8.3 - 6.2
Silikat-Pufferbereich	6.2 - 5.0
Austauscher-Pufferbereich	5.0 - 4.2
Aluminium-Pufferbereich	4.2 - 3.8
Aluminium/Eisen-Pufferbereich	3.8 - 3.2
Eisen-Pufferbereich	3.2 - 2.8

Für die Basenversorgung der Krautschicht bedeutet dies, daß Säuren im Wurzelbereich durch Freisetzen von Al-Ionen abgepuffert und im Austauscher-Pufferbereich basische Kationen wie Ca, Mg und K in verstärktem Maße ausgewaschen werden, während gleichzeitig die Austauschkapazität durch Tonmineralzerfall abnimmt (ULRICH 1981). Im Al- und Al/Fe-Pufferbereich sind die basischen Kationen weitgehend ausgewaschen und die pflanzenverfügbaren Al- und Fe-Konzentrationen können toxische Werte annehmen (ULRICH et al. 1984).

Oft sind die niedrigen pH-Werte im Oberboden auf Jahrhunderte andauernde menschliche Bewirtschaftungsformen zurückzuführen, die vor allem mit einem Basenaustrag verbunden waren. BURRICHTER (1976) weist auf die intensive Nutzung und Überformung der „Restwälder“ in den schon früh besiedelten Lößzonen Westfalens hin. Besonders bei den Profilen Nr. 49 und 50 (Daruper Heide und Rorupper Mark) deu-

ten schon die Geländebezeichnungen auf Heide- und Allmendenutzung hin, die eine starke Basenverarmung mit sich bringen. Das in Abb. 6 dargestellte Bodenprofil zeigt den höchsten pH-Anstieg zwischen  $A_H$ - und  $C_V$ -Horizont in allen untersuchten Profilen um ca. 3 pH-Einheiten, welches den Basenentzug durch ehemalige Bewirtschaftungsformen verdeutlichen mag.

In allen Profilen steigen die pH-Werte mit zunehmender Tiefe an und erreichen in Horizonten mit  $CaCO_3$  pH-Werte um den Neutralpunkt, bzw. bei carbonatfreiem Material mindestens pH-Werte, die dem Silikat-Pufferbereich mit guter basischer Kationenverfügbarkeit entsprechen. Im  $A_H$ -Horizont besteht eine schwache positive Korrelation (Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient) des  $pH_{H_2O}$  mit der Bodentiefe, in der zuerst Carbonate auftreten ( $r=0.3191$   $n=36$   $P\leq 3\%$ ), sowie eine ebenfalls schwache negative Abhängigkeit des  $pH_{H_2O}$  im  $A_H$ -Horizont von der Entwicklungstiefe der Böden ( $r=-0.3236$   $n=36$   $p\leq 3\%$ ). Hier könnte die Rolle der Bäume als Basenpumpe für den Oberboden eine wichtige Interpretationshilfe sein. Tiefwurzelnde Bäume wie die Buche sind bei pH-Werten über 5 im durchwurzelten Unterboden immer besser basenversorgt als solche, die auf tiefer entwickelten und somit auch tiefer entkalkten bzw. entbasten Unterböden stocken. Sie sorgen durch ihren basenreichen Bestandesabfall für eine gute Humusform und einen schnellen Umsatz der Nährstoffe, was auch der Krautschicht zu Gute kommt.

RUNGE (1983, 1984) berichtet über mittlere bis hohe austauschbare Aluminium-Gehalte in den Böden der Flattergras-Buchenwälder im Vergleich zu den Kontaktgesellschaften dieses Buchenwald-Typs, was mit den vorgefundenen Pufferbereichen des Oberbodens in Einklang steht. Als differenzierenden Bodenparameter für die Krautschichtvegetation stellt RUNGE (1983,1984) aber nicht die pflanzenverfügbare Al-Konzentration, sondern die Interaktion zwischen pflanzenverfügbarem Al und Ca heraus. Im Al/Ca-Verhältnis nimmt der Flattergrasbuchenwald eine Mittelstellung zwischen den kalkreichen und gut basenversorgten *Melico*- bzw. *Asperulo-Fageten* sowie *Stellario-Carpineten* in ihrer basenreichen Subassoziation und den bodensauren *Luzulo-Fageten*, *Fago-Querceten*, *Stellario-Carpineten* sowie *Betulo-Querceten* ein (RUNGE 1983). Dies bestärkt die Ansicht der Autoren, daß die basenpumpende Wirkung der Baumschicht im Flattergras-Buchenwald zu diesem im Vergleich zur hohen Al-Konzentration engen Al/Ca-Verhältnis und somit zu einer mesotraphenten Artenkombination in der Krautschicht führt. Dies sollte allerdings durch weitere Untersuchungen belegt werden.

Eine Häufung von Bodentypen in den einzelnen Pufferbereichen der Oberböden läßt sich nicht erkennen. Allerdings sind die meisten Böden, die einen F-Mull tragen, im Austauscher-Pufferbereich, und der Großteil der Böden mit mullartigem Moder im Al-Pufferbereich (Tab. 9). Die Oberböden von Profilen mit feinhumusarmen typischen

Tab. 9: Häufigkeit (%) der Pufferbereiche des Oberbodens bei unterschiedlichen Humusformen der Flattergras-Buchenwälder.

	Austauscher- Pufferbereich	Al- Pufferbereich	Al/Fe Pufferbereich
F-Mull	27.8	13.9	8.3
mullartiger Moder	8.3	22.2	8.3
feinhumusarmer Moder	0.0	8.3	2.8

Moder als Humusform befinden sich immer im Al- bzw. Al/Fe-Pufferbereich. Diese Tatsache läßt sich auch durch einen Rang-Korrelations-Koeffizienten zwischen dem C/N-Verhältnis und dem  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  des  $A_{\text{h}}$ -Horizontes ausdrücken ( $r=-0.4284$   $n=36$   $P\leq 1\%$ ). D.h., daß enge C/N-Verhältnisse bzw. gute Humusformen mit einem weniger saurem pH des Oberbodes einhergehen.

## 5. Wechselwirkungen zwischen der Krautschichtvegetation und Bodenparametern im Flattergras-Buchenwald

Betrachtet man die Beziehungen zwischen den mittleren Stickstoff- (mN) und mittleren Reaktionszahlen (mR) der Krautschichtvegetation und den gemessenen pH-Werten sowie C/N-Verhältnissen, so ergeben sich einige interessante Zusammenhänge (Tab. 10).

Tab. 10: Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizienten zwischen einigen mittleren Zeigerwerten und Bodenparametern.

Korrelation zwischen	r	n	Signifikanz P $\leq$
mN und C/N	-0.2760	33	10 %
mN und $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	0.4829	33	1 %
mR und $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	0.3133	33	5 %
mR und Kalktiefe in cm	0.0690	33	-

Die Korrelationen zwischen den mittleren Zeigerwerten und einigen gemessenen Bodenparametern sind signifikant, jedoch ist die Streuung sehr hoch, da die Artenkombination in der Krautschicht nicht allein von dem pH-Wert des Oberbodens oder der Humusform - ausgedrückt durch das C/N-Verhältnis - abhängt, sondern durch ein komplexes Standortsfaktoren-Gefüge geprägt wird, das durch den pH-Wert und das C/N-Verhältnis nur teilweise beschrieben wird. Die in Tabelle 10 aufgeführten Korrelationen zwischen den C/N-Verhältnissen des Oberbodens und der mittleren Stickstoffzahl der Krautschicht sowie die Zusammenhänge zwischen niedrigen pH-Werten des  $A_{\text{h}}$ -Horizontes und dem Auftreten von säurezeigenden Pflanzen sind deshalb nur als Trend zu verstehen. Aus der nicht vorhandenen Korrelation zwischen der mittleren Reaktionszahl und der Tiefe, in der im Boden Kalk ansteht, darf man folgern, daß die Krautschicht-Vegetation nicht direkt vom carbonatführenden Boden beeinflusst wird. Einschränkend muß allerdings betont werden, daß die mittleren Zeigerwerte auch untereinander gut korrelieren (Tab. 11) und hierdurch Scheinkorrelationen hervorgerufen werden können.

Tab. 11: Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizienten zwischen den mittleren Zeigerwerten der Krautschicht.

Korrelation zwischen	r	n	Signifikanz P $\leq$
mR und mN	0.7667	33	1 %
mR und mF	0.3031	33	5 %
mN und mF	0.3036	33	5 %

Setzt man das Auftreten der verschiedenen Varianten der typischen Subassoziation mit dem Vorhandensein bestimmter Humusformen und Pufferbereiche der  $A_{\text{h}}$ -Horizonte in Beziehung, so fällt auf, daß die zum *Asperulo-Fagetum* überleitende *Lamiastrum*-Variante und die typische Variante bevorzugt auf den besseren Humusfor-

men (F-Mull) und  $A_h$ -Horizonten, die sich im Austausch-Pufferbereich befinden, vorkommen (Tab. 12 u. 13). Die durch säuretolerante Arten geprägte *Lonicera*-Variante beschränkt sich dagegen in der Regel auf den mullartigen Moder und den feinhumusarmen Moder sowie auf die Aluminium und Aluminium/Eisen-Pufferbereiche. Sie steht auch deshalb ökologisch den auf saureren Böden stockenden *Fago-Querceten* oder *Luzulo-Fageten* näher.

Tab. 12: Häufigkeit (%) der Varianten der typischen Subassoziation des Flattergras-Buchenwaldes auf verschiedenen Humusformen.

	F-Mull	mullartiger feinhumusarmer	
		Moder	Moder
Lamiastrum-Variante	29.0	3.2	0.0
typische Variante	16.2	3.2	0.0
Lonicera-Variante	3.2	29.0	16.2

Die pflanzensoziologische Differenzierung in Varianten, wie sie BURRICHTER & WITTIG (1977) für die Typische Subassoziation vornahmen, kann also in weiten Teilen belegt werden. Dabei spielt nicht der pH-Wert des Oberbodens die differenzierende Rolle für die Krautschicht, sondern wichtiger ist die ionenpumpende Baumschicht mit ihrem basenreichen Bestandesabfall und dessen schneller Umsatz bei guter Humusform.

Tab. 13: Häufigkeit (%) der Varianten der typischen Subassoziation des Flattergras-Buchenwaldes auf verschiedenen Pufferbereichen des  $A_h$ -Horizontes.

	Austauscher-	Al-	Al/Fe-
	Pufferbereich	Pufferbereich	Pufferbereich
Lamiastrum-Variante	22.6	3.2	6.4
typische Variante	6.4	13.0	0.0
Lonicera-Variante	6.4	29.0	13.0

Für die Farn-Subassoziation liegt ein zu geringer Stichprobenumfang ( $n=3$ ) vor, um eine Zuordnung zu den Humusformen und Pufferbereichen des Oberbodens vorzunehmen.

## 6. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden 36 Bodenprofile unter Flattergras-Buchenwald in der Westfälischen Bucht aufgenommen und auf ihre pH-Werte ( $H_2O$  und  $KCl$ ),  $C_{Org}$  und  $N_t$ -Gehalte untersucht. Exemplarisch wurden einige typische Böden auf ihre Korngrößenzusammensetzung und ihre Gehalte an oxalat- und dithionitlöslichem Fe, Al und Mn-Gehalte analysiert.

Das Ausgangsmaterial der Bodenbildung ist Löß, der verschieden mächtig ist und oft einem Mergel bzw. einer kalkhaltigen Grundmoräne aufliegt, oder Mergel- bzw. Tonmergelstein. Alle untersuchten Böden sind oberflächlich entkalkt (mäßig bis stark sauer) aber oft in von Buchenwurzeln noch erreichbarer Tiefe carbonathaltig oder befinden sich zumindest in einem pH-Bereich, in dem eine gute Basenversorgung als gesichert gelten kann. 60% der untersuchten Böden haben im Laufe ihrer Entwicklung eine Tonverlagerung durchgemacht. Dementsprechend sind die am häufigsten anzu-

treffenden Böden Parabraunerden oder Parabraunerde-Braunerden, die verschieden stark pseudovergleyt sein können (Parabraunerde-Pseudogley). Weiterhin wurden Braunerden, Pseudogleye und Pelosole angetroffen. Alle Böden können als mittel bis gut basenversorgt und gut wasserversorgt eingestuft werden.

Die Humusformen der Böden sind F-Mull, mullartiger Moder oder feinhumusarmer Moder. Ebenfalls wie die Pufferbereiche des  $A_H$ -Horizontes (Austauscher-, Aluminium- und Aluminium/Eisen-Pufferbereich) sind auch die Humusformen in der Mitte des möglichen Spektrums angesiedelt.

Die pflanzensoziologische Untergliederung der typischen Subassoziation des Flattergras-Buchenwaldes in drei Varianten, wie sie BURRICHTER & WITTIG (1977) vornahmen, kann hinsichtlich der Humusformen und der Pufferbereiche des Oberbodens im wesentlichen bestätigt werden. Die zum *Melico-* bzw. *Asperulo-Fagetum* vermittelnde *Lamiastrum*-Variante ist auf Böden mit F-Mull und  $A_H$ -Horizonten im Austauscher-Pufferbereich am häufigsten, während dessen die durch azidotolerante Arten geprägte – zum *Fago-Quercetum* überleitende – *Lonicera*-Variante die andere Seite des Spektrums (mullartiger Moder und feinhumusarmer Moder sowie Al- und Al/Fe-Pufferbereiche des  $A_H$ ) ausfüllt. Die typische Variante nimmt eine mittlere Position ein (F-Mull und Al-Pufferbereich des  $A_H$ ).

Die Autoren bedanken sich bei den Waldbesitzern, die ihr Einverständnis zu den Untersuchungen gaben, bei den Mitarbeitern der Abteilung Geobotanik, die bei der Gelände- und Laborarbeit behilflich waren, und bei Frau U. Brockmann, die die Zeichnungen sehr sorgfältig anfertigte.

## Summary

Within the scope of this survey, 36 soil profiles were taken from the millet grass-beech forest in the Westphalian Bight (Münsterland region in Westphalia between Teutoburg Forest and the Ruhr river) and analysed to their pH values (H<sub>2</sub>O and KCl) and contents of organic carbon and total nitrogen. A number of typical soils was selected as examples to analyse the soil texture as well as the contents of oxalate and dithionite soluble Fe, Al and Mn.

The geological material for pedogenesis is loess, which rests with different thicknesses on marl, or on a calcareous ground moraine. All the soils analysed are decalcified on the surface (medium to strongly acid). At a depth still accessible by beech tree roots, they often contain lime or at least have a pH level at which a good supply of bases may be seen as assured. 60% of the soils showed a clay movement into the subsoil. Consequently, the soils most frequently encountered are gray brown podzolic soils (Lessivés) with transitions to brown earths, which can be pseudogleyated to differing degrees. Brown earths, pseudogleys and pelosols were also detected. All soils may be said to have a medium to good supply of bases, and may be classified as well watered.

The typical humus forms of the soils are F-mull, mull-like moder or moder low in fine humus. Like the buffer regions of the  $A_H$ -horizons (cation exchange, aluminium and aluminium/iron buffer region), the humus forms are also representing the centre of the possible spectrum. BURRICHTER & WITTIG (1977) classified three phytosociological variants of the typical subassociation of the millet grass-beech forest. These variants can be generally confirmed with respect to the humus forms and buffer regions in the topsoil. The *Lamiastrum* variant, which leads on to the *Melico-Fagetum*, is most frequently found on soils with F-mull and cation exchange buffer region in the  $A_H$ -horizons, whereas the *Lonicera* variant, characterized by species tolerant to acids – and which forms the transition to *Fago-Quercetum* – occupies the other end of the spectrum (mull-like moder and moder low in fine humus, together with the Al and Al/Fe buffer regions of the  $A_H$ ). The typical variant occupies a mean position (F-mull and Al buffer region of the  $A_H$ ).

## 7. Literaturverzeichnis

- AG BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 3. Aufl., 331 S., Stuttgart.
- BLUME, H. P. (1968): Zum Mechanismus der Marmorierung und Konkretionsbildung in Stauwasserböden. - Z. Pflanzenernährung Bodenk. **119**: 124-134.
- BLUME, H. P. & U. SCHWERTMANN (1969): Genetic evaluation of profile distribution of Aluminium, Iron and Manganese oxides. - Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **33**: 438-444.
- BURRICHTER, E. (1973): Die potentielle natürliche Vegetation in der Westfälischen Bucht (Erläuterungen zur Übersichtskarte 1 : 200 000). - Siedlung und Landschaft in Westfalen **8**, 58 S., Münster
- , (1976): Vegetationsräumliche und siedlungsgeschichtliche Beziehungen in der westfälischen Bucht. - Ein Beitrag zur Entwicklung der Kulturlandschaft. - Abh. Landesmus. Naturkde. Münster **38** (1): 3-14.
- BURRICHTER, E. & R. WITTIG (1977): Der Flattergras-Buchenwald in Westfalen. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. **19/20**: 377-382.
- DAHM-AHRENS, H. (1975): Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000. Erläuterungen zu Blatt C4306 Recklinghausen. - Geologisches Landesamt NRW, 92 S., Krefeld.
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobot. **9**, 2. Aufl., 122. S., Göttingen.
- ESKUCHE, U. (1978): Bodenwasserhaushalt von Wäldern in der westfälischen Bucht und im Wesergebiet nördlich von Minden. - Schriftenreihe der Landesanstalt für Wasser und Abfall des Landes NRW **37**: 1-63.
- GLAHN VON, H. (1981): Über den Flattergras- oder Sauerklee-Buchenwald (*Oxali-Fagetum*) der niedersächsischen und holsteinischen Moränenlandschaften. - Drosera **81** (2): 57-74.
- HESMER, H. & F. G. SCHROEDER (1963): Waldzusammensetzung und Waldbehandlung im niedersächsischen Tiefland westlich der Weser und in der Münsterschen Bucht bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. - Decheniana, Beiheft **11**, 303 S., Bonn.
- KUNTZE, H., J. NIEMANN, G. ROESCHMANN & G. SCHWERTFEGGER (1983): Bodenkunde. - 407 S., Stuttgart.
- MAAS, A. & E. MÜCKENHAUSEN (1971): Deutscher Planungsatlas Bd. I.: NRW, Lieferung 1: Böden. - Hannover.
- MEHRA, O. P. & M. L. JACKSON (1960): Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. - Clays and Clay Minerals **7**: 317-327.
- MERTENS, H. & K. H. WILL (1979): Bodenkarte Nordrhein Westfalen 1 : 100 000. Erläuterungen zu Blatt C4314 Gütersloh. - Geologisches Landesamt NRW, Krefeld, 100 S.
- MÜCKENHAUSEN, E. (1973): Pseudogleye und Gleye in der Bodengesellschaft der humiden, gemäßigt warmen Klimaregion. - In: SCHLICHTING, E. & U. SCHWERTMANN (Ed.): Pseudogley und Gley - Genese und Nutzung hydromorpher Böden. - Verhand. der Kommissionen V u. VI der Int. Bodenkdl. Ges., 147-157.
- , (1977): Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. - 2. Aufl., 300 S., Frankfurt.
- , (1982): Die Bodenkunde und ihre geologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen. - 2. Aufl., 579 S., Frankfurt.
- MUNSELL (1975): Soil Color Charts. - Munsell Color, Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, Baltimore, Maryland, USA.
- REHFUESS, K. E. (1981): Waldböden - Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. - 192 S., Hamburg und Berlin.
- RÜCKERT, E. & R. WITTIG (1984): Der Flattergras-Buchenwald im Spessart. - Ber. Bayr. Bot. Ges. **55**: 85-93.
- RUNGE, M. (1983): Zum Einfluß des Aluminiums auf die floristische Zusammensetzung von Waldgesellschaften des Münsterlandes. - Verhandl. Ges. Ökol. **11**: 339-350.
- , (1984): Bedeutung und Wirkung von Aluminium als Standortfaktor. - Düsseldorfer Geobot. Kolloq. **1**: 3-10.
- SCHAEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1982): Bodenkunde. - 11. Auflage, 394 S., Stuttgart.
- SCHIRMER, H. (1976): Deutscher Planungsatlas Band I: NRW, Lieferung 7: Klimadaten. - Hannover.

- SCHLICHTING, E. & H. P. BLUME (1966): Bodenkundliches Praktikum. – 209 S., Hamburg und Berlin.
- SCHWERTMANN, U. (1964): Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Lösung. – Z. Pflanzenernährung Bodenkd. **105**: 194-202.
- THOME, K. N., O. DEUTLOFF, H. D. DAHM, G. HERBST & G. KNAPP (1976): Deutscher Planungsatlas, Band I: NRW, Lieferung 8: Geologie. – Hannover.
- TRAUTMANN, W. (1969): Zur Geschichte des Eichen-Hainbuchenwaldes im Münsterland auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen. – Schriftenreihe Vegetationkd. **4**: 109-129.
- ,– (1972): Deutscher Planungsatlas Band I: NRW Lieferung 3: Potentielle natürliche Vegetation. – Hannover.
- ULRICH, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. – Z. Pflanzenernährung Bodenkd. **144**: 289-305.
- ULRICH, B., K. J. MEIWES, N. KÖNIG & P. K. KHANNA (1984): Untersuchungsverfahren und Kriterien zur Bewertung der Versauerung und ihrer Folge in Waldböden. – Der Forst- u. Holzwirt **11**: 278-286.
- WITTIG, R., H. J. BALLACH & C. J. BRANDT (1985): Increase of number of acid indicators in the herb layer of the Millet Gras-Beech forest of the Westphalian Bight. – Angew. Bot. **59**, 219-232.
- ZEZSCHWITZ VON, E. (1980): Analytische Kennwerte typischer Humusformen westfälischer Bergwälder. – Z. Pflanzenernährung Bodenkd. **143**, 692-700.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. Rüdiger Wittig, Dr. Willy Werner, Botanisches Institut der Universität Düsseldorf, Abteilung Geobotanik, Universitätsstraße 1, D-4000 Düsseldorf

# Bedeutung einer Ernährung von *Carex*-Arten mit Ammonium oder Nitrat für deren Vorkommen in Feuchtgesellschaften

Peter Janiesch

## Zusammenfassung

Untersucht wurden *Carex*-Arten aus Bruchwaldgesellschaften und deren Kontaktgesellschaften hinsichtlich ihres Stickstoffbedarfs. Arten sehr feuchter Bereiche (*C. pseudocyperus*, *C. elata*, *C. acutiformis*) bevorzugen Ammonium, während *C. remota* Nitrat bevorzugt. *C. elongata* kann beide Stickstoffquellen gut verwerten. Ursache für dieses Verhalten ist die unterschiedlich hohe Induzierbarkeit der Nitratreduktase. Arten der sehr feuchten Böden besitzen nur eine geringe Aktivität, während Arten der frischen Böden hohe Aktivitäten aufweisen können. Die Stickstoffgehalte der Pflanzen der Laborexperimente weisen gute Übereinstimmungen mit denen vom natürlichen Standort auf.

## 1. Einleitung

Erlenbrücher und deren Kontaktgesellschaften bilden in unserer Landschaft ein abwechslungsreiches Mosaik verschiedener Pflanzengesellschaften mit unterschiedlichen ökologischen Bedingungen (JANIESCH 1978, 1981). Innerhalb der einzelnen Assoziationen, Subassoziationen und Varianten sowie deren Kontaktgesellschaften ist die Menge des verfügbaren Stickstoffs sowie die Verteilung von Ammonium und Nitrat sehr unterschiedlich (JANIESCH 1980). Mit steigendem Bodenwassergehalt nimmt die Nitrifikation stetig ab, während sie beim Absinken des Bodenwassergehaltes im Sommer sehr hohe Werte erreichen kann. *Carex*-Arten stellen auf diesen Böden eine diagnostisch wichtige Gruppe dar. Um so erstaunlicher ist es, daß die Physiologie und der Mineralstoffhaushalt dieser Gattung bisher kaum untersucht worden ist. Ziel ökophysiologischer Forschung ist es, unter anderem physiologische Eigenschaften von Pflanzen in Beziehung zu ihrem Vorkommen am natürlichen Standort zu setzen. In den folgenden Untersuchungen soll dies bei *Carex*-Arten für den Standortfaktor Ammonium und Nitrat nachgewiesen werden.

## 2. Material und Methoden

Alle untersuchten Pflanzen wurden aus Saatgut vom natürlichen Standort im Labor auf Sand gezogen. Für die einzelnen Versuche wurden acht Wochen alte Pflanzen in einer Nährlösung n. Bruch (mod. siehe JANIESCH 1981) kultiviert. Stickstoff wurde in gestaffelter Form als Kaliumnitrat und Ammoniumsulfat zugesetzt. Der pH-Wert wurde täglich kontrolliert und auf pH 6.0 gehalten. Die Kulturexperimente wurden in einer Klimakammer durchgeführt (Tag 22 Grad, Nacht 18 Grad, Hell/Dunkel 16 zu 8 Stunden).

Der N-Gehalt wurde mit dem Mikro-Rapid-N/Automaten (Hereus) bestimmt. Die Extraktion und Bestimmung der verschiedenen N-Formen erfolgte nach einem

speziellen Extraktionsschema wie bei JANIESCH (1981) beschrieben. Die Extraktion und Reinigung der Nitratreduktase wurde nach BEEVERS et al. (1965), STULEN (1970) und JANIESCH (1973) durchgeführt. Die Enzymextraktion erfolgte immer zur gleichen Tageszeit, um Schwankungen der Nitratreduktase durch den diurnalen Rhythmus auszuschalten (JANIESCH 1973).

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Stoffproduktion bei steigender Ammonium- oder Nitratversorgung

Mineralstickstoff ist in der Lage, bei den hier untersuchten *Carex*-Arten eine den edaphischen Bedingungen entsprechende Reaktion hervorzurufen. Alle *Carex*-Arten reagieren zunächst positiv auf eine Ammonium- oder Nitratversorgung (Abb. 1 u. 2). Mit ansteigender Stickstoffversorgung wird die Stoffproduktion durch die beiden N-Formen unterschiedlich stark positiv oder negativ beeinflusst. *Carex*-Arten der sehr feuchten Verlandungsbereiche, *C. pseudocyperus*, *C. elata* und *C. acutiformis*, werden durch steigende Ammoniumversorgung stärker gefördert als durch Nitrat. So ist bei *C. pseudocyperus* die Biomasse bei 3 mmol Ammoniumangebot um 143%, bei *C. elata* um 171% und bei *C. acutiformis* um 171% höher als bei der entsprechenden Nitratversorgung (Abb. 1). Insbesondere ergeben die Wurzeln eine höhere Biomasse.

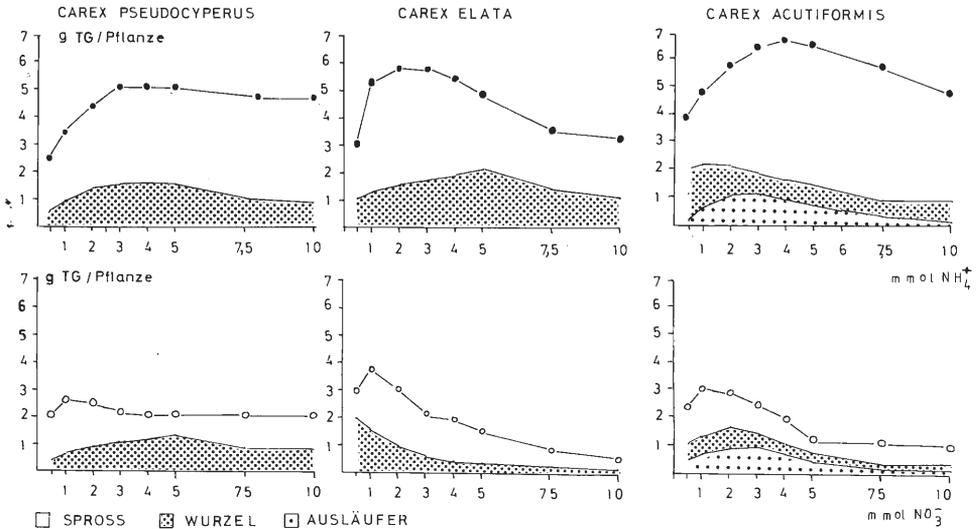


Abb. 1: Stoffproduktion verschiedener *Carex*-Arten bei steigender Ernährung mit Ammonium- oder Nitratsalzen in einer Wasserkultur (Kulturdauer 4 Wochen mit 12 Wochen alten Pflanzen).

*C. elongata* nimmt bei den untersuchten Arten eine Mittelstellung ein. Zwar wird bei Ammoniumernährung im Durchschnitt eine höhere Stoffproduktion erreicht, es ergibt sich jedoch auch ein Optimum bei mittleren Nitratkonzentrationen von 2.5 mmol (Abb. 2). Ähnlich wie bei den *Carex*-Arten der sehr feuchten Bereiche ist der hohe Anteil der Wurzelbiomasse an der Gesamtstoffproduktion bei Ammoniumernährung bemerkenswert.

Völlig anders reagiert dagegen *C. remota* (Abb. 2). Zunächst steigt die Stoffproduktion bis zu einer Ernährung von 2 mmol an, verringert sich aber bei noch weiter steigen-

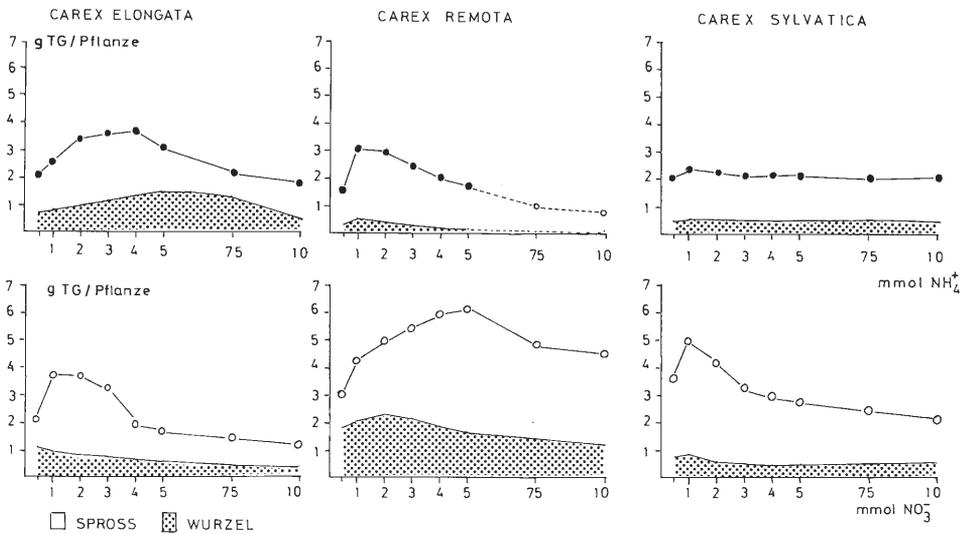


Abb. 2: Stoffproduktion verschiedener *Carex*-Arten bei steigender Ernährung mit Ammonium- oder Nitratsalzen in einer Wasserkultur (Kulturdauer 4 Wochen mit 12 Wochen alten Pflanzen).

dem Ammoniumangebot. Besonders ausgeprägt ist dies bei den Wurzeln. Bei einer Ernährung über 5 mmol Ammonium werden die Pflanzen bei länger dauernden Kulturen letal geschädigt. Anders dagegen reagiert sie auf ein Nitratangebot. Von 0.5 bis 5.0 mmol Nitrat wird die Stoffproduktion kontinuierlich gesteigert. Bei 5 mmol Nitratangebot wird gegenüber einer Versorgung mit Ammonium 258% mehr Biomasse produziert (Abb. 2).

*C. sylvatica* wird durch eine steigende Stickstoffernährung nicht so nachhaltig beeinflusst wie die bisher besprochenen Arten. Bei einer Ernährung mit 1 mmol Nitrat wird bereits das Optimum erreicht. Darüber hinaus wird weniger Biomasse produziert. Gleiches gilt für die gesamte Pflanze bei Ammoniumernährung von 0.5-10.0 mmol.

### 3.2 Die Gehalte der Blätter und Wurzeln an verschiedenen Stickstoffverbindungen

Die unterschiedliche Wachstumsförderung der einzelnen *Carex*-Arten durch Ammonium- oder Nitrationen weist auf eine verschiedene Assimilation beider Mineralstoffe hin. Dabei muß zwischen der eigentlichen Aufnahme und der enzymatischen Assimilation, die schließlich zum Aufbau von Proteinen führt, unterschieden werden. Erste Hinweise ergeben die Bestimmung wichtiger Stickstoffverbindungen in den einzelnen Organen.

Besprochen werden sollen in diesem Zusammenhang *C. elata*, *C. elongata* und *C. remota* (Tab. 1, 2, 3). Der Gesamtstickstoffgehalt der Pflanzen läßt nur wenig Rückschlüsse auf den Stickstoffwechsel zu. Mit steigender Ammonium- oder Nitraternährung nimmt der Gesamtstickstoffgehalt aller Pflanzen zu. Innerhalb der einzelnen Stickstoffverbindungen ergeben sich jedoch artspezifische Unterschiede. Steigende Nitraternährung führt bei allen Arten zu einer verstärkten Anreicherung von Nitrat vorzugsweise in den Blättern. Die Konzentration in den Wurzeln steigt stets langsamer

und in unterschiedlicher Weise bei den einzelnen Arten. Bei der Ammoniumart *C. elata* (Tab. 1) steigt der Nitratgehalt in den Wurzeln in gleicher Weise wie das Nitratangebot in der Nährlösung. Die nitratbevorzugende Art *C. remota* (Tab. 3) speichert ebenfalls in den Blättern vermehrt Nitrat, in den Wurzeln hingegen bleibt die Nitratkonzentrationen bei allen Nitratstufen weitgehend gleich. Erstaunlich ist jedoch der verhältnismäßig hohe Ammoniumgehalt bei Nitraternährung.

Tab. 1 Stickstoffgehalte der Blätter und Wurzeln von *Carex elata* bei steigender Nitrat- und Ammoniumernährung in einer Wasserkultur. (Kulturdauer 4 Wochen mit 12 Wochen alten Pflanzen)

mg N / 1g Trockengewicht						
NO <sub>3</sub> -Angebot mmol	Gesamt-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	lös.-N	Lösliche unlösliche Proteine	
Blätter						
0.5	15.781	0.140	0.709	0.378	10.497	4.057
1.0	15.238	0.166	0.201	1.016	8.462	5.393
2.5	14.948	0.380	0.336	1.640	8.401	4.191
5.0	15.720	0.587	1.940	3.495	6.620	3.078
10.0	13.477	1.158	1.973	5.613	4.719	1.056
Wurzeln						
0.5	5.435	0.138	0.436	- - -	3.869	0.992
1.0	6.869	0.194	0.517	1.704	3.311	1.143
2.5	8.540	0.279	1.997	1.703	3.152	1.409
5.0	9.418	0.689	1.948	2.353	2.917	1.511
10.0	9.619	0.947	1.857	3.272	2.056	1.487
NH <sub>4</sub> -Angebot mmol						
Blätter						
0.5	20.757	0.097	1.473	0.253	10.473	8.471
1.0	22.632	0.093	2.383	0.248	10.589	9.319
2.5	25.721	0.144	2.684	0.289	10.147	12.487
5.0	26.786	0.113	3.739	0.471	8.987	13.481
10.0	22.349	0.113	3.461	0.639	7.947	10.189
Wurzeln						
0.5	13.787	0.107	0.987	0.147	2.073	10.473
1.0	19.065	0.121	1.845	0.273	2.137	14.689
2.5	24.243	0.127	4.739	0.498	2.006	16.873
5.0	31.321	0.125	9.131	0.487	1.847	19.731
10.0	29.146	0.125	10.476	0.631	1.763	16.151

Bei Ammoniumernährung ist in den Pflanzen der Nitratgehalt erwartungsgemäß niedrig. Die Ammoniumkonzentrationen erreichen nur bei *C. elata* ähnlich hohe Werte wie bei Nitraternährung. Anders dagegen verhält sich *C. remota*. Die Ammoniumkonzentrationen in den Blättern erreichen bei der höchsten Ammoniumstufe 12.87 mg pro 1g Trockengewicht und sind damit viermal so hoch wie der Durchschnitt bei den Ammonophyten (Tab. 3). Noch höher sind die Konzentrationen in den Wurzeln mit 24.72 mg pro 1g Trockengewicht. Die toxischen Schäden bei *C. remota* sind wohl auf diese hohen Konzentrationen zurückzuführen, die zu erheblichen osmotischen Problemen führen müssen.

Auffälligster Unterschied bei Ammonium- oder Nitraternährung ist die Konzentration an pufferlöslichen und unlöslichen Proteinen in den einzelnen Pflanzenorganen. Bei dem Ammonophyten *C. elata* wird bei einer Ernährung mit 0.5 mmol Nitrat in den Wurzeln eine Konzentration von 0.992 mg pro 1g Trockengewicht erreicht (Tab. 1)

während es bei Ammoniumernährung mit 10.473 mg mehr als das 10-fache ist (Tab. 3). *C. remota* erweist sich auch bei der Bildung von Proteinen als Art mit besserer Nitratverwertung. Nur bei ausreichendem Nitratangebot werden dabei größere Mengen an Proteinen gebildet. So steigt die Konzentration an pufferunlöslichen Proteinen bei einer Ernährung von 0.5 mmol bis 2.5 mmol Nitrat von 10.405 bis 20.836 mg pro 1g Trockengewicht an. Bei gleicher Ammoniumernährung ist die Konzentration an Proteinen mehr als die Hälfte niedriger.

Tab. 2 Stickstoffgehalte der Blätter und Wurzeln von *Carex elongata* bei steigender Nitrat- und Ammoniumernährung in einer Wasserkultur. (Kulturdauer 4 Wochen mit 12 Wochen alten Pflanzen)

mg N / 1g Trockengewicht						
NO <sub>3</sub> -Angebot mmol	Gesamt-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	lös1.-N	lösliche unlösliche Proteine	
Blätter						
0.5	13.049	0.483	0.387	0.743	3.344	8.092
1.0	17.223	0.819	0.745	1.360	3.930	10.092
2.5	17.946	0.835	0.806	1.491	3.794	10.360
5.0	19.432	2.212	1.040	2.352	3.491	10.337
10.0	20.719	2.973	1.237	3.679	2.783	10.047
Wurzeln						
0.5	9.428	0.943	0.432	- - -	1.017	7.036
1.0	10.879	0.960	0.244	0.821	1.032	7.840
2.5	11.705	0.992	0.308	1.962	1.069	7.374
5.0	10.442	1.091	0.338	2.117	1.070	5.826
10.0	10.310	1.539	0.376	3.378	1.070	3.947
NH <sub>4</sub> -Angebot mmol						
Blätter						
0.5	12.029	0.238	0.959	0.438	2.818	7.576
1.0	14.830	0.332	1.417	1.087	3.128	8.866
2.5	16.849	0.344	1.683	2.495	3.533	8.794
5.0	16.734	0.433	2.435	1.922	3.744	8.504
10.0	17.757	0.407	3.173	1.921	3.739	8.517
Wurzeln						
0.5	10.187	0.167	0.732	- - -	3,772	5.516
1.0	18.420	0.168	1.062	0.023	3.048	13.119
2.5	22.761	0.151	3.188	1.473	3.332	14.617
5.0	23.789	0.139	3.535	1.431	3.309	15.375
10.0	25.228	0.079	6.431	2.915	2.087	13.716

### 3.3. Die Nitratreduktaseaktivität in den Blättern und Wurzeln von *Carex*-Arten

Die Assimilation der Ammonium- oder Nitrationen erfolgt, wenn sie einmal aufgenommen sind, auf unterschiedlichem Wege. Ammonium wird in den meisten Pflanzen nicht gespeichert, sondern kann über den Glutamat-Dehydrogenase Weg oder die Reaktionskette Glutamin-Synthetase/Glutamat-Synthase zur Bildung von Glutamat und Glutamin führen (MIFLIN & LEA 1976). Im Falle des Nitrats, das in einigen Pflanzen in größeren Mengen gespeichert werden kann, ist eine Reduktion mittels Nitratreduktase/Nitritreduktase vorgeschaltet. Ursache für die Unterschiede im Stickstoffwechsel der einzelnen Arten dürfte in erster Linie die Fähigkeit sein, Nitrat zu reduzieren.

In vielen Versuchen konnte eine Substratinduzierung der Nitratreduktase nachgewiesen werden. Bei *Carex*-Arten mit Bevorzugung der Ammoniumernährung (*C. pseu-*

Tab. 3 Stickstoffgehalte der Blätter und Wurzeln von *Carex remota* bei steigender Nitrat- und Ammoniumernährung in einer Wasserkultur. (Kulturdauer 4 Wochen mit 12 Wochen alten Pflanzen)

mg N / g Trockengewicht						
NO <sub>3</sub> -Angebot mmol	Gesamt-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	lösli.-N	lösliche Proteine	unlösliche Proteine
Blätter						
0.5	15.380	0.391	1.091	0.489	3.004	10.405
1.0	20.201	0.423	1.280	0.489	3.155	14.854
2.5	27.157	0.552	1.560	0.892	3.317	20.836
5.0	24.097	0.885	1.824	0.974	3.402	17.012
10.0	18.676	1.243	1.671	0.702	3.951	11.109
Wurzeln						
0.5	14.751	0.151	0.167	0.231	5.165	9.037
1.0	16.011	0.149	0.153	0.841	2.467	11.661
2.5	23.449	0.143	0.893	1.305	2.189	18.919
5.0	24.051	0.142	1.011	1.471	1.866	19.561
10.0	25.308	0.167	2.137	1.671	1.547	19.756
NH <sub>4</sub> -Angebot						
mmol						
Blätter						
0.5	12.513	0.274	2.947	0.710	4.004	4.582
1.0	16.036	0.274	4.653	2.359	4.054	4.696
2.5	24.599	0.273	8.638	5.979	4.406	5.303
5.0	31.968	0.298	12.870	8.448	4.348	6.004
10.0	alle Pflanzen abgestorben					
Wurzeln						
0.5	17.047	0.164	9.231	0.617	2.286	4.749
1.0	30.733	0.128	16.714	1.819	3.197	8.882
2.5	33.712	0.091	19.837	3.137	3.208	7.439
5.0	32.680	0.043	24.719	3.715	2.017	2.186
10.0	alle Pflanzen abgestorben					

*docyperus*, *C. elata*, *C. acutiformis*) wird trotz steigenden Nitratangebotes und eines Anstiegs des Nitrats in der Pflanze nur ein geringer Anstieg der Gesamtaktivität festgestellt (Tab. 4). Die Aktivitäten sind mit 513 bis 595 nmol NO/2 pro Stunde und 1g Frischgewicht bei *C. pseudocyperus* und *C. elata* sehr gering. *C. acutiformis* erreicht mit 898 nmol NO/2 nur geringfügig höhere Werte. Ebenso sind die spezifischen Aktivitäten der gereinigten Enzymextrakte bei den drei Arten erwartungsgemäß niedrig und übersteigen 176 nmol NO/2 pro Stunde pro mg Protein nicht. Noch geringer sind die Aktivitäten der Nitratreduktase in den Wurzeln.

Die geringe Nitratreduktaseaktivität der Blätter und Wurzeln ist jedoch nicht für alle *Carex*-Arten typisch. Im Gegensatz zu den drei Arten der sehr feuchten Bereiche lassen sich in den Blättern von *C. elongata*, *C. remota* und *C. sylvatica* höhere Gesamt- und spezifische Aktivitäten induzieren (Tab. 5). Die höchsten Gesamtaktivitäten wurden bei *C. remota* gefunden. Bei einem Nitratangebot von 5 mmol in der Nährlösung wurde mit 6032 nmol NO/2 pro Stunde und 1g Frischgewicht die höchste Aktivität festgestellt. Gegenüber *C. elata* erreicht die Aktivität etwa 10-fach höhere Werte. Demnach ist *C. remota* in der Lage, entsprechend mehr Nitrat zu reduzieren und schließlich über die Bildung von Aminosäuren in Proteine umzusetzen. Der vermehrte Nitratumsatz bezieht sich jedoch nur auf die oberirdische Biomasse, da in den Wurzeln nur geringe Aktivitäten der Nitratreduktase gemessen wurden. *C. elongata* ist ebenfalls in der Lage, bei steigender Nitraternährung die Aktivität der Nitratreduktase in den Blättern zu stei-

Tab. 4 Nitratreduktase-Aktivität der Blätter und Wurzeln von Carex-Arten der feuchten Subassoziationen und Varianten von Erlenbruchwald-Gesellschaften bei steigender Nitratversorgung von 0.5 - 10.0 mmol NO<sub>3</sub> unter kontrollierten Bedingungen einer Wasserkultur. (Kulturdauer 14 Tage mit 12 Wochen alten Pflanzen)

Blätter			Wurzeln	
Nitratreduktase - Aktivität nmol NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> pro Stunde				
Nitrat-Angebot	Gesamt g/FG	spezifisch mg Prot.	Gesamt g/FG	spezifisch mg Prot.
<i>Carex pseudocyperus</i>				
0.5	193 ± 21	17 ± 5	537 ± 57	172 ± 32
1.0	272 ± 24	24 ± 5	937 ± 41	228 ± 41
2.5	326 ± 26	22 ± 4	960 ± 74	265 ± 51
5.0	513 ± 41	176 ± 21	1075 ± 124	412 ± 53
10.0	423 ± 61	140 ± 33	988 ± 107	397 ± 46
<i>Carex acutiformis</i>				
0.5	217 ± 31	30 ± 3	Gesamt - Aktivität unter 50	
1.0	739 ± 56	96 ± 12		
2.5	898 ± 61	133 ± 22		
5.0	743 ± 48	116 ± 16		
10.0	473 ± 26	45 ± 6		
<i>Carex elata</i>				
0.5	439 ± 21	52 ± 3	130 ± 12	104 ± 9
1.0	569 ± 24	68 ± 6	105 ± 8	52 ± 6
2.5	595 ± 31	83 ± 9	105 ± 11	52 ± 4
5.0	471 ± 46	68 ± 13	118 ± 15	68 ± 7
10.0	115 ± 26	11 ± 2	120 ± 16	82 ± 11

Tab. 5 Nitratreduktase - Aktivität der Blätter und Wurzeln von Carex - Arten der Erlenbruchwaldgesellschaften und deren Kontaktgesellschaften bei steigender Nitratversorgung von 0.5 - 10.0 mmol NO<sub>3</sub> unter kontrollierten Bedingungen einer Wasserkultur. (Kulturdauer 14 Tage mit 12 Wochen alten Pflanzen)

Blätter			Wurzeln	
Nitratreduktase - Aktivität nmol NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> pro Stunde				
Nitrat-Angebot	Gesamt g/FG	spezifisch mg Prot.	Gesamt g/FG	spezifisch mg Prot.
<i>Carex elongata</i>				
0.5	445 ± 74	46 ± 2	343 ± 53	148 ± 17
1.0	906 ± 46	101 ± 9	393 ± 78	170 ± 26
2.5	2227 ± 133	285 ± 17	372 ± 64	202 ± 19
5.0	1268 ± 57	141 ± 9	352 ± 58	239 ± 17
10.0	386 ± 16	37 ± 4	296 ± 38	209 ± 14
<i>Carex remota</i>				
0.5	946 ± 31	168 ± 7	668 ± 31	783 ± 31
1.0	2136 ± 131	547 ± 13	843 ± 29	369 ± 17
2.5	5035 ± 127	834 ± 14	547 ± 23	262 ± 16
5.0	6032 ± 98	1434 ± 22	578 ± 21	478 ± 21
10.0	2909 ± 47	649 ± 9	419 ± 19	267 ± 14
<i>Carex sylvatica</i>				
0.5	2282 ± 79	247 ± 6	437 ± 23	338 ± 11
1.0	2746 ± 68	294 ± 8	461 ± 26	215 ± 13
2.5	2827 ± 71	286 ± 7	467 ± 17	230 ± 9
5.0	3022 ± 60	339 ± 8	315 ± 21	240 ± 16
10.0	3017 ± 63	268 ± 8	215 ± 14	205 ± 12

gern (Tab. 8). Die Aktivität ist jedoch gegenüber *C. remota* um 63 % niedriger. Sie zeigt in den Wurzeln keine Besonderheiten. Die Aktivität der Nitratreduktase in den Blättern von *C. sylvatica* erreicht ähnlich hohe Werte wie bei *C. elongata*. Auffällig ist jedoch, daß die Aktivität weitgehend unabhängig vom Nitratangebot ist. Schon bei geringer Nitraternährung (0.5 mmol) wurde eine Gesamtaktivität von 2282 nmol NO<sub>2</sub> pro Stunde pro 1g Frischgewicht erreicht. Bei der höchsten Nitratstufe stieg die Aktivität insgesamt nur um 25 %. Die Aktivitäten der Wurzeln sind denen der anderen Pflanzen vergleichbar.

### 3.4 Stickstoffkonzentration in den Pflanzen am natürlichen Standort

Untersuchungen im Labor unter kontrollierten Bedingungen können nicht mit letzter Sicherheit über die Bedingungen am natürlichen Standort Aufschluß geben. Zum einen wirken am Standort eine Reihe unterschiedlicher Faktoren gleichzeitig, zum anderen sind auch Veränderungen besonders der Mineralstoffkonzentrationen im Verlauf der Vegetationsperiode zu erwarten. Daher ist es notwendig, physiologische Vorgänge und Mineralstoffgehalte von Pflanzen aus Laborversuchen mit denen am natürlichen Standort zu vergleichen. Für diesen Vergleich wurden *C. elata*, *C. elongata* und *C. remota* ausgewählt, die unterschiedliche Stickstoffarten darstellen.

Die Analysen der Konzentrationen verschiedener Stickstoffverbindungen der Blätter und Wurzeln der einzelner *Carex*-Arten ergeben gute Übereinstimmungen mit den Laborergebnissen (Tab. 6). Die Konzentrationen an Nitrat und Ammonium spiegeln die jahreszeitlichen Veränderungen dieser Nährstoffe im Boden wieder. In den Sommermonaten Juli/August werden bei *C. remota* die höchsten Nitratkonzentrationen in den Blättern und Wurzeln gefunden. Anfang des Jahres tritt bei dieser Art auch eine Erhöhung des Ammoniumgehaltes auf. In den übrigen Jahreszeiten ist der Ammoniumgehalt gering.

Die *Carex*-Arten der feuchten Bereiche *C. elata* und *C. elongata* speichern bedeutend weniger Nitrat im Verlauf der Vegetationsperiode als die Art der frischen Bereiche (Tab. 6). In diesen Arten werden besonders in den Frühjahrsmonaten beträchtliche Ammoniumkonzentrationen vornehmlich in den Blättern gespeichert. Bei *C. elongata* wird der Wechsel zur Nitraternährung im Juli durch den Anstieg der Nitratkonzentration in den Blättern deutlich. Sie erweist sich auch hier, wie bei den Laboruntersuchungen, als Art, die beide Nährstoffe nutzen kann.

Die Konzentrationen an Proteinen sind einem jahreszeitlichen Wechsel unterworfen. Junge Pflanzen besitzen geringere Gehalte, die im Verlauf des Jahres zunehmen. Am Ende der Vegetationsperiode kommt es zu einer Verringerung der unlöslichen Proteine bei allen Pflanzen. Ursache dürfte wohl eine Verlagerung von Stickstoffverbindungen in die unterirdischen Organe sein.

Die Konzentrationen der Wurzeln an verschiedenen Stickstoffverbindungen ergeben dagegen keine ausreichende Übereinstimmung mit Laborergebnissen. Zwar werden vergleichbare Konzentrationen an Ammonium und Nitrat bestimmt, die Konzentrationen an unlöslichen Proteinen sind am Standort geringer. Auch waren bei den Wurzelanalysen die statistischen Streuungen der Einzelwerte höher als bei den Blättern. Dies ist wohl auf methodische Schwierigkeiten bei der Erfassung repräsentativer Wurzelmen gen zurückzuführen. Da die Pflanzen, anders als im Kulturexperiment, mehr oder weniger ungehindert ein großes Bodenvolumen durchwurzeln können, treten am

Standort große Unterschiede in der Größe und dem Alter der Wurzeln auf. Ohne einen Standort, der in den meisten Fällen in einem Naturschutzgebiet liegt, völlig zu zerstören, lassen sich keine differenzierten vergleichenden Gesamtwurzelnanalysen vorlegen.

Tab. 6 Stickstoffgehalte der Blätter und Wurzeln von *Carex elata*, *Carex elongata* und *Carex remota* am natürlichen Standort eines *Carici eleongatae - alnetum glutinosae* im Verlauf der Vegetationsperiode.

	Gesamt-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	lös1.-N	lösliche Proteine	unlösliche
CAREX ELATA						
Blätter						
Februar	19.106	- ---	1.123	0.931	9.947	7.105
Mai	19.230	- ---	0.847	- ---	4.557	13.826
Juli	21.937	0.205	0.105	- ---	4.483	17.144
August	20.287	0.120	- ---	- ---	6.175	14.093
Oktober	24.185	0.120	1.261	0.437	9.544	12.823
Wurzeln						
Februar	6.287	- ---	0.406	- ---	4.163	1.718
Mai	6.004	- ---	0.054	- ---	4.057	1.893
Juli	7.987	0.103	0.067	- ---	3.819	3.998
August	8.437	0.117	0.067	- ---	3.824	4.432
Oktober	9.240	0.054	1.135	0.138	5.437	2.476
CAREX ELONGATA						
Blätter						
Februar	29.962	0.091	1.623	1.487	12.738	14.023
Mai	25.204	0.043	0.737	0.846	11.105	12.473
Juli	20.064	0.215	0.091	0.437	7.505	11.816
August	21.068	0.187	0.171	0.415	8.750	11.545
Oktober	30.314	0.091	0.359	1.798	12.728	15.338
Wurzeln						
Februar	10.387	0.062	0.567	- ---	5.523	4.235
Mai	7.183	0.034	0.089	- ---	5.301	1.759
Juli	7.239	0.115	0.054	- ---	5.193	1.877
August	7.468	0.215	0.054	- ---	5.158	2.041
Oktober	10.571	0.127	0.745	- ---	5.481	4.218
CAREX REMOTA						
Blätter						
Februar	26.940	0.203	0.194	0.216	15.031	11.296
Mai	28.448	0.417	0.069	- ---	8.960	19.002
Juli	18.991	0.704	0.050	- ---	4.376	13.861
August	18.828	0.867	0.057	- ---	4.095	13.809
Oktober	28.746	1.641	0.057	0.319	17.391	9.338
Wurzeln						
Februar	7.056	0.011	0.479	- ---	2.480	4.095
Mai	7.797	0.123	0.089	- ---	6.239	1.435
Juli	6.811	0.819	0.017	- ---	4.301	1.674
August	6.201	0.847	0.014	- ---	4.666	0.674
Oktober	8.290	0.215	0.419	- ---	.542	3.114

## 4. Diskussion

Die vorliegenden Untersuchungen stellen den Versuch dar, Beziehungen zwischen pflanzensoziologischer Gliederung, edaphischen Bedingungen und der Physiologie von *Carex*-Arten darzustellen. *Carex*-Arten sind bisher kaum ökophysiologisch untersucht worden. Ebenso fehlen stoffwechselphysiologische Untersuchungen über diese

Pflanzengattung. Ausnahme bilden die Arbeiten von ATWELL et al. (1980) sowie VEERKAMP & KUIPER 1982a, b) über die Phosphat- und Kaliumaufnahme von *Carex*-Arten oligotropher und eutropher Standorte. Dies ist um so bedauerlicher, da sie häufig pflanzensoziologisch wichtige diagnostische Arten sind. Ihre besondere Eignung für ökologische Fragestellungen ergibt sich dadurch, daß innerhalb der Gruppe verschiedene Arten unter unterschiedlichen ökologischen Bedingungen wachsen können. So werden die Faktoren naß bis trocken und mineralstoffarm bis reich von *Carex*-Arten repräsentiert.

Aus der Vielzahl der an einem Standort auftretenden Faktoren stellt der Stickstoff, in Form von Ammonium und/oder Nitrat, in Feuchtgesellschaften einen wichtigen Standortfaktor dar (ELLENBERG 1978). Stickstoff wird dabei von allen Nährstoffen aus dem Boden quantitativ am meisten aufgenommen (LEE & STEWART 1978, BAUMEISTER & ERNST 1978). Die hier untersuchten *Carex*-Arten wachsen auf sehr nassen bis hin zu frischen Standorten. Innerhalb dieser Böden ist Ammonium und Nitrat sehr unterschiedlich verteilt (JANIESCH 1981). Ähnliches gilt für Phosphat und Kalium (ATWELL et al. 1980). *Carex*-Arten der verschiedenen Standorte reagieren deutlich unterschiedlich auf eine Ernährung mit Nitrat oder Ammonium als Stickstoffquelle. Äußerlich erkennbares Zeichen dieser Reaktion ist die veränderte Stoffproduktion bei steigender Ammonium- oder Nitraternährung. In vielen Untersuchungen wird diese Reaktion vom pH-Wert der Kulturlösung abhängig gemacht. So wird bei neutraler bis alkalischer Reaktion die Ammoniumaufnahme und bei saurer die Nitrataufnahme bevorzugt (MICHAEL et al. 1966, MERKEL 1973, CLARKSON & WARNER 1979). Dieses Verhalten entspricht meist nicht den ökologischen Gegebenheiten. So tritt Ammonium häufig in armen und sauren Böden als alleinige Stickstoffquelle auf. So findet man z. B. in Bruchwäldern (JANIESCH 1978, 1980, 1981) Ammonium in größeren Mengen in sauren bis schwach sauren Böden. In den hier vorgelegten Versuchen wurde der pH-Wert entsprechend den natürlichen Verhältnissen konstant auf pH 6 gehalten.

Bei diesen Bedingungen wachsen Arten der sehr feuchten Bereiche wie *C. elata*, *C. pseudocyperus* und *C. acutiformis* besser mit Ammonium als mit Nitrat und ergeben somit eine Parallele zu den edaphischen Bedingungen an ihren natürlichen Standorten (JANIESCH 1978, 1981). *C. remota* als Kennart einer vergleichsweise trockenen Variante eines *Carici elongatae* Aletum (JANIESCH 1981) bevorzugt dagegen Nitrat als Stickstoffquelle, was in diesen Böden auch während der Sommermonate in hohen Konzentrationen auftreten kann. Ammonium führt bereits bei Konzentrationen über 5 mmol zu toxischen Reaktionen. Diese Konzentrationen können aber zu bestimmten Jahreszeiten in wassergesättigten Böden typischer Erlenbruchwälder auftreten und sind somit wohl auch Ursache für den Ausschluß dieser Art von solchen Standorten. Auf der anderen Seite führt die schlechte Ausnutzung des Nitrats durch *C. elata*, *C. acutiformis* und *C. pseudocyperus* zu einer geringeren Konkurrenzkraft an den im Verlauf des Jahres trockener werdenden Standorten. Das häufig zahlreiche Vorkommen von *C. elongata* über einen weiten Bereich mit wechselnden Bodenbedingungen innerhalb eines *Carici elongatae* Aletum hängt wohl mit der Möglichkeit zusammen, Ammonium als auch Nitrat in einen gewissen Umfang positiv zu nutzen. *C. sylvatica* weist keine so ausgeprägte Reaktion auf die N-Versorgung eines Standortes auf und macht sie so zu keiner zuverlässigen Art zur Beurteilung der Stickstoffverhältnisse eines Standortes.

Die Reaktion der *Carex*-Arten auf eine Ernährung mit Nitrat oder Ammonium weist auf eine unterschiedliche Leistungsfähigkeit einzelner Stoffwechselwege hin. CLARKSON & WARNER (1979) nehmen für Ammonium und Nitrat unterschiedliche Aufnahmemechanismen an. Es wäre denkbar, daß sich Ammonophyten und Nitrophyten bereits bei der Aufnahme unterscheiden. Bei der Nitrataufnahme spricht jedoch

dagegen, daß zum einen bei steigender Nitratversorgung auch steigende Nitratmengen in der Pflanze gefunden wurden, daß zum anderen die Nitratkonzentrationen in den Pflanzen nicht so hoch sind, daß bereits Schäden zu erwarten sind. Anders verhält es sich mit der Ammoniumaufnahme bei Nitrophyten wie *C. remota*. Steigende Ammoniumversorgung führt zu einer übermäßig starken Aufnahme bzw. Konzentration von Ammonium in den Blättern und Wurzeln. Bei Ammonophyten wie *C. elata* tritt das nicht auf. Möglicherweise fehlt Arten wie *C. remota* die Fähigkeit zu einer kontrollierten Aufnahme von Ammonium. Als wichtigstes Ergebnis sind jedoch die Unterschiede in der enzymatischen Stickstoffassimilation zu werten. Entscheidende Ursache der geringen Verwertbarkeit von Nitrat bei *C. elata*, *C. pseudocyperus* und *C. acutiformis* ist die geringe Aktivität bzw. Induzierbarkeit der Nitratreduktase. Dies hat Konsequenzen für die Stoffproduktion und die Konkurrenzkraft der Pflanzen. BLACKWOOD und HALLAN (1979) weisen in ihren Untersuchungen auf enge Beziehungen der Nitratreduktaseaktivität und der Stoffproduktion hin. Bei Untersuchungen der Nitratreduktaseaktivität halophiler Pflanzengesellschaften (STEWART et al. 1972, 1973) lassen sich ähnliche Beziehungen herleiten. Auf in ihrer Höhe unterschiedliche Aktivitäten weisen LEE & STEWART (1978) bei Arten vieler Pflanzengesellschaften hin. So werden bei Arten feuchter und saurer Standorte niedrige und bei Ruderalpflanzen hohe Nitratreduktaseaktivitäten bestimmt. Auf ökologisch relevante Unterschiede bei der Nitratreduktion von *Plantago lanceolata* und *Plantago major* weisen STULEN et al. (1981a, b) hin. Für Waldbodenarten geben HIPKIN et al. (1984) eine mittlere Aktivität von 4300 nmol NO<sub>2</sub>/2 pro Stunde und 1g Frischgewicht an, für Waldsaumarten 1300 nmol. Die *Carex*-Arten der sehr feuchten Bereiche weisen durchschnittlich niedrige, *C. remota* dagegen vergleichsweise ähnlich hohe Aktivitäten wie Ruderalpflanzen auf (HIPKIN et al. 1984). Typische Ruderalpflanzen wie *Chenopodium album* können dagegen auch mit 14000 nmol wesentlich höhere Aktivitäten aufweisen (AUSTENFELD 1972). Für *Anthriscus sylvestris* aus nitrophilen Säumen gibt JANIESCH (1973) ähnlich hohe Aktivitäten an. Hierbei kann die potentielle Aktivität der Nitratreduktase bei diesen Nitrophyten aus Saumgesellschaften ebenfalls als Indikator für einen Standortfaktor angesehen werden. Ob die fehlende Aktivität in den Blättern und Wurzeln auf mangelnde Bildung oder Hemmung des Enzyms zurückzuführen ist, läßt sich mit den hier angewandten Methoden nicht klären. WEISSMANN (1972) konnte zeigen, daß die Nitratreduktase durch Ammonium gehemmt wurde. Der vergleichsweise hohe Ammoniumgehalt der nitraternährten Ammonophyten *C. elata* macht eine solche Reaktion möglich. Eine Anhäufung von Nitrit konnte in den Blättern und Wurzeln nicht nachgewiesen werden, so daß eine Beeinträchtigung der Nitritreduktion nicht denkbar ist.

Neben der enzymatischen Reaktion der Pflanzen, die im Gelände schwierig zu bestimmen ist, läßt sich die ökologische Bedeutung einer Ammonium- oder Nitraternährung auch mittels der Proteinbilanz einer Art nachweisen (Tab. 7).

So haben die Untersuchungen ergeben, daß der Ammonophyt *C. elata* bei 2.5 mmol Ammonium eine maximale Proteinproduktion erreicht. Dabei wird in der ganzen Pflanze etwa die dreifache Menge Protein produziert wie bei der gleichen Nitraternährung. Noch deutlicher ist dies in den Wurzeln zu erkennen. In diesem Organ wird bei Ammoniumernährung 25 mal mehr Protein produziert als bei Nitraternährung. Damit ist eindeutig geklärt, daß *C. elata* Stickstoff in Form von Ammonium bevorzugt.

Ähnliche Beziehungen lassen sich auch bei Nitrophyten wie *C. remota* herleiten. (Tab. 8). Die von der Pflanze gebildete Proteinmenge ist bei Nitraternährung wesentlich höher als bei Ammoniumernährung. Bei einem Angebot von 5 mmol Nitrat wird in den Blättern das fünffache gegenüber einer Ernährung mit Ammonium erreicht. Auch hier sind die Unterschiede in den Wurzeln noch größer.

Damit eignet sich diese Methode der Proteinbilanz einer ganzen Pflanze sehr gut zur Klärung der Stickstoffansprüche. Die Einteilung nach punktuellen Mineralstoffanalysen (DUVIGNEAUD & DENAEYER-DE SMET 1962, HÖHNE 1978) kann, wie die Stickstoffanalysen dieser Untersuchung gezeigt haben, leicht zu Fehlinterpretationen führen. Gesamtanalysen von Mineralstoffen sind demnach kein geeignetes Mittel der Beurteilung von Standortfaktoren von Pflanzengesellschaften, zumindest nicht in Bezug auf den Stickstoff.

Tab. 7 Gehalte der Blätter und Wurzeln von *Carex elata* an löslichen- und unlöslichen Proteinen bei steigender Ammonium- oder Nitratversorgung bezogen auf die Biomasse einer ganzen Pflanze. (Kulturdauer 4 Wochen mit 12 Wochen alten Pflanzen in einer Wasserkultur)

N-Angebot in mmol	Ammonium			Nitrat		
	Protein mg pro			Pflanzenorgan		
	lös1.	unlös1.	Gesamt	lös1.	unlös1.	Gesamt
	Blätter					
0.5	19.899	16.095	35.994	9.447	3.651	13.098
1.0	42.356	37.276	79.632	18.616	11.865	30.481
2.5	41.603	51.197	92.800	21.003	10.478	31.481
5.0	24.479	36.399	60.664	7.282	3.386	10.668
10.0	16.479	21.397	37.876	1.888	0.422	2.310
	Wurzeln					
0.5	2.073	10.473	12.546	7.738	1.984	9.722
1.0	2.564	17.627	20.191	4.967	1.715	6.682
2.5	3.210	26.997	30.207	2.522	1.127	3.649
5.0	3.879	41.435	45.314	1.167	0.604	1.771
10.0	1.939	17.766	19.705	0.411	0.297	0.700

Die hier vorliegenden Ergebnisse ergeben deutliche Parallelen zwischen der Stoffproduktion der Proteinbildung und der Aktivität der Nitratreduktase. *C. pseudocyperus*, *C. elata* und *C. acutiformis* sind entsprechend den edaphischen Bedingungen in ihrem Stoffwechsel auf eine bevorzugte Assimilation von Ammonium eingestellt. *C. remota*

Tab. 8 Gehalte der Blätter und Wurzeln von *Carex remota* an löslichen- und unlöslichen Proteinen bei steigender Ammonium- oder Nitratversorgung bezogen auf die Biomasse einer ganzen Pflanze. (Kulturdauer 4 Wochen mit 12 Wochen alten Pflanzen in einer Wasserkultur)

N-Angebot in mmol	Ammonium			Nitrat		
	Protein mg pro			Pflanzenorgan		
	lös1.	unlös1.	Gesamt	lös1.	unlös1.	Gesamt
	Blätter					
0.5	4.404	5.040	9.444	3.605	12.486	16.091
1.0	10.540	12.210	22.750	6.941	32.679	39.620
2.5	10.574	12.727	23.301	9.951	62.508	72.459
5.0	6.522	9.006	15.528	14.969	74.853	89.822
10.0	alle Pflanzen abgestorben			11.969	36.660	48.629
	Wurzeln					
0.5	0.686	1.425	2.111	9.297	16.267	25.564
1.0	1.599	4.441	6.040	4.934	23.322	28.256
2.5	0.962	2.232	3.194	4.816	41.622	46.438
5.0	0.202	0.219	0.421	3.172	32.162	35.334
10.0	alle Pflanzen abgestorben			1.856	23.707	25.563

hingegen besitzt einen Stoffwechsel, der nur bei Nitraternahrung über eine ausreichende Nitratreduktaseaktivität als Ausgangsbasis zur Bildung von Proteinen verfügt. Eine

ausreichende und zügige Assimilation der verschiedenen Stickstoffquellen ist aber eine Voraussetzung für eine optimale Stoffproduktion und somit eine ausreichende Konkurrenzkraft an den einzelnen Standorten der *Carex*-Arten. Neben der Höhe der Stickstoffversorgung ist für die Verbreitung einzelner Arten auch die Stickstoffform (Ammonium und/oder Nitrat) von ausschlaggebender Bedeutung.

## 5. Literatur

- ATWELL, B. J., M. T. VEERKAMP, C. E. E. STUIVER & P. J. C. KUIPER (1980): The uptake of phosphate by *Carex* species from oligotroph to eutrophic swamp habitats. – *Physiol. plant.* **49**: 487-494.
- AUSTENFELD, F.-A. (1972): Untersuchungen zur Physiologie der Nitratspeicherung und Nitratassimilation von *Chenopodium album* L. – *Z. Pflanzenphysiol.* **67**: 271-281.
- BAUMEISTER, W. & W. ERNST (1978): Mineralstoffe und Pflanzenwachstum. – G. Fischer, Stuttgart, New York.
- BLACKWOOD, G. & C. R. HALLAN (1979): Nitrate reductase activity in wheat (*Triticum aestivum*). II. The correlation with yield. – *New Phytol.* **82**: 417-425.
- CLARKSON, D. T. & A. J. WARNER (1979): Relationship between root temperature and the transport of ammonium and nitrate ions by Italian and perennial ryegrass (*Lolium multiflorum* and *Lolium perenne*). – *Plant physiol.* **64**: 557-561.
- DUVIGNEAUD, P. & S. DENAEYER-DE SMET (1962): Distribution de certains éléments minéraux (K, Ca et N) dans les tapis végétaux naturels. – *Bull. Soc. frans. physiol. végét.* **8**: 96-103.
- ELLENBERG, H. (1977): Stickstoff als Standortfaktor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. – *Oecol. Plant* **12**: 1-22.
- HIPKIN, C., R. A. AL. GHARBI & K. P. ROBERTSON (1984): Studies on nitrate reductase in british angiosperm II. Variation in nitrate reductase activity in natural populations. – *New phytol.* **97**: 641-652.
- HÖHNE, H. (1978): Untersuchungen über Mineralstoff- und Stickstoffgehalt der Flora in einem Waldbestand auf Serpentin im sächsischen Grannulitgebirge, 167, 177-196.
- JANIESCH, P. (1973a): Beitrag zur Physiologie der Nitrophyten. Nitratspeicherung und Nitratassimilation bei *Anthriscus sylvestris*. Hoffm. – *Flora* **162**: 479-491.
- ,– (1973b): Ökophysiologische Untersuchungen an Umbelliferen nitrophiler Säume. – *Oecol. plant.* **8**: 335-352.
- ,– (1978): Ökophysiologische Untersuchungen von Erlenbruchwäldern. I. Die edaphischen Faktoren. – *Oecol. plant.* **13**: 43-57.
- ,– (1980): Standortfaktoren in Quell-Erlenwäldern und pflanzensoziologische Gliederung. – Intern. Sympos. Epharmonie. Rinteln 1978. Cramer, Vaduz.
- ,– (1981): Ökophysiologische Untersuchungen an *Carex*-Arten aus Erlenbruchwäldern. – Habilitationsschr. FB Biologie. Münster.
- LEE, J. A. & G. R. STEWART (1978): Ecological aspects of nitrogen assimilation. – *Advanc. in bot. res.* **6**: 1-43.
- MERKEL, D. (1973): Der Einfluß des NO<sub>3</sub>:NH<sub>4</sub>-Verhältnisses in der Nährlösung auf Ertrag und Gehalte an organischen und anorganischen Ionen von Tomatenpflanzen. – *Z. Pflanzenern. Bodenkd.* **134**: 236-245.
- MICHAEL, G., H. SCHUMACHER & H. MARSCHNER (1966): Aufnahme von Ammonium- und Nitratstickstoff aus markiertem Ammoniumnitrat und deren Verteilung in der Pflanze. – *Z. Pflanzenern., Düng. Bodenkd.* **110**: 225-238.
- MIFLIN, B. J. & P. J. LEA (1976): The pathway of nitrogen assimilation in higher plants. – *Phytochem.* **15**: 873-885.
- STEWART, G. R., J. A. LEE & T. O. OREBAMJO (1972): Nitrogen metabolism of halophytes. I. Nitrate reductase activity in *Suaeda maritima*. – *New Phytol.* **71**: 263-267.
- STEWART, G. R., J. A. LEE & T. O. OREBAMJO (1973): Nitrogen metabolism of halophytes. II. Nitrate availability and utilisation. – *New Phytol.* **72**: 539-546.
- STULEN, I. (1970): Interference of NADH with the reaction on nitrite in nitrate reductase estimation. – *Acta bot. Neerl.* **19**: 425-430.

- STULEN, I., L. LANTING, H. LAMBERS, F. POSTHUMUS, S. J. VAN DE DIJK & R. HOFSTRA (1981): Nitrogen metabolism of *Plantago lanceolata* as dependent on the supply of mineral nutrients. – *Physiol. Plant.* **51**: 93-98.
- STULEN, I., L. LANTING, H. LAMBERS, F. POSTHUMUS, S. J. VAN DE DIJK & R. HOFSTRA (1980): Nitrogen metabolism of *Plantago major* ssp. *major* as dependent on the supply of mineral nutrients. – *Physiol. plant.* **52**: 108-114.
- VEERKAMP, M. T. & P. J. C. KUIPER (1982a): The uptake of potassium by *Carex* species from swamp habitats varying from oligotrophic to eutrophic. – *Physiol. plant.* **55**: 237-241.
- VEERKAMP, M. T. & P. J. C. KUIPER (1982b): The effect of potassium on growth of *Carex* species from swamp habitats varying from oligotrophic to eutrophic; and comparison of physiological reactions of *Carex* to P stress and K stress. – *Physiol. plant.* **55**: 242-246.
- WEISMANN, G. S. (1972): Influence of ammonium and nitrate nutrition on pyridine and adenine nucleotides of soybeans and sunflower. – *Plant physiol.* **49**: 142-145.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Peter Janiesch, FB 7 Biologie, Abt. Physiologische Ökologie, Universität Oldenburg, Postfach 25 03, D-2900 Oldenburg.

# Rinnen- und Furchennivation – Gestalter ökologischer Kleinräume in und an der Frostschuttstufe mediterraner Hochgebirge

Ludwig Hempel

## 1. Problemstellung

In den mediterranen Hochgebirgen der Alten Welt stoßen verschiedene morphodynamische Bereiche aneinander: Starkregenabtragung, Schneeschmelzvorgänge und frostmorphologische Prozesse. Die letzteren sind mit besonderem Gewicht seit langem Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, und zwar meistens im Zusammenhang mit Fragen der Vorzeitformung, speziell während des Jungpleistozäns, und in Kombination mit Studien zur Vergletscherung und Paläoklimatologie der Mittelmeerlande.

Den Abtragungs- und Aufschüttungsvorgängen und -formen durch Starkregen und Schneeschmelze ist relativ wenig Beachtung geschenkt worden. Das mag vor allem daran liegen, daß viele mediterrane Hochgebirge aus Kalkgesteinen aufgebaut sind, die infolge hoher Versickerungsraten geringe Abtragungsspuren durch oberirdisch abfließendes Wasser aufweisen. Somit wird das Reliefbild in erster Linie vom Phänomen des Karstes geprägt. Überdies sind die Erosionsspuren auf den von Garrigue oder Phrygana bedeckten Hängen optisch schwer auszumachen. Erst in den sogenannten Stufen der „alpinen Matten“ ergeben sich vom Bewuchs her Möglichkeiten, die Abtragungsvorgänge durch Regen und Schneeschmelze besser zu beobachten.

Die besondere Schwierigkeit in diesen Höhenbereichen liegt aber wiederum in der Tatsache, daß sich in dieser Stufe gleichzeitig der periglaziale Formenkreis ausbreitet, so daß Formen des einen oder anderen morphologischen Vorganges oft schwer eliminiert werden können. Das Problem liegt insbesondere darin, daß verschiedene morphologische Prozesse konvergente Reliefscheinungen hinterlassen. Am auffälligsten ist das bei jenen steileren Hängen zu beobachten, die unter dem Begriff „Glatthang“ zusammengefaßt wurden. Der auslösende Faktor für die Konvergenz der Reliefgestaltung ist das Überwiegen der gravitativen Kräfte gegenüber anderen. Das Ergebnis sind linienhafte, von oben nach unten oft gerade verlaufende Abtragungsfiguren. Sie sind so zahlreich und vergesellschaftet, daß sie das Landschaftsbild in der alpinen Stufe mediterraner Hochgebirge bestimmen. Besonderes geographisches Gewicht bekommen diese geomorphologischen Formen dadurch, daß an sie auch ökologisch signifikante Erscheinungen geknüpft sind. Diese Tatsache gibt Anlaß, die Studie dem Jubilar Ernst BURRICHTER zu widmen, der bereits 1961 einen kritischen Beitrag zur Ökologie mediterraner Landschaften am Beispiel der Waldverhältnisse auf Korsika geliefert hatte.

## 2. Beobachtungen in ausgewählten mediterranen Hochgebirgen

Die geschilderten Abtragungsvorgänge hinterlassen in hängigen Lagen der Gebirge verschiedene linienhafte Formen. Der Starkregen schafft Spülrinnen, die Schneeschmelze bildet Nivationshohlformen, und die Frostdynamik formt Stein- und Erdstreifen. Diese sich ähnelnden Formen werden von der Gesteinsstruktur nur modi-

fiziert. Eine bekannte Ausnahme sind die Verkarstungsvorgänge. Sie erschweren vergleichende Aussagen von Standort zu Standort, wie die Arbeiten u.a. von HAGEDORN (1969; 1978) oder POSER (1976b) zeigen. An einzelnen Hochgebirgen des europäischen Mittelmeerraumes sollen die Probleme dieser Streifung und ihre Bedeutung für geomorphologische Höhengrenzen aufgezeigt werden.

## 2.1 Formen am Thessalischen Olymp (Griechenland)

In den Untersuchungen und minutiösen Beschreibungen auch der kleineren Formen auf dem Thessalischen Olymp von WICHE (1955/56) taucht als eine auffallende Erscheinung die Streifung der Hänge in Höhen über 2 000 m NN auf (Photo 1). Es ist der Bereich, der über der obersten Waldstufe liegt. Sie wird auf der Nord- und Ostabdachung von der Panzerföhre (*Pinus leucodermis*) und auf der Süd- und Westseite von der Apollotanne (*Abies cephalonica* ssp. *apollinis*) bzw. der Panzerföhre gebildet.

WICHE (1955/56) hat die würmeiszeitliche Schneegrenze mit 2.350 m NN bestimmt. Pleistozäne Frostverwitterung und -abtragung haben ihre Spuren bis zur Baumgrenze hinterlassen. Neben mehr oder weniger gut ausgeprägten Steinringen sind vor allem Girlandenböden und Steinstreifen Zeichen frostdynamischer Aktivitäten. Während die Girlandenböden nahtlos in das Verbreitungsmuster in anderen griechischen Hochgebirgen passen (vgl. HAGEDORN 1969), werfen Ausbildung und Vorkommen der Steinstreifen Probleme auf. Sie sollen Gegenstand dieser Untersuchungen sein.

WICHE (1955/56, S. 30) hat die Streifung an den Hängen des Olymps dem gegenwärtigen Platzregen zugeschrieben. Dagegen konnte der Verfasser (HEMPEL 1972) an einigen Beispielen nachweisen, daß neben Starkregen mediterraner Prägung vor allem auch



Photo 1: Westflanke des Thessalischen Olymps (Griechenland) von ca. 2 000 m bis 2 900 m NN; Streifenmuster an allen Hängen mit mehr oder weniger deutlicher Vegetationsmarkierung (Einzelheiten vgl. Text) (Ludwig Hempel, September 1970).

Schneesmelzwasser formenbildend tätig ist. Die Vorgänge gehören in die von BERGER (1967) aufgestellte Reihe der Nivationsformen, die linear ausgebildet sind. Sie werden in Nivationsrinnen (=Schneerieselwasserrinnen), Nivationsfurchen (= Schneeschmelzwasserfurchen) und Nivationstälchen (= Schneemuldentälchen) gegliedert. Daß in der Höhenstufe vorzeitlicher und gegenwärtiger frostdynamischer Prozesse dem Phänomen der Schneeschmelze als formenbildendem Faktor besonders in mediterranen Hochgebirgen große Bedeutung beigemessen werden muß, konnten HÖLLERMANN (1982, S. 154-160) auf Teneriffa und POSER (1957; 1976a und b) auf Kreta nachweisen.

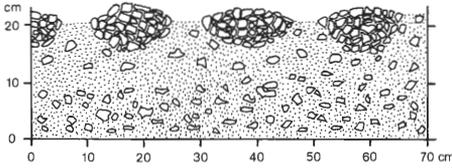
In den sehr detaillierten Angaben der beiden genannten Autoren zur Nivationsformung sind Zusammenhänge in einem größeren Formen- und Formungsverband nicht behandelt worden. Dies dürfte an den lokalen Gesteinsverhältnissen und der Orographie der Untersuchungsgebiete liegen.

Am Olymp erlauben lange Hangpartien über große Höhendistanzen (etwa 800 m) zusammenhängende Beobachtungen aus der gegenwärtigen Frostschuttstufe bis zur heutigen Waldgrenze.

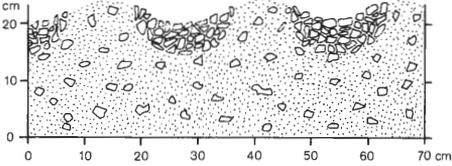
Die Reihe beginnt mit Strukturbodenformen auf der von dolomitischem Kalk gebildeten Bara-Hochfläche in rund 2.400 m NN. Wie schon WICHE (1955/56, S. 30/31) beobachtete, handelt es sich um „kleine Steinringe, mit hochkant gestellten Kalkblättchen im Zentrum und größeren flachliegenden Scherben an den Rändern“ (S. 31). Der Durchmesser beträgt ca. 0,5 m. Der geringe Tiefgang erklärt sich als Ergebnis kurzfristigen Frostwechsels. Ihre Ausprägung ist nur selten gut. Das liegt z.T. daran, daß auf den Verflachungen weidende Ziegen- und Schafherden – wie die Losung zeigt – Initialformen zertreten. Sie sind nämlich fleckenhaft Standorte dichterere Mattenvegetation (*Festuca cylvanica*; *Sesleria nitida*; *Sesleria coerulans*). Wenn man sich in das Bild der zertretenen Formen „eingelese“ hat, bemerkt man die häufige Verbreitung. Sie reicht auf allen Hangabsätzen und kleineren Plateaus bis zu den Gipfeln über 2.800 m NN.

In Randlage von Flachteilen sind einige Steinringe zu mehr länglichen Gebilden ausgezogen. An anderen Stellen sind streifige Figuren zu beobachten (z.B. Übergang der Bara-Fläche in muldige Hangzonen über dem Talanfang des Sparmios = 200 m südl. Punkt 2.473 m NN; Hangzone oberhalb des Odas nahe Punkt 2.588 m NN). Neben der unmittelbaren Anbindung an Steinringe weist auch die Aussortierung nach feinerem und größerem Kalksteinschutt sie als periglaziale Erscheinungen aus. Die Formen sind wohl in den Dimensionen, nicht aber in der in der Zeichnung ausgewiesenen Qualität identisch mit jenen, die HAGEDORN (1969, Abb. 29 und 30) als Erdstreifen in der Giona in ca. 2340 m NN bei ähnlicher Hangneigung abgebildet hat (Fig. 1.1). Gegenwärtig abfließendes Schneesmelzwasser spielt in dieser Hanglage ohne Zweifel eine besondere Rolle, in dem die streifigen Ansammlungen größeren Schutts – obwohl einige Zentimeter höher liegend – nachhaltiger durchspült werden als die erdigen, mit Feinschutt ausgestatteten Partien in der Nachbarschaft. Das Schneerieselwasser bevorzugt in erster Linie jene Schuttkomplexe, die durch die lockere Lagerung Spülwege eröffneten. Dazu hat sicherlich auch die Pflanzendecke beigetragen. Der nahezu geschlossene Bestand von *Festuca* und *Sesleria* auf den Feinerdestreifen erschwert die Spülabtragung. Der sehr lückenhafte Bewuchs auf den steinigen Streifen eröffnet dagegen Abflußbahnen. Allerdings sind an den kleinen Anrissen der Rasen auf den Feinerde- und Feinschuttstreifen hangabwärts gerichtete Bewegungen ablesbar, die offensichtlich rascher als die starr wirkenden Grobschuttstreifen ablaufen. Über die Größenordnungen kann man nichts sagen. HÖLLERMANN (1982, S. 85) rechnet für die Formungen in ähnlicher Situation am Teide Teneriffas mit einem 2-3 mal so hohen Bewegungsablauf.

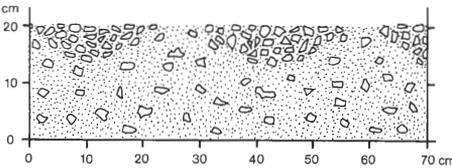
Insgesamt bildet sich auf diese Weise das weitflächig verbreitete Streifenmuster an den Hängen des Thessalischen Olymps, das bis zur oberen Grenze des Waldes zu verfolgen ist. Daraus könnte mühelos der Schluß gezogen werden, daß die heutigen frostdynamischen Formenbildungen mindestens bis rund 2000 m NN herabreichen. Gemes-



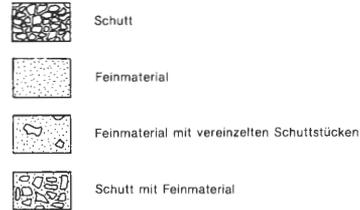
Periglazialform:  
Schwebende Steinstreifen  
(aus: HAGEDORN 1969, Abb. 30)



Nivationsform:  
"Steinstreifen" durch Schneerieselwasser zu einer  
Nivationsrinne freigespült



Periglazialform, dekapiert:  
Durch Nivation abgetragene, nach BROSCHE (1978, Fig. 5)  
schwebende Steinrahmen



Entwurf Ludwig H. mp. I      Zeichnung J. in H. mp. I

Figuren 1.1-3: Miniaturformen der Stein- und Erdstreifen.

sen an den periglazialen Stufen anderer griechischer Hochgebirge und insbesondere an den Untergrenzen der Strukturböden von Giona (2 350 m NN), Parnaß (2.350 m NN), Chelmos (2 300 m NN) und Ziria (2 150 m NN), wie sie HAGEDORN (1969, Tab. 4, S. 129) zusammengestellt hat, würde eine solche Lage durchaus möglich sein. Bei genauerem Studium der Streifenmuster allerdings kann ein solcher Schluß nicht aufrecht erhalten werden. Unabhängig von der Höhenlage und offensichtlich eher von orographischen Verhältnissen abhängig wechseln die Schuttstreifen ihr Profil. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit aller Beobachtungsmöglichkeiten seien hierfür folgende Beispiele angeführt: auf dem Skamnia zwischen 2 200 und 2 400 m NN; auf der Bara zwischen 2 100 und 2 200 m NN oberhalb der Militärstation; auf dem Odas bei 2 300 m NN.

Die Streifen mit größerem Schutt bilden die tieferen Rinnen, die mit mehr Feinmaterial und gemischt-großen Schuttscherben sind erhaben (Fig. 1.2). Prüft man die Anteile der Schuttbestandteile in beiden Komplexen, so stellt man gleiche Verhältnisse vom feineren bis zum größeren Schutt fest. In den Rinnen fehlt lediglich das Feinmaterial (Ton, Lehm). Es ist ausgespült, wobei Schneeschmelzwasser die stärksten Einflüsse ausgeübt hat. Aus dem solifluidalen Steinstreifen ist eine Schneerieselwasser Rinne im Sinne von BERGER (1967, S. 64) geworden. Der Schutt sackt nach Ausspülung des tonig-lehmigen Feinmaterials in sich zusammen und bildet eine seichte Hohlform. Der Abtragungsvorgang scheint sehr unregelmäßig vorzugehen, was offensichtlich sowohl auf die Beschaffenheit der verkarsteten Gesteinsoberfläche unter dem Schutt als auch auf das Verkanten der sackenden Kalkscherben zurückzuführen ist. Nicht selten findet man am Ende eines Nivationsriesels Feinerdeanschwemmungen oder kleine,

wenige Zentimeter hohe Kegel, die sich mit kurzer Lebensdauer in Flachbereichen im Gehänge gebildet haben. Die Abtragung in den hohlen Formen, den Rinnen, wird gegenüber den erhabenen Hangteilen noch dadurch gesteigert, daß sich dort sehr viel Schnee ansammelt.

Diese Strukturen des Schuttmantels – von KLAER (1962, S. 98) für den Hohen Libanon kurz als dort bedeutsam erwähnt – scheinen vor allem im Hinblick auf die Ausprägung von Standortunterschieden wichtig. Biologische Zeugnisse dieser unterschiedlichen Reliefformen und Standorte sind dichte *Festuca*-Rasen mit Sommerblüherern wie *Scilla bifolia*, *Corydalis spec.*, *Potentilla deorum*, *Viola spec.* u.a. auf den Hängen und Hochteilen sowie nahezu vegetationslose Verhältnisse in den steinigen Rinnen. Auf Grund der Feuchteverhältnisse sollte man das Umgekehrte erwarten. Lange Andauer der Schneedecke und vor allem die großen Hohlräume in den ausgespülten Rinnen verhindern einen Pflanzenwuchs. Nach Abschluß der Schneeschmelze sowie im Sommer und Frühherbst sind die Nivationsrinnen sehr trocken und dadurch extremeren Temperaturengängen ausgesetzt.

Hangabwärts gehen die Nivationsrinnen in Nivationsfurchen im anstehenden Gesteinsuntergrund mit deutlich erosiven Merkmalen über. Der Riesel „frißt“ sich erosiv und korrosiv regelrecht in seine Spülbettsohle ein. Hier ändern sich die Vegetationsverhältnisse insofern, als infolge des tieferen, bis 1 m betragenden Einschnitts auch den benachbarten höheren Hangpartien das Wasser rascher entzogen wird. Diese Standorte trocknen eher aus, die Grasdecke ist schütter und die Zahl der Frühblüher wie *Scilla bifolia*, *Crocus spec.* und *Ornithogalum spec.* nimmt deutlich zu.

Einzelne Nivationsfurchen gehen mit zunehmender Hangneigung in kleine Muldentäler über, die auch in tiefen Lagen um 2.000 m NN lange Zeit Schneefüllungen enthalten. Ihre Entstehung und Weiterbildung verdanken sie aber nicht so sehr den Nivationsvorgängen als vielmehr dem Starkregenabfluß. Er ist in diesen Lagen infolge großer Einzugsgebiete besonders heftig, wie der Verfasser schon früher (HEMPEL 1972, S. 301-314) durch Regelungsmessungen nachweisen konnte.

Zieht man das Fazit aus diesen Beobachtungen, so ergeben sich folgende Aussagen für die Höhengrenzen der Formungsprozesse am Thessalischen Olymp:

1. Auf allen ebenen Partien des Hochgebirges bis 2.400 m NN herab finden sich Steinringe als rezente Strukturformen. Ihre bescheidene Ausprägung entspricht den bekannten Bedingungen auf Kalkgestein. Ihr Erhaltungszustand wird vom Tritt des weidenden Viehs bestimmt.

2. Die Untergrenze der rezenten Steinstreifen bzw. Erdstreifen an den Hängen ist sehr wechselnd und hängt von der allgemeinen Orographie ab. Sie liegt zwischen 2.200 m und 2.400 m NN. WICHE (1955/56) hatte die Hangstreifen – in Unkenntnis ihrer verschiedenen Genesen – als Formen der „Schuttpülung in gestreckten Rinnen“ allein dem Starkregen und der Schneeschmelze zugeschrieben. Im übrigen sind die Streifen bei trockenen Bodenverhältnissen oft sehr schwer zu erkennen, worauf mit einem eindrucksvollen Beispiel schon HÖLLERMANN (1982, S. 84 sowie Bilder 7a und 7b) hingewiesen hat.

3. Nivation spielt bei der streifigen Hanggestaltung des Gebirges vor allem auf der Westseite eine große Rolle. Diese Vorgänge verwischen die Grenzen frostdynamischer Prozesse, so daß paläoklimatische Aussagen – wenn es um genauere Höhenangaben geht – erschwert werden.

## 2.2 Formen in der Sierra Nevada (Spanien)

Eine spezielle geomorphologische Bearbeitung erfuhr die Sierra Nevada Spaniens letztmals durch BROSCHE (1978). Er hat alle bis dahin veröffentlichten Untersuchungen unter der Fragestellung nach dem rezenten und vorzeitlichen periglazialen Formenschatz verarbeitet. Dazu gehören u.a. die Studien von PASCHINGER (1954), HEMPEL (1958; 1960; 1966), MESSERLI (1965) sowie SOUTADÉ & BAUDIÈRE (1970).

Die Höhenstufung der rezenten periglazialen Formenwelt ist nach den genannten Autoren – kurz skizziert – folgende:

- N-Seite:            zwischen 2.000 und 2.200 m NN: kleine Terrassetten; einzelne durchgebogene Vegetationsgirlanden selten;  
                      ab 2.300 bis 2.400 m NN: Felder von Vegetationsgirlanden (gehemmte Solifluktion, Photo 2) bzw. ungebundener Wanderschutt zwischen Rasen-, Ginster- und Wacholdervegetation;  
                      ab 2.400 bis 2.500 m NN: zungen- und wulstartige Formen der gebundenen Solifluktion;  
                      oberhalb 2.700 m NN: schlecht ausgebildete Strukturformen (stark deformierte Ringe, Photo 3);  
                      um 2.800 m NN: Miniaturstreifenböden.
- S-Seite:            ab 2.300 m NN: Rasenterrassetten;  
                      ab 2.500 bis 2.600 m NN: wulstige bzw. zungenförmige Formen;  
                      um 2.500 m NN: Miniatur-Strukturböden;  
                      um 2.600 bis 2.700 m NN: Erdknospen, Feinerdbeete in Schuttpanzern;  
                      um 2.700 m NN: ausgedehntes Erdstreifenfeld.

Von dieser Formenwelt, die z.T. in kaltzeitlichen Kar- und Nivationsformen verbreitet ist, interessieren die streifigen Erscheinungen. Sie sind fast ausschließlich auf Glimmerschiefergestein ausgebildet und liegen über 2.800 m NN. Schon bei Beobachtungen auf der Nordabdachung der Sierra Nevada 1957 bis 1965, veröffentlicht in HEMPEL (1958; 1966), fielen unter den streifigen Stein- und Erdformen zwei verschiedene Typen auf. Der eine Typ weist in den Streifen echte Sortierungsunterschiede auf. Die Steinstreifen – ca. 0,5 m im Durchmesser – bestehen aus meist senkrecht gestellten, groben Scherben ohne Feinerdteile, während die Erdstreifen bis 0,3 m breit sind und nur wenige Schuttstücke aufweisen. Diese Sortierung reicht bis maximal 0,3 m Tiefe. An den steileren Hängen über 20° wird an diesen Stellen der anstehende Glimmerschiefer erreicht. Auf flacher geböschten Partien liegt über dem festen Untergrund noch eine bis 0,3 m dicke Decke unsortierten Materials. Das Gesamtbild entspricht ganz der von POSER (1933) entwickelten Definition eines rezenten, schwebenden Steinstreifens (vgl. auch Fig. 1.1).

Optisch besonders betont wird diese Sortierung und die Verteilung von grobem und feinem Material durch die Pflanzenbedeckung. Auf den mehr erdigen Streifen wachsen bei einem Bedeckungsgrad um 50% vor allem *Festuca clementei*, *Arenaria aggregata*, *Draba hispanica*, *Jasione* spec. und *Gentiana* spec., während die Schuttstreifen bis auf Einzelexemplare von *Viola* spec., *Draba hispanica* und *Butinia bunioides* nahezu vegetationsfrei sind.

Von diesen relativ schmalen Formen sind als zweiter Typ breitere Stein- und Erdstreifen zu unterscheiden, die nach Metern zu rechnende Abstände bzw. Ausdehnung haben. Sie werden von SOUTADÉ & BAUDIÈRE (1970, S. 727-729) aus Höhen von 3.290 m NN in NW-Exposition bei 20° bis 25° Hangneigung auf Glimmerschiefer beschrieben.



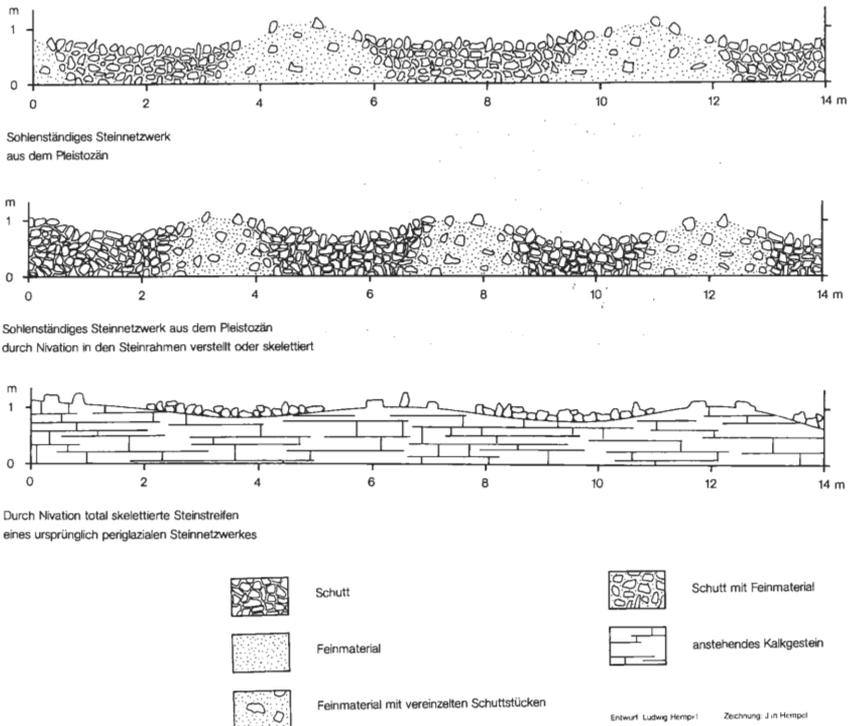
Photo 2: Nordhang der Sierra Nevada (Spanien) unterhalb der Veleta (1 : 3 392 m NN) in ca. 2 800 m NN (tiefer herabreichend bis ca. 2 600 m NN); Felder von rezenten Vegetationsgirlanden (gehemmte Solifluktion) auf Glimmerschiefer (Ludwig Hempel, September 1957).



Photo 3: Nordhang der Sierra Nevada (Spanien) unterhalb der Veleta (3. 392 m NN) in ca. 3 200 m NN; Initialformen der Frostsartierung in Ringen auf Glimmerschiefer (Ludwig Hempel, August 1974).

Die Sortierung reicht bis 0,5 m Tiefe, der Oberfläche des Gesteinsuntergrundes (Fig. 2.1). Es ist ein sohlenständiges Netzwerk im Sinne von POSER (1933). Diese Formen sind – was die großen Leitlinien anbetrifft – fossil. Steinstreifen und Feinerdestreifen sind fertig ausgebildet. Lediglich auf den Erdstreifen kann man gelegentlich frostdynamische Aktivitäten in Form von kleinen Erdknospen erkennen. Sie haben die Grasdecken insbesondere von *Festuca* in Minigirlanden versetzt. Im übrigen sind die Angaben und die Zeichnung dieser Formen von SOUTADÉ & BAUDIÈRE (1970, S. 729 und Tab. III) in Bezug auf die Stellung der Blöcke und Steine in den Steinstreifen, im Vergleich mit den Geländebefunden 1974, unkorrekt. Es liegen höchstens 30% auf Kanten, 70% liegen mehr auf der plattigen Seite. Das zeigt auch das veröffentlichte Photo (p XXX c). Damit ergibt sich ein Hinweis darauf, daß die ursprünglich ohne Zweifel auf frostdynamische Sortierungsvorgänge zurückzuführende Anordnung nachträglich verändert wurde.

Daß sich solche sekundären Einflüsse auf ehemals solifluidal gebildete Steinstreifen recht kräftig ausgewirkt haben können bzw. noch auswirken, zeigen die Beobachtungen in der unmittelbaren Nachbarschaft. Dort sind die sohlenständigen Steinnetzwerke – ihrer wenigen Feinerde beraubt – zu Hohlformen rinnenförmig um ca. 10-15 cm „ingesunken“ (Fig. 2.2). Sie sind bevorzugt Bahnen des Schneesmelzwassers. Das heutige orographische Bild entstammt somit gegenwärtigen Nivationsvorgängen. Die Schmelzwasserriesel befreien die locker gestellten Steine in den Streifen von Feinerde- und verstellen sie auf diese Weise (Photo 4). Von der Gründlichkeit solcher Spülvorgänge konnte ich mich im Frühjahr 1958 und in verschiedenen Jahreszeiten 1960, 1966 und 1974 überzeugen. Darüber hinaus ist es auch denkbar, daß durch Bewegung und Druck der aufliegenden Schneemassen die Schuttstücke stellenweise verrutscht



Figuren 2.1-3: Makroformen der Stein- und Erdstreifen.



Photo 4: Nordhang der Sierra Nevada (Spanien) am Mulhaćen (3 478 m NN) in ca. 3 400 m NN; fossile Streifen, von Nivationsvorgängen deformiert, teils nur freigespült (Ludwig Hempel, September 1959).



Photo 5: Nordflanke der Sierra Nevada (Spanien) zwischen 2 600 und 3 000 m NN; Schneefelder (größer 2 m mächtig) und Wächten an ostexponierten Kanten und Talhängen (ca. 4-5 m mächtig) als Ausgangsgebilde für Abtragung durch Schneedruck (Ludwig Hempel, April 1959).

sind. Nach den Angaben bzw. Messungen von BERGER (1967) beginnen Schneegleiten und -rutschen schon bei Hängen ab 20° Neigung (Fig. 4, S. 31). Der Schneedruck erreicht bei Schneehöhen von z.B. 110 cm etwa 280 kg pro m<sup>2</sup> und kann je nach Alterung gegen Winterende über 400 kg/m<sup>2</sup> ausmachen. Solche Schneehöhen sind von der Sierra Nevada, insbesondere an den in Frage stehenden Hängen, gemessen worden (Photo 5). Auch die Monatswerte der Temperaturen – maßgeblich mitverantwortlich für die Konservierung von Schnee – ergeben (nach den gemessenen Werten auf der Albergue Universitario in 2.500 m NN) für Höhen um 3.000 m NN und 3.200 m NN nur 4 bzw. 2 Monate mit positiven Durchschnittswerten:

Sierra Nevada				
	2500 m	3000 m	3200 m	NN
Januar	- 6,6	- 9,6	- 10,8	
Februar	- 3,8	- 6,8	- 8,0	
März	- 1,5	- 4,5	- 5,7	
April	- 1,5	- 4,5	- 5,7	
Mai	2,2	- 1,2	- 5,4	
Juni	6,9	3,9	- 0,3	
Juli	10,1	6,6	2,4	
August	10,7	7,2	3,0	
September	6,8	3,3	- 0,9	
Oktober	1,7	- 1,3	- 5,5	
November	- 1,3	- 4,3	- 8,5	
Dezember	- 3,2	- 7,2	- 11,4	

Wenn man weiter bedenkt, daß rund 80% des Niederschlags in den kalten Monaten fallen und die Gesamtjahresmenge laut Tabelle von MESSERLI (1965, S. 35 und Fig. 6), zitiert nach BROSCHE (1978, Tab. 9, S. 133), zwischen 1.200 und 2.400 mm liegt, so dürften Schneehöhen von zeitweise 2 m in weitflächiger Verbreitung keine Seltenheit sein. Die entstehenden Drucke erreichen pro m<sup>2</sup> eine halbe Tonne. Ihre Andauer dürfte, gemessen an den Angaben von PRILL (1955), für Höhen um 2.000 m NN ca. ein halbes Jahr betragen.

Was für die Hänge an der Veleta (3.392 m NN) gilt, trifft auch für einzelne undeutliche Streifenflecken auf dem Cerro de los Machos (3.327 m NN) und dem Hauptgang (W) des Mulhacén (3.478 m NN) zu. Auch die streifigen Großformen innerhalb der Schuttdecken auf der Südabdachung des Mulhacén vor allem oberhalb von Blockzungen (vgl. BROSCHE 1978, S. 37, S. 81) sind, was die heutige Grob-Feinmaterialverteilung anbetrifft, in erster Linie auf Nivationsvorgänge (= Schneerieselwasser) zurückzuführen. Das bedeutet, daß die Grundformen der Schutt- und Blockzungen nicht jetztzeitigen Abtragungsprozessen entstammen. Insofern stimme ich eher der Meinung PASCHINGERS (1957, S. 203) als der von BROSCHE (1978, S. 83) zu.

Im übrigen ist die Vegetation ökologisch bemerkenswert signifikant. Im Grobschutt der nivalen Stufe der „Geröllflur“ sind mit den geschlossenen Arealen *Festuca spec.* die Endemiten *Potentilla nevadensis*, *Ranunculus glacialis*, *Linaria glareosa* oder *Plantago nivalis* nur verstreut in Einzelexemplaren vertreten. Dagegen bilden im Feinschutt und auf den Erdstreifen *Pyrethrum hispanicum* mit seinen Kriechtrieben sowie die kriechende Kreuzifere *Ptilotrichum purpureum* neben *Festuca*-Arten ausgedehntere Bestände.

Das Fazit: Die geschilderten Großformen können nicht als Indikatoren für gegenwärtige solifluidale Formung benutzt werden. Damit entfällt auch ihre Verwendung bei Fragen zur Lage von rezenten Frostformengrenzen.

Anders ist das bei Streifenmustern in gleicher Höhenlage, die als Miniaturformen ausgebildet sind. BROSCHE (1978, S. 78/79 und Fig. 5) beschreibt und zeichnet am El Chorillo in 2.710 m NN und bei 3,5° Hangneigung (Südseite des Hauptkammes der Sierra Nevada) ein Feld von 50 m mal 80 m, in dem Erdstreifen im Glimmerschiefer liegen. „Schwebende Steinrahmen reichen 7-8 cm in die wellblechartig hochgewölbte Schutt-Erdmasse hinein“, wie BROSCHE berichtet. Das auffallende ist, daß ein Sortierungshorizont fehlt. Genau die gleichen Beobachtungen kann man an anderen Stellen des zentralen Hochgebirges machen. Auf nordexponierten Hängen liegen Steinstreifen aus Glimmerschiefer mit einem Tiefgang von 10-15 cm und einer Breite von bis 30 cm – heute frostdynamisch „wurzellos“ – in oft 100 m<sup>2</sup> großen Feldern (Fig. 1.3). Diese Hänge liegen in den höchsten Karen der Sierra Nevada (vgl. HEMPEL 1958, Karte Abb. 1, S. 271). An diesen Hängen tritt auch bei flachen Neigungen im späten Frühjahr und Frühsommer ein reger Spülprozeß ein. Das Schneeschmelzwasser rinnt phasenweise je nach Wetterlage so heftig ab, daß dabei nicht nur die erdigen Partikel mitgenommen werden, sondern auch kleine Steine hangabwärts transportiert werden. Anschwemmungen in verschiedenster Größe am unteren Hangauslauf zum alten Karboden belegen die Aktivitäten des Schneerieselwassers. Die Bogenlängen der Schutt-Feinerde-Fächer reichen von 20 cm bis 70 cm. Ihre Oberfläche wird dekapitiert. Damit fehlt heute der Sortierungshorizont, das Wahrzeichen einer solifluidalen Genese. Wahrscheinlich werden von diesen fluvialen Abtragungen auch die steinigen Streifen angegriffen. Durch Sickerspülung im lockeren Schuttverband können die ursprünglich mehr kantig gestellten Schuttstücke verschoben worden sein. Die Steinstreifen fallen jedenfalls durch eine mehr plattige Lage des Schutts auf. Das ist auch in der Abb. 36 bei BROSCHE (1978, S. 78) gut zu erkennen.

Die geschilderten Zustände auf dem Karboden scheinen sehr lange Zeit im Jahr anzudauern. Darauf weisen Zeigerpflanzen der Schneetälchenflora hin wie *Saxifraga nevadensis* und *Ranunculus acetosellaefolius* bzw. *glacialis* sowie das rasenbildende *Galium nevadense*.

Es bieten sich zwei Erklärungen an. Diese Lage kann einmal auf eine nachträgliche Veränderung eines ursprünglich voll ausgebildeten oder in Ausbildung begriffenen Frostmusterbodens hinweisen. Damit hätte man bezüglich der Grenzen frostdynamischer Prozesse in der Sierra Nevada einen verwendbaren Indikator. Zum anderen kann das Fehlen eines Sortierungshorizontes auch dadurch erklärt werden, daß von Anfang an andere, nicht frostdynamische Prozesse das Relief geformt haben. Dafür käme in erster Linie die Nivation in Frage. Die gleichmäßige Anordnung der Einzelformen entspräche dem Formungsrhythmus in relativ homogenen Lockermassen und gleicher orographischer Ausgangsform (Karwand). Damit entfielen die Möglichkeit, aus dem Formenfeld Rückschlüsse auf besondere frostdynamische Höhengrenzen zu ziehen. Ich neige mehr der ersten Erklärung als dekapitierte Frostmusterform zu, weil die Erdstreifen am oberen Rand des Feldes steinärmer sind und daher eine Aussortierung der groben Komponenten wahrscheinlich machen.

Faßt man die Ergebnisse der Beobachtungen in der Sierra Nevada Spaniens zusammen, so kann man folgendes sagen:

1. In Höhen über 2.700 m NN findet man Steinstreifen als Altformen, die der Nivationsformung unterliegen und deren „Feinerde“-Streifen durch gegenwärtig gehemmte Soli-

fluktion verändert werden. Sie sind zur Bestimmung der gegenwärtigen Frostmusterbodengrenze ungeeignet.

2. In gleicher Höhenlage liegen die Miniatur-Streifen-Formen (Stein- oder Erdstreifen). Sie werden gegenwärtig gebildet.

3. In Höhennachbarschaft der unter 1. und 2. genannten Erscheinungen findet man Felder mit streifigen Miniaturformen, denen ein Sortierungshorizont fehlt. Die Nivation ist die derzeit dominante Formungskraft. Hinweise auf eine mögliche Dekapitierung solifluidal angelegter Steinstreifen sind vorhanden. Diese Vorkommen sollten bei der Höhengrenzangabe ausgeklammert werden.

## 2.3 Hinweise auf Formen in anderen Hochgebirgen: Peloponnes und Kreta

### 2.3.1 Peloponnes

Über streifige Schuttsortierung in Gebirgen der Peloponnes hat bereits HAGEDORN (1969) in monographischer Form berichtet. Eigene Beobachtungen bestätigen den Eindruck, daß alle rezenten periglazialen Formen nur kümmerlich ausgebildet sind. Dies gilt sowohl für die Schutthalden wie für die Formen gehemmter und gebundener Solifluktion. Es trifft erst recht auf Formen der Materialsortierung zu. Hauptgrund für die Formungsschwäche dürfte das Kalkgestein mit seiner dichten und tiefen Klüftigkeit sein. Die Vielzahl der Karstformen ist ein deutliches Zeugnis.

Darüber hinaus spielt für die Qualität der frostdynamischen Formen die Nivation eine große Rolle. Nach Tagen der Schneeschmelze konnte auf dem Chelmos und auf der Ziria eine Vielzahl von Verschwemmungen und Spülvorgängen beobachtet werden. Abtragung und Aufschüttung schufen ein Bild von bruchstückhaften Formen, wie es auch HAGEDORN (1969) von der Ziria beschrieben hat. Er hat dort festgestellt (S. 75), „daß das Grobmaterial zwischen den Erdstreifen über die Stirn der 10-15 cm hohen Vegetationsgirlanden hinweggewandert ist bzw. sie durchbrochen hat“. Dazu paßt auch die Feststellung von Chelmos, daß sich Erdstreifen direkt auf den Flächen der Vegetationsgirlanden entwickelt haben.

In der Tat schafft das abfließende bzw. rinnende oder rieselnde Schneeschmelzwasser allenthalben entweder neue Gebilde auf aktiven Solifluidalformen oder benutzt frostdynamisch gebildete Strukturen als Erosions- und Akkumulationsbereiche. Naturgemäß sind die mehr linienhaften Figuren (Steinstreifen, Erdstreifen) bevorzugte Bahnen des Schmelzwassers. Die erdigen Streifen tragen im Gegensatz zu den steinigigen, ausgespülten Partien eine relativ dichte Pflanzendecke von *Agrostis alba*, *Cystopteris filix fragilis*, *Silene vulgaris* oder *Sedum annuum*. Dies weist darauf hin, daß in den erdigen Streifen frostdynamische Prozesse selten sind. Im übrigen ist die starke Einwirkung der Schneewasserriesel auch in verkarsteten Hochgebirgen Griechenlands nicht neu. HAGEDORN (1969, S. 77) hat am Taygetos kräftige Unterhöhlungen an Rasenstufen durch abfließendes Schmelzwasser registriert.

Was die Schneemenge anbetrifft, so ist diese in den Hochgebirgen der Peloponnes so groß, daß auch nach längeren Verdunstungszeiten noch lange Zeit – vor allem im Mai und Juni – Rieselwasser zur Reliefformung in den Stufen oberhalb des Waldes vorhanden ist. Das beweisen die meteorologischen Daten für die Stationen Tripolis mit 661 m NN und Dimitsana mit 966 m NN in der Zentralpeloponnes bei MARIOPOULOS (1938). Auch die minutiösen Beobachtungen und Beschreibungen von PHILIPPSON (1948, S.

127-130) über die Schneebeziehungen z.B. auf dem Chelmos oder Taygetos 1888, 1889 und 1928 vermitteln einen guten Eindruck von der möglichen Aktivität für die Reliefbildung.

Fazit: Neben den konvergenten Großformen periglazialer und nivaler Genese gibt es kleinere Formen der Nivation, die sich innerhalb der vorgegebenen frostdynamisch gebildeten oder in Bildung begriffenen Figuren entwickeln. Sie geben Anlaß, die Festlegung von Grenzen innerhalb der Periglazialstufe zu verfälschen. Das gilt besonders für Formen mit Sortierungsmechanismen.

### 2.3.2 Kreta

Zwei Tatsachen erschweren die Analyse von streifigen Formen in den kretischen Hochgebirgen. Einmal ist der Verkarstungsprozeß in allen drei Gebirgen infolge der Textur der Kalkgesteine ungewöhnlich stark ausgeprägt. POSER (1976b) benutzte seine Beobachtungen über dieses Phänomen zu einer Systematisierung des „Schichtflächenkarstes“ in „regelmäßige Karstpflaster“, „unregelmäßige Karstpflaster“ und „Karstrümmerfeld“. Das ganze hat sich unter nivalen Verhältnissen gebildet, so daß POSER (1976b, S. 64) in Parallele zum „Glacio-Karst“ den Begriff „Nivations-Karst“ prägte. Die zweite Tatsache, die die Analyse erschwert, ist das Fehlen von Höhenraum für ausgedehnte Nivationsfelder und damit für die Ausbildung von Firnfeldern. Die Untergrenze der rezenten Periglazialstufe liegt in allen drei Hochgebirgen Kretas bei rund 1.800 m NN, im Pleistozän zwischen 800 und 900 m NN (vgl. auch POSER, 1957).

Trotz dieser ungünstigen Vorbedingungen zeigen vor allem die Nordhänge des Ida-Oros und der Lefka-Ori auffallende Streifenmuster. Sie sind in der Höhenstufe zwischen 1.500 m und 2.000 m NN ausgebildet und würden noch tiefer herabreichen, wenn



Photo 6: Nordhänge der östlichen Ausläufer des Ida-Oros (Kreta) mit Streifenmustern zwischen 1600 m und 2000 m NN; Nivationsvorgänge skelettieren vorzeitliche Solifluidalformen und/oder zerstören alte Schuttdeckenmuster (Einzelheiten vgl. Text) (Ludwig Hempel, Juni 1985).

die Hänge nicht in ca. 1.500 m Höhe von flacheren Geländeteilen abgelöst würden: Am Ida-Oros gibt es die Nida-Hochfläche, in den Lefka-Ori eine Flachlandschaft um die Hütte Kallérgi des Griechischen Bergsteiger Vereins (EOS) unweit der Omalos-Hochebene. Auf den Nordhängen oberhalb dieser Verflachung nun ziehen sich in Abständen von 1 m bis 3 m ca. 2 m breite Anhäufungen von Kalkschutt bergab (Fig. 2.3). Dieser Schutt liegt hohl, und die Oberfläche ist gegenüber den Zwischenstreifen nur wenig – ca. 10-20 cm – eingesenkt (Photo 6). Während der Schneeschmelze hält sich in diesen Stellen der Schnee am längsten. Gemessen an den benachbarten erhabenen Partien fließen hier auch die größten Rieselwassermengen ab. Die Kalksteine liegen in der „Rinne“ mehr auf den schmalen Kanten, was auf mögliche frostdynamische Sortierung hinweist. Dies geschieht gegenwärtig auf keinen Fall. Heute spülen die Schmelzwässer das verbliebene Feinmaterial zwischen den Blöcken aus, so daß diese gelegentlich nachsacken und das Bild von Streifen noch verstärken. Zwischen diesen Schuttansammlungen liegen schmale Bahnen von Kalksteinen. Diese stammen entweder von höheren Hangteilen (= Muren, Photo 7) oder sind nahezu in situ, wie man beim Vergleich markanter Klüfte mit dem Untergrund feststellen kann. Gelegentlich steht das Kalkgestein – stark verkarstet – direkt an.

Pflanzensoziologisch macht das Streifenmuster einen zweigeteilten Eindruck. Einerseits ist eine gewisse ökologische Uniformität unter den verschiedenen Streifen unverkennbar. Sie kommt dadurch zum Ausdruck, daß auf allen Standorten zwischen 1.800 m und 2.400 m NN *Carex*- und *Festuca*-Arten zu finden sind. Irgendeine Massierung in der einen oder anderen Lage ist nicht zu beobachten. Es handelt sich vermutlich um *Festuca polita* und *Festuca sipylea*, die beide nach Angaben von GREUTER (1975) an den Lefka-Ori und am Ida-Oros vorkommen sollen.\*) Andererseits treten am Hang ökologische Unterschiede zu Tage. Sie werden belegt durch das Vorkommen von drei trockenresistenten, kalkliebenden Arten: In den Rinnen treten vermehrt das Nelkengewächs *Silene spec.*, das Doldengewächs *Peucedanum spec.* und eine Kichererbsenart *Cicer spec.* auf. Diese Bestände werden in Höhen unter 1.600 m NN von Vertretern der Zwergstrauchheiden vom Igelpolstertypus verdrängt, die infolge des reicheren Wasserangebots Dauergäste werden können.

Im übrigen wird die oro- und hydrographische Ähnlichkeit der Standorte am höheren Hang durch das Fehlen einer „Schneetälchenflora“ in leicht muldigen Positionen bestätigt. Selbst in den Rinnen mit länger andauernder Schneedecke und damit Wasserangebot am Ida-Oros bzw. an den Lefka-Ori können sich solche ökologischen Areale nicht entwickeln. Hohe Versickerungsraten und Tagestemperaturen auf Steinen bedingen einen Platz, den nur Pflanzen mit xerophytischem Charakter oder sehr kurzer Vegetationsperiode (*Festuca spec.*) einnehmen können.

Will man diese Streifenformung erklären, so muß man zunächst die gegenwärtig sehr hohen Niederschläge (Winterschnee, Herbststarkregen) und die starken Abflüsse in Rechnung setzen. So sind in Anógia – der einzigen Höhenstation mit durchgehenden Meßreihen – in rund 800 m NN Schneedecken an 10-35 Tagen im Jahr beobachtet worden (vgl. dazu PHILIPPSON 1948, S. 126). Sie entstammen Schnee, der mit Nordost-Winden herangeführt wird, so daß die Nord- und Osthänge die größten Schneemengen erhalten. Die Schneehöhen erreichen in den Gebieten über 1000 m nach Angaben des Meteorologischen Dienstes und POSERS (1957) sowie Auskünften der Bewohner zwischen 1 m und 3 m auf ebenen oder hängigen Geländeteilen, bis 5 m in Hohlformen wie z.B. Dolinen oder Rinnen. Entscheidend für die Erosionswirkung durch das Schmelzwasser dieser

---

\*) Eine gesicherte Bestimmung der *Festuca*-Arten war mir nicht möglich. In Griechenland soll es nach MARKGRAF-DANNENBERG (1976, S. 171) 31 Arten mit weiteren 16 spec. bzw. subspec. geben.



Photo 7: Nordhänge im Mittelteil des Ida-Oros (Kreta) in 1800 m bis 2200 m NN; Schneeschmelzbahnen (1 = Muren) und Schneeabbruchbahnen (2 = Lawinen) unterhalb von wächtenüberhangenen Hohlformen am oberen Hang mit Einschnitten sowohl in sub-rezente als auch pleistozäne Schuttdecken (Ludwig Hempel, Juni 1985).

Schneemengen ist die Geschwindigkeit der Erwärmung im Frühjahr (vgl. auch HEMPEL 1984, S. 27). Während z.B. in Anógia (800 m) die Temperatur in den Monaten Januar bis März nur langsam steigt - I - II: 0,6° - 0,9° C

II - III: 1,4° - 1,5° C - ,

ist ab März ein deutlich größerer Sprung zu registrieren:

III - IV: 3,1° - 3,7° C

IV - V: 3,6° - 4,3° C

V - VI: größer 4° C (in einigen Jahren bis 7°C).

Dieser Wärmesprung ist nicht auf bestimmte Gebiete beschränkt, sondern erfaßt die ganze Insel Kreta, wie die Werte z.B. von Küstenstationen belegen. Die Ursache ist ein regelhaft auftretender, oft Tage dauernder stürmischer Wärmeeinbruch (Scirocco, hier Nótos genannt), bei dem afrikanische Luftmassen nach Norden verfrachtet werden. Er ist so häufig und tritt in einer so engen Zeitspanne ein, daß er sogar im Monatsmittelwert der Sturmhäufigkeiten statistisch zum Ausdruck kommt: Die Kurve der Sturmhäufigkeit steigt nach einer März- und April-Baisse im Mai wieder an (vgl. dazu CLUTTON & KENNY 1976, Tabelle 2, S. 44). Mit dem Einbruch ist eine starke Schneeschmelze verbunden, die die Schneedecke bis in die Gipfellagen angreift. Eigene Beobachtungen haben ergeben, daß z.B. im April 1980 bei einem solchen Warmlufteinbruch in den Höhenlagen zwischen 1.500 m und 2.000 m am Ida-Oros im Durchschnitt 1.200 Liter Schmelzwasser pro m<sup>2</sup> produziert wurden. Sie flossen in 5 Tagen ab. Dies ist Zeugnis genug für die besonders große Bedeutung des Schnees als Erosions- und Denudationsfaktor. Dazu kommen Einflüsse durch die Starkregen in den Übergangsjahreszeiten.

Schneeschmelze und Starkregen haben in der Nacheiszeit ohne Zweifel lebhaftere Abtragung auf allen hängigen Partien der kretischen Hochgebirge zur Folge gehabt. Unter diesen Aspekten ist eine eindeutige Aussage für die Genese der Streifung nicht möglich. Folgende Wege der Erklärung zeichnen sich ab. Die heutigen Steinstreifen sind vorzeitliche periglaziale Steinrahmen, die im Holozän wegen ihrer lockeren Lage-

zung bevorzugte Abflußbahnen der Schmelz- und Starkregenwasser wurden. Die Zwischenglieder wären demnach ursprünglich „Erdstreifen“ gewesen, die in der Nacheiszeit als schuttarmes Lockermaterial rasch bis auf den felsigen Untergrund beseitigt wurden. Man kann von einem skelettierten periglazialen Steinnetzwerk sprechen. Von ähnlichen Beobachtungen, daß „l'érosion nivale a découpé ces brèches en reliefs ruiniformes“ haben auch FABRE & MAIRE (1983, S. 45) kurz berichtet. Der zweite Erklärungsweg geht davon aus, daß die heutigen Steinstreifen schon von Anfang an als Nivationsformen im Sinne von BERGER (1967) angelegt worden sind. Diese fossile Form hat sich bis heute deshalb gut erhalten, weil die gegenwärtige Abspülung die groben Muster infolge verkarsteten Untergrundes nicht beseitigen kann. Lediglich das wenige Feinmaterial wird abgeführt.

Beide Erklärungen haben den Vorteil, daß sie in das von POSER (1957) geschilderte Gesamtbild sowohl von der heute kümmerlichen Ausprägung periglazialer Formen als auch deren Genese im Zusammenhang mit Nivationsvorgängen passen. Aber auch jede andere Deutung wird den Einfluß von vor- und jetztzeitlichen Schmelzwassereinflüssen einschließen müssen.

### 3. Zusammenfassung

In der Periglazialstufe mediterraner Hochgebirge – ausgewählt wurden fünf griechische und ein spanisches – wurden Streifenmuster an Hängen untersucht. Bei äußerlicher Konvergenz der Formen konnten sie auf verschiedene Vorgänge frostdynamischer und/oder nivaler Art zurückgeführt werden. Sie lassen sich wie folgt gliedern:

1. Rezente schwebende oder bodenständige Steinrahmen (aktiver Frostmusterboden) im Zentimeter- und Dezimeterbereich.
2. Durch Schneeschmelzwasser dekapitierte rezente Steinrahmen in der Größenordnung wie unter 1.
3. Rezente Ausbildung von Steinstreifen als Folge von Schmelzwasserausspülung (Schneerieselwasserrinnen = Nivationsrinnen) im Dezimeterbereich.
4. Fossile Steinrahmen (kaltzeitlicher Frostmusterboden) im Meterbereich.
5. Durch rezentes Schneeschmelzwasser dekapitierte bzw. veränderte fossile Steinrahmen (kaltzeitlicher Frostmusterboden) im Meterbereich.

Mit diesen Feststellungen können Streifenmuster in mediterranen Hochgebirgen nur bedingt oder gar nicht als Formen zur Bestimmung periglazialer Höhengrenzen verwendet werden. Darüber hinaus erklären diese Beobachtungen, daß die kümmerliche Ausprägung eines Teils der frostdynamischen Formen in Mittelmeerländern nicht nur eine Folge der Gesteinsstruktur (Kalkgestein, Glimmerschiefer), sondern auch von Schneeschmelze sein kann. Im übrigen spiegeln sich die verschiedenen Formungen auch in ökologisch unterschiedlichen Pflanzenstandorten wider.

## 4. Literatur

- BERGER, H. (1967): Vorgänge und Formen der Nivation in den Alpen. Ein Beitrag zur geographischen Schneeforschung. 2. Aufl. Buchreihe des Landesmuseums für Kärnten, XVII. Klagenfurt.
- BROSCHKE, K.-U. (1978): Beiträge zum rezenten und vorzeitlichen periglazialen Formenschatz auf der Iberischen Halbinsel. – Abh. d. Geogr. Inst. d. F.U. Berlin. Sonderheft 1.
- BURRICHTER, E. (1961): Steineichenwald, Macchie und Garigue auf Korsika. – Ber. d. Geobotan. Inst. d. Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel/Zürich, 32. H. f. 1960: 32-60.
- CLUTTON, E. & A. KENNY (1976): Crete. London.
- FABRE, G. & R. MAIRE (1983): Néotectonique et morphogénèse insulaire en Grèce: Le Massif du Mont Ida (Crète). – Méditerranée. Revue géographique des Pays méditerranéens, III, Tome 48 (2): 39-49.
- GREUTER, W. (1975): Die Insel Kreta – eine geobotanische Skizze. In: S. DAFIS & E. LANDOLT (Hrsg.): Zur Vegetation und Flora von Griechenland. Ergebnisse d. 15. Intern. Pflanzengeogr. Exkursion (IPE) durch Griechenland 1971. Band 1. – Veröff. d. Geobotan. Inst. d. Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, Zürich, 56. H.: 141-197.
- HAGEDORN, J. (1969): Beiträge zur Quartärmorphologie griechischer Hochgebirge. – Göttinger Geogr. Abh., Heft 50.
- ,– (1978): Karst- und periglazialmorphologische Forschungen im nördlichen Pindos und seinem Vorland. – Jahrb. Akad. Wiss. Göttingen für 1977.
- HEMPEL, L. (1958): Zur geomorphologischen Höhenstufung der Sierra Nevada Spaniens. Ein Beitrag zur klimamorphologischen Zonierung der Erde. – Erdkunde, XII: 270-277.
- ,– (1960): Limites geomorfológicos altitudinales en Sierra Nevada. – Estudios Geográficos, Madrid, 81-93.
- ,– (1966): Klimamorphologische Typen und die Frage einer humiden Höhenstufe in europäischen Mittelmeerländern. – Petermanns Geogr. Mitt., 110. Jg., 81-96 und Tafeln 21-24.
- ,– (1972): Über die Aussagekraft von Regelungsmessungen in Mittelerrangebieten, geprüft an konvergenten Oberflächenformen. – Ztschr. f. Geomorphologie, NF 16: 301-314.
- ,– (1984): Beobachtungen und Betrachtungen zur jungquartären Reliefgestaltung der Insel Kreta. – L. HEMPEL (Hrsg.): Geographische Beiträge zur Landeskunde Griechenlands. = Münstersche Geogr. Arb. 18: 9-40. Paderborn.
- HÖLLERMANN, P. (1982): Studien zur aktuellen Morphodynamik und Geoökologie der Kanareninseln Teneriffa und Fuerteventura. – Abh. Akad. d. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl., 3. Folge, Nr. 34.
- KLAER, W. (1962): Untersuchungen zur klimagenetischen Geomorphologie in den Hochgebirgen Vorderasiens. – Heidelberger Geogr. Arb., Heft 11.
- MARIOPOULOS, E. G. (1938): The climate of Greece. – Athen.
- MARKGRAF-DANNENBERG, I. (1976): Die Gattung *Festuca* in Griechenland. – In: S. DAFIS & E. LANDOLT (Hrsg.): Zur Vegetation und Flora von Griechenland. Ergebnisse d. 15. Intern. Pflanzengeogr. Exkursion (IPE) durch Griechenland 1971. Band 2. – Veröff. d. Geobotan. Inst. d. Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, Zürich, 56. H.: 92-182.
- MESSERLI, B. (1965): Beiträge zur Geomorphologie der Sierra Nevada (Andalusien). – Diss. Bern 1962, Zürich.
- PASCHINGER, H. (1954): Würmvereisung und Spätglazial in der Sierra Nevada (Spanien). – Ztschr. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, III (1): 55-67.
- ,– (1957): Morphologische Studien in der Hauptgruppe der spanischen Sierra Nevada. – Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, 99: 199-203.
- PHILIPPSON, A. (1948): Das Klima Griechenlands. Bonn.
- POSER, H. (1933): Das Problem des Strukturbodens. – Geol. Rundschau, 24: 105-121.
- ,– (1957): Klimamorphologische Probleme auf Kreta. – Ztschr. f. Geomorphologie, NF 1: 113-142.
- ,– (1976 = 1976a): Bemerkungen und Beobachtungen zur Frage des Vorkommens pleistozäner Glazial- und Nivalformen auf Kreta. – Abh. d. Braunschweigischen Wiss. Ges., B. XXVI: 1-15.
- ,– (1976 = 1976b): Beobachtungen über Schichtflächenkarst am Psiloriti (Kreta). – Ztschr. f. Geomorphologie, Suppl. – B. 26: 58-64.

- PRILL, F. (1955): Schneefall und Schneedecke auf der Iberischen Halbinsel auf Grund spanischer und portugiesischer Wetterbeobachtungen. – Diss. Stuttgart 1955.
- RIKLI, M. (1943 und 1946): Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. – 2 Bände, 2. Aufl. Bern.
- SOUTADÉ, G. & A. BAUDIÈRE (1970): Végétation et modelés des hauts versants septentrionaux de la Sierra Nevada. – Annales de Géographie, **LXXIX**: 709-736.
- WICHE, K. (1955/56): Beitrag zur Morphologie des Thessalischen Olympos. – Geogr. Jahresber. aus Österreich, **16**: 25-40.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Ludwig Hempel, Institut für Geographie, Robert-Koch-Str. 26,  
D-4400 Münster

# Floren- und Vegetationsdynamik auf der Vulkaninsel Nea Kaimeni (Santorin-Archipel, Kykladen, Griechenland)

Thomas Raus

## 1. Einleitung

Der Santorin-Archipel liegt am Südrand der zentralägäischen Kykladeninseln, ca. 120 km nördlich von Kreta. Seine drei Teilinseln Thera, Therasia und Aspronisi sind in Ringform angeordnet und markieren eine meerwassergefüllte Caldera, die etwa um 1500 v. Chr. durch den Einsturz von ca. 30 km<sup>3</sup> Gestein infolge einer raschen Entleerung der Magmenkammer unter dem damaligen Thera-Vulkan entstand (SCHMALFUSS et al. 1981: 6). Diese katastrophenhafte Explosion der antiken Vulkaninsel Strongili (griech.: die Runde) beendete die minoische Hochkultur der Kykladen und vielleicht des gesamten, Kreta einschließenden ägäischen Raumes (PICHLER et al. 1972, PICHLER & FRIEDRICH 1980).

Noch im Altertum, vermutlich um 197 v. Chr., tauchte im Zentrum der 83 km<sup>2</sup> großen Santorin-Caldera die Insel Palea Kaimeni (griech.: kaiméni = die Verbrannte) als Spitze zäher Staukuppenlaven aus dem Meer auf. Die unbewohnte Insel trägt heute (1984) ein Mosaik aus *Pistacia lentiscus*-Gebüsch, Therophytenfluren und salztolerantem *Atriplex halimus*-Gebüsch. Neben Palea Kaimeni bildete sich durch mehrere lavafördernde Vulkanausbrüche zwischen ca. 1570 und 1928 n. Chr. die heutige Insel Nea Kaimeni. Sie ist Gegenstand der vorliegenden Untersuchung, ist ebenfalls unbewohnt und stellt den heute noch tätigen Teil des Santorin-Vulkans dar.

Aus dem Meer geborene Vulkaninseln bieten die seltene Gelegenheit, die organischemische Neubesiedlung quasi-steriler Standorte genau zu verfolgen (vgl. SCHWABE 1970). Vor allem die Krakatau-Explosion vom 26. August 1883 beflügelte die Beschäftigung mit dieser Fragestellung (BACKER 1929, ERNST 1934, DOCTERS VAN LEEUWEN 1936, FLENLEY & RICHARDS 1982). Den Grundstein zu systematischen Untersuchungen auf Nea Kaimeni legte – für den Teilaspekt der Gefäßpflanzenflora – eine Wiener botanische Universitätsexkursion, in deren Verlauf im April 1911 erstmals eine komplette Erhebung der Farne und Blütenpflanzen der Insel durchgeführt wurde (VIERHAPPER 1914, 1919). So konnte CAMMERLOHER (1935) nach einer erneuten kompletten Bestandsaufnahme im Jahr 1933 genau beschreiben, welchen Rückschlag die gewaltigen Vulkanausbrüche der Jahre 1925–1928 für die Gefäßpflanzenflora Nea Kaimenis mit sich brachten. Die Wiederauffüllung des Artbestandes, in ihrem Verlauf erneut gestört durch die Ausbrüche von 1939–1941 und 1950, erforschte der Kopenhagener Botaniker A. Hansen anlässlich seiner Geländearbeiten auf Nea Kaimeni im April 1967 (HANSEN 1971). Alle genannten Autoren berichteten über florenstatistische Überlegungen hinaus jedoch nichts über die unterschiedliche Häufigkeit der vorgefundenen Pflanzenarten und deren Zusammentreten zu allmählich sich konsolidierenden Pflanzengesellschaften (vgl. BURRICHTER 1964).

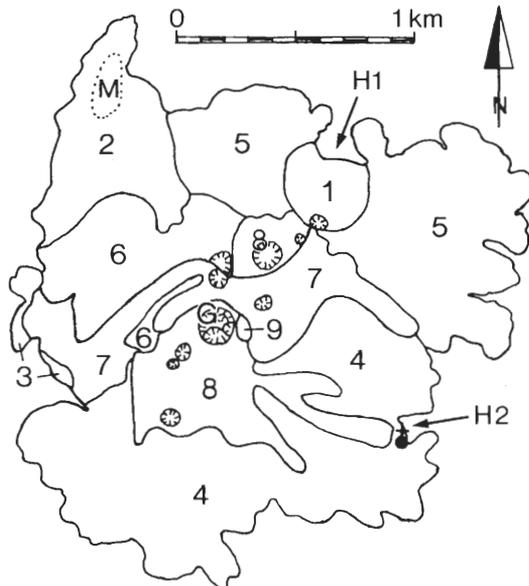
17 Jahre später bot sich mir auf Anregung und unter tageweiser Begleitung des derzeit wohl besten Kenners der Biogeographie Santorins, des Zoologen H. Schmalfuß, Stuttgart, die Gelegenheit, die Beobachtungen Vierhappers, Cammerlohers und Hansens zur Flora von Nea Kaimeni fortzuschreiben und außer der Aktualisierung der Ge-

fäbpflanzenliste erstmals auch Daten zur Vegetation der Insel und zur Differenzierung der Pflanzenverbreitung zu sammeln. Fünf Tage lang (3.-7.5.1984) untersuchte ich die Insel floristisch und vegetationskundlich und betrat dabei Teile sehr schwierigen Geländes, die offenbar noch nie botanisch durchsucht worden waren.

## 2. Geologie, Topographie

Nea Kaimeni verdankt seine heutige Gestalt und Oberflächenform einer Reihe eruptiver Phasen des Santorin-Vulkanismus in der Neuzeit (FOUQUÉ 1879, WASHINGTON 1926, RECK 1936, LIATSIKAS 1942, GEORGALAS 1953). Die Entstehungsgeschichte spiegelt sich in der derzeitigen Gliederung der Insel in neun Lava- und Ascheflächen verschiedenen Alters (siehe Karte 1, nach PICHLER & KUSSMAUL 1980).

1570 (oder 1573) tauchte die Insel Mikra Kaimeni aus dem Meer auf. Sie besaß etwa Größe und Gestalt der heutigen Fläche 1. 1707 bis 1711 bildete sich zwischen Mikra Kaimeni und Palea Kaimeni eine dritte Vulkaninsel, das alte Nea Kaimeni, dem etwa die heutige Fläche 2 entspricht. Ausbrüche zwischen 1866 und 1870 vergrößerten das alte Nea Kaimeni erheblich und verliehen der Insel etwa die Umrisse der arrondierten Flächen 2, 3 und 4. Vierhappers Exkursion traf 1911 Mikra Kaimeni und das alte Nea Kaimeni noch als zwei getrennte Inseln an. Die Ausbruchsserie von 1925 bis 1928 veränderte die topographische Situation von Grund auf. Zwischen den Inseln aus der See aufsteigende Lava verschweißte Mikra und Nea Kaimeni am 17. August 1925 zu einer Insel, dem neuen Nea Kaimeni, welches durch umfangreiche, Mikra Kaimeni umquellende



KARTE 1

Geologisch-topographische Gliederung von Nea Kaimeni (nach PICHLER & KUSSMAUL 1980). 1 = Lava von 1570 oder 1573; 2 = Lava von 1707-1711; 3 = Lava von 1866; 4 = Lava von 1866-1870; 5 = Lava von 1925-1926; 6 = Lava von 1939-1940; 7 = Lava von 1940-1941; 8 = Asche von 1939-1941 und 1950; 9 = Lava von 1950; H 1 = Nordhafen; H 2 = Osthafen; G = Inselgipfel Georgios (124 m ü. NN); M = Möwenkolonie.

Lavamassen (die heutige Fläche 5 westlich und östlich der Fläche 1) seine heutigen Umrisse erhielt (vgl. CAMMERLOHER 1935: Abb. 1). Zwischen 1939 und 1941 flossen die Laven der heutigen Flächen 6 und 7 über das alte Material von 1866/70 und veränderten die Küstenlinie der Insel im Westen. Die gleichzeitig ausgeschleuderten Aschen bedeckten mit denen des jüngsten Ausbruchs von 1950 die vorhandenen Lavadecken im Ausmaß der heutigen Fläche 8. Lava floß dagegen 1950 nur geringfügig aus (Fläche 9). Zur Zeit erreicht die Insel im Bereich des Hauptkraters Georgios eine Höhe von 124 m ü. NN; hier ist auch der Ort der aktuellen Fumarolentätigkeit. Der Inseldurchmesser beträgt ca. 2 km.

### 3. Standort

Böden haben sich über den erkalteten Gesteinsschmelzen und Pyroklastika noch nicht (allenfalls als sehr lokale A-C-Initialstadien) gebildet. Zerklüftete Blocklava und grobe Aschen sind der unmittelbare Wuchsort für die Gefäßpflanzen der Insel. Perennierendes Oberflächenwasser oder Quellen gibt es nicht. Das in Aschekörpern oberflächennah hangparallel abgeführte Niederschlagswasser geht vermutlich zum Teil im Meer verloren (vgl. SCHWABE 1970, SCHMALFUSS et al. 1981: 8). Das Großklima ist eumediterran mit einer Jahresmitteltemperatur von 17,1° C und einer Dürrezeit von April bis Oktober bei einer jährlichen Niederschlagssumme von nur 357 mm (Klimadiagramm bei SCHMALFUSS et al. 1981). Die kombinierte Standortungunst von geringer Feldkapazität des vulkanischen Substrats und Sommertrockenheit wird mikroklimalisch durch Überhitzungserscheinungen über dem meist schwarzen, seltener rotbraunen Gestein noch potenziert (RICHTER 1984).



Abb. 1: Die Vulkaninsel Nea Kaimeni im Zentrum der Santorin-Caldera, von Fira/Thera aus gesehen. Deutlich sind die Lavaflächen verschiedenen Alters zu unterscheiden. Als helle Fläche vorn rechts zeichnet sich die ehemalige Insel Mikra Kaimeni ab, die 1925 von schwarzer Blocklava umflossen wurde und mit dem alten Nea Kaimeni verschmolz. Hafenmauer und Kapelle des Osthafens sind als weiße Kontur links zu erkennen. Mai 1984.



Abb. 2: Der Nordhafen von Nea Kaimeni mit dem Beginn des zum Krater führenden Hauptpfades (Mitte links). Im Vordergrund die Mikra-Kaimeni-Lava von 1570/1573 mit dichtem, steppenartigem Pflanzenkleid (*Lupinus angustifolius*-*Hyparrhenia-hirta*-Gesellschaft), im Hintergrund die weitgehend vegetationslose Lava von 1925. Mai 1984.

Von einer bislang unbekanntem, ca. 60 Paare umfassenden Brutkolonie der Mittelmeer-Weißkopfmöwe (*Larus cachinnans michahellis*; vgl. GOETHE 1982: 595) im Zentrum der Lavafläche von 1707/11 (Karte 1: M) gehen guanotrophierende Wirkungen aus. Viel wichtiger als biotischer Standortfaktor ist der Mensch.

In zwei natürlichen Hafengebieten (Karte 1: H1 und H2) legen täglich Boote an. Der Osthafen, umgeben von Lava der Fläche 4, wird von Fischern genutzt, die hier eine Kapelle - das einzige Gebäude auf der Insel - mit einem im Frühjahr blumengeschmückten kleinen Hofraum errichtet haben. Von hier gibt es keinen Zugang zum Inselinneren. Der Nordhafen (Fläche 1) ist die Anlegestelle für Personenboote, die in der Touristensaison täglich dreimal Schaulustige, vor allem Gäste von in der Caldera auf Reede liegenden Kreuzfahrtschiffen, für einen rund einstündigen Fotoaufenthalt auf der Insel absetzen. Auf diese Weise wandern mehrere Tausend Besucher im Jahr vom Nordhafen auf einem Netz ausgebaute Aschepfade bis zum Krater Georgios und zurück und betreten dabei die Flächen 1, 7 und 8.

#### 4. Gefäßpflanzenflora

Die bei den kompletten Bestandserhebungen von 1911, 1933, 1967 und 1984 auf Nea Kaimeni festgestellten Farne und Blütenpflanzen sind in der folgenden Artenliste zum Vergleich alphabetisch zusammengestellt. Die Belege des Jahres 1984 befinden sich im Generalherbar des Botanischen Museums Berlin-Dahlem (B; Raus 9554-9665). Nachrichten über einige zusätzliche Arten, die wir aus der Zeit vor 1911 von den Kaimeni-Inseln haben (DUMONT D'URVILLE 1822; HELDREICH 1899, 1902), wurden nicht eingearbeitet. Diese Arten wurden 1911 und später nicht beobachtet und sind vermutlich dem Ausbruch von 1866 zum Opfer gefallen (wenn sie nicht gar von dem floristisch rei-

chenen *Palea Kaimeni* stammen, was in einigen Fällen nicht auszuschließen ist). *Sideritis lanata* L. wurde aus den bereits von CAMMERLOHER (1935: 87) ausgeführten Gründen ebenfalls nicht berücksichtigt. Die Funde von 1984 werden erstmals für die verschieden alten Teilflächen der Insel getrennt aufgeführt (nach der als Arbeitsmittel hierfür hervorragend geeigneten geologischen Karte von PICHLER & KUSSMAUL 1980; die Flächen 3 und 4 sind, weil gleichen Alters, zu einer Kolonne zusammengefaßt).

Asteriske hinter Artnamen bedeuten: \* = neu für Nea Kaimeni, \*\* = neu für den Santorin-Archipel, \*\*\* = neu für Europa. Die Synonyme beschränken sich auf die von VIERHAPPER (1914, 1919), CAMMERLOHER (1935) und HANSEN (1971) abweichend benutzten Namen (zu *Crassula alata* vgl. RUNEMARK in GREUTER & RAUS 1981: 276; zu *Erodium neuradifolium* vgl. DAHLGREN 1980: 509; zu *Rostraria cristata* vgl. KERGUÉLEN 1983: 39).

	1911	1933	1967	1	2	3/4	5	6	7	8	9
Pteridophyta											
<u>Polypodiaceae</u>											
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anogramma leptophylla</i> (L.) Link	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.
<i>Asplenium ceterach</i> L.* ( <i>Ceterach officinarum</i> DC.)	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Cheilanthes maderensis</i> Lowe **	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cheilanthes pteridioides</i> (Reichard) C. Chr. ( <i>Ch. fragrans</i> (L. fil.) Swartz)	+	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Gymnospermae											
<u>Ephedraceae</u>											
<i>Ephedra campylopoda</i> C.A. Meyer * ( <i>E. fragilis</i> subsp. <i>campylopoda</i> (C.A. Meyer) Asch. & Gr.)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Dicotyledones											
<u>Boraginaceae</u>											
<i>Echium angustifolium</i> Miller ( <i>E. sericeum</i> subsp. <i>halacsyi</i> Holmboe)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium arenarium</i> Guss.*	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis incrassata</i> Guss. ( <i>M. pusilla</i> Loisel.)	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<u>Caryophyllaceae</u>											
<i>Cerastium comatum</i> Desv. ( <i>C. illyricum</i> subsp. <i>comatum</i> (Desv.) Sell & Whiteh.)	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cerastium semidecandrum</i> L.	+	.	+	+	+	.	+	+	.	+	.
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L. (incl. <i>P. alsinifolium</i> (Biv.) DC.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.
<i>Sagina apetala</i> Ard.	+	.	+	+	.	+	+	.	+	+	.
<i>Sagina maritima</i> G. Don **	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene colorata</i> Poiret	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Silene gallica</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Silene sedoides</i> Poiret	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Spergula arvensis</i> L.**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Spergularia salina</i> J. Presl & C. Presl ( <i>S. marina</i> (L.) Griseb.)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria pallida</i> (Dumort.) Piré *	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

	1984										
	1911	1933	1967	1	2	3/4	5	6	7	8	9
<u>Chenopodiaceae</u>											
Atriplex halimus L.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.
Atriplex prostrata DC. (A. hastata auct.; A. cf. triangularis Willd.)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Suaeda maritima (L.)Dumort.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Compositae</u>											
Andryala integrifolia L. (A. dentata Sm.)	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+
Anthemis rigida (Sm.)Heldr. subsp. rigida *	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Bellium minus L. *	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Calendula arvensis L. (C. aegyptiaca Desf.)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carduus pycnocephalus L. *	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.
Carlina corymbosa subsp. graeca (Boiss.)Nyman (C. corymbosa subsp. actinoloba (Heldr.)Rech.fil.)	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.
Chondrilla juncea L.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Chrysanthemum coronarium L. *	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
Crepis foetida L. *	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Crepis multiflora Sm.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.
Dittrichia graveolens (Sm.)Greuter * (Inula graveolens (L.)Desf.)	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Dittrichia viscosa (L.)Greuter (Inula viscosa (L.)Aiton)	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Echinops spinosissimus Turra subsp. spinosissimus (E. viscosus subsp. glandulosus (Weiss)Rech.fil.)	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Filago cretensis Gand.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.
Filago gallica L.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Filago pygmaea L. (Evax pygmaea (L.)Brot.)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Filago vulgaris Lam. *	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Hedypnois rhagadioloides (L.)F.W.Schmidt * (H. cretica (L.)Dumort.)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Helichrysum italicum (Roth)G.Don	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+
Hypochoeris achyrophorus L. (H.aethnensis (L.)Ball)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypochoeris glabra L.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.
Phagnalon graecum Boiss.& Heldr.	+	.	+	+	+	+	.	+	.	+	.
Reichardia picroides (L.)Roth	+	.	+	+	+	.	.	+	.	+	.
Senecio gallicus Chaix (S. coronopifolius Desf.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.
Senecio vulgaris L.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.
Sonchus asper subsp. glaucescens (Jordan)Ball *	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Sonchus tenerrimus L.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.
Tolpis barbata (L.)Gaertner	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Urospermum picroides (L.)Scop.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	+	+
<u>Convolvulaceae</u>											
Cuscuta palaestina Boiss. (C. globularis Bertol.)	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
<u>Crassulaceae</u>											
Crassula alata (Viv.)A.Berger (C. tillaea auct.aeg., non Lester-Garl.; Tillaea muscosa auct.aeg., non L.)	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.

	1911	1933	1967	1	2	3/4	1984	5	6	7	8	9
<i>Sedum litoreum</i> Guss.	+	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.
<i>Umbilicus horizontalis</i> (Guss.)DC. ( <i>Cotyledon horizontalis</i> Guss.)	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.)Dandy ( <i>Cotyledon pendulinus</i> (DC.)Batt.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.
<u>Cruciferae</u>												
<i>Biscutella didyma</i> L.	+	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.
<i>Brassica tournefortii</i> Gouan *	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cakile maritima</i> subsp. <i>aegyptiaca</i> (Willd.)Nyman	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clypeola ionthlaspi</i> L. ( <i>C. microcarpa</i> Moris)	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.)Lagr.-Fossat	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Matthiola sinuata</i> subsp. <i>glandulosa</i> (Vis.)Vierh.*	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium orientale</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Euphorbiaceae</u>												
<i>Euphorbia peplus</i> L.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mercurialis annua</i> L. *	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<u>Frankeniaceae</u>												
<i>Frankenia hirsuta</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Geraniaceae</u>												
<i>Erodium cicutarium</i> (L.)L'Hér.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Erodium neuradifolium</i> Delile ( <i>E. subtrilobum</i> var. <i>glanduliferum</i> (Halácsy)Vierh.; <i>E. malacoides</i> sensu Hansen 1971, non (L.)L'Hér.)	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium molle</i> L.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.
<u>Labiatae</u>												
<i>Ballota acetabulosa</i> (L.)Bentham *	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Leguminosae</u>												
<i>Lathyrus aphaca</i> L.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus clymenum</i> L.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lupinus angustifolius</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+
<i>Medicago litoralis</i> Loisel.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melilotus indica</i> (L.)All.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ononis diffusa</i> Ten.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ornithopus compressus</i> L.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ornithopus pinnatus</i> (Miller)Druce ( <i>O. exstipulatus</i> Thore)	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i> L.(incl. <i>T. spec.</i> , Cammerloher1935)	+	(+)	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.
<i>Trifolium glomeratum</i> L.*	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium infamia-ponertii</i> Greuter * ( <i>T. intermedium</i> Guss., non Lapeyr.)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Trifolium scabrum</i> L.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.
<i>Trifolium stellatum</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium suffocatum</i> L. *	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium tomentosum</i> L.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia lathyroides</i> L.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.

	1984										
	1911	1933	1967	1	2	3/4	5	6	7	8	9
<u>Moraceae</u>											
Ficus carica L.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<u>Orobanchaceae</u>											
Orobanche pubescens Urv. * (O. versicolor F.W.Schultz)	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<u>Papaveraceae</u>											
Fumaria judaica Boiss. *	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<u>Plantaginaceae</u>											
Plantago afra L.* (Plantago psyllium auct.)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Plantago indica L.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago weldenii Reichenb. (P. coronopus subsp. commutata (Guss.)Pilger)	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<u>Polygonaceae</u>											
Rumex bucephalophorus subsp. aegaeus Rech.fil.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>Rubiaceae</u>											
Galium aparine L.*	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Galium recurvum Req.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.
Valantia hispida L.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	+	+
<u>Scrophulariaceae</u>											
Linaria pelisseriana (L.)Miller	+	.	+	+	+	+	+	.	.	+	.
Misopates orontium (L.)Raf. (Antirrhinum orontium L.)	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.
Scrophularia heterophylla Willd.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Scrophularia lucida L.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Solanaceae</u>											
Solanum nigrum L.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<u>Tamaricaceae</u>											
Tamarix cf. smyrnensis Bunge (cult.)	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<u>Umbelliferae</u>											
Daucus involucratus Sm. *	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Torilis leptophylla (L.)Reichenb.fil.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<u>Urticaceae</u>											
Parietaria cretica L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.
Parietaria judaica L.* (P. diffusa Mert.& Koch; P.ramiflora Moench)	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Urtica urens L. *	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Monocotyledones											
<u>Gramineae</u>											
Aira cupaniana Guss. **	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.
Aira elegantissima Schur *	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.
Avellinia michelii (Savi)Parl.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	.
Avena barbata Link	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	+
Briza maxima L.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
Bromus haussknechtii Boiss. ***	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
Bromus intermedius Guss.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.
Bromus madritensis L.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+

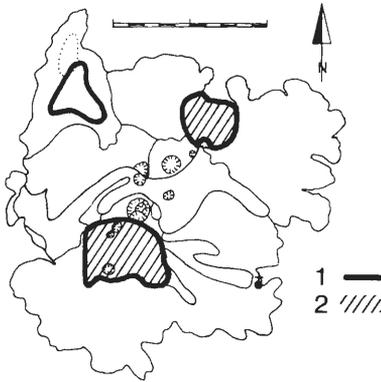
	1984										
	1911	1933	1967	1	2	3/4	5	6	7	8	9
<i>Bromus rigidus</i> subsp. <i>ambiguus</i> (Jordan)Pignatti ( <i>B. villosus</i> var. <i>ambiguus</i> (Jordan)Rouy)	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Bromus rubens</i> L.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	+	.
<i>Bromus tectorum</i> L.	+	.	+	+	+	.	.	.	+	.	+
<i>Corynephorus articulatus</i> (Desf.)Pal.Beauv. ( <i>Weingaertneria articulata</i> (Desf.)Asch. & Gr.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hordeum leporinum</i> Link ( <i>H. murinum</i> subsp. <i>leporinum</i> (Link)Arcang.)	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hyparrhenia hirta</i> (L.)Stapf ( <i>Cymbopogon pubescens</i> (Vis.)Fritsch)	+	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.
<i>Lagurus ovatus</i> L.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	+	+
<i>Lamarckia aurea</i> (L.)Moench	+	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin subsp. <i>rigidum</i> *	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Psilurus incurvus</i> (Gouan)Schinz & Thell. ( <i>Ps. aristatus</i> (L.)Douval-Jouvé)	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rostraria cristata</i> (L.)Tzvelev ( <i>Lophochloa cristata</i> (L.)Hyl.; <i>Koeleria phleoides</i> (Vill.)Pers.)	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.
<i>Stipa capensis</i> Thunb.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Trachynia distachya</i> (L.)Link	.	.	+	+	+	+	.	.	.	+	+
<i>Vulpia bromoides</i> (L.)S.F.Gray	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.
<i>Vulpia fasciculata</i> (Forsskäh)Samp.	+	.	+	+	.	+	+	.	.	+	.
<u>Liliaceae</u>											
<i>Aloe vera</i> (L.)Burm.fil. (cult.) *	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Asparagus aphyllus</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asparagus stipularis</i> Forsskäh	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<u>Summe der Gefäßpflanzenarten</u>	83	24	69	92	66	59	37	22	24	56	14

116

*Bromus haussknechtii* BOISS. (det. H. Scholz, Berlin) ist der interessanteste Neufund der Bestandsaufnahme von 1984. Das genau hundert Jahre vorher, 1884, aus dem Gebiet des heutigen Irak beschriebene annuelle Gras gehört in die Verwandtschaft des *Bromus madritensis* (Bestimmungsschlüssel bei SCHOLZ 1981: 253) und war bislang nur aus Westasien und Nordafrika bekannt (Sowjet-Mittelasien bis Zypern und zur Sinai-Halbinsel). Außer *Bromus haussknechtii* sind von den 35 auf Nea Kaimeni erstmals nachgewiesenen Arten noch *Aira cupaniana* (det. H. Scholz), *Cheilanthes maderensis* (det. B. Zimmer), *Sagina maritima* und *Spergula arvensis* neu für den gesamten Santorin-Archipel. Für *Cheilanthes maderensis* ist dieses zugleich der erste sichere griechische Fund außerhalb Kretas.

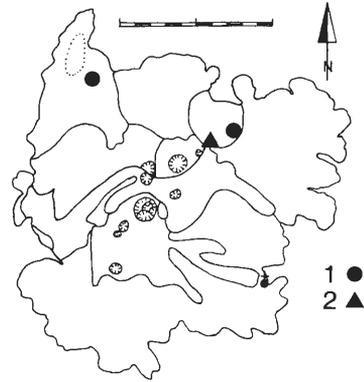
## 5. Florendynamik

Die Auswertung der Artenliste in korrigierter Fortschreibung der Überlegungen CAMMERLOHERS (1935: 85-87) und HANSENS (1971: 158-161, hier fehlen *Lamarckia aurea* und *Vulpia bromoides*!) zeigt folgendes Ergebnis: 1911 wuchsen auf Mikra Kaimeni und dem alten Nea Kaimeni zusammen 83 Arten. Nach der vulkanischen Aktivitätsphase von 1925/28 traf CAMMERLOHER 1933 auf dem neuen Nea Kaimeni nurmehr 24



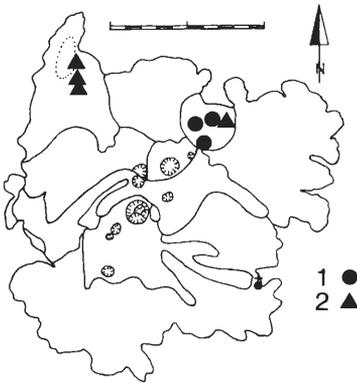
**KARTE 2**

Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Hyparrhenia hirta*; 2 = geschlossene *Lupinus angustifolius*-*Hyparrhenia hirta*-Bestände.



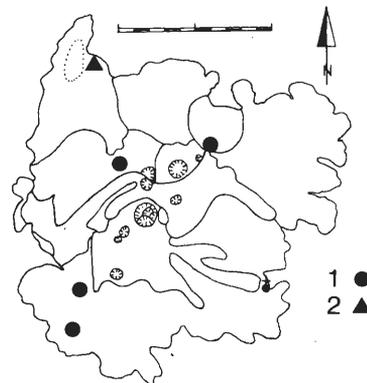
**KARTE 3**

Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Ficus carica*; 2 = *Scrophularia heterophylla*, *Dittrichia viscosa*.



**KARTE 4**

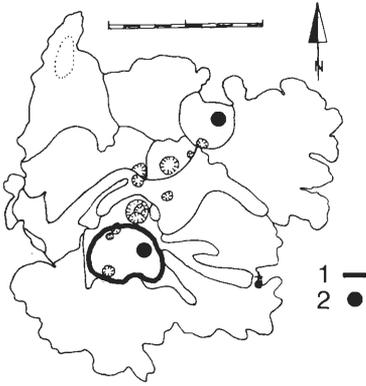
Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Echinops spinosissimus* subsp. *spinosissimus*; 2 = *Asparagus stipularis*.



**KARTE 5**

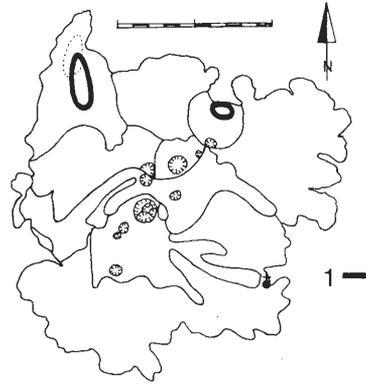
Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Asplenium ceterach*; 2 = *Ephedra campylopada*.

Arten an, also weniger als ein Drittel des Bestandes von 1911, darunter 2 Arten, die 1911 nicht beobachtet wurden. CAMMERLOHER geht gewiß nicht fehl in der Beurteilung, daß der Artenverlust auf die mechanische und thermische Zerstörung der Pflanzendecke zurückzuführen sei. HANSEN fand 1967 69 Arten auf der Insel. Davon waren 18 neu für Nea Kaimeni, während 31 der bei VIERHAPPER und CAMMERLOHER genannten Arten nicht wiedergefunden wurden. Die Arteneinbuße hatte also in 39 Jahren nur zu 58 % durch die Neueinwanderung von Arten kompensiert werden können. Hier spiegeln sich die (leider nicht dokumentierten) Zerstörungen der Pflanzendecke Nea Kaimenis während der vulkanischen Aktivitätsphasen von 1939/41 und 1950 wider, welche die Oberflächengestalt der Insel erheblich beeinflußten (Flächen 6 bis 9).



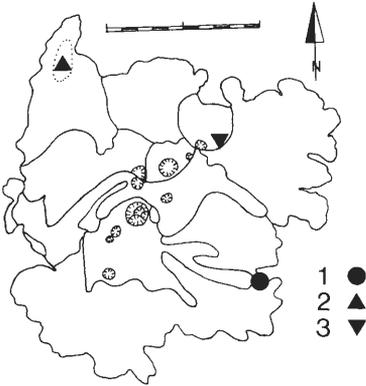
KARTE 6

Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Tolpis barbata*; 2 = *Briza maxima*.



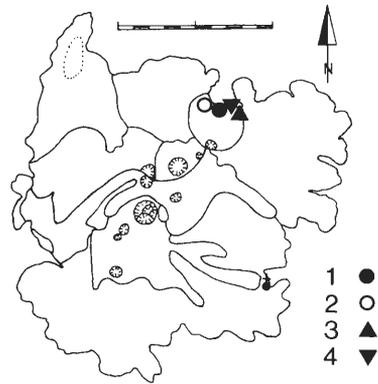
KARTE 7

Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Ornithopus compressus*, *Ornithopus pinnatus*, *Trifolium glomeratum*, *Trifolium tomentosum*, *Vicia lathyroides*.



KARTE 8

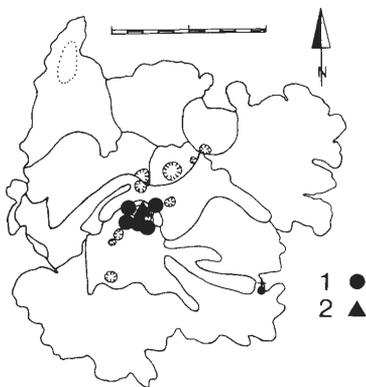
Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Anthemis rigida* subsp. *rigida*, *Cerastium comatum*, *Fumaria judaica*, *Galium aparine*, *Hedypnois rhagadioloides*, *Mercurialis annua*, *Stellaria pallida* (ferner *Aloe vera* (cult.) und *Tamarix* cf. *smyrnensis* (cult.)); 2 = *Daucus involucratus*, *Echium arenarium*, *Crepis foetida*, *Plantago afra*; 3 = *Brassica tournefortii*, *Urtica urens*.



KARTE 9

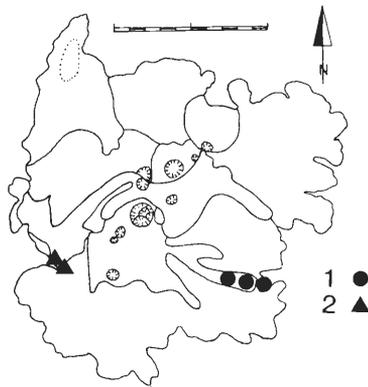
Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Lathyrus aphaca*, *Lathyrus clymenum*, *Trifolium suffocatum*; 2 = *Ballota acetabulosa*; 3 = *Bellium minutum*, *Myosotis incrassata*; 4 = *Hirschfeldia incana*, *Sonchus asper* subsp. *glaucescens*.

1984 wurden 116 Arten gefunden, 66,7 % mehr als 1967. Seit 1967 gab es keine Beeinträchtigungen der Pflanzendecke Nea Kaimenis durch Vulkantätigkeit - die wohl ausschlaggebende Voraussetzung für diesen quantitativen Florengewinn. Von 50 Arten, die HANSEN nicht vorfand, sind 35 Neueinwanderungen nach Nea Kaimeni, die restlichen 15 Wiederansiedlungen seit 1933. 13 Arten der Vierhapper-Liste von 1911 blieben 1984 weiterhin verschollen. Dieser Einbuße von 13 Arten steht ein Netto-Gewinn



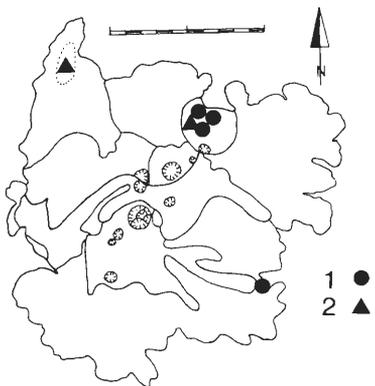
**KARTE 10**

Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Silene gallica*; 2 = *Spergula arvensis*.



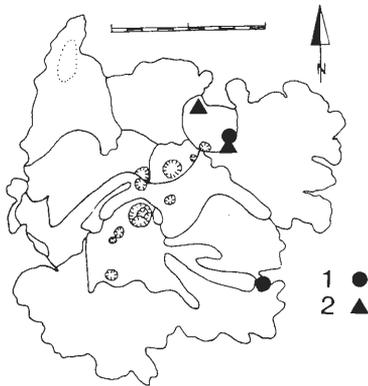
**KARTE 11**

Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Trifolium infamia-ponertii*; 2 = *Atriplex halimus*.



**KARTE 12**

Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Chrysanthemum coronarium*; 2 = *Matthiola sinuata* subsp. *glandulosa*.



**KARTE 13**

Verbreitung ausgewählter Gefäßpflanzenarten auf Nea Kaimeni 1984. 1 = *Lolium rigidum* subsp. *rigidum*; 2 = *Hordeum leporinum*.

(1984) von 49 Arten seit 1911 gegenüber (d. h. der Gesamtgewinn abzüglich der 1984 nicht wieder bestätigten Funde von 1933 und 1967). Die Neueinwanderung von Gefäßpflanzen nach Nea Kaimeni in den 73 Jahren zwischen 1911 und 1984 kompensiert demnach völlig die im einzelnen nicht bezifferbaren, als Folge der Vulkanausbrüche von 1925/28, 1939/40, 1940/41 und 1950 gleichwohl zu postulierenden Florenverluste. Die Zuwanderungsrate war darüberhinaus hoch genug, um in dieser Zeitspanne einen zusätzlichen Artenzuwachs von 38,7 % des Ausgangsbestandes von 1911 zu erzielen.

Die Fälle einer Reihe von Pflanzenarten (vor allem Therophyten), die zwischen 1911 und 1984 nur einmal beobachtet wurden, ohne wiedergefunden zu werden (siehe Artenliste; vgl. auch RACKHAM 1978: 763, *Paronychia echinulata*), geben Hinweise

darauf, daß auch das Fehlschlagen von Ansiedlungsversuchen als laufender Prozess in Rechnung zu stellen ist. In diesem Zusammenhang sind auch die nicht wieder bestätigten Neufunde von DIAPOULIS (1974) und ANAGNOSTIDIS & ECONOMOU-AMILLI (1978: 708) zu nennen, soweit es sich nicht um Fehlbestimmungen und doppelt gezählte Synonyme handelt. Doch überwiegt im Falle von Nea Kaimeni derzeit mit Sicherheit die Zuwanderung über den laufenden Verlust an Arten, und ein Gleichgewicht zwischen beiden Vorgängen, wie es für saturierte Inseln in der theoretischen Inselbiogeographie nicht ohne Kontroversen diskutiert wird (MACARTHUR & WILSON 1967, WHITEHEAD & JONES 1969, GILBERT 1980), ist in Nea Kaimeni vermutlich noch lange nicht erreicht.

## 6. Einwanderungstore

Bei der Betrachtung der 1984 auf Nea Kaimeni erstmals räumlich differenziert protokollierten Funde von Gefäßpflanzen, die nur in einem oder wenigen Exemplaren auftraten, ist deren Konzentration auf wenige Stellen der Insel augenfällig (Karten 8 bis 13). Im einzelnen handelt es sich um folgende Plätze:

Nordhafen (Karte 9; Abb. 2)

Im Nordhafen und dessen nächster Umgebung hatten 1984 *Bellium minutum*, *Filago vulgaris*, *Dittrichia graveolens*, *Hirschfeldia incana*, *Lathyrus aphaca*, *L. clymenum*, *Myosotis incrassata*, *Sonchus asper* subsp. *glaucescens* und *Trifolium suffocatum* ihren einzigen Fundort; ferner wuchs südwestlich der Bootsanlegestelle etwa 20 m landeinwärts eine 10 cm hohe Jungpflanze des nitrophilen Halbstrauches *Ballota acetabulosa*. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich wenigstens einige der genannten Arten nach Diasporeneinschleppung durch den Touristenverkehr hier ansiedelten. Die Weiterverfolgung der Gründerpopulation der perennierenden *Ballota acetabulosa* ist eine reizvolle Beobachtungsaufgabe der Zukunft.

Osthafen (Karte 8: 1; Karte 11: 1; Abb. 1)

Das Vorkommen von *Anthemis rigida* subsp. *rigida*, *Cerastium comatum*, *Fumaria judaica*, *Galium aparine*, *Hedypnois rhagadioloides*, *Mercurialis annua* und *Stellaria palida* war 1984 auf diese Stelle beschränkt. Hier ist der Einwanderungsmodus evident: mit Ausnahme von *Anthemis* und *Hedypnois* stammten alle genannten Pflanzen aus Abfällen der Blumenkübel, die zum Schmuck des Kapellenhofes aufgestellt werden. Die Ausbreitungspotenzen dieser Einschleppungen ist wohl unterschiedlich zu beurteilen. Ein Teil der Arten wird vermutlich nur durch jährlichen anthropogenen Samennachschub (frische Bepflanzung der Blumenkübel) Bürger Nea Kaimenis bleiben können. Andere schaffen den Sprung ins Inselinnere wie offensichtlich *Trifolium infamia-ponertii* (Karte 11: 1), das den Aschekorridor der Fläche 8 zur Überwindung der siedlungsfeindlichen Lava von 1866/70 nutzt (vgl. Tabelle 2: Aufn. 4).

Möwenkolonie (Karte 8: 2)

Die Weißkopfmöwenkolonie der Lavafläche von 1707/10 fungiert als weiteres Einwanderungstor für Gefäßpflanzen auf Nea Kaimeni. 1984 hatten hier (in wenigen Exemplaren) *Crepis foetida*, *Daucus involucratus*, *Echium arenarium* und *Plantago afra* ihren einzigen Fundort auf der Insel. Die Einschleppung geschieht durch im Gefieder der Vögel transportierte Klettfrüchte (z. B. *Daucus*) oder durch Samen aus der ausgekröpften Nahrung der Möwen. Wegen des Fehlens gezeitenbedingt trockenfallender

Schlickflächen spielen Meerestiere (ausgenommen Fische und Tintenfische) im Nahrungsspektrum der Mittelmeer-Weißkopfmöwenpopulationen kleiner Felsinseln nur eine untergeordnete Rolle; terrestrische Klettertiere (Insekten, Kleinsäuger) und Vegetabilien wie Getreide, Oliven und wahrscheinlich viele andere zufällig aufgenommene Früchte und Samen sind dafür wichtiger (GOETHE 1982: 608). SPITZER (1976) fand bei der Untersuchung von Möwen-Mageninhalten 53 „Samen und Früchte“. Nach anderen Beobachtungen wurden Jungmöwen hauptsächlich mit Fischen gefüttert, gefolgt von Müll(!) und Wirbellosen (ISENMANN 1976). Eine floristische Dauerbeobachtung der Möwenkolonie auf Nea Kaimeni ergäbe sicher einen stärkeren Durchsatz („turnover“) kurzfristig eingeschleppter Arten, welche jedoch wegen der Siedlungsungunst der umgebenden Lavafelder kaum die Möglichkeit haben, von hier aus weitere Teile der Insel zu besiedeln.

#### *Ficus carica*-Bäume (Karte 3: 1; Karte 8: 3)

Ein Feigenbaum des ehemaligen Mikra Kaimeni (heutige Fläche 1) hat gewisse Publizität erlangt, weil er den Ausbruch von 1925 in der Nähe der Verschmelzungsstelle von Mikra Kaimeni und dem alten Nea Kaimeni überlebte (CAMMERLOHER 1935: 86–88). Zu meiner großen Überraschung entdeckte ich bei der Untersuchung der Fläche 2 einen zweiten, noch etwas größeren Feigenbaum, dessen Existenz bisher nicht bekannt war; er wächst in einer Geländevertiefung, die nur mühevoll erreichbar und weder von Land noch von See her einsehbar ist. Die beiden *Ficus carica*-Exemplare stellen mit ihrem schattenspendenden Blätterdach einen ausgesprochenen Sonderstandort auf Nea Kaimeni dar und werden nach meinen Beobachtungen oft von rastenden Vögeln aufgesucht. Es ist anzunehmen, daß die Diasporen von *Brassica tournefortii*, *Parietaria judaica* und *Urtica urens* durch Vögel auf die Insel gebracht worden sind. Die Pflanzen sind Neubürger Nea Kaimenis und wurden 1984 nur unter den Feigenbäumen gefunden.

#### Besucherpfade am Krater Georgios (Karte 10)

Auf die von Touristen viel begangenen Wege im Bereich der Fumarolen des Inselgipfels beschränkte sich 1984 das Vorkommen von *Silene gallica* (etwa ein Dutzend Pflanzen) und *Spergula arvensis* (1 kräftiges, vielverzweigtes Exemplar). Die Beobachtung, daß 1984 auch die Thero-Brachypodietae-Arten *Trachynia distachya* und *Valantia hispida* als Fremdlinge in der umgebenden Helianthemetea annua-Pioniervegetation am Hauptkrater streng auf die teilweise mit allochthonem Material ausgebauten Wege beschränkt waren, belegt hinreichend die floredynamische Funktion dieses Standortes. *Spergula arvensis* wurde bisher auf keiner der Inseln des Santorin-Archipels gefunden. Die Pflanze sammelte ich daher als Beleg. Sie hatte aber ihren Vegetationszyklus bereits abgeschlossen. Ihre zahlreichen Fruchtkapseln waren weit geöffnet und enthielten nur noch wenige der völlig ausgereiften Samen. Bestimmt mehr als hundert reife Samen sind demnach 1984 in die Samenbank des Kraterrandes eingeflossen.

Einige weitere ausgewählte Verbreitungsbilder unterstreichen die Bedeutung der genannten Fundorte als Einwanderungstore der Insel. *Chrysanthemum coronarium* erreichte Nea Kaimeni durch die beiden Häfen (Karte 12: 1; 1984 3 Pflanzen im Osthafen und etwa 10 Pflanzen im Bereich des Nordhafens). Einwanderungstore für *Matthiola sinuata* subsp. *glandulosa* waren der Nordhafen und die Möwenkolonie (Karten 12: 2). *Hordeum leporinum* wuchs 1984 am Nordhafen, *Lolium rigidum* subsp. *rigidum* am Osthafen; beide Gräser fand ich sonst nur unter dem Feigenbaum der Fläche 1 (Karte 13).

## 7. Vegetation auf Ausgangsgestein verschiedenen Alters

Beim Blick von der Hauptinsel Thera auf Nea Kaimeni und beim Anlaufen des Nordhafens fällt als erstes die deutliche, teilweise ganz scharfe farbliche Trennung der unterschiedlich alten Teilflächen (Karte 1) der Insel auf. Fläche 1 und große Teile von Fläche 8 heben sich im Mai infolge dichter Vegetationsbedeckung leuchtend gelb von den übrigen materialbedingt schwarzen oder braunen Lavaflächen ab (Abb. 1). Die folgende knappe Dokumentation der Vegetationszusammensetzung im Jahr 1984 soll den Grund für künftige Sukzessionsbeobachtungen legen (Bezeichnung der Flächen 1 bis 9 (nach PICHLER & KUSSMAUL 1980).

Fläche 1: Mikra-Kaimeni-Laven (1570 oder 1573)

Der älteste Teil der Insel ist (1984) mit einer völlig geschlossenen gehölzfreien Vegetation bedeckt, die zu etwa gleichen Teilen von *Lupinus angustifolius* und *Hyparrhenia hirta* dominiert wird (Tabelle 1: Aufn. 1-7; Karte 2). *Avena barbata* und *Lagurus ova-tus* als nächsthäufige, durchgehend in den Aufnahmen vertretene Arten geben der Gesellschaft zusammen mit *Hyparrhenia hirta* die Physiognomie einer Grassteppe. Den leuchtend strohgelben Mai-Aspekt bestimmen die zu diesem Zeitpunkt bereits weitgehend vertrockneten und ausgefruchteten annuellen Gräser. Ein spärlicher gelber Blüh- aspekt wird von den unscheinbaren Köpfchen der im hohen Gras verborgenen Compositen *Andryala integrifolia*, *Crepis multiflora*, *Hypochoeris glabra*, *Urospermum picroides* und *Senecio gallicus* getragen. Die in manchen Aufnahmeflächen mehr als 50 % bedek- kenden Lupinen sind im Mai ebenfalls bereits größtenteils vertrocknet und heben sich mit ihren hellbraunen Fruchtständen nur unwesentlich von der Umgebung der gleich- hohen oder höheren Gräser ab. Charakteristischer ist zu dieser Jahreszeit ein akusti- scher Aspekt: die knackende Geräuschkulisse der zahlreichen laufend aufspringenden Lupinenhülsen. Der Höhepunkt des blauen Blühaspektes von *Lupinus angustifolius* dürfte Ende März/Anfang April zu erwarten sein.

Syntaxonomisch handelt es sich bei der *Lupinus angustifolius*-*Hyparrhenia hirta*- Gesellschaft von Nea Kaimeni um ein leicht ruderalisiertes Stadium einer kennartenlo- sen *Helianthemetalia guttati*-Gesellschaft ohne die Kennzeichen einer floristisch gesät- tigten Assoziation (vgl. BURRICHTER 1964 und für die spezielle Inselproblematik RENE- MARK 1969). Die syndynamischen Potenzen dieses Entwicklungsstadiums der Vegeta- tion scheinen wegen der „Versiegelung“ des Wuchsräume durch die Horste der peren- nierenden, äußerst trockenharten Pionierpflanze *Hyparrhenia hirta* und der mikrokli- matischen Ungunst des Standortes begrenzt zu sein (vgl. hierzu RICHTER 1984), doch wäre ohne Dauerflächenforschung (SCHMIDT 1975) jede Sukzessionsprognose zur Zeit reine Spekulation.

Der Grundstock der *Helianthemetea*-Arten zeigt verblüffende Ähnlichkeit mit dem vergleichbarer Vegetationseinheiten auf italienischen Vulkaninseln (FERRO & FURNARI 1968, 1970; BRULLO et al. 1977). Dort ist wegen der längeren Entwicklungszeit der Vegetation und des Vorhandenseins zum Teil endemischer Kennarten die Fassung von Assoziationen möglich (*Trifolio-Andryaletum cosyrensis* Brullo, Di Martino & Mar- cenó; *Crassulo-Erodietum botrytis* Ferro & Furnari). Dagegen ist das Alter der in Tabelle 1 belegten *Hyparrhenia*-reichen Gesellschaften von Nea Kaimeni relativ genau mit höchstens 49 Jahren anzugeben. CAMMERLOHER (1935: 86) betont ausdrücklich, daß er bei seinem Besuch 1933 *Cymbopogon pubescens* (= *Hyparrhenia hirta*) nicht gefunden hat!

Tabelle 1: 1-16: *Lupinus angustifolius*-*Hyparrhenia hirta*-Gesellschaft  
17-24: Leguminosenreiche Pionierrasen

Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Fläche (m <sup>2</sup> )	50	50	50	50	50	50	50	25	25	25	25	25	25	25	25	25	10	10	10	10	8	10	6	15			
Exposition	-	E	E	-	N	NE	N	SW	-	E	-	-	-	S	SW	-	-	E	E	E	-	E	W	E			
Inklination (°)	-	10	20	-	2	10	20	2	-	-	5	-	-	-	10	2	-	20	20	10	-	10	2	20			
Deckung (%)	100	100	95	100	100	100	95	95	100	100	90	100	100	90	95	95	80	85	80	90	90	80	90	75			
Substrat	Lava von 1570(1573)							Aschen von 1939/1941 und 1950									Lava von 1707/1711										
Artenzahl	15	15	16	19	19	20	26	15	14	14	12	12	11	17	16	16	18	18	19	22	22	24	24	25			
Arten der <i>Helianthemetea annua</i>																											
<i>Lupinus angustifolius</i>	4	3	3	3	4	3	3	3	5	5	5	4	2	3	3	3	.	2	1	.	.	1	1	.			
<i>Andryala integrifolia</i>	+	+	+	+	1	.	+	+	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	1	+	1	1	1	1			
<i>Vulpia ciliata</i>	.	.	+	+	+	+	1	2	1	+	1	1	+	1	+	3	1	2	2	2	2	2	2	2			
<i>Corynephorus articulatus</i>	1	+	+	+	1	.	.	+	1	+	1	1	+	+	+	1	.	+	+	+	+	+	+	1			
<i>Rumex bucephalophorus</i> ssp. <i>aegaeus</i>	.	.	.	+	+	.	+	1	+	+	1	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Hypochoeris glabra</i>	+	.	+	.	.	.	+	+	1	+	.	1	+	+	1	+	1	+	1	1	+	+	+	1			
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	+	.	+	+	+	.	.	.	1	+	2	1	+	+	1	+	+	+	.	+	+	+	+	.			
<i>Trifolium arvense</i>	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	3	2	2	3	3	2	2	2	2			
<i>Trifolium glomeratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	1	1	1	1	+			
<i>Filago gallica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	1	.	1	+	1	+			
<i>Ornithopus compressus</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	+	.	.	+	2			
<i>Ornithopus pinnatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	+	2	2	2	2			
<i>Tolpis barbata</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Crassula alata</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Briza maxima</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Linaria pelisseriana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
Übrige Arten																											
A) Perennierende																											
<i>Hyparrhenia hirta</i>	2	3	3	4	3	3	3	3	+	2	2	1	5	4	4	4	1	2	2	2	2	2	2	1			
<i>Helichrysum italicum</i>	+	.	+	.	+	+	+	.	+	1	1	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.			
<i>Phagnalon graecum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
B) Annuelle																											
<i>Lagurus ovatus</i>	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1			
<i>Avena barbata</i>	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	4	2	2	1	2	.	1	.	+	+	+	.	1			
<i>Crepis multiflora</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	+	1	1	+	1	+	1	1	1	1	1	1			
<i>Trifolium campestre</i>	+	+	+	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
<i>Urospermum picroides</i>	1	1	+	+	+	1	+	1	.	.	.	1	1	1	1	.	.	+	+	.	.	+	1				
<i>Parietaria cretica</i>	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	+	+	+			
<i>Trifolium scabrum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	2	1	1	1	1			
<i>Misopates orontium</i>	.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	+	+			
<i>Lamarckia aurea</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Bromus madritensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	+	2	1	1	1			
<i>Carlina corymbosa</i> subsp. <i>graeca</i>	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Bromus intermedius</i>	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Sedum litoreum</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Senecio gallicus</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.			
<i>Biscutella didyma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	+	+	+	.	.	.			
<i>Psilurus incurvus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	2	.	2	2			
<i>Sonchus tenerimus</i>	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Lophochloa cristata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+			
<i>Trifolium tomentosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	+			
<i>Galium recurvum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+			
<i>Bromus tectorum</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Torilis leptophylla</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Silene colorata</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Carduus pycnocephalus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Valantia hispida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Chondrilla juncea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Stipa capensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Trachynia distachya</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			
<i>Vicia lathyroides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.			

Eine weitere, für die Vegetationsdynamik auf Nea Kaimeni lehrreiche Beobachtung CAMMERLOHERS (1935: 86) ist sein Fotobeleg eines *Echinops-Asparagus*-Bestandes von 1933 aus dem Bereich der Fläche 1. Beide Arten waren auch noch 1984 auf die Lava von 1570(1573) beschränkt, sieht man von der Entdeckung (1984) eines weiteren Fundortes von *Asparagus stipularis* auf der Lavafläche von 1707/11 ab (Karte 4). Ansätze für die Formierung einer perennierenden Chasmophytenvegetation wurden 1984 nur im alten Mikra-Kaimeni-Krater festgestellt (Karte 3: 2, *Scrophularia heterophylla*, *Dittrichia viscosa*).

### Fläche 2: Nea-Kaimeni-Lava (1707-1711)

Hier liegt zwar ein Teilareal von *Hyparrhenia hirta* (Karte 2), geschlossene *Lupinus*-Rasen gibt es (1984) jedoch nicht. Charakteristisch für die Lava von 1707/11 sind vielmehr kleinflächige, inselartige Vorkommen leguminosenreicher Pionierrasen, in de-

nen *Lupinus angustifolius* und *Hyparrhenia hirta* nur eine untergeordnete Rolle spielen. *Trifolium arvense*, *Trifolium campestre* und *Vulpia ciliata* erreichen in der Regel die höchsten Deckungsgrade (Tabelle 1: Aufn. 17–24); ferner fällt die Beteiligung beider in der Ägäis vorkommender *Ornithopus*-Arten ins Auge. Die Physiognomie dieser Pionierassen ist infolgedessen von derjenigen der *Lupinus-Hyparrhenia*-Gesellschaft recht verschieden. Die floristische Verwandtschaft beider Vegetationstypen ist aber, wie ein Blick auf die gesamte Tabelle 1 lehrt, sehr eng. Zu Spekulationen über einen gesetzmäßigen Sukzessionszusammenhang (etwa abgeleitet aus dem verschiedenen Alter der besiedelten Lava) besteht jedoch keine Veranlassung, solange keine wirklich beweiskräftigen Beobachtungen von Dauerflächen vorliegen.

Bemerkenswert ist, daß *Lupinus angustifolius* und *Trifolium arvense* die einzigen weitverbreiteten Leguminosen auf der Insel sind. Trotz derselben, für die Besiedlung von Rohböden günstigen Befähigung zur Luftstickstoffbindung sind demgegenüber *Ornithopus compressus*, *O. pinnatus*, *Trifolium glomeratum*, *T. tomentosum* und *Vicia lathyroides* auf zwei recht winzige Teilareale (1984) beschränkt, welche – interessant genug – in der Nähe der Möwenkolonie und des Nordhafens liegen (Karte 7; auf Palearica ist, nebenbei bemerkt, *Ornithopus compressus* eine der häufigsten Pflanzenarten). – In der Fläche 2 fand ich 1984 außer dem bereits erwähnten zweiten Feigenbaum auch den einzigen (sterilen) Busch von *Ephedra campylopoda* als weiteren Bestandteil der spärlichen perennierenden „Matrix“ der Inselvegetation (Karte 5: 2).

Fläche 3: Afroessa-Laven (1866)

Fläche 4: Georgios-Laven (1866–1870)

Die Flächen von 1866/70 sind schlagwortartig als „vegetationslos“ zu kennzeichnen. Beim Betreten (besser: Beklettern) der teilweise obsidianartig schwarzglänzenden, teilweise grobporig-rauhen grauen oder dunkelbraunen Blocklava trifft man neben Flechten und Moosen (z. B. *Tortella nitida*; ANAGNOSTIDIS & ECONOMOU-AMILLI 1978: 708), auch auf Gefäßpflanzen. Die „härteste“ Pionierart ist das annuelle Gras *Corynephorus articulatus*, das als einzige höhere Pflanzenart im Zentrum der Fläche 4 angetroffen wurde. Die höhergelegenen Geländeteile waren tatsächlich in großen Partien gefäßpflanzenfrei; nur in Senken, wo etwas Feinschutt und Asche akkumuliert wird und die durch Niederschlag (auch Tau) zugeführte Feuchtigkeit sich länger hält, finden sich Therophytennester mit Zufallskombinationen von Arten. Drei Beispiele solcher Siedlungsgemeinschaften seien angeführt:

Beispiel 1 (50 cm<sup>2</sup>; Artenzahl 8):

<i>Andryala integrifolia</i>	<i>Polycarpon tetraphyllum</i>
<i>Bromus madritensis</i>	<i>Rumex bucephalophorus</i>
<i>Crassula alata</i>	<i>Umbilicus rupestris</i>
<i>Hypochoeris glabra</i>	<i>Vulpia ciliata</i>

Beispiel 2 (200 cm<sup>2</sup>; Artenzahl 9):

<i>Andryala integrifolia</i>	<i>Filago gallica</i>
<i>Avellinia michelii</i>	<i>Linaria pelisseriana</i>
<i>Biscutella didyma</i>	<i>Psilurus incurvus</i>
<i>Corynephorus articulatus</i>	<i>Umbilicus rupestris</i>
<i>Crassula alata</i>	(Moose und Flechten)

Beispiel 3 (400 cm<sup>2</sup>; Artenzahl 11):

<i>Avellinia michelii</i>	<i>Sagina apetala</i>
---------------------------	-----------------------

<i>Crassula alata</i>	<i>Sedum litoreum</i>
<i>Crepis multiflora</i>	<i>Umbilicus rupestris</i>
<i>Filago gallica</i>	<i>Vulpia ciliata</i>
<i>Hypochoeris glabra</i>	<i>Vulpia fasciculata</i>
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	(Moose und Flechten)

Die Lavawüste von Fläche 4 ist erstaunlicherweise aber auch Ort der Neubildung von Vegetationsformationen auf Nea Kaimeni. In der in Richtung Palea Kaimeni sich öffnenden, offenbar besonders brandungsgeschützten tiefen Bucht im Südwesten der Insel siedelten 1984 an der Wasserlinie die ersten drei Büsche von *Atriplex halimus*, die hier vermutlich aus angetriebenen Früchten keimten (Karte 11). *Atriplex halimus* ist die Leitart der Halophyten-Gebüsche auf Palea Kaimeni, die auf Nea Kaimeni (noch) fehlen.

Fläche 5: Dafni-Laven (1925–1926)

Fläche 6: Fouqué- und Ktenas-Laven (1939–1940)

Fläche 7: Niki-, Reck- und Smith-Laven (1940–1941)

Für die Flächen 5 bis 7 gilt das für Fläche 3/4 Gesagte. Weil hier kein besonderes Einwanderungstor (wie in Fläche 4 der Osthafen) für Artenzuwachs sorgt, sind die Gesamt-Artenzahlen (siehe Florenliste) charakteristisch niedrig. Epilithische Flechten sind auf weite Strecken der einzige Bewuchs. Immerhin wurde ein Neubürger Nea Kaimenis, die genügsame *Aira cupaniana*, nur in den Therophytennestern der Flächen 5 und 7 gefunden. Ähnlich fernab jeglichen einwanderungsfördernden Sonderstandorts traf ich im Inneren lebensfeindlicher Lavafelder 1984 erstmals auch auf einige kräftige, schon relativ alte Pflanzen des Farns *Asplenium ceterach* (Karte 5: 1). Ein Transport der Sporen zu den stark isolierten Fundorten durch Luftströmungen ist denkbar. Eine Vergesellschaftung von *Asplenium ceterach* mit *Cheilanthes pteridioides* und *Anogramma leptophylla* zu *Asplenietaea*-Initialstadien (vgl. POLI 1970) sah ich an diesen Stellen 1984 jedoch nirgends.

Fläche 8: Aschen der Ausbrüche von 1939–1941 und 1950

Die Ascheflächen der Inselmitte sind für die Besiedlung mit höherer Vegetation günstiger als die Lavaströme. Südlich und östlich des Hauptgipfels dehnt sich ein weiteres Areal geschlossener *Lupinus angustifolius*-*Hyparrhenia hirta*-Bestände aus (Karte 2; Tabelle 8–16). Sie waren 1984 höchstens 43 bis 34 Jahre alt, denn sie können nicht älter sein als ihr Substrat! Ihre Zusammensetzung weicht nur unwesentlich von den Beständen der Fläche 1 ab; am bemerkenswertesten ist, daß die Mengenanteile der dominierenden Arten öfter als in Fläche 1 deutlich unausgeglichen sind: *Lupinus* drängt mit Deckungswerten von 4–5 *Hyparrhenia* auf Deckungswerte von zum Teil weniger als 2 zurück, und auch der umgekehrte Fall tritt auf. Eine Koppelung dieses ungleichen Mengenverhaltens an Exposition und Inklination des Geländes ist nicht erkennbar. Vermutlich bilden sich hier frühere populationsdynamische Ereignisse (z. B. unterschiedlich günstige Keimjahre) ab. Ein weiterer Neubürger Nea Kaimenis, *Tolpis barbata*, hat sich in enger Bindung an die *Lupinus angustifolius*-*Hyparrhenia*-Gesellschaft auf der Insel etabliert (Karte 6: 1). Dasselbe gilt offenbar auch für *Briza maxima* (Karte 6: 2).

Der Teil der Schwarzaschen der Fläche 8, der nicht von der *Lupinus*-*Hyparrhenia*-Gesellschaft überzogen ist, trägt Initialstadien der Vegetationsentwicklung, die aus

Tabelle 2: Pioniervegetation auf schwarzer Vulkanasche von 1939-1950

1 - 5: Fläche 8, Ostzipfel der südlichen Teilfläche

6 - 7: Fläche 8, nördliche Teilfläche (Dafni-Kuppe)

Aufnahme-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Fläche (m <sup>2</sup> )	100	100	100	100	100	100	100
Exposition	N	-	-	-	W	N	NE
Inklination (°)	5	-	-	-	20	10	20
Deckung (%)	30	25	25	30	25	15	20
Artenzahl	8	9	11	11	11	14	16
A) Perennierende							
<i>Helichrysum italicum</i>	1	.	1	+	1	1	2
B) Annuelle							
<i>Corynephorus articulatus</i>	2	2	2	2	2	1	1
<i>Psilurus incurvus</i>	2	2	2	2	2	1	1
<i>Filago gallica</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cerastium semidecandrum</i>	1	1	+	1	+	+	+
<i>Vulpia ciliata</i>	1	+	+	+	+	+	1
<i>Rumex bucephalophorus</i>	+	+	+	+	+	1	1
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	+	+	.	1	2
<i>Lagurus ovatus</i>	+	+	.	+	+	.	.
<i>Andryala integrifolia</i>	.	+	+	+	+	.	.
<i>Avena barbata</i>	.	+	+	.	+	.	.
<i>Lupinus angustifolius</i>	.	.	.	.	1	+	+
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	+	.	.	.	+
<i>Avellinia michelii</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Senecio gallicus</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Sedum litoreum</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Anogramma leptophylla</i>	.	.	.	.	.	+	+
<i>Biscutella didyma</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Trifolium infamia-ponertii</i>	.	.	.	+	.	.	.

einer mit lockeren Therophytenrasen durchsetzten Matrix weitständiger, in gegenseitiger Wurzelkonkurrenz stehender *Helichrysum italicum*-Sträucher besteht (Tabelle 2). Als weiterer Strauch kann *Phagnalon graecum* hinzutreten. Ein dichter Zusammen-schluß der Pflanzendecke ist hier wohl an die allmähliche Erhöhung der Feldkapazität des Standorts im Laufe fortschreitender Bodenbildung gebunden. *Helichrysum itali-cum*-Gesellschaften auf Vulkanasche beschreibt auch POLI (1965).

Die Kraterböden im Bereich des Inselgipfels waren 1984 erfüllt von fast reinen *Corynephorus articulatus*-Rasen mit vereinzelt Exemplaren von *Andryala integrifolia*, *Filago gallica*, *Hypochoeris glabra*, *Lamarckia aurea* und *Rumex bucephalophorus* subsp. *aegaeus* (vgl. hierzu FERRO & FURNARI 1970: 41).

#### Fläche 9: Liatsikas-Lava (1950)

14 annuelle Phanerogamen wuchsen 1984 auf der jüngsten Lavafläche der Insel (siehe Florenliste). Farne hatten sich noch nicht angesiedelt. Ebenso gab es keine spezi-fische Fumarolenvegetation aus höheren Pflanzen. Abschließend sei bemerkt, daß 1984 auf der gesamten Insel keinerlei *Cisto-Micromerietea*-Elemente (OBERDORFER 1954, RAUS 1979) festgestellt wurden. Auf der ostägäischen Vulkaninsel Nisiros siedelt im Kraterbereich eine Zwergstrauch-Gesellschaft aus *Erica manipuliflora*, *Cistus creti-cus*, *Cistus salviifolius* und *Coridothymus capitatus* (PAPATSOU 1975: 113). Dort war die Pflanzendecke zuletzt 1871 durch einen Vulkanausbruch zerstört worden.

## 8. Zusammenfassung

Eine floristisch-soziologische Untersuchung der zentralägäischen Vulkaninsel Nea Kaimeni im Jahr 1984 ergab einen Gefäßpflanzenbestand von 116 Arten (35 Neufunde für die Insel; 5 Neunachweise für den gesamten Santorin-Archipel). *Bromus haussknechtii* BOISS. ist neu für das Gebiet der Flora Europaea. – Die Analyse der örtlichen Florendynamik zeigt, daß der Artengewinn durch ständige Neueinwanderung die aus den Vulkanausbrüchen von 1925/28, 1939/41 und 1950 resultierende Arteneinbuße zahlenmäßig weit übertrifft. Verschiedene zoogene und anthropogene Modi der Einwanderung von Phanerogamen nach Nea Kaimeni werden anhand floristischer Beobachtungsindizien diskutiert. – Die erstmalige Beschreibung der aktuellen Vegetation der Insel ermöglicht künftige Sukzessionsbetrachtungen. Die fortgeschrittensten Vegetationstypen auf Nea Kaimeni waren 1984 leguminosenreiche Pionierrasen und steppenartige Bestände einer *Lupinus angustifolius-Hyparrhenia hirta*-Gesellschaft (*Helianthemetea annua*). Zwei Feigenbäume (*Ficus carica*) haben die Vulkanausbrüche dieses Jahrhunderts überlebt.

## 9. Summary

A survey of the vascular flora and vegetation of the volcanic island of Nea Kaimeni (Santorini archipelago, Cyclades, Greece) was carried out in May, 1984, and resulted in a floristic catalogue of 116 species of vascular plants (35 new to the islands; 5 new to the archipelago as a whole). *Bromus haussknechtii* BOISS. (Raus 9 559 a, specimen in B) turns out to be new to the Flora Europaea area. Permanent immigration of vascular plants into the island overbalances by far the loss of species caused by repeated destructions of the island's plants cover after volcanic outbursts in 1925–1928, 1939–1941, and 1950. Evidence is shown of several ways of zoogenic and anthropogenic import of new vascular plants to the island. For the first time a phytosociological description of the actual vegetation is given to serve as a base of comparison for further investigation of the vegetation dynamics. In 1984, the most evolved vegetation types were pioneer communities rich in leguminosae, and a steppe-like *Lupinus angustifolius-Hyparrhenia hirta* community which covered large areas in the northern and central parts of the island. Syntaxonomically, both vegetation types belong to the *Helianthemetea annua* class. Two fig trees (*Ficus carica*) survived the century's volcanic eruption on Nea Kaimeni.

## Literatur

- ANAGNOSTIDIS, K. & A. ECONOMOU-AMILI (1978): Microorganisms from the volcano of Nea Kaimeni Island. Thera and the Aegean World, I (Papers presented at the Second International Scientific Congress, Santorini, Greece, August 1978): 707–723. London.
- BACKER, C.A. (1929): The problem of Krakatoa as seen by a botanist. – Surabaya (Batavia): Selbstverlag.
- BURULLO, S., A. DI MARTINO & C. MARCENÒ (1977): La vegetazione di Pantelleria (Studio fitosociologico). – Pubbl. Ist. Bot. Univ. Catania 1977: 1–110.
- BURRICHTER, E. (1961): Steineichenwald, Macchie und Garrigue auf Korsika. – Ber. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich 32: 32–69.
- ,– (1964): Wesen und Grundlagen der Pflanzengesellschaften. – Abh. Landesmus. Naturk. Münster Westfalen 26: 3–16.
- ,– (1979): *Quercus ilex*-Wälder am Golf von Porto auf Korsika. – Documents phytosoc. ser. 2, 4: 147–155.
- CAMMERLOHER, H. (1935): Ein Beitrag zur Flora von Kaimeni (Santorin). Österr. Bot. Z. 84: 81–90.

- DAHLGREN, G. (1980): Cytological and morphological investigation of the genus *Erodium* L'HER. in the Aegean. – Bot. Notiser **133**: 491–514.
- DIAPOLIS, Ch. (1971): The development of the flora of the volcanic islands Palaia Kammeni and Nea Kammeni. – In: KALOGEROPOULOU, A. (ed.): Acta 1st Internat. Congress Volcano Thera 1969: 238–247. Athen.
- DOCTERS VAN LEEUWEN, W.M. (1936): Krakatau 1883–1933. – Ann. Jard. Bot. Buitenzorg **46/47**: 1–506.
- DUMONT D'URVILLE, J. (1822): Enumeratio plantarum quas in insulis archipelagi aut littoribus Ponti-Euxini, annis 1819 et 1820, collegit atque detexit. – Mém. Soc. Linn. Paris **1**: 255–387.
- ERNST, A. (1934): Das biologische Krakatauproblem. – Vierteljschr. Naturf. Ges. Zürich **79** (Beibl.): 1–187.
- FERRO, G. & F. FURNARI (1968): Flora e vegetazione di Stromboli (Isole Eolie). – Arch. Bot. Biogeogr. Ital. **44**: 21–45, 59–87.
- ,– (1970): Flora e vegetazione di Vulcano (Isole Eolie). – Pubbl. Ist. Bot. Univ. Catania 1970: 1–64.
- FLENLEY, J.R. & K. RICHARDS (1982): The Krakatoa Centenary Expedition Final report. – Department of Geography, University of Hull, Miscellaneous Series **25**: 1–196.
- GEORGALAS, G. (1953): L'éruption du volcan de Santorin en 1950. – Bull. vulcanol. ser. 2, **13**: 39–55. Napoli.
- GILBERT, F.S. (1980): The equilibrium theory of island biogeography: fact or fiction? – J. Biogeogr. **7**: 209–235.
- GOETHE, F. (1982): *Larus cachinnans* – Weißkopfmöwe. – In: GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. (ed.): Handbuch der Vögel Mitteleuropas **8/I**: 587–620. Wiesbaden.
- GREUTER, W. & Th. RAUS (1981) Med-Checklist Notulae, 4. – Willdenowia **11**: 271–280.
- HANSEN, A. (1971): Flora der Inselgruppe Santorin. – Candollea **26**: 109–163.
- HELDREICH, Th. von (1899, 1902): Die Flora der Insel Thera. – In: HILLER VON GÄRTRINGEN, F.: Die Insel Thera, Band **1**: 122–140, Band **4**: 119–130. Berlin.
- ISENMANN, P. (1976): Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction et de l'écologie du Goéland argenté à pieds jaunes en Camargue. – Terre et Vie **30**: 551–563.
- KERGUÉLEN, M. (1983): Les Graminées de France au travers de „Flora Europaea” et de la „Flore” du C.N.R.S. – Lejeunia ser. 2 no. **110**: 1–79.
- LIATSIKAS, N. (1942): Der polyzentrische Ausbruch des Santorin-Vulkan 1939–1941. – Prakt. Akad. Athen. **17**: 30–36.
- MACARTHUR, R. & E. WILSON (1967): The theory of island biogeography. Princeton: University Press.
- OBBERDORFER, E. (1954): Nordägäische Kraut- und Zwergstrauchfluren im Vergleich mit den entsprechenden Vegetationseinheiten des westlichen Mittelmeergebietes. – Vegetatio **5/6**: 88–96.
- PAPATSOU, S. (1975): E chloris kai e blastesis tes nesou Nisirou kai ton peri auten nesidon. (Flora und Vegetation der Insel Nisiros und der umliegenden Inseln). – Diss. Univ. Patras. Patras.
- PICHLER, H. & W.L. FRIEDRICH (1980): Mechanisms of the Minoan eruption of Santorini. – In: DOUMAS, C. (ed.): Thera and the Aegean World II: 15–30. London.
- ,–, D. GÜNTHER & S. KUSSMAUL (1972): Inselbildung und Magmengengese im Santorin-Archipel. – Die Naturwiss. **59**: 188–197. Stuttgart
- ,– & S. KUSSMAUL (1980): Comments on the geological map of the Santorini Islands (with a coloured Geological Map 1:20 000 and two profiles). – In: DOUMAS, C. (ed.): Thera and the Aegean World II: 413–427.
- POLI, E. (1965): La vegetazione altomontana dell'Etna. – Flora et Vegetatio Italica **5**: 1–251. Sondrio.
- ,– (1970): Vegetationsgrenzen in Vulkangebieten. – Arch. Bot. Biogeogr. Ital. **46**, ser. 4, **15**: 1–24.
- RACKHAM, O. (1978): The flora and vegetation of Thera and Crete before and after the great eruption. – Thera and the Aegean World I (Papers presented at the Second International Scientific Congress, Santorini, Greece, August 1978): 755–764. London.
- RAUS, Th. (1979): Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). II. *Quercetea ilicis* und *Cisto-Micromerietea*. Bot. Jahrb. Syst. **101**: 17–82.
- RECK, H. (1936): Santorin - Der Werdegang eines Inselvulkans und sein Ausbruch 1925–1928. – 3 Bände, Berlin: Verlag D. Reimer.

- RICHTER, M. (1984): Vegetationsdynamik auf Stromboli. (Zur Geoökologie trocken-mediterraner Standorte). – Aachener Geogr. Arb. **16**: 41–110.
- RUNEMARK, H. (1969): Reproductive drift, a neglected principle in reproductive biology. – Bot. Notiser **122**: 90–129.
- SCHMALFUSS, H., C. STEIDEL & M. SCHLEGEL (1981): Die Fauna der Ägäis-Insel Santorin. Teil I. – Stuttgarter Beitr. Naturk. ser. A, no. **347**: 1–14.
- SCHMIDT, W. (1975): Sukzessionsforschung. Ber. Symp. Intern. Ver. Vegetationskunde 1973. – Vaduz: Cramer.
- SCHOLZ, H. (1981): Bemerkungen über *Bromus madritensis* und *B. rubens* (Gramineae). – Willdenowia **11**: 249–258.
- SCHWABE, G.H. (1970): Zur Ökogenese auf Surtsey. – Schr. Naturwiss. Vereins Schleswig-Holstein, Sonderband 1970: 101–120. Kiel.
- SPITZER, G. (1976): Zur Ernährung gelbfüßiger Silbermöwen in der Adria und im Binnenland. – Vogelwarte **28**: 298–306.
- VIERHAPPER, F. (1914, 1919): Beiträge zur Kenntnis der Flora Griechenlands. Bearbeitung der anlässlich der zweiten Wiener Universitätsreise im April 1911 in Griechenland gesammelten Pflanzen. A. Anthophyta und Pteridophyta. – Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien **64**: 239–270 und **69**: 102–312.
- WASHINGTON, H.S. (1926): Santorini eruption 1925. – Geol. Soc. Amer. Bull. **37**: 349–384. New York.
- WHITEHEAD, D. & C. JONES (1969): Small islands and the equilibrium theory of insular biogeography. – Evolution **23**: 171–179.
- Anschrift des Verfassers: Dr. Th. Raus, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 6–8, D-1000 Berlin 33.

# Die obere Waldgrenze in den Alpen unter den Einflüssen natürlicher Faktoren und des Menschen

Friedrich-Karl Holtmeier

## I. Höhenlage und Physiognomie

Der Wald gehört neben den alpinen Matten und Zwergstrauchheiden zu den ausgedehntesten Ökosystemen der Alpen. Mehr als jede andere Höhengrenze der Vegetation hat die obere Waldgrenze das Interesse nicht nur von Botanikern, sondern auch von Geographen, Forstwissenschaftlern, Pedologen, Klimatologen und Zoologen auf sich gezogen, denn sie tritt nicht nur in der Physiognomie der Hochgebirgslandschaft besonders auffällig in Erscheinung, sondern stellt selbst eine sehr einschneidende Grenze dar im Wandel der ökologischen Bedingungen mit zunehmender Meereshöhe.

Von den Randketten des Gebirges steigt sie zu den im Innern gelegenen Massenerhebungen hin an (s. MAREK 1910; BROCKMANN-JEROSCH 1919). Dieser Anstieg ist nicht allein Folge der aus dem Strahlungsumsatz in großer Höhe resultierenden Überwärmung dieser Gebiete im Vergleich zu Gebirgen geringerer mittlerer Höhe (Heizflächeneffekt), sondern auch der von den Rändern zu den Gebirgszentren hin zunehmenden Kontinentalisierung des Klimas. Häufiges Strahlungswetter, geringe Niederschläge und daher weniger Energieverbrauch durch Verdunstung und Ablation (geringe Schneedeckenhöhe und -dauer, starke Bodenerwärmung und Abgabe großer Mengen fühlbarer Wärme an die Atmosphäre) tragen entscheidend zu dem niveaubedingten und waldgrenzhebenden Heizflächeneffekt bei. Überdies wird die obere Waldgrenze in den Gebirgszentren nicht in dem Maße durch orographische Einflüsse (Schuttkegel und -halden, steile Felswände usw.) herabgedrückt, wie es in den stärker zerschnittenen äußeren Gebirgslagen der Fall ist.

In den Alpen wäre der Anstieg der Waldgrenze zu den Massenerhebungszentren hin noch ausgeprägter, wenn sie nicht im Laufe der Geschichte unter den Eingriffen des Menschen zum Teil beträchtlich abgesunken wäre. Zu den ersten Eingriffen dürfte es schon während der Bronzezeit gekommen sein (s. HOLTMEIER 1974, dort weitere Literaturhinweise). Ihr größtes Ausmaß erreichten sie aber während des Mittelalters, als der Wald auch in den Hochlagen ausgedehnten Rodungen im Gefolge der Alpweidegewinnung, der Salzsiederei (Sudholz) und des Bergbaus (Holzkohleherstellung) zum Opfer fiel. Die Waldweide veränderte nachhaltig die Struktur der Restbestände.

Es ist anzunehmen, daß in dieser Zeit die anthropogenen Einflüsse den Hochlagenbeständen mehr zugesetzt haben als die damaligen Klimaverschlechterungen (um 1200 und 1600 n. Chr.; vgl. auch LAMPADIUS 1937; ZOLLER 1967a, 1967b; MAYER 1970; KÖSTLER & MAYER 1970; KRAL 1973; HOLTMEIER 1974).

Auf gleichmäßig geböschten Hängen wurde der Wald oftmals völlig beseitigt (Photo 1), in Tälern mit ausgeprägtem Trogprofil von oben her durch die Alpwirtschaft und von unten durch den Ackerbau auf die steilen und schwer zugänglichen Trogwände zurückgedrängt, so daß dort nur ein schmaler Waldgürtel übrig blieb. Dieser wurde dann nach und nach auch noch durch die mit der fortschreitenden Waldvernichtung sich häufenden Lawinen, Rufen und dergleichen in Bauminseln und schmale Baumreihen aufgelöst (Photo 2).



Photo 1: Zuoz (1716 m) im Oberengadin (Schweiz). Bis auf kleine Restbestände am unteren Hang und in den Taleinschnitten ist der Wald der Alpweide und dem Ackerbau zum Opfer gefallen. Photo Holtmeier, 5. 9. 1968.



Photo 2: Durch Lawinen und Rufen aufgelöster Waldgürtel auf einem ostexponierten Steilhang im Ferleital (Hohe Tauern). Das flachere Trogschultergelände wird alpwirtschaftlich genutzt. In den Lawinenzügen haben sich stellenweise Grünerlenbüsche (*Alnus viridis*) ausgebreitet (z. B. rechts unten). Photo Holtmeier, August 1970.

Legföhren (*Pinus mugo*) und Grünerlen (*Alnus viridis*) – relativ unempfindlich gegen die mechanischen Beanspruchungen durch die Lawinenschneemassen – erweiterten ihr Areal in diese gefährdeten Bereiche hinein und ersetzten dort den hochstämmigen Nadelwald (Photo 3). In den Kalkalpen breiteten sich die Legföhrenbestände infolge der Rodungen und nach Waldbränden dermaßen auf Kosten des Hochwaldes aus, daß sie dort heute über den Waldbeständen einen weitgehend zusammenhängenden Krummholzgürtel bilden, der in Lawinenzügen und Steinschlagbahnen zum Teil bis in Talnähe vorstößt (vgl. dazu auch GRABHERR 1934; MAYER 1965, 1966; AICHINGER 1967; KÖSTLER & MAYER 1970; WRABER 1970; KRAL 1973; WILMANN & EBERT 1974; HOLTMEIER 1981b).

Auch die Holzartenzusammensetzung und die Bestandesstruktur (Altersklassenverteilung) der Wälder wurde durch den Menschen nachhaltig verändert. Ohne diese Einflüsse gäbe es z. B. die für den Zentralalpenraum so typischen großen Lärchenreinbestände, die in ihrer grasreichen Variante auch als „Lärchenwiesen“ bezeichnet werden, nicht. Von Natur aus würde die Lärche als Licht- und Pionierbaumart nur auf Rohböden und zu Beginn der Waldentwicklung vorherrschen (vgl. AUER 1947; HOLTMEIER 1967b). Die Hochlagenbestände überalterten, da das Alpvieh ihre natürliche Verjüngung weitgehend verhinderte (Verbiß, Vertritt; vgl. Photo 4).

Die Zwergstrauch-Grasheiden über der Waldgrenze wurden ebenfalls stark überprägt. Lichtliebende Arten, wie z. B. der Zwergwacholder (*Juniperus nana*) oder die Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum* u. *Rh. hirsutum*) breiteten sich aus. Langandauernde und starke Beweidung hat zur Entstehung der artenarmen alpinen Borstgrasrasen (*Aveno-Nardetum* s.l.; *Curvulo-Nardetum*; vgl. OBERDORFER 1959) geführt. In nicht minder starkem Maße wurden die natürlichen Rasengesellschaften durch die mit der Beweidung verbundene Eutrophierung beeinflußt (Lägerfluren u. ä.). Mit den natürlichen, krautreichen subalpinen Wiesen mancher anderer Hochgebirge, z. B.



Photo 3: Legföhrenbestände (*Pinus mugo*) auf der Südflanke der Mieminger Gruppe (Tirol). Im Lawinenzug dringen sie fast bis zur Talsohle vor. Photo Holtmeier, August 1970.

Asiens oder Nordamerikas sind die alpinen Matten nur noch bedingt vergleichbar (s. HÄMET-AHTI 1978).

So ist die gesamte Vegetationsdecke in den Alpen in ihren Verbreitungsmustern und ihrer Zusammensetzung nur zu einem Teil Ausdruck der aktuellen ökologischen Situation, zum anderen aber spiegelt sich in ihr die im einzelnen nur bedingt erschließbare Standortgeschichte, in deren Verlauf immer wieder anthropogene Eingriffe unterschiedlicher Art, Intensität und Dauer die Entwicklung beeinflusst haben.

Die heutige Waldgrenze ist nur selten linienhaft scharf ausgebildet – z. B. dort, wo orographische Hindernisse (steile Felswände, Schuttkegel und dergl.) den Wald ausschließen oder wo Nutzungsgrenzen zwischen Wald und Weide verlaufen. Meist aber tritt sie als mehr oder weniger breiter Übergangssaum in Erscheinung, in dem sich die geschlossenen Bestände allmählich in Baumgruppen und einzelne Bäume auflösen. Gegen die Baumgrenze zu werden diese immer niedriger und nehmen schließlich an extremen Standorten unter der Einwirkung der harten Umweltbedingungen Wuchsformen an, die zum Teil weit von ihrem artspezifischen normalen „Bauplan“ abweichen (Photo 5; s. auch HOLTMEIER 1980, 1981a).

Die Bestimmung der Höhenlage der Baumgrenze hängt wesentlich davon ab, was man dann noch als Baum ansieht. In diesem Zusammenhang kann man durchaus dar-



Photo 4: Überalterte waldgrenznahe Arvenbestände (*Pinus cembra*) auf dem ostexponierten Hang des Rosegtales (Oberengadin) in 2 100 m Höhe. Photo Holtmeier, August 1963.



Photo 5: Arvenvorposten (*Pinus cembra*) auf einer extrem windexponierten und im Winter häufig schneefreien Geländewelle in 2200 m Höhe auf dem Cuolm da Latsch (bei Bergün, Graubünden). Photo Holtmeier, 19. 8. 1968.

über diskutieren, ob überhaupt und unter welchen Aspekten es angebracht ist, als Definitionskriterium eine bestimmte Mindesthöhe (2 m, 5 m oder mehr) zugrunde zu legen. Letztlich sind auch die obersten krüppelwüchsigen und die sie umgebende Vegetation kaum überragenden Vorposten der tiefer unten den Wald bildenden Baumarten Bäume mit der Fähigkeit zu phanerophytischem Wuchs – der hier allerdings durch die harten Klimaeinwirkungen unterdrückt wird (Zwangswuchsformen). Es zeigt sich aber immer wieder, daß bei Verbesserung der Standortbedingungen – z. B. zunehmender Windschutz infolge luvwärts heranwachsender Bestände oder auch künstlicher Hindernisse (Kolktafeln, Schneezäune u. ä.) – bis dahin nur kniehohe Exemplare zu Bäumen heranwachsen können, die allen Mindesthöhenkriterien genügen. Dasselbe ist während günstiger Klimaphasen möglich. So erscheint es durchaus sinnvoll, bei einer auch die Dynamik der Waldgrenze berücksichtigenden Betrachtung diese Vorposten einzu beziehen (s. auch HOLTMEIER 1985a).

Unter dieser Voraussetzung umfaßt der aktuelle Waldgrenzsaum einen Großteil des Bereiches, in dem sich die Waldgrenzverlagerungen seit der postglazialen Wärmezeit abgespielt haben. Die heutigen Höhengrenzen der Alpenrosenbestände (*Rhododendro-Vaccinietum*; EBLIN 1901; SCHRÖTER 1908; PALLMANN & HAFFTER 1933; GAMS 1937, 1970; SCHARFETTER 1938; FÜRER 1957) und vielleicht sogar der Gamsheidespaliere (*Loiseleurio Cetrarietum*; RÜBEL 1912) sollen ungefähr der Lage der wärmezeitlichen Waldgrenze entsprechen\*). PALLMANN und HAFFTER (1933) sehen einen entsprechenden Indikator in der oberen Verbreitungsgrenze der Podsolböden. Die wärmezeit-

\*) Je nach den Standortbedingungen (Substrat, Bodenmächtigkeit, Exposition zu Wind und Strahlung, Schneedeckenhöhe und -dauer) treten die Alpenrosenbestände und Gamsheidespaliere in unterschiedlicher Gesellschaftsausprägung auf, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann (vgl. dazu SCHWEINGRUBER 1972).

liche Waldgrenze hätte demnach rund 300-400 m höher gelegen als die aktuelle. Stellt man die die Auswirkungen der Klimaverschlechterungen überlagernden und übersteigenden anthropogenen Eingriffe in Rechnung, so ist die allein auf das Klima zurückzuführende Absenkung der Waldgrenze mit ca. 100-200 m zu veranschlagen. Weite Flächen über der heutigen Grenze der geschlossenen Bestände bis hinauf zur Baumgrenze kommen daher als potentiell Waldgebiet in Betracht.

Naturgemäß stellt sich hier die Frage nach der Physiognomie der potentiellen klimatischen Waldgrenze. Viele Autoren haben in den letzten Jahrzehnten die Ansicht vertreten, daß der Wald – sofern nicht das Relief und ungünstige edaphische Bedingungen sein Aufkommen verhindern – bis zu seiner potentiellen Grenze geschlossen vordringen würde (z. B. SCHARFETTER 1938; ELLENBERG 1963, 1966, 1978; SCHIECHTL 1967; NÄGELI 1969; MAYER 1970; KÖSTLER & MAYER 1970; KRAL 1973). Zur Erhärtung dieser Ansicht wurde dann auch auf zum Teil linienhaft scharfe Waldgrenzen in einigen vom Menschen unbeeinflussten bzw. wenig berührten Hochgebirgen hingewiesen (u. a. ELLENBERG 1963, 1966, 1978; SCHIECHTL 1967; SCHIECHTL et al. 1965). Überzeugen kann diese Art der „Beweisführung“ nicht, denn einmal lassen sich leicht zahlreiche Beispiele von natürlich entstandenen mehr oder weniger breiten Übergangssäumen (Waldgrenzökotone) anführen (s. HOLTMEIER 1985a); und zum anderen ist die Waldgrenzphysiognomie und die ökologische Situation nicht allein Ausdruck der aktuellen Verhältnisse, sondern – vor allem – der nur zum Teil erschließbaren und in ihren Wirkungen nachvollziehbaren Standortgeschichte. In deren Verlauf dürften linienhaft klimatische Waldgrenzen vielfach einer „Momentaufnahme“ entsprechen.

## II. Einfluß der Standortbedingungen unter besonderer Berücksichtigung der natürlichen und künstlichen Wiederbewaldung der Hochlagen

An der Waldgrenze – gleich, ob sie nun natürlich (klimatisch) oder anthropogen ist – erfolgt mit der Auflösung der geschlossenen Bestände ein einschneidender Wandel der ökologischen Bedingungen. Im offenen Gelände beeinflussen die Oberflächenformen auch kleinster Dimensionen (Mikrorelief) die gerichteten Klimatelemente Strahlung und Wind, und an die Stelle des ausgeglichenen Bestandsklimas tritt das von zum Teil extremen Kontrasten geprägte Geländeklima der alpinen Stufe. Damit sind weitreichende Folgen für die Bodenbildung, die Bodenfeuchteverteilung, die geomorphologischen Prozesse (z. B. Solifluktion) sowie das Pflanzen- und Tierleben verbunden, die auf engstem Raum wechselnde Standortbedingungen mit sich bringen. Die Situation ist damit der einer natürlichen Kampfzone des Baumwuchses, wie sie in manchen vom Menschen nicht oder nur gering beeinflussten Hochgebirgen anzutreffen ist, durchaus vergleichbar (vgl. Photo 6; s. HOLTMEIER 1985a).

Das zeigt sich in den großen Schwierigkeiten, die Hochlagen wieder aufzuforsten (Vorbeugung von Lawinen, Rufen, Erosion, Bodenabtragung, Wildbachkatastrophen usw.) und auch in der Entwicklung der vielerorts oberhalb der meist überalterten Waldbestände in diesem Jahrhundert spontan aufgekommenen Verjüngung (Photo 5, 8). Sie wurde eingeleitet durch den Rückgang der Alpweide, der mit der in vielen Alpenregionen durchgreifenden Veränderung der Wirtschaftsstruktur (Fremdenverkehr) verbunden war. Die kurzfristige Klimabesserung während der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts mag das Vordringen des Jungwuchses über die Altbestände hinaus begünstigt haben, auslösender Faktor aber war sie hier nicht.



Photo 6: Berninapaß (Graubünden mit Alp da Buond (2 109 m). Blickrichtung SW. Der ursprünglich hier vorhandene Wald ist der Alpwirtschaft und dem Bergbau zum Opfer gefallen. Im windoffenen Gelände bewirkt das bewegte Relief eine sehr ungleichmäßige Schneeverteilung und schärfste Standortgegensätze auf engem Raum. Im Hintergrund schütterer Lärchenbestand. Photo Holtmeier, Mitte März 1978.

Mit Erfolg konnte dieser Jungwuchs nur die einigermaßen günstigen Geländeabschnitte besiedeln. In Muldenlagen und an anderen Standorten mit einer sehr langen Schneedeckendauer – besonders an solchen mit stark humosen Böden und Böden mit Rohhumusauflagen (vgl. NEUWINGER 1980) –, wie auch an extrem schneearmen und windausgesetzten Stellen sind die Ausfälle hoch und die Chancen einer natürlichen Wiederbewaldung in absehbarer Zeit gering.

An wind- und strahlungsexponierten, schneearmen Standorten fallen die frischen Triebe und Nadeln häufig der Frostrocknis zum Opfer (Photo 7, vgl. auch Photo 5). Während der kurzen und oftmals auch noch ungünstigen Vegetationszeit reifen sie zum Teil nicht völlig aus, so daß sie dann vor allem im Spätwinter bei starker Einstrahlung und Wind sehr viel Wasser durch kutikuläre Transpiration verlieren und diesen Verlust wegen der niedrigen Bodentemperaturen – der Boden muß nicht unbedingt gefroren sein (TRANQUILLINI & PLATTER 1983) – und teilweise blockierter Leitgefäße nicht auszugleichen vermögen (u. a. MICHAELIS 1934a, 1934b; HOLTMEIER 1971; PLATTER 1976; TRANQUILLINI 1974, 1976, 1979b; BAIG et al. 1976; BAIG & TRANQUILLINI 1980; TRANQUILLINI & PLATTER 1983). Besonders nachhaltig wirken sich auf dieses Weise langanhaltende winterliche Schönwetterperioden aus. Mechanische Verletzungen der Nadeln durch Eisgebläse und Aneinanderschlagen der Zweige bei starkem Wind mögen solchen Wasserverlusten Vorschub leisten (s. MARCHAND & CHABOT 1978; MARCHAND 1980). Ich habe bei meinen Untersuchungen durch Frostrocknis geschädigter Nadeln allerdings keine Anzeichen einer vorübergehenden mechanischen Verletzung entdecken können (HOLTMEIER 1971, 1980, 1981a).



Photo 7: Durch Frosttrocknis geschädigter Wipfeltrieb einer Arve (*Pinus cembra*) an der Waldgrenze auf dem nordexponierten Hang des Patscherkofels (bei Innsbruck) in 2 070 m Höhe. Ist auch die Braunrot-Färbung der angestorbenen Nadeln auf diesem Photo nicht zu sehen, so ist jedoch die durch das Vertrocknen bedingte Schrumpfung des Triebes zu erkennen. Photo Außenstelle für subalpine Waldforschung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien.

Die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen und Beobachtungen auch in anderen Hochgebirgen und an der polaren Waldgrenze sprechen dafür, daß die Frosttrocknis an schneearmen Standorten Baumwuchs ausschließen kann (Lit. dazu in HOLTMEIER 1971 und TRANQUILLINI 1979b). Es sei hier jedoch angemerkt, daß im Gelände Frosttrocknis- und Frostschäden nicht immer zweifelsfrei auseinandergelassen werden können (vgl. auch LARCHER 1963, HOLTMEIER 1981a). Das Ausmaß und die Verbreitung solcher Schäden hängen von den regionalen und lokalen Gegebenheiten (Klima, Reliefgestaltung) ab. In den Alpen treten Frosttrocknisschäden längst nicht so augenfällig in Erscheinung wie zum Beispiel in manchen Hochgebirgen Nordamerikas oder auch an der polaren Waldgrenze.

Mit zunehmender Schneedeckenhöhe und -dauer bessern sich die Verhältnisse für den Jungwuchs zunächst. Eine zu lange Schneebedeckung engt dann aber die Vegetationszeit so stark ein, daß eventuell aufgekommene Keimlinge von den ersten Frösten in einer noch wenig widerstandsfähigen Wachstumsphase überrascht werden und erfrieren.

In schneereichen Geländeabschnitten dennoch aufgekommener Jungwuchs wird sehr häufig Opfer parasitischer Pilze – z. B. der Schneeschütte (*Phacidium infestans*) oder des Schwarzen Schneeschimmels (*Herpotrichia juniperi*, *Herpotrichia coulteri*) –, für die unter der Schneedecke im Spätwinter bei hohem Wassergehalt des Schnees und Schneetemperaturen von Null Grad relativ günstige Wachstumsbedingungen herrschen (z. B. DONAUBAUR 1963, 1980; BAZZIGHER 1976). In Wintern mit vielen Naßschneefällen und langen Abschmelzperioden ist der Jungwuchs besonders gefährdet. Günstige Ausbreitungsmöglichkeiten bieten sich für die Pilze in Mulden, Rinnen und auf Leehängen von Geländewellen und -rippen, wo sehr viel Schnee abgelagert wird. In Gebieten mit vorherrschenden nördlichen Winden sind oft sogar die strahlungsexponierten Hänge so lange von Schnee bedeckt, daß sich dort Pilzinfektionen häufen – zumal der Schnee an solchen Stellen feuchter ist als in Schattenlagen. Letztlich ist der Jungwuchs aber auch an zunächst zeitig schneefreien Standorten nicht auf die Dauer vor Pilzinfektionen sicher, da die heranwachsenden Bäume in zunehmendem Maße das bodennahe Windfeld beeinflussen (Turbulenzen, Wirbel) und die Schneeakkumulation erhöhen. Tödlich sind hier die Pilzinfektionen aber meist nur für jüngere, gänzlich vom Schnee bedeckte Bäume (Photo 8). Gleichwohl ist der Pilzbefall einer der Faktoren, die die natürliche Wiederbewaldung und die Aufforstung der Hochlagen am meisten beeinträchtigen.

In sehr schneereichen Geländeabschnitten wird der Baumwuchs zudem durch das Setzen der Schneedecke sowie durch Schneekriechen und -gleiten geschädigt.

Nicht zuletzt wirken auch die vielfach ungünstigen edaphischen Verhältnisse in den ehemals stark beweideten Hochlagen deren natürlicher Wiederbewaldung entgegen. Teils sind die Böden stark verdichtet und schlecht durchlüftet, an Nährstoffen verarmt und/oder es fehlen für die Nährstoffaufnahme notwendige Wurzelpilze (MOSER 1956, 1981; HORAK 1963; GÖBL 1967). Besonders in Geländeabschnitten, in denen Wind und Strahlung die Böden häufig austrocknen, ist die Pilzflora stark reduziert (HORAK 1963; MOSER 1981).

Vielfach hat auch die Erosion nur noch Reste des ehemaligen Bodenprofils übriggelassen (Photo 9), oder die Bodenbildung ist immer wieder durch Rutschungen und Überschüttungen mit Abtragsmaterial unterbrochen worden. Rutschungsgefährdet sind vor allem Flächen, bei denen die Wasserkapazität der tieferen Bodenhorizonte geringer ist als die des Oberbodens. Bei langandauernder Wasserzufuhr – z. B. während der Schneeschmelze – kann es unter diesen Voraussetzungen zu einem Wasserstau im Oberboden mit nachfolgenden Rutschungen kommen (s. NEUWINGER 1980).

Viele Hochlagenaufforstungen zeigen ein entsprechendes Bild. Fehlschläge treten besonders dort deutlich in Erscheinung, wo versucht wurde, die künstliche Wiederbewaldung sozusagen in einem „Kraftakt“ flächenhaft voranzutreiben, ohne auf die kleinräumig wechselnden klimatischen und edaphischen Bedingungen im notwendigen Maße Rücksicht zu nehmen. Das ist aber wohl weniger mangelnder Umsicht und Sorgfalt als vielmehr unzureichender Einsicht in die komplexen Wirkungsgefüge zuzuschreiben und der Schwierigkeit, in diesen extremen Lagen die Situationen vor Ort verläßlich einzuschätzen. Wenn man z. B. mit einiger Sicherheit annehmen kann, daß Jungwuchs auf nordexponierten Standorten nur schwer oder auch gar nicht Fußzufassen vermag, so heißt das keineswegs, daß die Aussichten für ihn auf strahlungsexponierten Flanken von Geländewellen unbedingt günstiger sein müssen. Wirken beispielsweise auf Schattenhängen die niedrigen Luft- und Bodentemperaturen sowie die lange Schneedeckendauer wachstumshemmend, so können auf strahlungsexponierten Standorten die Bodentemperaturen u. U. so hohe Werte erreichen und die Austrock-



Photo 8: Aus Vorratslagern des Tannenhähers hervorgegangener Arvenjungwuchs (*Pinus cembra*) an einem stark windausgesetzten und ursprünglich schneearmen Standort auf dem NW-exponierten Hang des Oberengadiner Haupttales (Graubünden) in 2 200 m Höhe. Die später durch die Bäume verstärkte Schneeeakkumulation hat zu schweren Pilzschäden (*Phacidium infestans*) an diesen geführt. Photo Holtmeier, 23. 9. 1968.



Photo 9: Bodenerosion infolge Überweidung auf dem südostexponierten Hang des Val da Peidra Grossa (bei Samedan, Oberengadin) in 2 200 m Höhe. Photo Holtmeier, August 1963.

nung so stark sein, daß dort keine Samen mehr keimen können oder evtl. aufgekommene Keimlinge absterben (vgl. auch TURNER 1958, 1961b, 1976).

In der Verbreitung der unterschiedlich klimaresistenten und schneeschutzbedürftigen Pflanzengesellschaften der Feldschicht finden die wechselnden Standortbedingungen ihren sichtbaren Ausdruck (vgl. z. B. FRIES 1913; DU RIETZ 1924; BROCKMANN-JEROSCH 1928; FRIEDEL 1961).

Dies hat man sich zunutze gemacht und auf empirischem Wege für einige Waldgrenzbereiche der Zentralalpen Ökogramme entwickelt, die auch „angelerntem“ Forstpersonal als praktische Hilfe bei der Beurteilung von Standortbedingungen und der Wahl der jeweils zu treffenden Maßnahmen (Art der Pflanzung, Holzartenwahl, standortsverbessernde Maßnahmen usw.) dienen können (s. FRIEDEL 1961; TURNER 1961a; AULITZKY 1963; TURNER et al. 1975). Ihrer Übertragbarkeit sind angesichts der regional sehr unterschiedlichen Verhältnisse (Klimacharakter, Kristallin bzw. Kalk usw.) jedoch enge Grenzen gesetzt (vgl. AULITZKY 1963 und SCHÖNENBERGER 1976).

Ein Großteil der Fehlschläge ist auch auf die anfangs häufigere Verwendung ungeeigneter Holzarten-Provenienzen zurückzuführen. Dabei mag nicht zuletzt eine gewisse Experimentierfreudigkeit mit gespielt haben und der Wunsch, das Holzartenspektrum zu erweitern, vor allem aber ließ der Mangel an autochthonem Saat- und Pflanzgut in ausreichender Menge auf fremde Holzarten zurückgreifen. Allenthalben zeigt sich, daß die besten Ergebnisse mit Saat und Pflanzung vom Ort stammender Herkünfte erzielt wurden. Zur Zeit ist man jedoch dabei, Baumarten von der oberen Waldgrenze (ca. 3 500 m) der Rocky Mountains auf ihre Eignung für die Aufforstung von Extremstandorten an der oberen Waldgrenze in den Alpen zu prüfen (TURNER 1983).

Gleichwohl steckt selbst die Erforschung der genetischen Eigenschaften verschiedener alpiner Holzarten und Gehölz-Provenienzen noch in den Anfängen. Neuere Untersuchungen von Austrieb und Zuwachs von Fichtenklonen (*Picea abies*) in verschiedener Meereshöhe (TRANQUILLINI 1979a; TRANQUILLINI et al. 1980) zum Beispiel haben gezeigt, daß frühtreibende Exemplare, die in tiefen Lagen häufig durch Spätfröste in Mitleidenschaft gezogen werden, in größerer Höhe aufgrund ihrer genetisch festgelegten Wärmeansprüche viel später austreiben und dann kaum noch durch Spätfröste gefährdet werden. Da sie zudem ihr Höhenwachstum eher abschließen als spättreibende Pflanzen, bleibt für die Ausreifung der frischen Triebe mehr Zeit. Eine unter diesen Aspekten getroffene sorgfältige Auswahl der Herkünfte eröffnet hier vielversprechende Möglichkeiten.

In einer Naturlandschaft läuft die Sukzession je nach den kleinräumig wechselnden Standortbedingungen, der Häufigkeit der Samenjahre und der Effektivität der natürlichen Verjüngung (vgl. dazu KUOCH 1965; HOLTMEIER 1967, 1974) mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ab, so daß in einem größeren Areal verschiedene Entwicklungsphasen (Pionier-, Klimax-, Zerfallsstadium) nebeneinander in räumlicher Verzahnung auftreten. Daher droht dem Waldbestand auch nicht ein gleichzeitiger Zerfall auf breiter Front, sondern eventuelle altersbedingte Bestandszusammenbrüche bleiben räumlich beschränkt und werden sehr bald wieder von der Regeneration abgelöst.

Der Zwang, die Hochlagen aber möglichst rasch und bis in oder wenigstens bis dicht an die Lawinenanrißgebiete heran aufzuforsten, birgt nun die Gefahr, daß die Waldentwicklung auf großen Flächen annähernd synchron verläuft. Auf lange Sicht ist damit auch die Gefahr eines flächenhaften Zerfalls dieser künstlich begründeten

Bestände verbunden. Wie die Terminalphase der Waldentwicklung, so bietet auch die erste Verjüngungsphase den Lawinen nur wenig oder auch keinen Widerstand, so daß eine die Hänge weit herabreichende Zerstörung des Waldgürtels die Folge sein kann. Forstliche Pflegemaßnahmen – sie betreffen in erster Linie die Sicherung einer natürlichen und/oder künstlichen Verjüngung in den Aufforstungen – sollen daher nicht nur die durch eine günstige Altersstruktur, hohe Stammzahl und große Stabilität gekennzeichnete Optimalphase möglichst lange zu erhalten versuchen, sondern auch auf eine räumlich differenzierte Verteilung der sich in diesem Entwicklungszustand befindenden Waldkomplexe im zu sichernden Gelände zum Ziel haben (s. MAYER 1979).

Man kann die Wiederbewaldung der Hochlagen auch nicht der Natur überlassen – weil sie nicht gerade dort beginnt, wo sie dringend nötig ist, und weil sie im allgemeinen zu langsam abläuft und sich zunächst auf die günstigen Standorte beschränkt. Ein kritischer Punkt ist dabei auch die Versorgung der Hochlagen mit keimfähigen Samen in ausreichender Menge (vgl. HOLTMEIER 1974). Am effektivsten ist noch die Verbreitung der Arvensamen durch den Tannenhäher (HOLTMEIER 1966; MATTES 1978). Junge Arvengruppen finden sich oft weit oberhalb der aktuellen Waldgrenze (vgl. auch Photo 8). Lärchen-, Kiefern- und Fichtensamen werden zwar vom Wind zum Teil über die Waldgrenze hinaus verfrachtet – der Großteil der Samen fällt allerdings schon in kurzer Entfernung (ein oder zwei Baumhöhen) vom Samenbaum zu Boden (s. KUOCH 1965; HOLTMEIER 1974) –, doch verhindert die geschlossene Vegetationsdecke (Borstgrasrasen, Reitgras, Zwergstrauchheide usw.), daß diese Samen in ein Keimbett gelangen.

Besonders nachteilig wirken sich auch Verbiß-, Schäl- und Trittschäden durch das allgemein in zu großer Zahl vorhandene Rotwild auf den Baumwuchs in den Hochlagen aus, wo er ohnehin unter schwierigsten Umweltbedingungen existieren muß. Lokal ist auch das Steinwild zu einem ernststen Problem geworden (vgl. dazu HOLTMEIER 1969, 1986). Wirksame Abhilfe können nur durchgreifende Reduzierungen und ständige Kontrollen des Populationswachstums schaffen.

Angesichts der skizzierten Entwicklung des spontan über der Altwaldgrenze aufgetretenen Jungwuchses bzw. der Hochlagenaufforstungen unter dem Einfluß der abiotischen und biotischen Standortfaktoren ist eine bis zur potentiellen Waldgrenze fortschreitende Wiederbewaldung der Hochlagen wenn überhaupt, so doch in noch nicht absehbaren Zeiträumen zu erwarten.

### III. Zusammenfassung und Schlußbemerkungen

Die Besiedlung und wirtschaftliche Erschließung der Alpen haben im Laufe der Geschichte zu einer weitgehenden Entwaldung der Hochlagen geführt. Zum Teil ist die Waldgrenze um mehrere hundert Meter herabgedrückt worden. Entwaldungsbereiche zeichnen sich heute durch von scharfen Kontrasten geprägte geländeklimatische Verhältnisse aus, von denen wiederum das Wachstum, die edaphischen Bedingungen und geomorphologischen Prozesse beeinflußt werden.

Mit der Entwaldung häuften sich Lawinen, Rutschungen und verheerende Hochwasser. Um solchen Ereignissen vorzubeugen ist man bemüht, die Hochlagen wieder aufzuforsten. Stellenweise hat nach Rückgang der Alpwirtschaft auch eine natürliche Wiederbewaldung eingesetzt. Dabei rückt der Baumwuchs entlang der geländeklimatisch und edaphisch günstigen Standorte hangaufwärts vor, während andere Gelän-

deabschnitte weitgehend baumlos bleiben. Auch die Konkurrenz der Gras- und Zwergstrauchvegetation vermag Baumwuchs auszuschließen.

Große Ausfälle bei frühen Aufforstungen sind größtenteils darauf zurückzuführen, daß flächenhaft angepflanzt und die zum Teil extremen Standortunterschiede nicht ausreichend berücksichtigt wurden. Zudem wurden vielfach ungeeignete Provenienzen verwendet.

Ist die potentielle Waldgrenze letztlich auch eine Wärmemangelgrenze, so fällt sie jedoch nicht mit einem bestimmten Schwellenwert des vertikalen Temperaturgradienten zusammen (z. B. Mitteltemperatur des wärmsten Monats, Mindestwärmesumme während der Vegetationszeit u. ä.). Sie ist somit kein „Niveaueffekt“, sondern wird durch die „relieforientierten“ ökologischen Bedingungen (geländeklimatische Differenzierung usw.) bestimmt (FRIEDEL 1967).

Die Effizienz der Aufforstungsbemühungen hängt wesentlich von einer verlässlichen Beurteilung dieser Verhältnisse ab. Eine gewisse Hilfe bieten sogenannte Ökogramme, wie sie z. B. für Waldgrenzbereiche in den Zentralalpen mehrfach entworfen wurden. Ihrer Übertragbarkeit sind jedoch enge Grenzen gesetzt.



Photo 10: Regeneration des Fichtenwaldes (*Picea abies*) in einem Lawinenzug auf dem Westhang des Stubaitales (Tirol). Photo Holtmeier, 20. 4. 1981.

Der Schutzfunktion des Waldes kommt in den vom Steilrelief geprägten Alpen eine sehr viel größere Bedeutung zu als in Lebensräumen außerhalb des Gebirges. Das gilt insbesondere für die Hochlagenwälder. Nur ein ökologisch stabiler und möglichst hoch hinaufreichender Waldgürtel kann auf Dauer die Bewohnbarkeit der Alpentäler sichern.

Durch die zunehmende Verschmutzung der Atmosphäre hat sich die Situation in jüngster Zeit stark zugespitzt. Sie bringt gerade für den Baumwuchs in den Hochlagen, der ohnehin stärkstem Klimastreß ausgesetzt ist, eine zusätzliche Belastung mit sich, die nicht nur den Erfolg der bisherigen Aufforstungen und der natürlichen Verjüngungen oberhalb der geschlossenen Bestände, sondern vor allem auch deren Existenz in steigendem Maße gefährdet.

Andererseits kann man nicht an der altbekannten Tatsache vorbeisehen, daß selbst bis an ihre potentielle Grenze hinaufreichende Waldbestände durch oberhalb abgehende Lawinen in gewissen zeitlichen Abständen – die statistische Wiederkehrhäufigkeit solcher Ereignisse liegt in 95 % aller Fälle unter 75 Jahren (FLOEHN 1975) – vernichtet werden. Unter günstigen Umständen erholt sich der Wald wieder bis zum nächsten Lawinnenniedergang (Photo 10). Das ist der natürliche Ablauf des Naturgeschehens in einem Hochgebirge. Damit wiederum steht die dichte Besiedlung und totale Inwertsetzung der Landschaft längst nicht mehr in Einklang, so daß in extrem gefährdeten Bereichen obere Lawineneinzugsgebiete und -sturzbahnen durch künstliche Verbauungen (Lawinenausmauern, Schneezäune, -rechen usw.) gesichert werden müssen, will man Katastrophen ausschließen (s. auch IN DER GAND 1978).

## Summary

For some thousands of years the forests and the upper timberline have been affected by Man (alpine pasturing, mining, logging ect.). The upper timberline was lowered for about 300 m as compared to its uppermost position during the postglacial thermal optimum. Avalanches, land slides and torrential washes became more frequent and a permanent threat for the people living in the high-mountain valleys. Reforestation has proved to be the best way to prevent such catastrophies. After the high altitude forests had been destroyed, site conditions deteriorated considerably, and the man-made timberline has become an as pronounced ecological boundary as the natural climatic timberline had been before. The tree growth is hampered more by unfavourable site conditions than one should expect with regard to the relatively low position of the actual timberline. Desiccation, frost and infections by parasitic fungi (*Phacidium infestans*, *Herpotrichia juniperi*, *H. coulteri*) are the factors most detrimental to tree growth.

Afforestation must be carried out closely related to the locally changing site pattern. At places trees have come up spontaneously when grazing by livestock and sheep ceased. However, the natural invasion of abandoned alpine pasture areas should be favoured, but it cannot be left at that, since only a continuous compact uneven-aged forest belt reaching as high as possible provide sufficient protection from avalanches ect.. In addition to climatic stress the young trees at high altitudes are heavily affected by too high ungulate populations. At present air pollution has become another factor detrimental not only to young trees but also to the old mature forest. Failure of afforestations and natural reforestation above the actual timberline and the decay of the existent uppermost forest belt will endanger the welfare of the mountain people seriously and persistently.

## Literatur

- AICHINGER, E. (1967): Pflanzen als forstliche Standortsanzeiger. Wien.
- AUER, Ch. (1947): Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der Lärche im Arven-Lärchenwald des Oberengadins. – Mitt. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. **25**: 7-140.
- AULITZKY, H. (1963): Grundlage und Anwendungen des vorläufigen Wind-Schneeökogramms. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn **60**: 763-834.
- ,– H. TURNER & H. MAYER (1982): Bioklimatische Grundlagen einer standortgemäßen Bewirtschaftung des subalpinen Lärchen-Arvenwaldes. – Mitt. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. **58** (4): 325-580.
- BAIG, M., N. W. TRANQUILLINI, W. & W. HAVRANEK (1976): Cutikuläre Transpiration von *Picea abies*- und *Pinus cembra*-Zweigen aus verschiedener Seehöhe und ihre Bedeutung für die winterliche Austrocknung der Bäume an der alpinen Waldgrenze. – Cbl. f. d. ges. Forstw. **91**: 195-211.
- BAIG, M. N. & W. TRANQUILLINI (1980): The effects of wind and temperature on cuticular transpiration of *Picea abies* and *Pinus cembra* and their significance in dessication damage at the alpine timberline. – Oecologia **47**: 252-256.
- BAZZIGHER, G. (1976): Der Schwarze Schneeschimmel der Koniferen (*Herpotrichia juniperi* (DUBY) PETRAK und *Herpotrichia coulteri* (PECK) (BOSE)). – Europ. J. of Forest Pathol. **6** (2): 109-122.
- BROCKMANN-JEROSCH, H. (1919): Baumgrenze und Klimacharakter. – Beitr. z. geobot. Landesaufn. **6**.
- ,– (1928): Die Vegetation der Schweiz. – Beitr. z. geobot. Landesaufn. **12**: 289-384.
- DONAUBAUER, E. (1963): Über die Schneeschütte-Krankheit (*Phacidium infestans* KARST.) der Zirbe (*Pinus cembra* L.) und einige Begleitpilze. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn **60**: 575-600.
- ,– (1980): Über die Pilzkrankheiten in Hochlagenaufforstungen. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Wien **129**: 51-62.
- DU RIETZ, E. (1924): Studien über die Vegetation der Alpen mit derjenigen Skandinaviens verglichen. – Veröff. Geobot. Inst. Rübél **1**: 31-138.
- EBLIN, E. (1901): Die Vegetationsgrenzen der Alpenrose als unmittelbare Anhalte zur Festsetzung früherer bzw. möglicher Waldgrenzen in den Alpen. – Schweiz. Ztschr. f. Forstw. **52**: 133-157.
- ELLENBERG, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 1. Aufl., Stuttgart.
- ,– (1966): Leben und Kampf an den Baumgrenzen der Erde. – Naturw. Rdsch. **19** (4): 133-139.
- ,– (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 2. Aufl., Stuttgart.
- FOEHN, P. (1975): Statistische Aspekte bei Lawinenereignissen. – Interpraevent, 293-304.
- FREY, W. (1979): Über das Abbiegen von Stämmen junger Lärchen durch Schneedruck. – Proc. IUFRO Seminar Mountain Forests and Avalanches, Davos 1978, 183-203.
- FRIEDEL, H. (1961): Schneedeckenandauer und Vegetationsverbreitung im Gelände. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn **59**: 317-369.
- ,– (1965): Kleinklima-Kartographie. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn **66**: 13-52.
- ,– (1967): Verlauf der alpinen Waldgrenze im Rahmen anliegender Gebirgsgelände. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Wien **75**: 81-172.
- FRIES, T. C. E. (1913): Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Ein Beitrag zur Kenntnis der alpinen und subalpinen Vegetation in Torne Lappmark. – Vetensk. prakt. unders. Lappland, Uppsala u. Stockholm.
- FURRER, E. (1957): Das schweizerische Arvenareal in pflanzengeographischer und forstgeschichtlicher Sicht. – Ber. geobot. Forschungsinst. Rübél, 16-23.
- GAMS, H. (1937): Aus der Geschichte der Alpenwälder. – Ztschr. DÖAV, 157-170.
- ,– (1970): Die Erforschung der Flora und Vegetationsgeschichte der Ötztaler Alpen. – Mitt. ostalpin-din. Ges. f. Vegetationskde. **11**: 55-62.
- GÖBL, F. (1967): Mykorrhizauntersuchungen in subalpinen Wäldern. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Wien **75**: 335-356.
- GRABHERR, W. (1934): Der Einfluß des Feuers auf die Wälder Tirols in Vergangenheit und Gegenwart. – Cbl. f. d. Forstw. **60**: 260-273 und 289-302.

- HÄMET-AHTI, L. (1978): Timberline – meadows in Wells Gray Park, British Columbia and their comparative geobotanical interpretation. – *Syesis* **11**: 187-211.
- HOLTMEIER, F. K. (1966): Die ökologische Funktion des Tannenhähers im Zirben-Lärchenwald und an der Waldgrenze des Oberengadins. – *J. f. Ornithol.* **4**: 337-345.
- ,– (1967a): Zur natürlichen Wiederbewaldung aufgelassener Alpen im Oberengadin. – *Wetter und Leben* **19**: (9/10): 195-202.
- ,– (1967b): Die Verbreitung der Holzarten im Oberengadin unter dem Einfluß des Menschen und des Lokalklimas. – *Erdk.* **XXI** (4): 249-258.
- ,– (1969): Das Steinwild in der Landschaft von Pontresina. – *Natur und Museum* **99** (1): 15-24.
- ,– (1971): Waldgrenzstudien im nördlichen Finnisch-Lapland und angrenzenden Nordnorwegen. – *Rep. Kevo Subarctic Res. Stat.* **8**: 53-62.
- ,– (1974): Geoökologische Beobachtungen und Studien an der subarktischen und alpinen Waldgrenze in vergleichender Sicht (nördliches Fennoskandien/Zentralalpen). – *Erdwiss. Forschung VIII*, Wiesbaden.
- ,– (1980): Influence of Wind on tree-physiognomy at the upper timberline in the Colorado Front Range. – *New Zealand Forest Service, Techn. Paper* **70**: 247-261.
- ,– (1981a): Einige Besonderheiten des Krummholzgürtels in der Colorado Front Range. – *Wetter und Leben* **33**: 150-160.
- ,– (1981b): What does the term „Krummholz“ really mean? Observations with special regard to the Alps and the Colorado Front Range. – *Mountain Res. and Development* **1** (3-4): 253-260.
- ,– (1985a): Die klimatische Waldgrenze – Linie oder Übergangssaum. – *Erdkde.* **39**: 271-285.
- ,– (1986): Biber und Steinwild – Beobachtungen und Studien zur Wiederansiedlung von Tieren in ihren ehemaligen Lebensräumen. – *Münstersche geogr. Arbeiten (Festschr. 100 Jahre Geogr. Inst.)*, im Druck.
- HORAK, E. (1963): Pilzökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe (*Piceetum subalpinum* und *Rhodoreto vaccinietum*) der Rhätischen Alpen (Dischmatal, Graubünden). – *Mitt. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw.* **39** (1): 1-112.
- IN DER GAND, H. (1978): Wald als Lawinenschutz. – *Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Wien* **125**: 113-127.
- KÖSTLER, N. & H. MAYER (1970): Waldgrenzen im Berchtesgadener Land. Jubiläumsjahrh. 1900-1970, **35**. Band des Ver. z. Schutz der Alpenpflanzen und -tiere, 1-33.
- KRAL, F. (1973): Zur Waldgrenzdynamik im Dachsteingebiet. – *Jd. Ver. z. Schutze der Alpenpflanzen und -tiere* **38**: 71-79.
- KUOCH, R. (1965): Der Samenanflug 1963/1964 an der oberen Fichtenwaldgrenze im Sertigtal. *Mitt. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchsw.* **41** (3): 63-85.
- LAMPADIUS, G. (1937): Die Höhengrenzen der Cima d'Asta und des Lagorai-Gebirges. – *Berliner Geogr. Arbeiten* **15**, Stuttgart.
- LARCHER, W. (1963): Zur spätwinterlichen Erschwerung der Wasserbilanz von Holzpflanzen an der Waldgrenze. – *Ber. naturwiss. -med. Ver. Innsbruck* **53**: 125-137.
- MARCHAND, P. J. (1980): Causes for coniferous timberline in the northern Appalachian Mountains. – *New Zealand Forest Service Techn. Paper* **70**: 231-246.
- ,– & B. F. CHABOT (1978): Winter water relations of tree-line plant species on Mt. Washington, New Hampshire. – *Arctic and Alpine Res.* **10** (1): 105-116.
- MAREK, R. (1910): Waldgrenzstudien in den österreichischen Alpen. – *Petermanns Mitt., Erg. Heft* **168**.
- MATTES, H. (1978): Der Tannenhäher im Engadin – Studien zu seiner Ökologie und Funktion im Arvenwald. – *Münstersche Geogr. Arbeiten* **2**.
- MAYER, H. (1965): Zur Waldgeschichte des Steineren Meeres. – *Jd. Ver. z. Schutze der Alpenpflanzen und -tiere* **30**: 100-120.
- ,– (1966): Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes, Salzburger Kalkalpen. – *Forstw. Forschungen, Beih. z. Forstw. Cbl.* **22**: 1-42.
- ,– (1970): Waldgrenzen in den Berchtesgadener Kalkalpen. – *Mitt. ostalpin -din. Ges. f. Vegetationskde.* **11**: 109-120.
- ,– (1979): Ökosystem Lawinenschutzwald. *Proc. IUFRO Seminar Mountain Forest Avalanches, Davos 1978*, 281-299.
- MICHAELIS, P. (1934a): Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze IV. Zur Kenntnis des winterlichen Wasserhaushaltes. – *Jb. Wiss. Bot.* **80**: 169-298.

- , (1934b): Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze V. – Jb. Wiss. Bot. **80**: 487-497.
- MOSER, M. (1956): Die Bedeutung der Mykorrhiza für Aufforstungen in Hochlagen. – Forstw. Cbl. **75**: 8-18.
- , (1981): Mycoflora of the transitional zone from subalpine forests to alpine tundra. – in: G. A. LAURSEN & J. F. AMMIRATI (Eds.) „Arctic and Alpine Mycology. Proc. first internat. Symp. (FISAM), Barrow, Alaska, Paper presented.
- NÄGELI, W. (1969): Waldgrenze und Kampfzone in den Alpen. – HESPA-Mitt. **19** (1).
- NEUWINDER, I. (1980): Erwärmung, Wasserrückhalt und Erosionsbereitschaft subalpiner Böden. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Wien **129**: 113-144.
- OBERDORFER, E. (1959): Borstgras- und Krummseggenrasen in den Alpen. – Beitr. Naturk. Forsch. Südwest-Deutschld **18**: 117-143.
- PALLMANN, H. & P. HAFFTER (1933): Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. **42**: 357-466.
- PLATTER, W. (1976): Wasserhaushalt, cutikuläres Transpirationsvermögen und Dicke der Cutin-schichten einiger Nadelholzarten in verschiedenen Höhenlagen und nach experimenteller Verkürzung der Vegetationszeit. – Diss. Univ. Innsbruck.
- RÜBEL, E. (1912): Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. – Bot. Jb. **47**.
- SCHARFETTER, R. (1938): Pflanzengesellschaften der Ostalpen. – Wien.
- SCHIECHTL, H. M. (1967): Die Physiognomie der potentiellen natürlichen Waldgrenze und Folgerungen für die Praxis der Aufforstung in der subalpinen Stufe. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Wien **75**: 5-55.
- , R. STERN & E. W. WEISS (1965): In anatolischen Gebirgen. – Kärntner Museumsschriften **31**: 1-187.
- SCHÖNENBERGER, W. (1975): Standorteinflüsse auf Versuchsaufforstungen an der alpinen Waldgrenze (Stillberg, Davos). – Mitt. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. **51** (4): 359-428.
- , (1976): Über den Erfolg einer Hochlagenaufforstung auf verschiedenen Standortstypen (Stillberg, Dischmatal, Davos). – Verh. Ges. f. Ökol., Wien, 55-60.
- , (1985): Performance of high altitude afforestations under various site conditions. – Ber. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. **270**: 233-240.
- SCHRÖTER, C. (1908): Das Pflanzenleben der Alpen. – Zürich.
- SCHWARZENBACH, F. H. (1985): Contributions of subalpine ecological research to the exploration of the present largescale forest decay. – Ber. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. **270**: 7-10.
- SCHWEINGRUBER, F. H. (1972): Die subalpinen Zwergstrauchgesellschaften im Einzugsgebiet der Aare (Schweizerische nordwestliche Randalpen). – Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. **48** (2): 197-504.
- TRANQUILLINI, W. (1974): Der Einfluß von Seehöhe und Länge der Vegetationszeit auf das cutikuläre Transpirationsvermögen von Fichtensämlingen im Winter. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. **87**: 175-184.
- , (1976): Water relations and alpine timberline. – Ecol. Studies **19**: 473-491.
- , (1979a): Über die Frostgefährdung von Fichten in verschiedener Seehöhe. – Wiss. Mitt. Meteorol. Inst. Univ. München **35**: 51-57.
- , (1979b): Physiological ecology of the alpine timberline – tree existence at high altitudes with special reference to the European Alps. – Ecological Studies **31**.
- , F. LECHNER, P. OBERARZBACHER, L. UNTERHOLZNER & K. HOLZER (1980): Über das Höhenwachstum von Fichtenklonen in verschiedener Seehöhe. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Wien **129**: 7-25.
- , & W. PLATTER (1983): Der winterliche Wasserhaushalt der Lärche (*Larix decidua* MILL.) an der alpinen Waldgrenze. – Verh. Ges. f. Ökologie **IX**: 433-443.
- TURNER, H. (1958): Maximaltemperaturen oberflächennaher Bodenschichten an der alpinen Waldgrenze. – Wetter und Leben **10** (1/2): 1-11.
- , (1961a): Die Niederschlags- und Schneeverhältnisse. – Mitt. forstl. Bundesversuchsanst. Mariabrunn **59**: 265-315.
- , (1961b): Jahresgang und biologische Wirkungen der Sonnen- und Himmelstrahlung an der Waldgrenze der Ötztaler Alpen. – Wetter und Leben **13** (5/6): 93-113.
- , (1966): Die globale Hangbestrahlung als Standortsfaktor bei Aufforstungen in der subalpinen Stufe. – Mitt. schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. **42** (3): 110-168.

- ,- (1976): Bergwald im Kampf gegen Natur und Mensch. – Ber. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. **168**: 1-8.
- ,- (1980): Typos of microclimate at high elevations. – New Zealand Forest Service Techn. Paper **70**: 21-26.
- ,- (1983): Die Aufforstung von Lawinenzügen im Hochgebirge. – Bündner Zeitung 19.3.
- ,- P. ROCHAT & A. STREULE (1975): Thermische Charakteristik von Hauptstandorttypen im Bereich der oberen Waldgrenze (Stillberg, Dischmatal bei Davos). – Mitt. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. **51**: 95-120.
- WAKABAYASHI, R. (1979): Deformation and damage to forest plants by snow forces. – Proc. IUFRO Seminar Mountain Avalanches, Davos 1978, 203-208.
- WILMANN, O. & J. EBERT, (1974): Aktuelle und potentielle Grenzen des Latschengürtels im Quellgebiet des Lech (Vorarlberg). – Ber. internat. Symp. Internat. Ver. f. Vegetationskde. 8.-11. April 1968, 207-218.
- WRABER, M. (1970): Die obere Wald- und Baumgrenze in den slowenischen Hochgebirgen in ökologischer Betrachtung. – Mitt. ostalpin-din. Ges. f. Vegetationskde. **11**: 235-248.
- ZOLLER, H. (1967a): Postglaziale Klimaschwankungen und ihr Einfluß auf die Waldentwicklung Mitteleuropas einschließlich der Alpen. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. **80** (10): 690-696.
- ,- (1967b): Holocene fluctuations of cold climate in the Swiss Alps. – Rev. Palaeobot. Palynol. **2**: 267-269.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Friedrich-Karl Holtmeier, Institut für Geographie, Robert-Koch-Straße 26, D-4400 Münster.

# Frühpostglaziale Seeablagerungen im Oberharz

(Vorläufige Mitteilung)

Hans-Jürgen Beug

Im Oberharz gibt es 32 Hochmoore mit baumloser oder baumarmer Oberfläche in einer Meereshöhe von 720 bis 1035 m. Nach den Angaben von HUECK 1928 nehmen sie eine Fläche von 387 ha ein. Betrachtet man die insgesamt vermoorte Fläche im Oberharz, so müssen noch etwa 1250 ha „versumpfter Fichtenwälder“ hinzugerechnet werden. Hinter dieser Bezeichnung Huecks verbergen sich Niedermoore ohne oder mit einem mehr oder weniger gut entwickelten Baumbestand aus *Picea abies* und *Betula carpatica*, Fichtenbrücher im Sinne von JENSEN 1961 und schlechtwüchsige Fichtenbestände auf Torfdecken von wenigen Dezimeter bis zu mehr als einem Meter Mächtigkeit. Hinsichtlich ihres Alters, ihrer Entwicklungsgeschichte und ihres heute erreichten Zustandes sind diese „versumpften Fichtenwälder“ uneinheitlich und bedürfen noch umfassender Untersuchungen.

Die Vermoorungen liegen im Oberharz an Hängen. Gelegentliche Verebnungen unter ihnen (Sattelhöhen der Sattelmoores, Plateaulagen auf dem Kamm des Bruchberges) spielen flächenmäßig eine untergeordnete Rolle. Es gibt auch keine glazialen Hohlformen (Kare), in denen sich wie im Schwarzwald oder in den Vogesen Moore nach der Verlandung eines Sees hätten bilden können. Das Alter der Moore im Oberharz ist unterschiedlich, aber höher als es bisher angenommen wurde. Aus den Angaben bei SCHNEEKLOTH, JENSEN und BEUG 1983 ist zu ersehen, daß die meisten Moore in der Vorwärmezeit, der Frühen Wärmezeit oder in der Mittleren Wärmezeit zu wachsen begannen. Nach ersten Untersuchungen scheint ähnliches auch für die „versumpften Fichtenwälder“ zu gelten.

Nach allgemeiner Auffassung sind die Moore im Harz durch Versumpfung entstanden. Dieser Vorgang begann offensichtlich in kleinen, dauerfeuchten Bereichen, an denen es im Relief eines höheren Mittelgebirges mit seinen hohen Niederschlägen nicht mangeln kann. Die Profile beginnen mit Niedermoortorfen über einem tonigfeinsandigen oder grusig-steinigen Untergrund, der Reste der Bodenbildung aus der Zeit vor der Versumpfung zeigen kann. Bei den Niedermoortorfen handelt es sich um Seggen-, *Eriophorum*- oder *Sphagnum*-Torfe. In keinem Fall wurden aber Hochmoortorfe in unmittelbarer Lagerung über dem mineralischen Untergrund vorgefunden. Zur Bildung von Hochmoortorfen kam es erst zu einem späteren Zeitpunkt (Vergl. dazu BROIHAN in FIRBAS 1949, FIRBAS, LOSERT & BROIHAN 1939, BEUG 1957, WILLUTZKI 1962). Im Rahmen eines Forschungsprojektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft über die Entwicklung der Hochmoore im Oberharz wurden mehrere tausend Grundproben untersucht. Ein großer Teil der baumfreien Moore des Oberharzes konnte dabei flächendeckend oder doch mit einer repräsentativen Anzahl von Untersuchungspunkten in die Arbeiten einbezogen werden. Alle Ergebnisse bestätigen die bisherige Auffassung, daß die Torflager unmittelbar und ohne Einschaltung limnischer Ablagerungen auf dem mineralischen Untergrund liegen. Vermessungen ergaben nur Hangsituationen, allenfalls kleinflächige Verebnungen, niemals aber geschlossene Hohlformen im Untergrund der Moore. Zu diesem Ergebnis führten auch die Untersuchungen an dem Bruchbergmoor. In diesem ca. 2 km langen, 60 ha großen und in 800–930 m NN gelegenen Kammhochmoor wurden an mehr als 1000 Punkten die basalen Torflager abgebohrt und pollenanalytisch datiert. An einer repräsentativen Zahl von Untersuchungspunkten wurden auch die Makrofossilien der basalen Torflager untersucht (BEUG, un-

veröff.). Häufige Arten in den ersten Stadien der Vermooring waren *Viola palustris*, *Selaginella selaginoides*, *Carex echinata*, *Carex rostrata*, *Juncus effusus*, *Potentilla erecta* und *Comarum palustre*. Nur in ganz wenigen Fällen wurden Pflanzen nasserer Standorte nachgewiesen: Pollenkörner vom *Sparganium*- und *Typha latifolia*-Typ, Pollenkörner und Samen von *Menyanthes trifoliata*. Hydrophyten fehlen aber vollständig.

Nachdem diese Untersuchungen für eine große Zahl der Moore im Oberharz immer wieder die Erfahrung zu bestätigen schienen, daß die Moorbildung unmittelbar über dem mineralischen Untergrund einsetzte, wurden bei Geländearbeiten im Sommer 1984 zum ersten Mal limnische Ablagerungen erbohrt. Der Fundpunkt liegt etwa 1 km nördlich des Oderteiches im Tal der Rotenbeek unweit des Wanderweges „Märchenweg“ bei 750 m NN im Einzugsgebiet der Oder. In diesem Gebiet zwischen Oderteich, Bruchberg und Torfhaus liegt das größte zusammenhängende Areal „versumpfter Fichtenwälder“. Aus ihm heben sich einige Hochmoore heraus, die zunächst in die moorkundlichen Untersuchungen einbezogen worden waren. Dabei wurden das Flörichshaiher Sattelmoor von Frau Dr. I. HENRION 1980, das Förichshaiher Moor und das Obere Schwarze Moor von Frau Ch. LENK 1976 und das Untere Schwarze Moor von Frau R.-L. HUTTUNEN untersucht (unveröff.). Zur Lage der genannten Moore vergl. SCHNEEKLOTH, JENSEN & BEUG 1983. Im Jahre 1982 wurde dann mit einer systematischen Untersuchung der sehr unübersichtlichen und z. T. schwer passierbaren „versumpften Fichtenwälder“ begonnen, um wenigstens an einem Beispiel Daten über die Entwicklungsgeschichte solcher Mooregebiete zu gewinnen.

Bei den Geländearbeiten wurden an der Basis eines Profiles etwa 10 cm einer hellbraunen Detritusmudde gefunden. Eine erste pollenanalytische Untersuchung führte zu dem Nachweis einer bisher aus dem Harz unbekanntem vorwärmezeitlichen (präborealen) Wasserflora mit *Isoëtes*, *Potamogeton* und verschiedenen Algen. Ein ähnliches Ergebnis erbrachte eine weitere Bohrung in 50 m Entfernung. Auch in etwa 500 m Entfernung nördlich des Unteren Schwarzen Moores wurden limnische Ablagerungen angetroffen. Bei ihrer Untersuchung des Unteren Schwarzen Moores hatte Frau Huttunen bereits 1979 einzelne Mikrosporen von *Isoëtes* in den basalen Niedermoor torfen dieses Hochmoores gefunden. Im Rahmen der gegenwärtigen Mitteilung beziehen sich die Angaben ausschließlich auf ein Profil mit limnischen Ablagerungen am sog. Märchenweg.

Das vermoorte Terrain fällt hier nach SSW zur nahen Rotenbeek ab. Es zeigt ein unübersichtliches Relief mit einschneidenden kleinen Bachläufen und inselartigen Bereichen eines stärkeren Moorwachstums. Stellenweise schließen *Picea abies* und *Betula carpatica* dicht zusammen. Gutwüchsige und schlechtwüchsige sowie trockenere und feuchtere Bereiche wechseln miteinander ab. Die heutige Mooroberfläche läßt nicht erkennen, daß im Untergrund eine Hohlform ausgebildet sein muß, in der vor der Vermooring des Gebietes ein flacher Tümpel lag.

Geländearbeiten und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen stehen noch in einem frühen Stadium. Durch Sondierungen in der Nähe des Bohrpunktes von 1984 wurde ein Bereich gefunden, in dem die limnischen Ablagerungen etwa einen halben Meter mächtig sind. Hier und an einigen benachbarten Stellen wurden mit einem sog. Russen-Bohrer die erforderlichen Profileile mit den Mudden und ihren Kontakten zu den hangenden Torfen und dem mineralischen Untergrund entnommen. Bei weiteren Geländearbeiten soll durch Vermessungen und Sondierungen die Lage der im Untergrund befindlichen Hohlform und die Ausdehnung der limnischen Ablagerungen ermittelt werden. Später sollen diese Arbeiten auf das andere Vorkommen von Mudden in der Nähe des Unteren Schwarzen Moores ausgedehnt werden.

Nach den pollenanalytischen Untersuchungen entstanden die limnischen Ablagerungen in der Vorwärmezeit (Präboreal). In den bisher veröffentlichten Pollendiagrammen ist die Vorwärmezeit ein birken-kiefernzeitlicher Abschnitt, der nach einem Rückgang der Nichtbaumpollen-(NBP)Anteile beginnt und mit der Massenausbreitung der Hasel endet. Der NBP-Rückgang wird als Ausklang der Jüngerer Tundrenzeit angesehen (BROIHAN in FIRBAS 1949, BEUG 1957, WILLUTZKI 1962). Hierzu gibt es aber noch keine absoluten Daten. Spätglaziale Pollenspektren sind aus dem Harz bisher immer nur in Form dieses Ausklanges einer waldlosen Phase vor Beginn präborealer Waldzeiten gefunden worden. Es wäre immerhin denkbar, daß dieser Ausklang einer waldlosen Zeit schon in den Beginn der Vorwärmezeit zu stellen ist. Der Oberharz lag während der Jüngerer Tundrenzeit mindestens 600–700 m über der damaligen Waldgrenze. Eine Verzögerung in der Eroberung der Hochlagen des Harzes durch erste Birkenwälder nach Abschluß der Jüngerer Tundrenzeit kann derzeit nicht ausgeschlossen werden.

Das nahe am sog. Märchenweg erbohrte Profil führt Torfe bis 3,71 m. Die limnischen Ablagerungen liegen in 3,71–4,23 m Tiefe. Es folgen dann 1–2 cm eines feinsandigen Schluffes über einer Grusschicht. Die limnischen Ablagerungen sind hellbraune, meist mittelfeine Detritusmudden. Sie enthalten tonig-schluffig-feinsandige Beimengungen und zwar besonders in den untersten 11 cm. Hier treten auch grusige Beimengungen auf. Die Detritusmudden sind reich an Makrofossilien. Bei einer Stichprobenuntersuchung wurden *Betula pubescens*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Carex rostrata* und *Nitella* spec. festgestellt. Hinzu kommen verschiedene Braunmoose und Vertreter der Gattung *Sphagnum*.

Ein erstes Pollendiagramm wurde für den Bereich von 3,68–4,20 m Tiefe in vorläufiger Form mit einem Probenabstand von 2 cm erstellt. *Pinus* und *Betula* dominieren und nehmen überall nahezu gleich hohe Werte ein. Der Anstieg der *Corylus*-Kurve beginnt in 3,70 m Tiefe. Eine NBP-reiche Phase an der Basis der Sequenz fehlt. Die Anteile von *Juniperus* betragen durchweg um 10 % der Baumpollen (BP). Sie nehmen dann im Bereich des Hasel-Anstieges ab. Die Anteile von *Salix* liegen unter 3 %, die von *Populus* unter 1 %. Einzelne Funde liegen vom *Cannabis-Humulus*-Typ, von *Sorbus* und *Picea* vor. Die NBP-Anteile liegen zwischen 30 und 35 % der BP und werden überwiegend von Gramineen und Cyperaceen gestellt. Spätglazialpflanzen spielen nur eine sehr geringe Rolle. *Artemisia* tritt mit ziemlich gleichmäßiger und geschlossener Kurve auf (max. 2 %). Daneben konnten bei einer vorläufigen Auszählung des Pollendiagrammes auf 250 BP nur vereinzelt Pollenkörner (PK) von *Thalictrum*, *Sanguisorba minor*, von Chenopodiaceen und von dem *Platango major-media*-Typ festgestellt werden.

Von Interesse sind die Nachweise von Wasserpflanzen. Mit hoher Stetigkeit treten PK von *Potamogeton* sect. *Eupotamogeton* (max. 5,1 % der BP) und Mikrosporen von *Isoëtes setaceum* (= *I. tenellum* = *I. echinosporum*) auf. Die Anteile von *Isoëtes* erreichen maximal 4,1 %. Seltener wurden PK von *Myriophyllum alterniflorum* (max. 0,8 %) und *Hippuris vulgaris* (1 PK) gefunden. Häufig nachgewiesene Algen sind *Pediastrum boryanum* und *P. angulosum*. Weniger häufig treten *Pediastrum simplex*, *Nitella* spec., *Botryococcus braunii* und *Scenedesmus* spec. auf.

Die Größe der Mikrosporen von *Isoëtes setaceum* beträgt ohne Perispor im Mittel 23  $\mu$ m und liegt insgesamt zwischen 21 und 29  $\mu$ m. Nach den Angaben von LANG 1951 und Sv. Th. ANDERSEN 1961 ist die Artbestimmung damit eindeutig. *Isoëtes setaceum* fehlt heute in Deutschland zwischen Schleswig-Holstein und dem Schwarzwald mit einer Ausnahme in Thüringen vollständig. Die Art wächst u. a. in den Alpen, den Vogesen und auf den Britischen Inseln. In Skandinavien ist sie bis über die polare Waldgrenze weit verbreitet. Die Art bevorzugt kalkarme Seen und gedeiht auch im sehr flachen

Wasser. Fossilfunde aus dem Mittelgebirgsraum waren bisher nur aus dem südlichen Teil Mitteleuropas bekannt. Die Nachweise aus dem Schwarzwald und den Vogesen wurden von LANG 1955 zusammengestellt. Die Art ist dort seit der Späteiszeit verbreitet. *Myriophyllum alterniflorum* ist ebenfalls in kalkarmen Gewässern verbreitet, fehlt jedoch heute im Harz ebenso wie im gesamten südniedersächsischen Bergland (HAEUPLER 1976). Die nächsten Fundorte liegen im Tiefland nördlich der Mittelgebirge. *Hippuris vulgaris* ist dagegen im südniedersächsischen Bergland zerstreut verbreitet.

Die nachgewiesenen Algen, insbesondere die Arten der Gattung *Pediastrum*, stellen polymorphe Sippen von allgemeiner Verbreitung dar, soweit es sich um schwach oder mäßig saure bis neutrale bzw. eutrophe Gewässer handelt (BARRIENTIS 1979).

Zusammenfassung. Von einem Mooregebiet nördlich des Oderteiches werden vorwärmezeitliche Seeablagerungen beschrieben. Unter den Wasserpflanzen konnte *Isoëtes setaceum* nachgewiesen werden.

## Literatur

- ANDERSEN, Sv. Th. (1961): Vegetation and its environment in Denmark in the Early Weichselian Glacial (Last Glacial). - Danmarks Geologiske Unders. R. II (No. 75): 1-175.
- BARRIENTIS, O.O.R. (1979): Revision der Gattung *Pediastrum* Meyen (Chlorophyta). - Bibliotheca Phycologica. 48.
- BEUG, H.-J. (1975): Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Harz und Rhön). - Flora 145: 167-211.
- FIRBAS, F. (1949): Waldgeschichte Mitteleuropas. Bd. 1. - Jena.
- FIRBAS, F., H. LOSERT & F. BROIHAN (1939): Untersuchungen zur jüngeren Vegetationsgeschichte im Oberharz. - Planta 30: 422-456.
- HAEUPLER, H. (1976): Atlas zur Flora von Südniedersachsen. - Scripta Geobotanica 10: 1-367.
- HENRION, I. (1980): Untersuchungen zur Entwicklung von Sattelmoores im Oberharz. - Unveröff. Dissertation Göttingen.
- HUECK, K. (1928): Die Vegetation und Oberflächengestaltung der Oberharzer Hochmoore. - Beiträge zur Naturdenkmalpflege 12(2): 153-213.
- JENSEN, U. (1961): Die Vegetation des Sonnenberger Moores im Oberharz und ihre ökologischen Bedingungen. - Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 1.
- LANG, G. (1952): Spätglaziale Pflanzenreste in Südwestdeutschland. - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 11: 89-110.
- , (1955): Spätquartäre Funde von *Isoëtes* und *Najas flexilis*. - Ber. d. Dtsch. Botan. Ges. 68: 24-77.
- LENK, C. (1976): Untersuchungen über Alter und Entstehung von einfachen Hangmooren im Oberharz. - Unveröff. Staatsarbeit Göttingen.
- SCHNEEKLOTH, H., U. JENSEN & H.-J. BEUG (1983): Die Moore in Niedersachsen. 8. Teil. Bereich der Blätter Kassel und Goslar der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1 : 200 000). - Göttingen.
- WILLUTZKI, H. (1962): Zur Waldgeschichte und Vermoorung sowie über Rekurrenzflächen im Oberharz. - Nova Acta Leopoldina N.F. 25(Nr. 160): 1-52.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Hans-Jürgen Beug, Institut für Palynologie und Quartärwissenschaften der Universität Göttingen, Wilhelm-Weber-Str. 2, 3400 Göttingen.

# Das Postfenn im Berliner Grunewald

Reinhard Böcker, Arthur Brande und Herbert Sukopp

## 1. Gebietsbeschreibung

Zur langfristigen Erhaltung von Mooren als wichtigen Archiven der Landschaftsgeschichte sind Beobachtung und Überwachung ihres Zustandes und ihrer Entwicklung notwendig. Die folgende vegetationsgeschichtlich-vegetationskundliche Untersuchung des Postfenns stellt zugleich einen Beitrag zu einem Monitoring für den Naturschutz (SUKOPP & al. 1986) dar.

Das Postfenn gehört nach der hydrologisch-entwicklungsgeschichtlichen und ökologischen Moortypologie des südbaltischen Raumes (LANGE & SUCCOW 1979, SUCCOW 1982, 1983, SUCCOW & LANGE 1984) zum Typ des oligotroph-sauren Kesselmoores; zu demselben Typ gehören die übrigen Moore des westlichen Grunewaldes (Kamesgebiet) sowie in der Umgebung z. B. das Moor am Teufelssee in den Berliner Müggelbergen (MÜLLER 1971, REDWEIK 1976) und das Moosfenn bei Potsdam (MÜLLER 1969b, WEGENER 1980). Er ist in den jungpleistozänen kuppigen Grund- und Endmoränengebieten verbreitet, auch in den sandigen. In diesen wird die Wasserversorgung nicht nur durch Oberflächenzufluß, sondern auch durch den Grundwasserstand und seine säkularen Schwankungen mitbestimmt (BRANDE 1985a).

Der Berliner Grunewald – ein 36 km<sup>2</sup> großes zusammenhängendes Kiefern-Eichenwaldgebiet (SUKOPP & al. 1980) – ist in einen flacheren östlichen Teil mit Höhen zwischen 45 und 60 m NN (die von weichselzeitlichem Geschiebesand bedeckte Grunewald ebene) und in einen stark bewegten westlichen Teil mit Höhen zwischen 60 und 97 m NN (die Kameslandschaft des Grunewaldes) gegliedert (PACHUR & SCHULZ 1983). In der Kameslandschaft liegen zwischen den Höhen und Rücken viele Kessel. Da sie z. T. bis unter den Grundwasserspiegel reichen, gibt es hier zahlreiche größere und kleinere Seen und Moore (KEILHACK 1910), von denen der Barssee, der Pechsee, der Teufelssee und das Postfenn die bedeutendsten sind. Die Grunewaldseenrinne mit stellenweise stärker vermoorten Partien (Kessel- und Verlandungsmoore) durchzieht als Teil eines glazigenen Rinnensystems zwischen Spree und Havel die Grundwaldebene (Abb. 1).

Unter natürlichen Bedingungen hat das Grundwasser im Grunewald ein nach Westen zur Havel gerichtetes Gefälle. Dieser normale Abfluß ist seit 1878 durch die Einzugsgebiete der Wasserwerke Teufelssee, Beelitzhof, Tiefwerder und Riemeisterfenn beeinträchtigt. In unserem Gebiet zeigt in der Regel der Grundwasserspiegel, der eine weitgehende Abhängigkeit von den Niederschlägen aufweist, von Oktober bis April einen Anstieg, dem im Laufe des Sommers ein Sinken folgt (gemäßigt kontinentaler Typus nach KOEHNE 1948). Durch die Entnahme von Grundwasser wird die Amplitude der Schwankungen vergrößert.

Berlin liegt im Übergangsbereich vom ozeanisch zum kontinental getönten Klima, was aus den niedrigen Januartemperaturen und den jährlichen Niederschlagsmengen deutlich wird (Abb. 2). Im westlichen Grunewald ist nach SCHLAAK (1972) die mittlere Niederschlagsmenge gegenüber der Innenstadt um 80 mm erhöht, was auf die Reibungseinflüsse des Waldes zurückgeführt wird. Für das Postfenn gibt es keine direkten Messungen. ZACHARIAS (1972) stuft es ebenso wie die übrigen größeren Moore als kalte Senke ein, was geländeklimatische Messungen von HORBERT & al. (1984) bestätigen.

Das Bild der heutigen Kulturlandschaft des Grunewaldgebietes entwickelte sich durch die deutsche Kolonisation seit dem 12.–13. Jahrhundert, die endgültig zur Vorherrschaft des Menschen über den Wald führte (MIELKE 1971). Damit stimmt überein, daß die für die Moore überlieferten Flurnamen alle deutscher Abkunft sind. Hervorzuheben ist, daß unter den zahlreichen für das 15. Jahrhundert bezeugten Nebennutzungen des Waldes Torfstechen nicht erwähnt wird (BERDROW 1902). Im Grunewald sind Torfstiche erst für das ausgehende 18. Jahrhundert nachgewiesen.

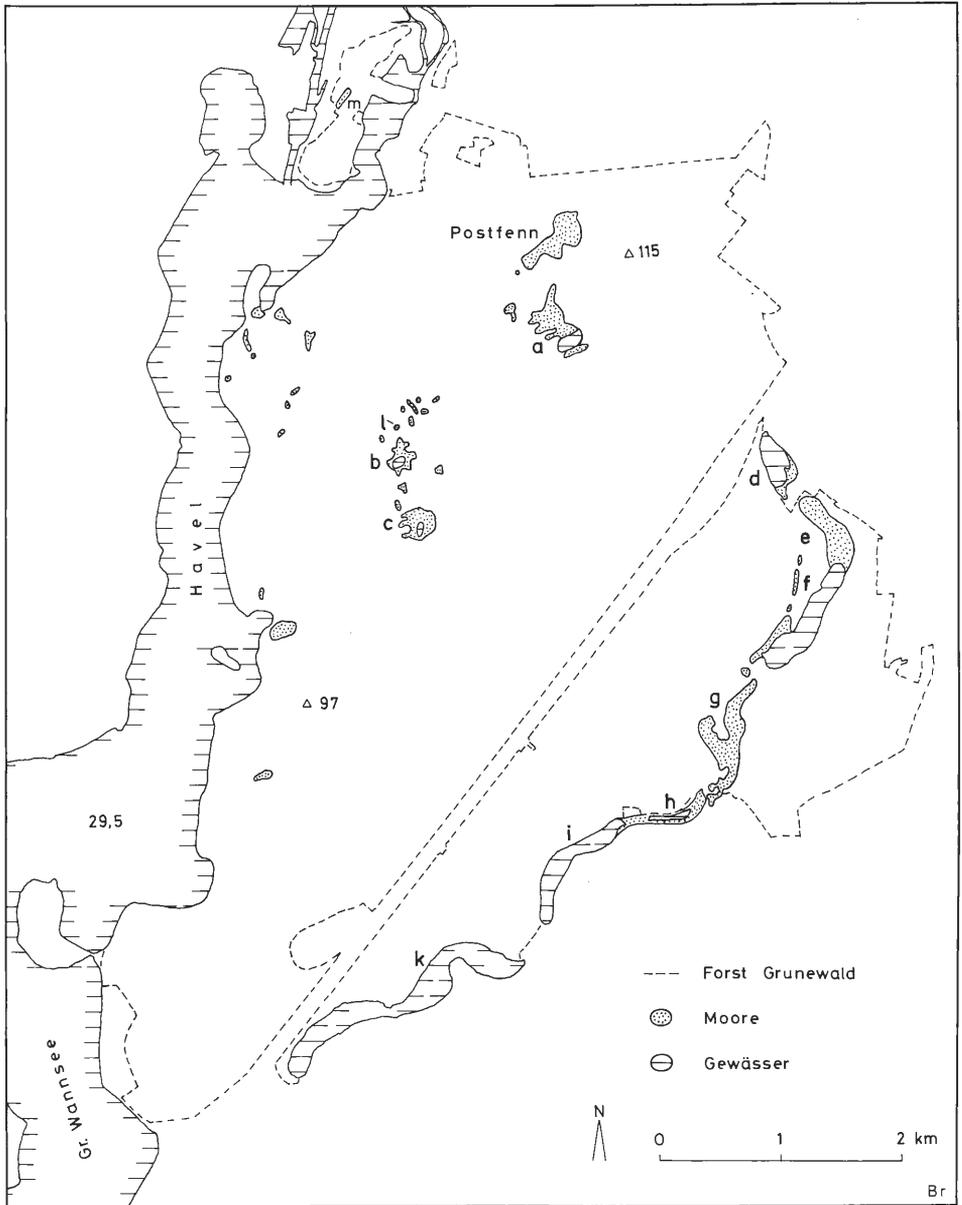


Abb. 1: Die Moore und Gewässer im Berliner Forst Grunewald. Moore nach KEILHACK (1910) und Inventarisierung TIGGES (mdl.). a Teufelssee und -fenn, b Pechsee, c Barssee, d Hundekehlesee, e Hundekehlefenn, f Grunewaldsee, g Langes Luch, h Riemeistersee und -fenn, i Krumme Lanke, k Schlachtensee, l, m Kleinstmoore. Pollenanalytische Bearbeitung: a, g: HEIN (1931), b: BRANDE (1978/79, 1980a und n.p.), a, c, i-m: BRANDE (n.p.). Floristisch-vegetationskundliche Bearbeitung: NSG a-c, e-h: Zusammenstellung in SUKOPP & al. (1976) und Artenschutzprogramm Berlin (1984), übrige Moore einschl. ausgetrocknete Kleinstmoore: TIGGES (in Vorber.).

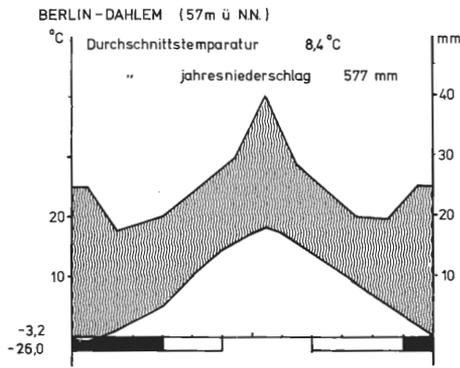


Abb. 2: Klimadiagramm von Berlin-Dahlem nach WALTER & LIETH (1967).

## 2. Vegetationsgeschichte

### 2.1 Moorstratigraphie

Nach den Moortiefenangaben von KEILHACK (1910), eigenen Sondierungen und Bohrungen (Abb. 3b, 4, 7) und dem sackungsbedingten Relief der Mooroberfläche gliedert sich das Postfenn in eine ca. 6 m tiefe nördliche und eine ca. 11 m tiefe südliche Senke. Sie sind über einen z. T. nur gut 1 m sedimentbedeckten, die übrige Mooroberfläche um ca. 1,5 m überragenden Mittelteil miteinander verbunden. Beide Senken weisen eine dem pollenanalytisch untersuchten Profil (Abb. 4) ähnliche limnisch-telmatische Schichtfolge mit dem allerödzeitlichen Laacher Tuff auf. Dieser Schichtaufbau gilt auch für den vom Nordteil durch eine Dammschüttung abgetrennten Regensammler (Abb. 3b, 7), in dem sich an Stellen örtlichen Torfaushubs in ca. 40 Jahren bis zu 1,5 m faulschlammhaltiges Straßenwassersediment aus den Einleitungen des nördlich des Postfenns liegenden Wohngebietes unter einer inzwischen dichten eutraphenten Sumpflvegetation angesammelt hat. Unter dem subtelmatischen Sandrücken im Mittelteil ist die spät- und postglaziale Schichtfolge z. T. durch Ausfall der jüngeren spätglazialen Sedimente und Bildung stark zersetzter Torfe des Postglazials ähnlich den Verhältnissen in anderen Mooren im Grunewald und Spandauer Forst (BRANDE 1985a) erheblich reduziert.

### 2.2 Das Pollendiagramm (Abb. 4 im Anhang)

Das Profil für die pollenanalytische Untersuchung wurde in der südlichen Senke auf einer kleinen Lichtung im *Betula-Molinia*-Bestand, der das lebende baumfreie *Sphagnum*-Restmoor des Senkentieftens umgibt, am 26.4.1980 mit dem Flügelbohrer (Eijkelkamp, System Jewsey) entnommen (Abb. 3b). Das Diagramm gibt die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Grunewaldes mit einigen örtlichen Merkmalen wieder. Zum Vergleich und als Grundlage für die Gliederung und Datierung stehen weitere Untersuchungen im Grunewald (Abb. 1) und an anderen Berliner Untersuchungspunkten (MÜLLER 1965, BRANDE 1978/79, 1980b, 1985b) sowie im Umland (z. B. MÜLLER 1969a,b, 1971, LANGE 1976, 1980) zur Verfügung.

Das Spätglazial und frühe Postglazial sind nur geringmächtig ausgebildet. Die Hauptabschnitte, besonders die Allerödzeit mit dem Laacher Tuff, sind dennoch klar entwickelt und durch zusätzliche Proben (nicht im Diagramm enthalten) gesichert. In

der Jüngerer Tundrenzeit ist der im Berliner Raum normalerweise 10 % übersteigende *Juniperus*-Gipfel zwar nicht voll erfaßt; *Chenopodiaceae*, *Empetrum*, *Selaginella*, der *Filipendula*-Rückgang und ein gewisser Sandgehalt kennzeichnen diesen Abschnitt aber eindeutig.

Die Vorwärmezeit ist durch *Ulmus* und *Humulus*, den *Artemisia*-Rückgang und die klimageschichtlich erwähnenswerten Funde von *Viburnum* und *Cladium* charakterisiert, während ein *Betula*-Anstieg nicht herauskommt. Der *Corylus*-Steilanstieg, der mit dem absoluten Beginn von *Pteridium* zusammenfällt, untergliedert die frühe Wärmezeit. Er ist im Kleinen Rohrpfuhl im Spandauer Forst auf  $8690 \pm 110$  BP datiert (Tab. 1) und somit etwa zeitgleich dem in Nordwestdeutschland. Mit 40 % erreicht *Corylus* für Berliner Verhältnisse hohe Werte.

Der Steilanstieg von *Quercus* und *Alnus* in der Frühen Wärmezeit bzw. am Beginn der Mittleren Wärmezeit ist bestimmt durch eine anhaltend geringe Sedimentmächtigkeitszunahme von 0,25 mm/a. Bei später verstärktem Muddezuwachs ist die Untergliederung der Mittleren Wärmezeit durch den ersten *Fraxinus*-Anstieg deutlich. Die schon vor dem *Ulmus*-Abfall in der Mittleren Wärmezeit geschlossene Kurve von *Plantago lanceolata* ist in der braunmoosreichen Mudde wahrscheinlich bohrtechnisch perkulationsbedingt. Die ersten *Plantago*-Nachweise und regelmäßigen Funde des *Cerealia*-Typs liegen in Berlin sonst nicht vor dem Beginn der Späten Wärmezeit.

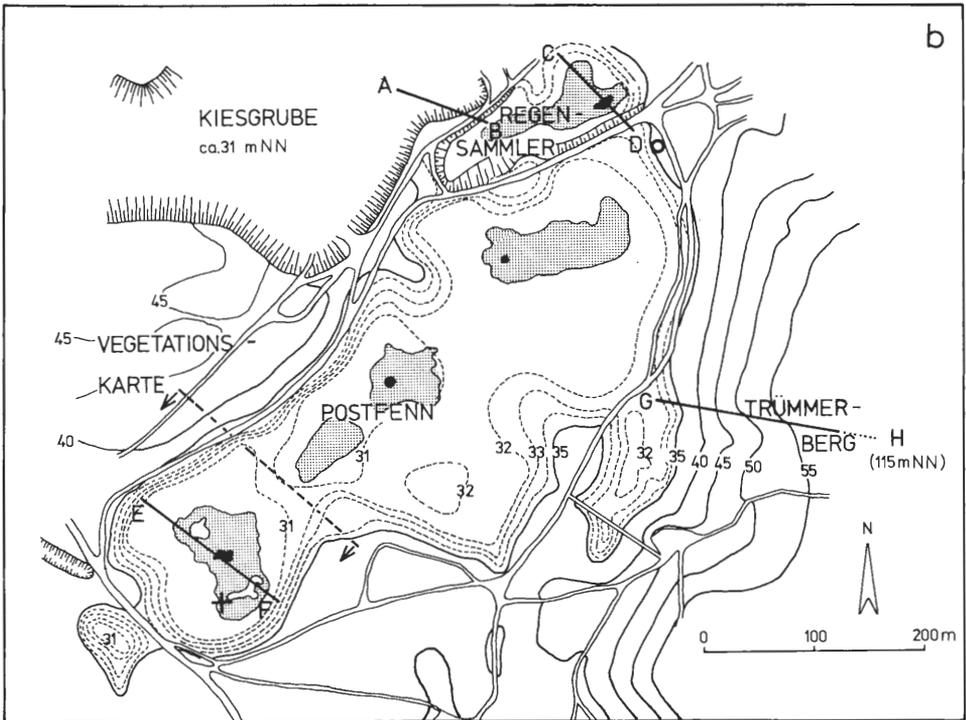
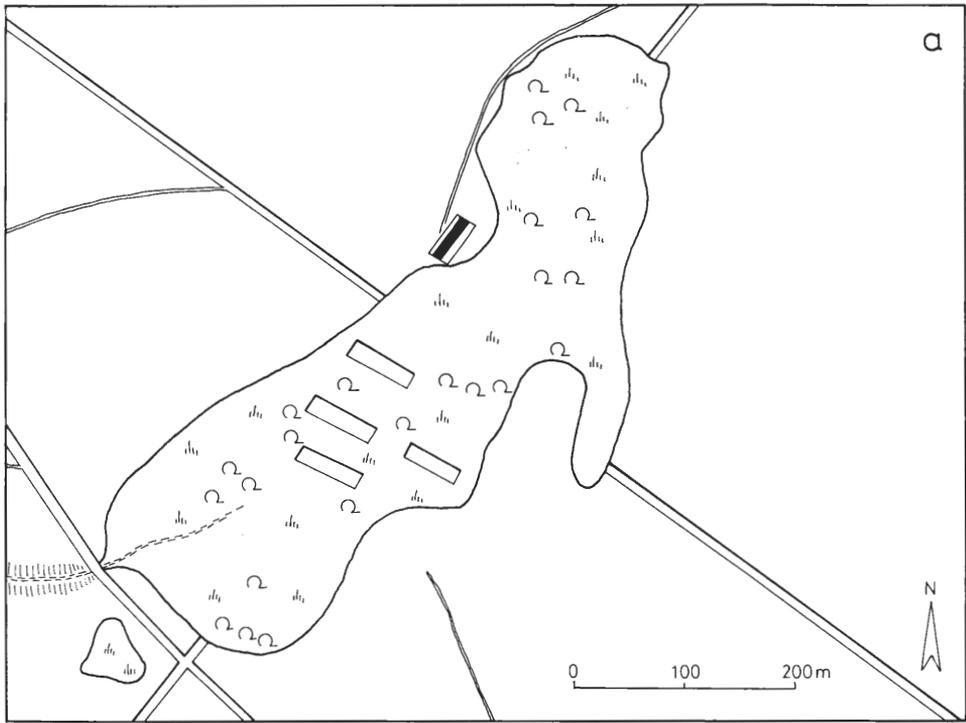
Eine Untergliederung der Späten Wärmezeit nach der *Corylus*-Kurve ist in Berlin auch bei engem Probenabstand bisher nicht möglich. Dagegen ist der *Corylus*-Rückgang unter 5 % zusammen mit dem von *Tilia* an der Grenze zur Älteren Nachwärmezeit klar erfaßt und im vorliegenden Profil auf  $2900 \pm 50$  BP datiert (Tab. 1, Mittelwert von KI-2296.02 und 03). Dieses Ereignis läßt sich also etwa mit dem *Corylus*-Abfall von C4 in Nordwestdeutschland synchronisieren, der dort ebenfalls den Beginn der Nachwärmezeit bezeichnet. Nur wenig jünger sind mit  $2660 \pm 42$  BP die bisher ältesten Belege der sicheren Anwesenheit von *Fagus* in Berlin (Tab. 1). Ihnen entsprechen im Postfenn *Fagus*-Werte um 2–3 %. Nach der Ausbreitungsgeschichte des Baumes im Tiefland zwischen Elbe und Oder (z. B. MÜLLER & KOHL 1966, MÜLLER 1971, HEINRICH & JÄGER 1975, LANGE 1976) liegt im weiteren Berliner Raum das *Fagus*-Maximum in der 2. Hälfte des 1. Jtsds. n. Chr., örtlich wohl auch schon in der 1. Hälfte (KLOSS 1985). Das *Fagus*- und *Carpinus*-Maximum hält sich mit ca. 7 bzw. 5 % im Rahmen des in Berlin Üblichen.

Der siedlungsgeschichtlich definierte Beginn der Jüngerer Nachwärmezeit ist u. a. durch *Secale* (incl. *Cerealia* indet.) und *Rumex acetosa*-Typ gut kenntlich und außerhalb der slawischen Siedlungsplätze auf ca. 1200 n. Chr. anzusetzen (BRANDE 1985b, c). Das gemeinsame Auftreten von *Aesculus* und *Fagopyrum* in der oberen Hälfte dieses Abschnitts ist nach ca. 1700 zu datieren. Die jüngste Probe reicht mit dem Nachweis von *Aesculus*- und *Platanus*-Alleepflanzungen in Verbindung mit den *Hippophae*-Anpflanzungen auf dem nahen Trümmerberg in die 2. Hälfte des 20. Jhts.

Abb. 3: Das Postfenn und seine Umgebung. →

a: Zustand am Beginn des 19. Jahrhunderts nach EMPHINER & GLAESER (1822). Umgebende Flächen und Kuppen mit einheitlicher Forstsignatur.

b: Zustand 1984 nach Karte von Berlin 1 : 1000, Bl. 41433/4, 41533/4. Baumfreie Moorpartien gepunktet, Wasserflächen schwarz. + pollenanalytischer Untersuchungspunkt (Abb. 4), o Grundwassermeßrohr 1604 (Abb. 5), Vegetationskarte s. Abb. 6, A–H s. Abb. 7.



Tab.1: Einige <sup>14</sup>C-Daten zur postglazialen Waldgeschichte Berlins.

Profil	Tiefe (cm u.O.)	Labor-Nr.	δ <sup>13</sup> C‰	<sup>14</sup> C-Alter <sup>1</sup> (BP±σ)	Kalender- alter v.Chr. <sup>2</sup>
<u>Kl. Rohrpfehl</u> <sup>3</sup> Sphagnum- Cyperaceen-Torf mit <i>Vaccinium oxycoccus</i> , <i>Betula</i> - und <i>Pinus</i> -Holz	370-390	KI-1705	-25,3	8690±110	
<u>Postfenn</u> Sphagnumtorf	330-340	KI-2296.01	-25,2	2750±70	1100-795
mit <i>Vaccinium</i>	340-350	KI-2296.02	-26,2	2900±70	1330-885
<i>oxycoccus</i> und <i>Eriophorum</i> -Sphagnumtorf	350-360	KI-2296.03	-25,8	2890±65	1310-880
<u>Hufeisenteich</u> <sup>4</sup> <i>Fagus</i> -Holz	ca. 300	KI-2297.01	-27,1	2660±42	1015-635
und umgebender Braunmoostorf mit Grobdetritusmudde und Holz	ca. 300	KI-2297.02	-31,5	2600±47	850-604

1 <sup>13</sup>C-korrigiert; 2 dendrochronologisch korrigiertes <sup>14</sup>C-Alter nach KLEIN & al. (1982); 3 BRANDE (1980b); 4 BRANDE & LAUNHARDT (1985)

### 2.3 Das Kiefernproblem

Seit HEIN (1931) und HESMER (1933) ist bekannt, daß in den Sandgebieten Brandenburgs *Pinus* während des gesamten Postglazials im Gehölzpollenniederschlag dominiert. Das wird an den Berliner Untersuchungspunkten - von gelegentlichen Unterbrechungen durch örtlichen *Betula*- oder *Alnus*-Niederschlag abgesehen - voll bestätigt. In den oligotrophen Kiefernmooren muß mit einer zusätzlichen *Pinus*-Komponente gerechnet werden. Nicht zuletzt dadurch wird die Abschätzung der Kiefernanteile auf den umgebenden terrestrischen Sandböden, besonders gegenüber der Eiche wesentlich erschwert. In anderen Fällen wie in manchen Flachmoor- und minerogenen Sedimenten kommt eine relative Anreicherung des *Pinus*-Pollens durch Zersetzungs- auslese hinzu (z. B. BRANDE 1985b, d). So erfährt der phasenhafte, durch die Ausbreitung von EMW und *Fagus* bedingte *Pinus*-Rückgang, wie ihn auch BURRICHTER (1982) zur Beurteilung des Kiefernindigenats in der Westfälischen Bucht für einzelne Abschnitte des Postglazials heranzieht, hier z. T. erhebliche Abwandlungen.

Im Sandgebiet des Berliner Urstromtals zeigt das Diagramm Kleiner Rohrpfehl aus dem Spandauer Forst einen relativ gleichmäßigen Rückgang von 80-90 % in der Frühen Wärmezeit auf 40-50 % in der Älteren Nachwärmezeit. Im 2 km entfernten, derselben Wuchslandschaft zugehörigen Teufelsbruch bleiben im jüngeren Teil der Mittleren Wärmezeit die Werte zwischen 80 und 90 %, so daß dieses Diagramm zu den *Pinus*-reichsten in Mittelbrandenburg zählt (MÜLLER 1965). Allerdings wird gerade für diese Diagrammabschnitte schlechte Pollenerhaltung angegeben. Im Moosfenn bei Potsdam (MÜLLER 1969b) liegt *Pinus* seit der Frühen Wärmezeit bis zur Älteren Nachwärmezeit gleichbleibend im Mittel bei ca. 60 %, im Moor am Teufelssee in den Berliner Müggelbergen (MÜLLER 1971) bei 50 %. Im westlichen Grunewald fällt *Pinus* im Moor am Pechsee (Abb. 1) erst im jüngeren Teil der Mittleren Wärmezeit von 90 auf 70 %, 150 m entfernt im Pechsee selbst liegen die Werte zwischen ca. 65 und 45 %. Nicht nur das zeigt die örtliche Kiefernanzwesenheit an bzw. auf diesem Moor. Auch Nadel- und Stomafunde im Moorprofil belegen, daß die Kiefer seit ihrer Massenausbreitung im jüngeren Teil der Allerödzeit dort gewachsen ist, vermehrt seit der Verlandungsmoorbildung (*Sphagnum*-Braunmoos-Radizellentorf) mit Beginn der Mittleren Wärmezeit.

Im Postfenn-Diagramm führt der *Pinus*-Rückgang im jüngeren Teil der Mittleren Wärmezeit zu einer relativen Zunahme der häufigeren Laubholzspitzen (*Quercus*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*). Demnach handelt es sich trotz zunächst weiterbestehender *Pinus*-Makrorestfunde um einen einseitigen Rückgang der Kiefer nahe am Untersuchungspunkt, als die örtliche Verlandung noch nicht weit genug fortgeschritten war. Auch die Kurve der BP-Dichte, die insgesamt stark von *Pinus* bestimmt wird, durchläuft bei dem Fehlen der *Pinus*-Makroreste und den durchschnittlich geringen *Pinus*-Werten bis in den jüngeren Teil der Späten Wärmezeit eine Periode geringer Werte. So markieren das *Pinus*-Minimum von 26 % und das *Quercus*-Maximum von 19 % für die Mittlere Wärmezeit Extremwerte in den Berliner Sandgebieten. Entsprechend ist der *Pinus*-Anstieg seit dem jüngeren Teil der Späten Wärmezeit mit allen Begleitmerkmalen eindeutig an die Verlandungsmoorbildung am Untersuchungspunkt gebunden. Damit wird deutlich, daß die regional feststellbare, mindestens bis in die Späte Wärmezeit sich fortsetzende Eichenausbreitung auf den Sandböden bereits in der Mittleren Wärmezeit erhebliche Ausmaße erreicht.

Das *Pinus*-Minimum um 50 % im oberen Teil der Älteren Nachwärmezeit dürfte ebenfalls überwiegend lokale, nicht direkt durch die Rot- und Hainbuchenausbreitung bedingte oder allein anthropogene Ursachen haben. Wieder profitiert zunächst *Quercus*, später aber auch *Betula* im Diagramm. In dieser lokalen Entwicklungsphase liegt zudem die Häufung des *Vaccinium*-Typs, wohl von *V. oxycoccus*. Die anthropogenen *Pinus*-Höchstwerte in der Jüngeren Nachwärmezeit, nunmehr zusammen mit reichlich *Quercus*, lassen wie in den Vergleichsdiagrammen eine Mehrphasigkeit der Kieferausbreitung durch die mittelalterlich-neuzeitliche Wald- bzw. Forstwirtschaft (z. B. SCAMONI 1959) nicht erkennen.

## 2.4 Kultureinfluß

Der Anteil krautiger Helio- und Hemerophyten im Gesamtdiagramm (*Artemisia* bis Fabaceae) bleibt vom Neolithikum mindestens bis in die Römische Kaiserzeit gering. Nur wenige neolithische und bronzezeitliche Siedlungen lagen am Havelrand des Grunewaldes, dem nördlich anschließenden Spreemündungsgebiet und der nördlichen Fortsetzung der Grunewaldseenrinne (Kartierung der archäologischen Funde im Grunewald: MIELKE 1971). Die Auswirkungen einer intensiveren spätkupfer-/frühbronzezeitlichen Besiedlung wie am Tegeler See (SUKOPP & BRANDE 1985) treten hier nicht in Erscheinung. Die sehr spärlichen archäologischen Hinweise der eisenzeitlichen incl. germanischen Siedlungstätigkeit am Havelufer sowie die im vorliegenden Profil aus Sedimentzuwachs und -kompaktion der Älteren Nachwärmezeit interpolierte Datierung in das 8. Jhdt. n. Chr. sprechen eher dafür, daß der erste Anstieg der Helio- und Hemerophyten im *Fagus*- und *Carpinus*-Maximum und der absolute *Secale*-Beginn hier in die Slawenzeit fallen, also der beginnenden Besiedlung auf und um den Spandauer Burgwall (v. MÜLLER & v. MÜLLER-MUCI 1983; Pollendiagramme in Vorber.), 4 km nordwestlich des Postfenns. 2–4 slawische Dörfer (ab 10. Jhdt.) lagen zudem 1–4 km vom Fenn entfernt am Havelufer (v. MÜLLER 1979, ESCHER 1985). Die damaligen inselartigen Rodungen und die Waldnutzung mögen den schon im *Pinus*-Minimum einsetzenden *Fagus*- und *Carpinus*-Rückgang verursacht haben.

Das scharfe *Betula*-Maximum am Übergang von Älterer zu Jüngerer Nachwärmezeit, auch im Spandauer Talsandgebiet belegt, kann als erste Phase der frühdeutschen Besiedlung rodungsbedingt sein (vgl. LANGE 1980), doch sind auch Auswirkungen auf die Moorrandbereiche (*Querco-Betuletum*) durch den damaligen mühlenstaubbedingten raschen Grundwasseranstieg wenigstens im Talsandgebiet nicht auszuschließen. Später tritt der anthropogene Kiefern-Eichenwaldcharakter des Grunewaldes wie des

Spandauer Waldgebietes bei weiterer Rodung der Rot- und Hainbuchenstandorte deutlich hervor. Mehrere spätmittelalterlich-neuzeitliche Teeröfen im Grunewald (v. MÜLLER 1979) bezeugen die Kiefernnutzung. Die bis in die Mitte des 19. Jhdts. bestehende, zeitweilig intensive Waldweide (MIELKE 1971) tritt mit *Juniperus* nur schwach in Erscheinung, und *Calluna* wird sogar seltener. In der aus den Helio- und Hemerophyten, besonders *Secale* (incl. *Cerealia* indet.) und *Rumex acetosa*-Typ ableitbaren Untergliederung spiegelt sich, ähnlich auch im Spandauer Gebiet, offenbar die Siedlungs- und landwirtschaftliche Entwicklung mit den auch im Berliner Raum bekannten Wüstungsvorgängen etwa des 14.-16. Jhdts. wider. Dabei bleiben, wie aus den Berliner Vergleichsdiagrammen zu erschließen, das Gebiet um das Postfenn und weitere Teile des heutigen Forstes Grunewald stets mehr oder weniger bewaldet.

## 2.5 Lokalentwicklung

Die limnische Phase endet am Untersuchungspunkt erst gegen Ende der Späten Wärmezeit, im Senkentiefsten nach dem Mudde/Torf-Verhältnis noch später, in den flacheren Senkenbereichen früher. Die vor- und frühwärmezeitliche Verlandung mit *Nymphaea* (auch Samenfunde) kommt nach einem *Potamogeton*-Stadium erst im Laufe der Späten Wärmezeit (zahlreiche Innenhaarfunde) voll zum Zuge. Örtliche Vorkommen von *Thelypteris palustris* (auch Anulusfunde) gibt es um die Mittlere Wärmezeit stellenweise in den noch weiter entfernten Moorpartien, während Typhaceae entsprechend der trophischen Situation keine Rolle spielen.

Das Verlandungsmoor setzt über Braunmoosen und *Menyanthes* gleich mit *Eriophorum-Sphagnum*-Torfbildung, *Scheuchzeria* und *Drosera* ein, während die Funde von *Pediastrum* und *Botryococcus* durch *Sphagnum*-Sporen abgelöst werden. Kurz darauf tritt unter den Ericaceae *Vaccinium oxycoccus* (Großreste zusammen mit Pollen des *Vaccinium*-Typs) auf. Etwas später folgt *Ledum* (zusätzlich ein Blattfund bei 180 cm), das zu Beginn der Jüngerer Nachwärmezeit bei geschlossener Kurve ein Maximum um 1% erreicht, in den jüngsten Proben aber fehlt. Tatsächlich ist der Porst, dessen neuzeitliche Vorkommen dem Moor wahrscheinlich seinen Namen gegeben haben (SUKOPP 1959/60), im Laufe des 20. Jhdts. verschwunden. Der Zeitpunkt des Erstauftretens von *Ledum* ist zweifellos durch die örtliche Moorentwicklung bedingt und reicht z. B. in der Niederlausitz in die Frühe Wärmezeit zurück (LANGE & al. 1978). *Calluna* tritt offenbar nicht auf das Moor über, wie sie ohnehin fast allen Berliner Mooren fehlt (SUKOPP 1961).

Das *Betula-Molinia*-Degradationsstadium des Moores als Folge der verschiedenen Entwässerungen seit Beginn des 19. Jhdts. ist mit dem jüngsten Steilanstieg und der Dominanz von *Betula* sowie der Zunahme von Gramineae direkt am Untersuchungspunkt wie in anderen oligotrophen Berliner Mooren gut belegt. Während an der tiefsten Stelle die Sedimente bis über 2 m nachgesackt sind und sich die oligotrophente Moorvegetation stellenweise bis heute erhalten hat, zeigen die flacheren Moorpartien mit geringerer Sedimentmächtigkeit mehrere dm Vererdung der trockengefallenen Torfe unter den *Betula-Molinia*-Beständen. Das gilt auch für die durch subtelmatische Sandrücken heute besonders hochliegenden Partien und die Randbereiche mit geringmächtiger Torfauflage aus der postglazialen, sicher auch hier überwiegend spät- bis nachwärmezeitlichen Versumpfungsmoorbildung (BRANDE 1979, 1984, 1985a).

Für die Durchführung der Radiocarbonbestimmungen ist Herrn Prof. Dr. H. WILLKOMM (Institut für Reine und Angewandte Kernphysik der Universität Kiel) sehr zu danken, für die vielfältigen technischen Arbeiten Frau G. HINZ und für tatkräftige Mithilfe im Gelände M. JACOB, Dipl.-Ing. M. LAUNHARDT, Dipl.-Ing. W. TIGGES und Dipl.-Ing. D. RÖDEL.

### 3. Veränderungen der Vegetation im 20. Jahrhundert

Die zu Beginn des 19. Jahrhunderts verzeichneten Torfstiche (Abb. 3a, mit Torfstecherhütte am Nordwestrand des Fenns) liegen etwa dort, wo durch die geringe Torfmächtigkeit und die hohe Lage des Mooruntergrundes (Kap. 2.1) die Entwässerung am ehesten zur Trockenlegung geführt hat. Entwässert wurde das Fenn im Südwesten durch einen Graben im damals so benannten Torfstättengrund zur Havel. Den Erfolg zeigt auch der Gehölzaufwuchs: Eine Gebüschsignatur wie in Abb. 3a fehlt dem südlich anschließenden Teufelsfenn (Abb. 1), das zu jener Zeit nicht entwässert worden ist.

POTONIÉ (in KEILHACK 1910) bezeichnet das Postfenn bereits als totes Landklima-Hochmoor, erwähnt aber noch Sphagnen, *Carex limosa* und *Scheuchzeria palustris* im südlichen Teil, im Übergang *Vaccinium oxycoccus*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia* und *Ledum palustre*, für den Moorrand *Molinia coerulea* und *Dryopteris cristata*. Sekundäre Moorbildung fand in den Torfstichen statt.

HUECK (1938) schreibt, daß das Moor einen Wollgras-Kiefernwald trägt, in dem das Wollgras nur noch spärlich entwickelt ist. Im zweiten Weltkrieg schüttete man den Weg auf, der das Postfenn auf der Westseite tangiert und es im nördlichen Teil als hoher Damm durchquert (Abb. 3b). Nähere Angaben über Baumfällungen und zahlreiche Moorbrände bei SUKOPP (1959/60); hier wird der überwiegende Teil des früheren *Ledo-Sphagnetum medii* als *Betula verrucosa-Molinia coerulea*-Degradationsstadium beschrieben. Kleinflächig war im Süden noch das *Caricetum limosae* entwickelt. Tab. 2 zeigt die Auswirkungen verschiedenartiger Eingriffe.

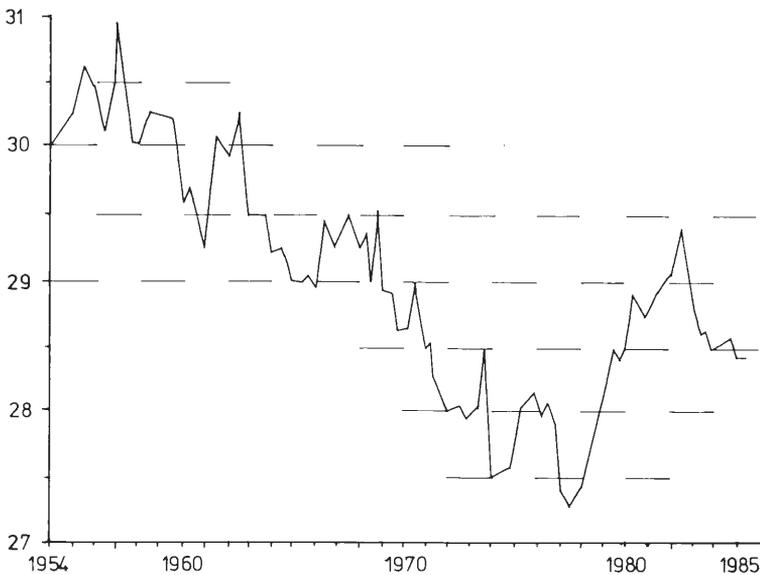


Abb. 5: Grundwasserganglinie am Nordrand des Postfenns (Rohr 1604) auf der Grundlage monatlicher Ablesungen (Senator für Bau- und Wohnungswesen Berlin).

Als vergleichbares oligotroph-saures Kesselmoor ist das Moor am Teufelssee in den Berliner Müggelbergen zwischen 1925 und 1975 durch erhebliche Eutrophierungen gekennzeichnet. Sie begannen schon vor 1925 mit Grundwasserabsenkung der Wasserwerke (HUECK 1925) und setzten sich infolge Dammschüttungen, Tourismuseinflüssen, Nährstoffeintrag durch Staub und Niederschläge sowie der Ansiedlung und Ausbreitung von Erlen (*Irido-Alnetum*) fort. Doch hat sich stel-

Tab. 2: Einige anthropogene Veränderungen im Postfenn

Eingriffe	Auswirkungen
Teilentwässerung durch Gräben und Torfstiche seit ca. 1800	Umwandlung des <i>Sphagnetum cuspidati</i> , <i>Caricetum limosae</i> und <i>Ledo-Sphagnetum</i> ( <i>Eriophorum</i> - und <i>Pinus</i> -Phase) in <i>Molinia</i> -Bultenstadium und <i>Quercu-Betuletum molinietosum</i>
Grundwasserabsenkungen durch das Wasserwerk Teufelssee von 1878 bis 1967	
Regenwasserkanal zum Nordende 1936	
Abholzen von Kiefern im Moor zwischen 1938 und 1943 (wohl 1938/39)	<i>Betula</i> -Pionierphase
Abholzen von Birken im Moor 1950	
Manöver und Brände im Moor besonders um 1950-1960	<i>Dicranella cerviculata</i> - <i>Campylopus piriformis</i> -Ass.
Starke Grundwasserabsenkung seit 1960, u. a. durch Brunnengalerien an der Havel mit Absenkungsspitzen 1974 und 1977 (Abb. 5)	Unterschiedliches Zusammensinken des Torfkörpers zunehmend, Austrocknung und Mineralisation  <i>Carex canescens</i> - <i>Agrostis canina</i> -Stadium durch Nährstoffmobilisation und -eintrag aus der Luft (SUKOPP & SUKOPP 1978)
Nach forstlicher Einbringung der Späten Traubenkirsche im Grunewald in den 20er Jahren	<i>Prunus serotina</i> -Gebüsche am Moorrand, <i>Prunus serotina</i> - <i>Betula</i> -Gebüsche zur Moormitte
Mittlerer und südlicher Moorteil NSG seit 1962	
Im nassen Südteil Abholzen des Eichen-Birkenwaldes 1980-1982	Regeneration des <i>Ledo-Sphagnetum</i> ( <i>Eriophorum</i> -Phase)

lenweise ein *Eriophoro-Sphagnetum recurvi* halten können (REDWEIK 1976). Ein weiteres Kesselmoor, das Moosfenn bei Potsdam (MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959), war bis zum Ende der 50er Jahre in einem relativ ungestörten Zustand. Aufkommende Kiefern starben im Zentrum des *Eriophoro-Sphagnetum* regelmäßig wieder ab. Seit 1976, einem sehr trockenen Jahr, deuten sich hier Tendenzen einer Entwicklung zum *Ledo-Pinetum* an (WEGENER 1980). Weiterhin tiefer Wasserstand (offenbar Grundwasserabsenkung) führte zum Eindringen mesotraphenter Arten wie *Carex rostrata* und zum Rückgang oder Verschwinden von *Carex limosa*, *Eriophorum vaginatum*, *Vaccinium oxycoccus*, *Scheuchzeria palustris* und oligotraphenten Sphagnen.

Die folgende Beschreibung soll einen Eindruck der heutigen Vegetation des noch vorhandenen Moorrestes im Postfenn vermitteln (Abb. 6, 7, Tab. 3). Auf der freien Fläche im Südwesten des NSG konnten 1984 nur noch Reste eines *Ledo-Sphagnetum medii* in der *Pinus*-Phase ermittelt werden. *Ledum palustre* ist seit langem (zuletzt bei KEILHACK 1910 erwähnt, ebenso *Andromeda polifolia* und *Scheuchzeria palustris*) verschwunden, und die Kiefern sind bis auf wenige Restexemplare beseitigt worden. Hochmoorarten sind in geringer Zahl und Deckung neben Arten der Zwischen- und Flachmoore vorhanden: *Carex limosa*, *C. lasiocarpa*, *Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*, *Potentilla palustris*. Nahe am 1980 künstlich vertieften Moorkolk sind Restbestände von *Carex limosa* vorhanden (*Caricetum limosae* in Abb. 6). *Eleocharis uniglumis* ist im Kolk-

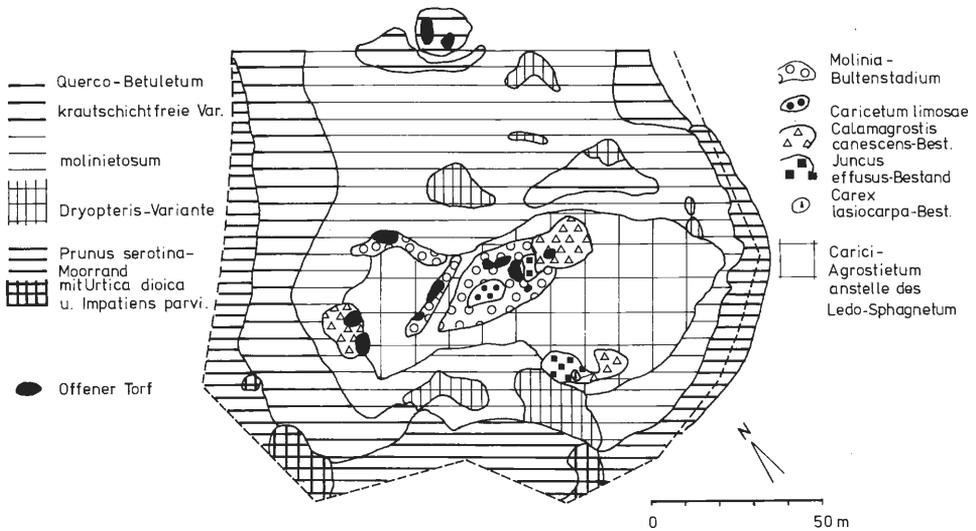


Abb. 6: Vegetationskarte Postfenn, südlicher Teil, Zustand 1978.

rand nur auf einer ca. 1 m<sup>2</sup> großen Fläche zu finden. *Carex canescens* als Charakterart des *Carici-Agrostietum* kommt in allen Aufnahmen (Tab. 3) vor; *Agrostis canina* hatte 1984 nur vereinzelte Vorkommen. Die hohe Deckung von *Polytrichum commune* kann als Resultat menschlicher Eingriffe gewertet werden. Bei einigen der genannten empfindlichen Arten ist mit dem Verschwinden am Postfenn als ihrem letzten Berliner Standort zu rechnen. Von den 23 zwischen 1824 und 1979 nachgewiesenen Moosen des Postfenns kommen heute 11 Arten hier nicht mehr vor (SCHAEPE 1986), darunter *Sphagnum papillosum*.

Im Birkenbestand sind Eichen nur spärlich vertreten. Der Kronenschluß der bis 10 m hohen Bäume ist so dicht, daß die Krautschicht sich nicht optimal entwickeln kann. Abb. 6 weist drei Varianten des *Quercus-Betuletum* aus. Diejenige mit *Molinia* bedeckt die größte Fläche. Fleckenweise tritt *Pteridium aquilinum* oder *Dryopteris carthusiana* auf (die ehemals hier vorkommende *D. carthusiana x cristata* ist seit 10 Jahren verschollen). Bei Pflegemaßnahmen seit 1980 wurden flächenweise Birken geschlagen, um die typische Moorvegetation zu fördern. In der Folge war der Stockausschlag der Birken so stark, daß die Beschattung der inzwischen über 2 m hohen Büsche stärker als zuvor ist. Nur im südlichen sackungsfähigen Moorteil, wo das Wasser dicht unter der Oberfläche steht, war der Eingriff für die Moorvegetation förderlich.

Auf den sandigen Rostbraunerden der Umgebung des Moores wachsen stark forstlich beeinflusste Kiefern-Traubeneichenwälder (*Pino-Quercetum petraeae*) in typischer Ausbildung und mit *Moehringia trinervia*. Die Baumschicht wird von der Kiefer gebildet, neben der Stiel- und Traubeneiche und Birke vorkommen. Wie in vielen Teilen des Grunewaldes findet sich in der Strauchschicht eine geschlossene Decke von *Prunus serotina*, unter der sich *Avenella flexuosa* und *Moehringia trinervia* nur spärlich behaupten können. Abb. 7 zeigt in der Umgebung weitere anthropogene Einflüsse. Der nördliche, durch die Dammschüttung abgetrennte Moorteil wurde in den 50er Jahren durch örtlichen Torfaushub in einen Regensammler verwandelt. Oligotraphente Phanerogamen und Sphagnen haben hier kein Vorkommen mehr. Bemerkenswert ist ein Bestand

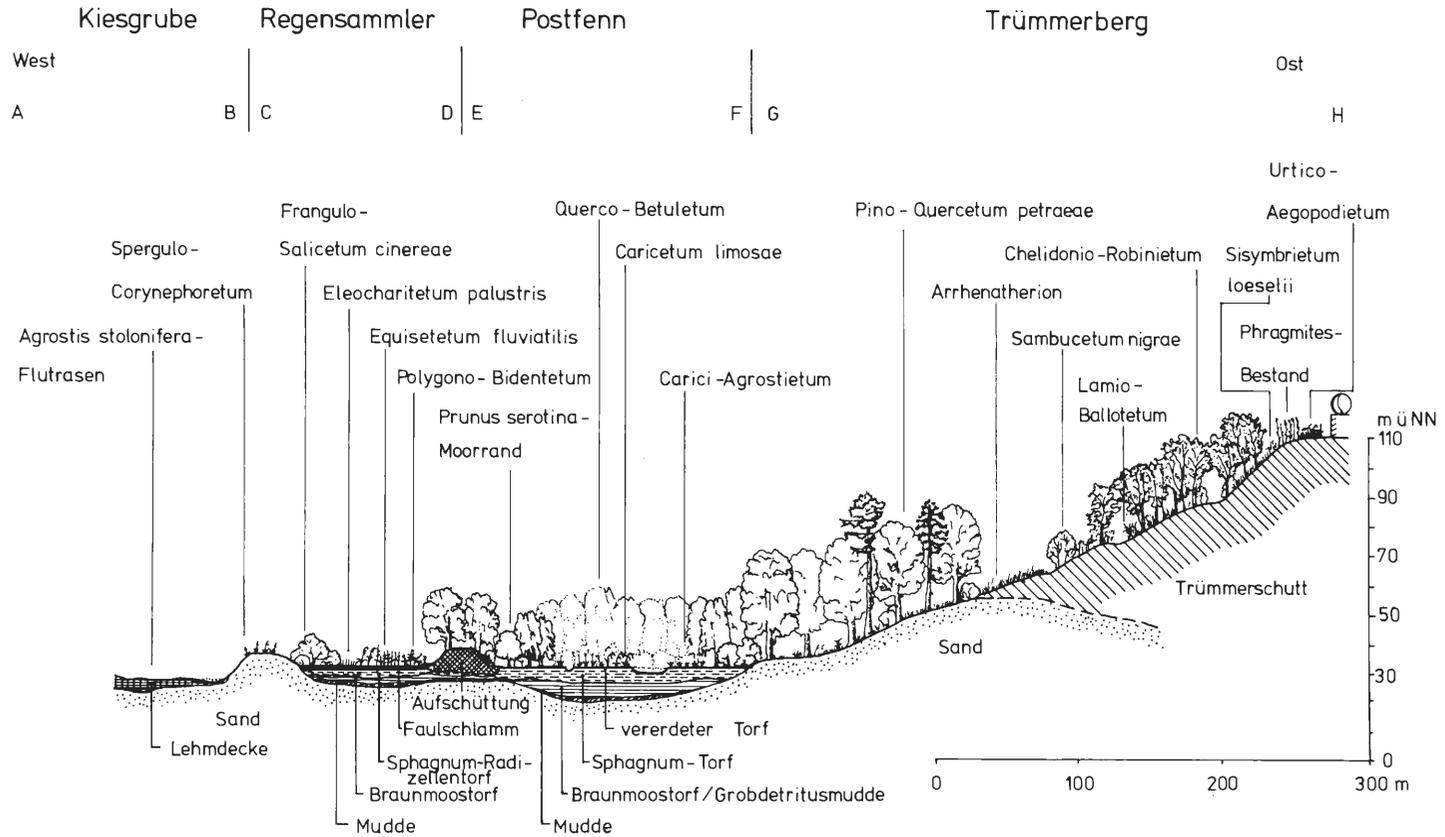


Abb. 7: Halbschematischer Schnitt durch das Postfenn und seine Umgebung, Zustand 1984.

Tab.3: Vegetationsaufnahmen im offenen Moorbereich des Postfenns.

Aufnahme Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fläche in m <sup>2</sup>	4	4	15	1	14	4	4	25	50	50
Deckung in % Schicht II	.	.	.	.	.	15	5	8	5	1
Schicht III	40	20	30	80	40	80	60	80	75	95
Schicht IV	40	20	70	60	25	50	50	60	85	90
Artenzahl	10	11	10	9	11	9	12	18	11	12
<hr/>										
<i>Eriophorum vaginatum</i>	+a	+b	2a	.	+b	+b	2b	2b	1b	2b
<i>Drosera rotundifolia</i>	1b	1a	1p	2m	2m	.	.	+p	.	.
<i>Carex canescens</i>	+p	+b	1p	+a	2m	+b	+b	+a	+p	+p
<i>Eriophorum angustifolium</i>	.	.	.	.	2m	2a	.	.	.	.
<i>Carex limosa</i>	.	.	1p	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex lasiocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	+p	.	.	.
<i>Eleocharis uniglumis</i>	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.
<hr/>										
<i>Molinia coerulea</i>	2a	4	2a	2b	3	4	2a	2b	2a	+p
<i>Juncus effusus</i>	+b	2a	.	2a	+a	.	+r	.	2a	1a
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	.	.	.	.	.	1b	.	+p	2m	3
<i>Calamagrostis canescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1a	3
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	+p	.	.	.	.	+r	+r	+p
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	+p	+a	.	.
<i>Prunus serotina</i>	.	.	+p	.	+p	.	.	.	.	.
<hr/>										
<i>Sphagnum fallax</i>	2a	3	1	3	2a	3	2b	.	3	3
<i>Polytrichum commune</i>	2b	2a	4	2b	2b	2a	2b	3	.	3
<i>Polytrichum longisetum</i>	.	.	.	2a	.	.	.	1b	2b	.
<i>Drepanocladus fluitans</i>	+a	.	.	.	1p	.	.	.	1b	.
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	1b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranella cerviculata</i>	+a	.	.	.	.	.	.	1b	.	.
<i>Aulacomnium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	1a	.	.
<i>Dicranella heteromalla</i>	.	.	.	.	.	.	.	1b	.	.
<hr/>										
<i>Betula pendula</i> II	.	.	.	.	.	.	1a	+b	+b	+p
III	+r	+a	.	.	+a	+b	.	+b	+p	2a
<i>Betula pubescens</i> II	.	.	.	.	.	.	.	+p	.	+r
III	+r	.	1p	.	.	+b	+b	+b	.	.
<i>Quercus robur</i> II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+r
III	.	.	.	.	.	.	.	+p	.	.

Weitere Arten: *Luzula multiflora* +r (4), *Luzula pilosa* +r (8), *Acer pseudoplatanus* +r (8), *Sorbus aucuparia* +r (8), *Acer negundo* +p (10), *Avenella flexuosa* +r (7), *Pohlia nutans* +a (7).

Aufnahmen: FEICHTINGER, HEMEIER, BÖCKER 1984; Moose det. SCHAEPE

von *Equisetum fluviatile* und der durch die Straßenabwässer geförderte *Schoenoplectus tabernaemontani*. Auf der Sohle der angrenzenden Kiesgrube, in der seit 1959 die Kamessande ausgebeutet werden, haben sich auf lehmigem Grund in und an periodischen Kleinstgewässern Flutrasen gebildet. Nach Osten gehen die Trümmerschüttungen des Teufelsberges aus der Nachkriegszeit bis auf 100 m an die Moorsenke heran. Hier konnten sich nährstoffliebende Ruderalgesellschaften und Pioniergehölze ausbreiten (SCHOLZ & SUKOPP 1969, SUKOPP & AUHAGEN 1980).

#### 4. Zusammenfassung

Zur Entwicklungsgeschichte und Zustandsanalyse des Postfenns und seiner Umgebung wurden moorstratigraphische, pollenanalytische, historische und vegetationskundliche Untersuchungen vorgenommen.

Als Kesselmoor in jungpleistozänem Kamessandgebiet ist die Entwicklung an den tiefsten Stellen durch eine mindestens bis in die Späte Wärmezeit andauernde limnische Phase gekennzeichnet. Auf Sandrücken und an den Rändern ist die limnisch-tel-

matische Abfolge reduziert oder nur als spät- bis nachwärmezeitliche Versumpfungsmoorbildung vorhanden. Während der oligotrophen Verlandungsmoorentwicklung treten *Pinus* und *Ledum* – Konstituenten auch des natürlichen Endstadiums – in der Späten Wärmezeit bzw. der Älteren Nachwärmezeit in Erscheinung. Diese mooreigenen Kiefernbestände verschleiern im Pollendiagramm zeitweilig die Waldentwicklung der umgebenden Kiefern-Eichen-Wuchslandschaft des Grunewaldes (Abb. 4). Der Kiefern-Eichenwaldcharakter selbst ist aber großenteils ein Ergebnis der Wald- und Forstnutzung seit dem Hoch- und Spätmittelalter. Die entwässerungsbedingte Moordegradation seit dem 19. Jahrhundert ist pollenanalytisch am ehesten mit dem *Betula-Molinia*-Stadium erfaßt.

Das Postfenn, seit 1962 teilweise unter Naturschutz, bietet ein extremes Beispiel für Auswirkungen großräumiger (Grundwasserabsenkung, Eintrag von Nährstoffen aus der Luft) und kleinflächiger (Abholzungen, Brände, Anlage eines Regenwassersammlers) Eingriffe auf ein Moor im Randbereich einer Großstadt (Tab. 2). Seit 1910 sind mindestens 3 moorspezifische Phanerogamen- sowie 11 Moosarten verschwunden. Die frühere Vegetation (*Sphagnetum cuspidati*, *Caricetum limosae*, *Ledo-Sphagnetum medii*) wurde zuerst durch Degradationsphasen mit *Carex canescens*-, *Molinia*- und *Betula*-Dominanz, später durch Ersatzgesellschaften (*Dicranella cerviculata*-*Campylopus piriformis*-Ass. brandbedingt, *Prunus serotina*-Gebüsch) abgelöst. Vom Naturschutz seit 1980 durchgeführte Abholzungen waren nur im grundwassernahen Bereich (Abb. 6) für die Moorvegetation förderlich. Die heutige Vegetation wächst ganz überwiegend auf Torfen, die von im Postfenn nicht mehr vorkommenden Pflanzengesellschaften gebildet worden sind.

## 5. Literatur

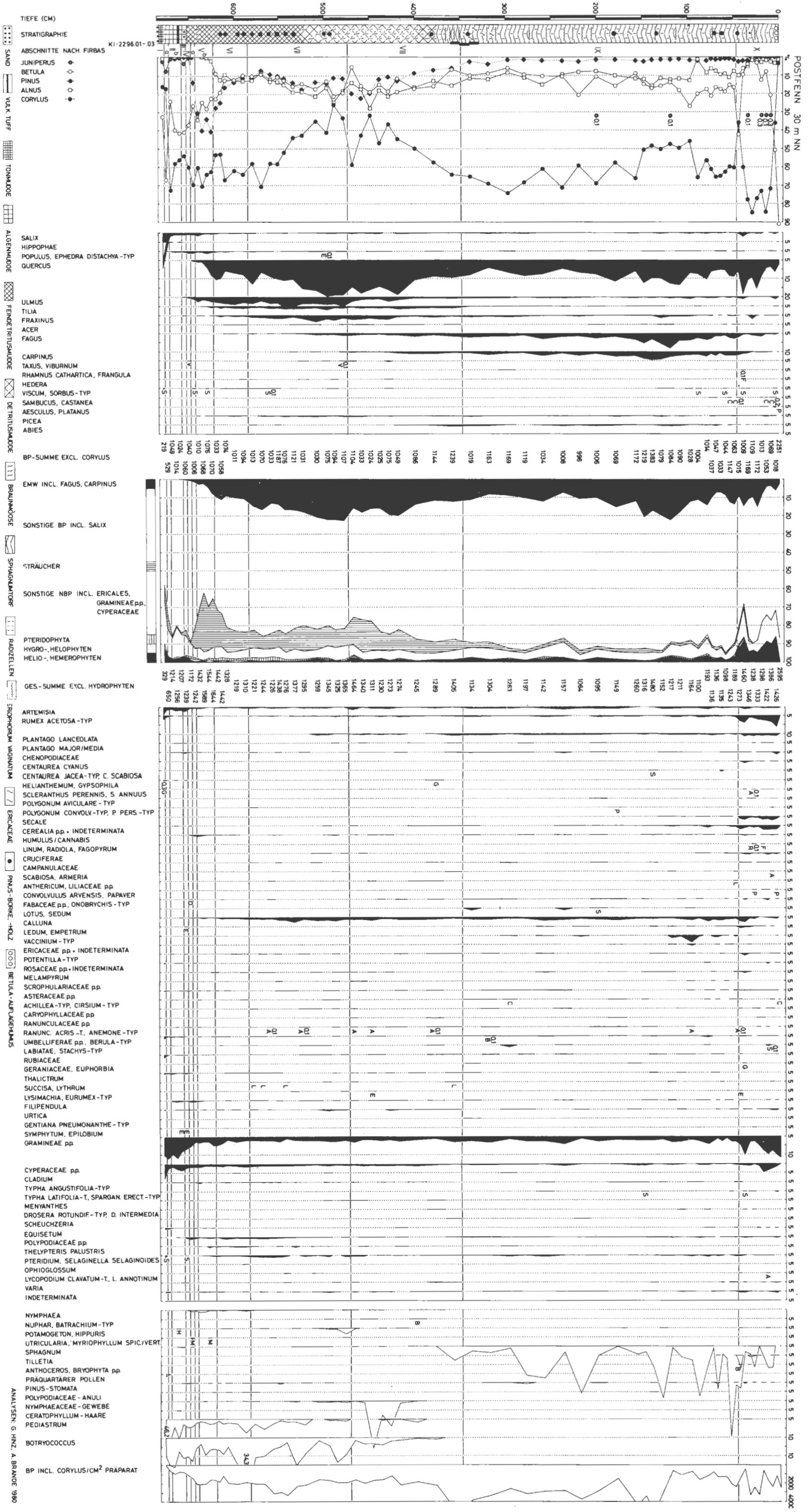
- ARTENSCHUTZPROGRAMM BERLIN (1984): Grundlagen für das; Arbeitsgruppe Artenschutzprogramm Berlin, Leitung: H. SUKOPP. – Landschaftsentw. Umweltforsch. 23, 993 S., Berlin.
- BERDROW, H. (1902): Der Grunewald. Schilderungen und Studien. 79 S., Berlin.
- BRANDE, A. (1978/79): Die Pollenanalyse im Dienste der landschaftsgeschichtlichen Erforschung Berlins. – Berl. Naturschutzbl. 22/23(65/66): 435–443, 469–475, Berlin.
- ,– (1979): Moorstratigraphie. In SUKOPP, H. & A. AUHAGEN: Die Naturschutzgebiete Großer Rohrpfuhl und Kleiner Rohrpfuhl im Stadtforst Berlin-Spandau. – Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin (N.F.) 19: 120–125, Berlin.
- ,– (1980a): Pollenanalytische Untersuchungen im Spätglazial und frühen Postglazial Berlins. – Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 115: 21–72, Berlin.
- ,– (1980b): Landbiozönosen p.p. (Pollendiagramm Kleiner Rohrpfuhl). In SUKOPP, H. & al.: Beiträge zur Stadtökologie von Berlin (West). – Landschaftsentw. Umweltforsch. 3: 20–25, Berlin.
- ,– (1984): Moorentwicklung. In SUKOPP, H. & R. BÖCKER: Das Naturschutzgebiet Langes Luch im Grunewald, 5, 8–11. Vervielfältigt, Berlin.
- ,– (1985a): Mire developmental types in the Berlin (West) area. – INQUA/IGCP 158B-Symposium Abstracts, 6–7, Bern.
- ,– (1985b): Mittelalterlich-neuzeitliche Vegetationsentwicklung am Krummen Fenn in Berlin-Zehlendorf. – Verh. Berl. Bot. Ver. 4: 3–65, Berlin.
- ,– (1985c): Mittelalterliche Siedlungsvorgänge in Berliner Pollendiagrammen. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg (im Druck), Frankfurt/M.
- ,– (1985d): Moorgeschichtliche Untersuchungen. In SUKOPP, H. & R. BÖCKER: Das Naturschutzgebiet Albtalweg in Berlin-Reinickendorf. Vervielfältigt, Berlin.
- ,– & M. LAUNHARDT (1985): Zur Entwicklungsgeschichte des Hufeisenteiches in Britz, Berlin-Neukölln. – Ausgrabungen in Berlin 7 (im Druck), Berlin.

- BURRICHTER, E. (1982): Torf-, pollen- und vegetationsanalytische Befunde zum Reliktorkommen der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) in der Westfälischen Bucht. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. **95**: 361–373, Stuttgart.
- EMPHINER & GLAESER (1822): Aufnahme im Jahre 1822 von den Ingenieur-Geogr. Emphin(ger) und Glaeser im Maaßst. 1 : 12 500 um Berlin in XVII Bl. (Bl. 1, Vorwerk Ruhleben) Unikat SBPK, Berlin.
- ESCHER, F. (1985): Historische Siedelformen Ostdeutschlands (12.–19. Jahrhundert) innerhalb von Berlin (West). – Berl. geogr. Stud. **17**: 71–77, Berlin.
- HEIN, L. (1931): Beiträge zur postglazialen Waldgeschichte Norddeutschlands. – Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg **73**: 5–83, Berlin.
- HEINRICH, W.-D. & K.-D. JÄGER (1975): <sup>14</sup>C-Datierungen zur Chronologie des fossilen Tierbauensystems von Pisede bei Malchin. – Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-nat. R. **24**: 689–691, Berlin.
- HESMER, H. (1933): Die natürliche Bestockung und die Waldentwicklung auf verschiedenartigen märkischen Standorten. – Zschr. Forst- u. Jagdwesen **65**: 505–651, Berlin.
- HORBERT, M., A. KIRCHGEORG & A. v. STÜLPNAGEL (1984): On the method of charting the climate of an entire large urban area. – Energy and Building **7**: 109–116, Lausanne.
- HUECK, K. (1925): Vegetationsstudien auf brandenburgischen Hochmooren. – Beitr. Naturdenkmalpflege **10**: 311–408, Berlin.
- ,– (1938): Die Vegetation der Grunewaldmoore. – Arb. Berl. Provinzst. Naturschutz **1**: 1–42, Berlin.
- KEILHACK, K. (1910): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen . . . , Lfg. 20, Bl. Teltow, 70 S., 2. Aufl. Berlin.
- KLEIN, J., J.C. LERMAN, P.E. DAMON & E.K. RALPH (1982): Calibration of radiocarbon dates (Tables). – Radiocarbon **24**: 103–150, New Haven.
- KLOSS, K. (1985): Pollenanalysen zur Geschichte einer germanischen Siedlung bei Klein Köris, Kreis Königs Wusterhausen, südöstlich von Berlin. – Flora **176**: 439–448, Jena.
- KOEHNE, W. (1948): Grundwasserkunde. 2. Aufl., 314 S., Stuttgart.
- LANGE, E. (1976): Zur Entwicklung der natürlichen und anthropogenen Vegetation in frühgeschichtlicher Zeit. Teil 2: Naturnahe Vegetation. – Feddes Repert. **87**: 367–442, Berlin.
- ,– (1980): Ergebnisse pollenanalytischer Untersuchungen zu den Ausgrabungen in Waltersdorf und Berlin-Marzahn. – Z. Archäol. **14**: 243–248, Berlin.
- ,–, H. ILLIG, J. ILLIG & G. WETZEL (1978): Beiträge zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte der nordwestlichen Niederlausitz. – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **52**(3): 1–80, Leipzig.
- ,– & M. SUCCOW (1979): On the Age of the Mire Types in the GDR. – Acta Univ. Oul. A **82**, Geol. **3**: 49–55, Oulu.
- MIELKE, H.-J. (1971): Die kulturlandschaftliche Entwicklung des Grunewaldgebietes. – Abh. 1. Geogr. Inst. FU Berlin **18**, 348 S., Berlin.
- MÜLLER, H.M. (1965): Das Naturschutzgebiet Teufelsbruch in Berlin-Spandau. VI. Pollenanalytische Untersuchungen. – Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin (N.F.) **5**: 113–123, Berlin.
- ,– (1969a): Die spätpleistozäne und holozäne Vegetationsentwicklung im östlichen Tieflandsbereich der DDR zwischen Nördlichem und Südlichem Landrücken. – Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR **10**: 155–165, Berlin.
- ,– (1969b): Pollenanalysen des Moosfenns. In: Arbeitsstelle Dresden & G. ENGELMANN: Potsdam und seine Umgebung, 154–158. – Werte der deutschen Heimat **15**, Berlin.
- ,– (1971): Untersuchungen zur holozänen Vegetationsentwicklung südlich von Berlin. – Peterm. Geogr. Mitt. **115**: 37–45, Gotha, Leipzig.
- ,– & G. KOHL (1966): Radiocarbonatierungen zur jüngeren Vegetationsentwicklung Südostmecklenburgs. – Flora B **156**: 408–418, Jena.
- MÜLLER, A. v. (1979): Edelmann, Bürger, Bauer, Bettelmann. Berlin im Mittelalter. 378 S., Berlin.
- ,– & K. v. MÜLLER-MUCI (1983): Die Ausgrabungen auf dem Burgwall in Berlin-Spandau. 170 S., Berlin.
- MÜLLER-STOLL, W. & K. GRUHL (1959): Das Moosfenn bei Potsdam, Vegetationsmonographie eines märkischen Naturschutzgebietes. – Wiss. Z. PH Potsdam, Math.-nat. R. **4**: 151–180, Potsdam.

- PACHUR, H.-J. & G. SCHULZ (1983): GMK 25, Blatt 13, 3545 Berlin-Zehlendorf mit Erläuterungen, 88 S., Berlin.
- REDWEIK, U. (1976): Vegetationskundliche Untersuchungen des Hochmoores am Teufelssee in den Müggelbergen. – Naturschutzarb. Berlin Brandenburg 12: 44–55, Berlin.
- SCAMONI, A. (1959): Der Kiefernwald in Brandenburg. – Märkische Heimat 3: 26–35, Potsdam.
- SCHAEPE, A. (1986): Veränderungen der Moosflora von Berlin. Diss. TU Berlin, 393 S., vervielf., Berlin.
- SCHLAAK, P. (1972): Mittlere und extreme Niederschlagsverhältnisse in Berlin. – Beil. Berl. Wetterkarte 13.1.1972, 1–24, Berlin.
- SCHOLZ, H. & H. SUKOPP (1969): Exkursion der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Berlin 8.10.1969. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. 82: 676–678, Stuttgart.
- SUCCOW, M. (1982): Topische und chorische Naturraumtypen der Moore. In KOPP, D., K.-D. JÄGER & M. SUCCOW: Naturräumliche Grundlagen der Landnutzung, 138–183, Berlin.
- ,– (1983): Moorbildungen des südbaltischen Raumes. In KLIEWE, H., R. GALON, K.-D. JÄGER & W. NLEWIAROWSKI (Hrsg.): Das Jungquartär und seine Nutzung im Küsten- und Binnentief-land der DDR und der VR Polen, 86–107, Gotha, Leipzig.
- ,– & E. LANGE (1984): The mire types of the German Democratic Republic. In MOORE, P.D. (ed.): European Mires, 149–175, London.
- SUKOPP, H. (1959/60): Vergleichende Untersuchungen der Vegetation Berliner Moore unter besonderer Berücksichtigung anthropogener Veränderungen. – Bot. Jb. 79: 36–191, Stuttgart.
- ,– (1961): Berliner Moore I–III. – Berl. Naturschutzbl. 5(13–15), 264–267, 287–291, 317–322, Berlin.
- ,– & A. AUHAGEN (1980): Langfristige Vegetationsentwicklung und ökologische Fernwirkungen von geordneten Deponien in der Umgebung von Ballungsgebieten. – Fortbildungszentrum Gesundheits- u. Umweltschutz Berlin e. V., 20 S. Vervielfältigt, Berlin.
- ,–, H.-P. BLUME, H. ELVERS & M. HORBERT (1980): Beiträge zur Stadtökologie von Berlin (West). – Landschaftsentw. Umweltforsch. 3: 225 S., Berlin.
- ,– & A. BRANDE (1985): Beiträge zur Landschaftsgeschichte des Gebietes um den Tegeler See. – Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin (N.F.) 24/25: 198–214, Berlin.
- ,–, W. KUNICK & W. TIGGES (1976): Zum Stand botanischer Kartierung in Berlin (West). – Orn. Ber. Berlin (West) 1: 213–230, Berlin.
- ,–, K. SEIDEL & R. BÖCKER (1986): Bausteine zu einem Monitoring für den Naturschutz. – Ber. Akad. Naturschutz Landschaftspflege, Laufen/Salzach (im Druck).
- SUKOPP, I. & H. SUKOPP (1978): Vegetationsveränderungen in Berliner Naturschutzgebieten. – Phytocoenosis 7: 299–315, Warszawa, Bialowieza.
- WALTER, H. & H. LIETH (1967): Klimadiagramm-Weltatlas. Jena.
- WEGENER, U. (1980): Das Moosfenn bei Potsdam – aktuelle Vegetationsveränderungen in einem Naturschutzgebiet. – Naturschutzarb. Berlin Brandenburg 16: 86–95, Berlin.
- ZACHARIAS, F. (1972): Blühphaseneintritt an Straßenbäumen (insbesondere *Tilia x euchlora* KOCH) und Temperaturverteilung in West-Berlin. 309 S., Diss. FU Berlin.

Anschrift der Autoren: Dr. Reinhard Böcker, Dr. Arthur Brande, Prof. Dr. Herbert Sukopp, Institut für Ökologie TU – Ökosystemforschung und Vegetationskunde – Schmidt-Ott-Straße 1, D-1000 Berlin 41

Abb. 4: Pollen- und Sporendiagramm Postfenn in Berlin-Wilmersdorf (R 45 83 550 H 58 18 900, TK 25, Bl. 3545 Teltow), berechnet als Gehölz- (excl. *Corylus*) und Gesamtdiagramm (excl. Hydrophyten, Bryophyten und sonstige Mikrofossilien).



# Sammelfrüchte des Neolithikums

Hansjörg Küster

Der neolithische Mensch hatte seine Ernährung auf eine neue Basis gestellt: Er baute Kulturpflanzen an und hielt Vieh. Einen großen Teil seines Fleischbedarfs deckte er aber auch durch die Jagd auf Tiere des Waldes (z. B. HARTMANN-FRICK 1969, KOKABI 1985 mit weiterer Lit.), und er sammelte in der Umgebung seiner Siedlungen im Wald wildwachsendes Obst, Heilkräuter und wohl auch Pilze.

In diesem Aufsatz sollen einmal die bisher vorliegenden neolithischen Funde von gesammelten eßbaren Früchten zusammenfassend betrachtet werden, um eine Komponente der Ernährung neolithischer Menschen näher zu charakterisieren.

Die Pflanzenfunde wurden aus weit gestreuter Literatur zusammengetragen und in eine Randlockkartei aufgenommen. Es wurde zwar angestrebt, die Literatur möglichst vollständig zu erfassen, doch ist dieses Ziel sicher nicht erreicht worden. So ist dieser Aufsatz vor allem als Versuch zu verstehen, eine vorläufige Zusammenfassung des Forschungsstandes zu geben und auf Tendenzen, die sich abzeichnen, hinzuweisen (vgl. KÜSTER 1985 b, 1985 c). Die meisten Zitate aus der älteren Literatur sind in BERTSCH (1947) zusammengefaßt.

Übersieht man die Funde im Zusammenhang, so stellt man überrascht fest, daß nur zwei Früchte des Waldes aus fast allen Teilen Europas für das Neolithikum belegt sind. Dies sind die Haselnuß (*Corylus avellana*) und der Wild- oder Holzapfel (*Malus silvestris*). Frühe Apfelfunde sind bereits von OPRAVIL (1975) und SCHWEINGRUBER (1979) zusammengestellt worden. Hier sei nur erwähnt, daß sich Wildäpfel in neolithischen Straten Ost- und Südeuropas fanden (z. B. JANUSHEVICH 1975, HOPF 1973, PALS & VOORRIPS 1979, VAN ZEIST 1978, ŠERCELJ 1981–82), ebenso in Nordeuropa (z. B. HJELMQVIST 1955, JESSEN 1939, JØRGENSEN 1981, GRIFFIN 1981) und auf den Britischen Inseln (z. B. JONES 1980, MURPHY 1982). Die sehr zahlreichen mitteleuropäischen Funde müssen hier nicht genannt werden. Die weite Verbreitung, die der Wildapfelbaum in den europäischen Wäldern während des Neolithikums hatte, wird deutlich. Auf die weite Verbreitung der Haselnuß hier einzugehen, erübrigt sich ebenfalls.

Alle anderen eßbaren Sammelfrüchte wurden nur seltener gefunden oder nur in Teilgebieten Europas.

Beginnen wir mit der Birne (*Pirus communis*), deren „Kerne“ sich ebenso gut in neolithischen Fundstellen erhalten haben können wie die des Apfels. Man stellt fest, daß Birnenkerne wesentlich seltener gefunden wurden als Apfelkerne; ferner gibt es sichere neolithische Birnen-Nachweise nur aus Südosteuropa (Gebiet von Dnjepr und Prut: JANUSHEVICH 1975) und Südeuropa (Parti bei Ig in Jugoslawien: CULIBERG & ŠERCELJ 1980) sowie aus dem nördlichen Alpenvorland (mehrere Fundstellen nennt BERTSCH 1947; ferner: Misling/Attersee in Oberösterreich: SCHOCH & SCHWEINGRUBER 1978; Twann am Bieler See: BOLLINGER & JACOMET 1981; Auvernier am Neuenburger See: BAUDAIS-LUNDSTROM 1978). Erstaunlicherweise ist aus weiter nördlichen Gebieten – anders wie beim Apfel – kein sicherer neolithischer Nachweis der Birne bekannt. Nach OBERDORFER (1979) fehlt der wilde Birnbaum auch heute in der Flora weiter Gebiete des nördlichen Mitteleuropas. Man muß annehmen, daß Wildbirnen nur in den

Wäldern Südeuropas und des südlichen Mitteleuropas auch schon während des Neolithikums wuchsen, also auch nur dort gesammelt werden konnten.

Beim Steinobst der Gattung *Prunus* gibt es nur für die Vogelkirsche (*Prunus avium*) und die Schlehe (*Prunus spinosa*) eine Reihe von Fundmeldungen. Auch sie scheinen aber längst nicht so häufig gesammelt worden zu sein wie Apfel und Haselnuß.

Die neolithischen Funde der Vogelkirsche stammen vor allem – wie die der Birne – aus Südost- und Südeuropa (Dnjestr-Prut-Region: JANUSHEVICH 1975; Monte Còvolo bei Brescia: PALS & VOORRIPS 1979) und aus dem südlichen Mitteleuropa (mehrere Punkte Süddeutschlands und der Schweiz nennt BERTSCH 1947; weitere Funde: Twann am Bieler See: BOLLINGER & JACOMET 1981; heutige Tschechoslowakei: TEMPÍR 1979). Nördlichster heute bekannter Fundpunkt des Neolithikums ist im Falle der Vogelkirsche eine Ufersiedlung am Dümmersee (PFAFFENBERG 1947).

Etwas weiter verbreitet scheint die Schlehe (*Prunus spinosa*) gewesen zu sein. Ihre Reste fanden sich an verschiedenen Lokalitäten Südost- und Südeuropas (Dnjestr-Prut-Region: JANUSHEVICH 1975; Nea Nikomedeia in Griechenland – Reste hier allerdings nicht ganz sicher bestimmbar –: VAN ZEIST & BOTTEMA 1971; Parti bei Ig in Jugoslawien: CULIBERG & ŠERCELJ 1980; Monte Còvolo bei Brescia (Italien): PALS & VOORRIPS 1979). Schlehenkerne sind für verschiedene Lokalitäten des Alpenvorlandes belegt (Sipplingen: BERTSCH 1932; Niederwil: VAN ZEIST & CASPARIE 1974; Thayngen-Weier: FREDSKILD 1978; Zürich: JACOMET 1980; Burgäschisee: VILLARET-VON ROCHOW 1967; Auvernier: BAUDAIS-LUNDSTROM 1978 und Yverdon: SCHLICHTERLE 1985), ferner im Rheinland (KNÖRZER 1973, 1977), im niederländischen Süd-Limburg (BAKELS 1979) und im holländischen Rheinmündungsgebiet (BAKELS 1981), in England (MURPHY 1982), dort auch schon mesolithisch (CHURCHILL 1965), und in Stengade auf Langeland (HELMQVIST 1975).

Von anderen *Prunus*-Arten gibt es nur vereinzelte Nachweise für das Neolithikum:

Die Pflaume (*Prunus insititia*) ist von Zypern (WAINES & STANLEY PRICE 1977), sonst nur für Lokalitäten Süddeutschlands (BERTSCH 1947) und für Bedburg-Garsdorf in der rheinischen Lößbörde (KNÖRZER 1974) belegt.

Fruchtsteine der Zwetschge (*Prunus domestica*) stammen aus dem Gebiet der heutigen Tschechoslowakei (Vedrovice: KÜHN 1981). Ein Fund der Kirschpflaume (*Prunus cerasifera*) stammt aus einer neolithischen Siedlung des Gebietes um Bug und Dnjestr (JANUSHEVICH 1975).

Reste der Traubenkirsche (*Prunus padus*) fanden sich in Sipplingen am Bodensee (BERTSCH 1932) und im schweizerischen Niederwil (VAN ZEIST & CASPARIE 1974).

Dagegen ist das Sammeln und das Vorkommen weiterer *Prunus*-Arten in neolithischer Zeit in Europa durch Funde nicht belegt. Nachweise für den Pfirsich (*Prunus persica*), die Zwergkirsche (*Prunus fruticosa*), die Steinweichsel (*Prunus mahaleb*) und die Sauerkirsche (*Prunus cerasus*) sind mir nicht bekannt.

Für den ebenfalls zu den Rosengewächsen zählenden Speierling (*Sorbus domestica*) gibt es nur einen neolithischen Nachweis, und zwar aus dem jugoslawischen Notranje Gorice (ŠERCELJ 1981–82).

Eine weitere, aber wohl nicht überall verbreitete Sammelpflanze ist der Wilde Wein (*Vitis silvestris*) gewesen, und zwar stammen seine Funde vor allem aus Südeuro-

pa. Aus der Grotta dell'Uzzo bei Trapani in Italien gibt es einen mesolithischen Nachweis (CONSTANTINI 1981), neolithische aus Syrien (HILLMAN 1975), der Türkei (VAN ZEIST & HEERES 1974), Griechenland (HANSEN 1978, KROLL 1979, RENFREW 1971), Jugoslawien (RENFREW 1978, VAN ZEIST 1978, ŠERCELJ 1981–82, CULIBERG & ŠERCELJ 1980), Italien (PALS & VOORRIPS 1979, CASTELETTI 1974–75, 1975) und Südfrankreich (ERROUX 1981).

Im paläoethnobotanisch sehr gut untersuchten Neolithikum des Alpenvorlandes der Schweiz und Oberschwabens sind Nachweise der Wilden Weinrebe auffallend selten. Einzig sicher ist – von älteren Nachweisen, die BERTSCH (1947) zusammenfaßte, einmal abgesehen – der Fund von Yverdon am Neuenburger See (SCHLICHTERLE 1985). Es ist daraus abzuleiten, daß es im Alpenvorland nur wenige Standorte der Wilden Weinrebe gegeben hat, was aus der heutigen Verbreitung bzw. dem Vorkommen während des letzten Jahrhunderts ebenfalls gefolgert werden kann. Am Oberrhein und im württembergischen Neckargebiet ist der Wilde Wein vorgekommen (BERTSCH 1947), ebenso an verschiedenen Lokalitäten Brandenburgs (SCHIEMANN 1953, HOPF 1982) und in Südschweden (HJELMQVIST 1955, SCHIEMANN 1958), was immer wieder auch als ein Hinweis auf ein milderes Klima während des Atlantikums gewertet wurde. Man könnte daran denken, daß Vögel für die Verbreitung der Wilden Weinrebe in die nördlichen Gegenden sorgten.

JANUSHEVICH (1975) bestimmte Weinkerne aus der Region um Dnjestr und Prut als dem bereits kultivierten Wein (*Vitis vinifera*) zugehörend.

Eine weitere Sammelpflanze, die aus Südeuropa stammt, ist die Walnuß. Neolithische Reste von *Juglans regia* sind von verschiedenen Lokalitäten des Laibacher Beckens bekannt (ŠERCELJ 1975, 1981–82, ŠERCELJ & CULIBERG 1978), aber auch aus dem Gebiet nördlich der Alpen, und zwar aus der frühneolithischen Siedlung Štúrovo in der heutigen ČSSR (HAJNALOVÁ 1983) und vom Bodensee (BERTSCH 1947).

Neolithische Nachweise der Eßkastanie (*Castanea sativa*) gibt es dagegen – auch aus Südeuropa – für das Neolithikum nicht, was die Ansicht ZOLLERS (1961) über den späten Import dieses Baumes auch nach Südeuropa bestätigt.

Wenden wir uns nun den gesammelten „Beeren“ zu. Kürzlich konnte zusammengefaßt werden, daß Walderdbeeren außer in Südeuropa nur im südlichen Mitteleuropa, etwa südlich der Main-Linie, während des Neolithikums vorkamen (KÜSTER 1985 b). Erdbeeren sind vor allem in den Straten neolithischer Feuchtbodensiedlungen am Alpenrand sehr häufig gewesen, ihre Kerne kamen aber auch in verkohltem Zustand in Trockenbodensiedlungen vor.

Recht häufig gefunden wurden die Reste der Himbeere (*Rubus idaeus*), und zwar in Laibacher Becken (ŠERCELJ 1975, 1981–82, CULIBERG & ŠERCELJ 1980) und verbreitet im Alpenvorland (BAUDAIS-LUNDSTROM 1978, BERTSCH 1926, 1932, 1935, 1947, BLANKENHORN & HOPF 1982, BOLLINGER & JACOMET 1981, FREDSKILD 1978, HOPF 1968, JACOMET 1980, RÖSCH 1985, SCHLICHTERLE 1985, SCHOCH & SCHWEINGRUBER 1978, VILLARET-VON ROCHOW 1967, VAN ZEIST & CASPARIE 1974). Das neolithische Vorkommen von Himbeeren ist auch durch Funde im rheinischen Lamersdorf (KNÖRZER 1967), von Eeserveld in Holland (VAN ZEIST 1970), vom Dümmersee (PFAFFENBERG 1947, GROSSEBRAUCKMANN 1979), von Dannau in Schleswig-Holstein (KROLL 1981), von Bundsø auf Alsen (JESSEN 1939) und von Lidsø bei Rødby in Dänemark (JØRGENSEN & FREDSKILD 1978) belegt.

Funde der Brombeere (*Rubus fruticosus* coll.) stammen vor allem aus Nord- und Westeuropa, was sehr gut zu der heute im ganzen subatlantischen Verbreitung (OBERDORFER 1979) der Brombeeren paßt, außerdem aus dem Alpenvorland. Brombeeren wurden im Mesolithikum von Westward Ho! im englischen Devon nachgewiesen (CHURCHILL 1965), neolithisch im britischen Fengate (ARTHUR 1978) und in Newgrange/Irland (GROENMAN-VAN WAATERINGE & PALS 1982, MONK 1982). Die Beeren gab es im dänischen Lidsø (JØRGENSEN & FREDSKILD 1978), am Dümmersee (PFAFFENBERG 1947), in Swifterbant in Holland (CASPARIE et. al 1977, VAN ZEIST & PALFENIER-VEGTER 1981) und – wie schon gesagt – im Alpenvorland zwischen Schweizer Jura und Oberösterreich (BAUDAIS-LUNDSTROM 1978, BERTSCH 1932, 1935, 1947, BLANKENHORN & HOPF 1982, BOLLINGER & JACOMET 1981, FREDSKILD 1978, JACOMET 1980, RÖSCH 1985, SCHLICHOTHERLE 1985, SCHOCH & SCHWEINGRUBER 1978, VAN ZEIST & CASPARIE 1974).

Die Kratzbeere (*Rubus caesius*) fand sich zwar seltener, doch im ganzen in einem ähnlichen Areal, und zwar in Zandwerven/Niederlande (VAN ZEIST 1970), im rheinischen Bedburg-Garsdorf (KNÖRZER 1974) sowie im Alpenvorland (Yverdon: SCHLICHOTHERLE 1985; Auvernier: BAUDAIS-LUNDSTROM 1978; Twann: BOLLINGER & JACOMET 1981; Thayngen-Weier: FREDSKILD 1978; Sipplingen: BERTSCH 1932).

Das Sammeln von wilden Stachelbeeren (*Ribes uva-crispa*), der Schwarzen (*Ribes nigrum*) und Roten Johannisbeere (*Ribes rubrum*) wurde bisher für das Neolithikum nirgends nachgewiesen. Auch die Beeren der Gattung *Vaccinium* (Heidelbeere, Preiselbeere) wurden anscheinend nicht gesammelt; jedenfalls gibt es keinen sicheren Nachweis dafür. Möglicherweise sind die Neolithiker nicht in die Wuchsgebiete dieser Beeren, also die Moor- und Rohhumusgebiete, vorgedrungen.

Mit einer anderen eßbaren Beere, die nur in Gegenden saurer Böden heranreift, hatten die Neolithiker aber Bekanntschaft geschlossen, nämlich mit der Roten Holunderbeere (*Sambucus racemosa*). Sie fand sich in jungsteinzeitlichen Siedelstraten in Bedburg-Garsdorf im Rheinland (KNÖRZER 1974) und an verschiedenen Stationen des Alpenvorlandes: Yverdon (SCHLICHOTHERLE 1985), Auvernier (BAUDAIS-LUNDSTROM 1978), Twann (BOLLINGER & JACOMET 1981) und Sipplingen (BERTSCH 1932). Möglicherweise mußten die neolithischen Siedler größere Entfernung zurücklegen, um von ihren überwiegend auf kalkreichen Böden liegenden Dörfern aus in Gebiete zu gelangen, wo die Sträucher des Roten Holunders wuchsen.

Der Schwarze Holunder (*Sambucus nigra*), der auf kalkreichem Boden wächst, ist – da sicher nahe bei den Siedlungen vorkommend – auch öfter gefunden worden, wohl an verschiedenen neolithischen Stationen Italiens, wobei aber nur der Fund von Sant'Illario d'Enza (CASTELETTI 1975) sicher ist. Schwarzer Holunder ist von zahlreichen Plätzen des Alpenvorlandes belegt (BAUDAIS-LUNDSTROM 1978, BERTSCH 1932, 1935, 1947, BOLLINGER & JACOMET 1981, HOPF 1968, SCHLICHOTHERLE 1985, SCHOCH & SCHWEINGRUBER 1978, VILLARET-VON ROCHOW 1967, VAN ZEIST & CASPARIE 1974), weiter von Cifer-Pác in der Tschechoslowakei (HAJNALOVÁ 1982), von Hochdorf in Neckarschwaben (KÜSTER 1985 a), vom Dümmersee (PFAFFENBERG 1947) und von Dannau (KROLL 1981) in Norddeutschland, schließlich von Fengate in England (ARTHUR 1978).

Diese Zusammenschau ist etwas tabellarisch gehalten worden. Es ist bei heutigem Forschungsstand meist noch nicht möglich, genaue Areale für die aufgezählten Sammelpflanzen geographisch festzulegen, wie dies für die Erdbeere (KÜSTER 1985 b) versucht wurde. Immerhin läßt sich aus der Zusammenstellung neolithischer Sammelobstfunde auch bei heutigem – in manchen Gebieten noch völlig ungenügendem – Forschungsstand einiges an Schlüssen ziehen; ein Teil davon hat hypothetischen Charakter.

1) Häufige Sammelfrüchte im Neolithikum waren nur Wildäpfel und Haselnüsse.

2) Weitere Verbreitung hatten noch Schlehe, Himbeere, Brombeere und Schwarzer Holunder.

3) Nur in Südeuropa und im südlichen Mitteleuropa scheinen – nach Auskunft der bisherigen Funde – Walderdbeeren und Birnen vorgekommen zu sein. Auch die Vogelkirsche war im Süden häufiger, ebenso wie der Wilde Wein, der aber auch in Brandenburg und in Südschweden zu neolithischer Zeit gesammelt werden konnte.

4) Weitere eßbare Früchte des Waldes wurden nur gelegentlich gesammelt. Belege für ein Sammeln von Stachel-, Johannis-, Heidel- und Preiselbeeren aus dem Neolithikum gibt es bisher nicht.

5) Insgesamt zeigt sich, daß längst nicht alle heute beliebten Sammelfrüchte auch im Neolithikum überall gesammelt und gegessen wurden. Man muß sogar annehmen, daß nur wenige Sammelfrüchte einen festen Platz auf dem Speisezettel neolithischer Menschen hatten.

6) In die Zusammenstellungen dieses Artikels sind auch die wenigen bisher bekannten mesolithischen Funde gesammelter Früchte aufgenommen worden. Über die pflanzliche Komponente der Ernährung zur Zeit des Mesolithikums wissen wir ansonsten nur, daß Haselnüsse an vielen Plätzen gegessen wurden. Die pflanzliche Ernährung früher Jäger- und Sammlerkulturen Mitteleuropas können wir aber mit diesen spärlichen Angaben in keinsten Weise beschreiben. Weil neolithische Kultur sich zu einem Teil sicher aus einer bodenständigen mesolithischen entwickelte (MENKE 1978), müssen auch Traditionen über das Sammeln von Wildfrüchten vom Mesolithikum ins Neolithikum gelangt sein. Kann man nun aus den bekannten Funden von Sammelfrüchten aus dem Neolithikum zurückschließen auf das Obst, das im Mesolithikum gesammelt und gegessen wurde? Wäre dies möglich, so muß man annehmen, daß auch in der früheren Epoche nur wenige Waldfrüchte gesammelt wurden. Das wäre auch deswegen plausibel, weil die postglaziale Einwanderung der Waldpflanzen (auch derer, die eßbare Früchte tragen) während des Mesolithikums erst gerade begonnen hatte.

Aufgabe künftiger Untersuchungen muß es sein, zur Kenntnis der pflanzlichen Ernährungskomponente der Mesolithiker zu gelangen, auch um die Strategien des Fruchtesammelns während des Mesolithikums und des Neolithikums – also eines Teils der Gesamtwirtschaft und -ernährung – miteinander vergleichen zu können.

## Literatur

- ARTHUR, J. R. B. (1978): The Plant Remains. in: F. PRYOR, Excavation at Fengate, Peterborough, England. – *Archaeology* 5: 171-175.
- BAKELS, C. (1979): Linearbandkeramische Früchte und Samen aus den Niederlanden. – *Archaeo-Physika* 8: 1-10.
- , (1981): Neolithic plant remains from the Hazendonk, Province of Zuid-Holland, The Netherlands. – *Zeitschrift für Archäologie* 15: 141-148.
- BAUDAIS-LUNDSTROM, K. (1978): Plant remains from a Swiss Neolithic lakeshore site: Brise-Lames, Auvernier. – *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 91: 67-83.
- BERTSCH, K. (1926): Die Pflanzenreste aus der Kulturschicht der neolithischen Station Riedschachen bei Schussenried. – *Schriften des Vereins für die Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung* 54: 261-279.

- , - (1932): Die Pflanzenreste der Pfahlbauten von Sipplingen und Langenrain im Bodensee. – *Badische Fundberichte* 2 (9), 305 ff.
- , - (1935): Pflanzen. in: O. PARET: Der steinzeitliche Pfahlbau von Reute OA. Waldsee. – *Fundberichte aus Schwaben N. F.* 8, 39ff.
- BERTSCH, K. & F. (1947): *Geschichte unserer Kulturpflanzen*. Stuttgart 1947.
- BLANKENHORN, B. & M. HOPF (1982): Pflanzenreste aus spätneolithischen Moorsiedlungen des Federseerieds. – *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 29, 1982: 75–99, Tafel 1–3.
- BOLLINGER, T. & S. JACOMET (1981): Resultate der Samen- und Holzanalysen aus den Cortaillodschichten (ohne verkohlte Kulturpflanzenreste). – *Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann* 14: 35–68; Beilage 3 und 4.
- CASPARIE, W. A., B. MOOK-KAMPS, R. M. PALFENIER-VEGTER, P. C. STRUIJK & W. VAN ZEIST (1977): The palaeobotany of Swifterbant. – *Helinium* 17: 28–55.
- CASTELETTI, L. (1974-75): Rapporto preliminare sui resti vegetali macroscopici della serie Neolitico-Bronzo die Pienza (Siena). – *Rivista Archeologia dell'Antica Provincia e Diocesi di Como* 156–157: 243–249.
- , - (1975): I resti botanici. – *Preistoria Alpina* 11: 187–199.
- CHURCHILL, D. M. (1965): The Kitchen Midden site a Westward Ho!, Devon, England: ecology, age, and relation to changes in land and sea level. – *Proceedings of the Prehistoric Society* 5: 74–84.
- CONSTANTINI, L. (1981): Semi e carboni del mesolitico e neolitico della Grotta dell'Uzzo, Trapani. – *Quaternaria* 23: 233–247.
- CULIBERG, M. & A. ŠERCELJ (1980): Pelodne, ksilotomske in karpološke analize s kolišča na Partih. – Poročilo o raziskovanju paleolita, neolita v Sloveniji 8: 89–94.
- ERROUX, J. (1981): Étude des graines de sites préhistoriques des Causses, La Poujade, St Etienne de Gourgas, Pompignan. – *Paléobiologie continentale* 12 (1): 273–278.
- FREDSKILD, B. (1978): Seeds and fruits from the Neolithic settlement Weier, Switzerland. – *Botanik Tidsskrift* 72: 189–201.
- GRIFFIN, K. (1981): Plant remains from archaeological sites in Norway: a review. – *Zeitschrift für Archäologie* 15: 163–176.
- GROENMAN-VAN WAATERINGE, W. & J. P. PALS (1982): Pollen and seed analysis, Newgrange. – In: M. J. O'KELLY: *Newgrange*. London 1982, 219–223.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1979): Pflanzliche Großreste von Moorprofilen aus dem Bereich einer steinzeitlichen Seeufer-Siedlung am Dümmer. – *Phytocoenologia* 6: 106–117.
- HAJNALOVÁ, E. (1982): Rastlinné Zvyšky z Cífera-Páca. – *Slovenská Archeológia* 30 (1), 211–219.
- , - (1983): Paleobotanické neolitické nálezy zo Štúrova. – *Slovenská Archeológia* 31 (1): 199–218.
- HANSEN, J. R. (1978): The earliest seed remains from Greece: Palaeolithic through Neolithic at Franchthi Cave. – *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 91: 39–46.
- HARTMANN-FRICK, H. (1969): Die Tierwelt im neolithischen Siedlungsraum. – *Archäologie der Schweiz* 2: 17–32.
- HILLMAN, G. (1975): The plant remains from Tell Abu Hureyra: a preliminary report. – *Proceedings of the Prehistoric Society* 41: 70–77.
- HJELMQVIST, H. (1955): Die älteste Geschichte der Kulturpflanzen in Schweden. – *Opera botanica* 1 (3): Stockholm 1955.
- , - (1975): Getreidearten und andere Nutzpflanzen aus der frühneolithischen Zeit von Langeland. – in: J. SKAARUP: *Stengade. Meddelelser fra Langelands Museum, Rudkøbing* 1975.
- HOPF, M. (1968): Das jungsteinzeitliche Dorf Ehrenstein (Kreis Ulm): 1. Früchte und Samen. – *Veröffentlichungen des Staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart A* 10 (2): 7–77, Tafel 1–50.
- , - 1973: Frühe Kulturpflanzen aus Bulgarien. – *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 20: 1–55.
- , - (1982): Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzen aus dem nördlichen Deutschland. – *Kataloge vor- und frühgeschichtlicher Altertümer* 22, Mainz.
- JACOMET, S. (1980): Botanische Makroreste aus den neolithischen Seeufersiedlungen des Areals „Pressehaus Ringier“ in Zürich (Schweiz). Stratigraphische und vegetationskundliche Auswertung. – *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 125 (2): 73–163.

- JANUSHEVICH, Z. V. (1975): Fossil remains of cultivated plants in the South-West of the Soviet-Union. - *Folia Quaternaria* 46: 23-30, Tafel 1.
- JESSEN, K. (1939): Kornfund. Bundsø. En yngre stenalder's boplads paa Als. - *Aarbøger f. nordisk Oldkyndighed og Historie*, 65ff.
- JØRGENSEN, G. (1981): Korn fra Sarup. - *KUML*, 221-231.
- JØRGENSEN, G. & B. FREDSKILD (1978): Plant remains from the TRB culture, period MN V. - *Arkaeologiske Studier* 5: 189-192.
- JONES, M. (1980): Carbonized cereals from Grooved Ware contexts. - *Proceedings of the Prehistoric Society* 46: 61-63.
- KNÖRZER, K.-H. (1967): Subfossile Pflanzenreste von bandkeramischen Fundstellen im Rheinland. - *Archaeo-Physika* 2: 3-29.
- , (1973): Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 2. Pflanzliche Großreste. - *Rheinische Ausgrabungen* 13, 139ff.
- , (1974): Bandkeramische Pflanzenfunde von Bedburg-Garsdorf, Kreis Bergheim/Erft. - *Rheinische Ausgrabungen* 15: 173-192.
- , (1977): Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 9 Gem. Aldenhoven, Kreis Düren. Pflanzliche Großreste. Bonn.
- KOKABI, M. (1985): Vorläufiger Bericht über die Untersuchungen an Tierknochenfunden aus Hornstaad-Hörnle I am westlichen Bodensee. - *Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* 7: 148-163.
- KROLL, H. (1979): Kulturpflanzen aus Dimini. - *Archaeo-Physika* 8: 173-189.
- , (1981): Mittelneolithisches Getreide aus Dannau. - *Offa* 38: 85-90.
- KÜHN, F. (1981): Rozbory náleží polních plodin. - *Archeologický ústav ČSAV v Brně: Přehled výkumů 1979*, Brno: 75-79.
- KÜSTER, H. (1985a): Neolithische Pflanzenreste aus Hochdorf, Gemeinde Eberdingen (Kreis Ludwigsburg). - *Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* 19: 13-83.
- , (1985b): Die Ausbreitungsgeschichte der Walderdbeere (*Fragaria vesca* L.) während des Postglazials. - *Flora* 177 (5-6): 253-263.
- , (1985c): Herkunft und Ausbreitungsgeschichte einiger *Secalietea*-Arten. - *Tuexenia* 5: 89-98.
- MENKE, M. (1978): Zum Frühneolithikum zwischen Jura und Alpenrand. - *Germania* 56: 24-52.
- MONK, M. A. (1982): Macroscopic plant remains. - M. J. O'KELLY: *Newgrange*, 223 ff.
- MURPHY, P. (1982): Plant impressions on local Neolithic and Bronze Age pottery and daub in the Department of Antiquities, Ashmolean Museum. - *CBA Research Report* 44: 152.
- OBERDORFER, E. (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Stuttgart.
- OPRAVIL, E. (1977): Ein Beitrag zur Frage der Verbreitung des Apfels im vorgeschichtlichen Mitteleuropa. - *Archeologické rozhledy* 27: 375-384.
- PALS, J. P. & A. VOORRIPS (1979): Seeds, fruits and charcoals from two Prehistoric sites in Northern Italy. - *Archaeo-Physika* 8: 217-235.
- PFÄFFENBERG, K. (1974): Getreide- und Samenfunde aus der Kulturschicht des Steinzeitdorfes am Dümmer. - *Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover* 94-98: 69-82.
- RENFREW, J. M. (1971): Recent finds of *Vitis* from Neolithic contexts in S.E. Europe. - *Acta Museorum Agricultrae* 6 (1-2): 73-74.
- , (1978): Carbonized seeds from Anza. - *Monumenta Archaeologica* 1: 300-312.
- RÖSCH, M. (1985): Die Pflanzenreste der neolithischen Ufersiedlung von Hornstaad-Hörnle I am westlichen Bodensee. 1. Bericht. - *Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* 7: 164-199.
- SCHIEMANN, E. (1953): *Vitis* im Neolithikum der Mark Brandenburg. - *Züchter* 23: 318-327.
- , (1958): Die Pflanzenreste in den neolithischen Siedlungen Mogetorp, Östra Vrå und Brokvarn. - *Kungl. Vitterhets Historie och Antikvitets Akademiens Monografiserie*, 251-300.
- SCHLICHTERLE, H. (1985): Samen und Früchte. - *Quantitative Untersuchungen an einem Profilssockel in Yverdon, Av. des Sports*. Freiburg.
- SCHOCH, W. & F. H. SCHWEINGRUBER (1978): Hölzer und Samen aus der neolithischen Seeufersiedlung Mising am Attersee. - *Jahrbuch des oberösterreichischen Musealvereines* 123 (1): 223-227.
- SCHWEINGRUBER, F. H. (1979): Wildäpfel und prähistorische Äpfel. - *Archaeo-Physika* 8: 283-294.
- ŠERCELJ, A. (1975): Analize makroskopskih in mikroskopskih rastlinskih ostankov s kolišča ob

- Maharskem Prekopu. – Poročilo o raziskovanju neolita in eneolita v Sloveniji **4**: 115–122.
- ,– (1981–82): Pomen botaničnih raziskav na koliščih Ljubljanskega barja. – Poročilo o raziskovanju paleolita, neolita in eneolita v Sloveniji **9–10**: 101–106.
- ŠERCELJ, A. & M. CULIBERG (1978): Ksilotomske analize lesa iz kolišča ob Maharskem Prekopu. – Poročilo o raziskovanju paleolita, neolita in eneolita v Sloveniji **6**: 103–107.
- TEMPER, Z. (1979): Kulturpflanzen im Neolithikum und Äneolithikum auf dem Gebiet von Böhmen und Mähren. – *Archaeo-Physika* **8**: 303–308.
- VILLARET-VON ROCHOW, M. (1967): Frucht- und Samenreste aus der neolithischen Station Seeberg, Burgäschisee-Süd. – *Acta Bernensia* **2** (4): 21–64.
- WAINES, J. G. & N. P. STANLEY PRICE (1977): Plant remains from Khiokitia in Cyprus. – *Paléorient* **3**: 281–284.
- ZEIST, W. VAN (1970): Prehistoric and early historic food plants in the Netherlands. – *Palaeohistoria* **14**: 41–173.
- ,– (1978): Ugljenisani biljni ostaci na višeslojnom nalazištu Gomolave. – *Rad Vojvodanskich Muzeja* **23–24**: 5–18.
- ZEIST, W. VAN & S. BOTTEMA (1971): Plant husbandry in early Neolithic Neo Nikomedeia, Greece. – *Acta Botanica Neerlandica* **20** (5): 524–538.
- ZEIST, W. VAN & W. A. CASPARIE (1974): Niederwil, a palaeobotanical study of a Swiss Neolithic lake shore settlement. – *Geologie en Mijnbouw* **53** (6): 415–428.
- ZEIST, W. VAN & J. A. H. HEERES (1974): The excavations at Korucutepe, Turkey, 1968–70. Preliminary report, Part X: The plant remains. – *Journal of Near Eastern Studies* **33**: 113–115.
- ZEIST, W. VAN & R. M. PALFENIER-VEGTER (1981): Seeds and fruits from the Swifterbant S 3 site. – *Palaeohistoria* **23**: 105–168.
- ZOLLER, H. (1961): Die kulturbedingte Entwicklung der insubrischen Kastanienregion seit den Anfängen des Ackerbaus im Neolithikum. – *Bericht des Geobotanischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Stiftung Rübel*, **32**: 263–279.

Anschrift des Verfassers: Dr. Hansjörg Küster, Institut f. Vor- und Frühgeschichte, Universität München, Ainmillerstraße 8a, D-8000 München 40

# Kulturpflanzen und Unkräuter des Mittelalters - Funde aus der Kirche von Horsten/ Ostfriesland -

Karl-Ernst Behre

## A Einleitung

Im Gegensatz zu den vorangegangenen urgeschichtlichen Perioden können sich unsere Kenntnisse über Kulturpflanzen, agrarische Wirtschaftsweisen und Ernährung des Mittelalters auf eine große Zahl verschiedenartiger schriftlicher und ikonographischer Quellen stützen. Diese Quellen reichen allerdings bei weitem nicht aus, denn einmal betreffen sie ganz überwiegend das späte Mittelalter, während frühes und hohes Mittelalter in ihnen nur schwach vertreten sind, zum anderen beziehen sie sich meist nur auf bestimmte Fragen, so daß vor allem weite Bereiche des täglichen und einfachen Lebens offen bleiben, und schließlich ist die Zahl der vorhandenen schriftlichen Quellen aus dem Mittelalter in den verschiedenen Gebieten höchst unterschiedlich, so gibt es bereits innerhalb Niedersachsens Gebiete mit einigermaßen guter Quellenlage, während in anderen Landschaften schriftliche mittelalterliche Quellen überaus spärlich sind.

Aus diesem Grunde spielen reale Funde von Pflanzenresten eine wichtige Rolle für die Rekonstruktion mittelalterlicher Verhältnisse und ersetzen bzw. ergänzen die schriftlichen Befunde in vielfacher Weise. Nachdem sich die Siedlungsarchäologie in den letzten Jahrzehnten auch des Mittelalters verstärkt angenommen und bei den Ausgrabungen auch auf pflanzliche Reste geachtet hat, tauchten vielfach ganz neue Aspekte der mittelalterlichen Ernährungs- und Wirtschaftsweise auf.

Eine der Landschaften, aus denen die schriftliche Überlieferung aus dem frühen und hohen Mittelalter besonders spärlich ist, ist das nordwestliche Niedersachsen, d. h. Ostfriesland mit den sich anschließenden Gebieten. Gerade hier ist jedoch durch zahlreiche Grabungen und Fundbergungen in jüngster Zeit viel mittelalterliches Pflanzenmaterial zutage gekommen, das uns in die Lage versetzt, einiges über den Kulturpflanzenbestand und die agrarische Wirtschaftsweise gesichert zu rekonstruieren und dabei die beiden wichtigsten altbesiedelten Landschaftstypen – Geest und Marsch – miteinander zu vergleichen. Von Interesse ist dabei, wie weit Kulturpflanzenanbau, Ernährungs- und agrarische Wirtschaftsweise gemeinsame Grundzüge haben und wie stark andererseits diese Dinge landschaftsbezogen und bodenabhängig sind.

Grabungen des Niedersächsischen Landesinstitutes für Marschen- und Wurtenforschung im Flußmarschgebiet des Rheiderlandes an der unteren Ems lieferten aus vier Siedlungen große Mengen von gut erhaltenen früh- und hochmittelalterlichen Pflanzenresten, die zu einer Rekonstruktion von Ackerbau und Umwelt dieser Zeit führten (BEHRE 1986). Weitere reiche Pflanzenfunde aus der frühmittelalterlichen Wurt von Niens in der Marsch Butjadingens (zwischen Jade und Weser) befinden sich z. Zt. in Arbeit.

Auf der Geest sind es vor allem die Kirchen, die mittelalterliche Pflanzenreste lieferten. Im Zuge von Restaurierungsmaßnahmen und bei der Anlage von Heizungschächten gab es mehrfach Gelegenheit, im Untergrund der heutigen Kirchen die Estriche und Überreste von Vorgängerbauten zu untersuchen. Nicht selten waren die ur-

sprünglichen Holzkirchen, aber auch spätere Steinbauten, abgebrannt, und im Brandschutt fanden sich z. T. umfangreiche Mengen von verkohlten Kulturpflanzenresten. Das erste Material für derartige Kulturpflanzenuntersuchungen lieferte die Kirche von Middels bei Aurich (um 1000 n. Chr., vgl. BEHRE 1973), weitere reichhaltige Proben untersuchte KUČAN (1979) aus den ostfriesischen Kirchen Wiegboldsbur, Timmel und Etzel (alle 12. Jhdt.). Neue Baumaßnahmen in der Kirche von Horsten/Ostfriesland brachten wiederum mittelalterliche Kulturpflanzen aus dem 12.-15. Jhdt. zutage, deren Bearbeitung hier vorgelegt wird.

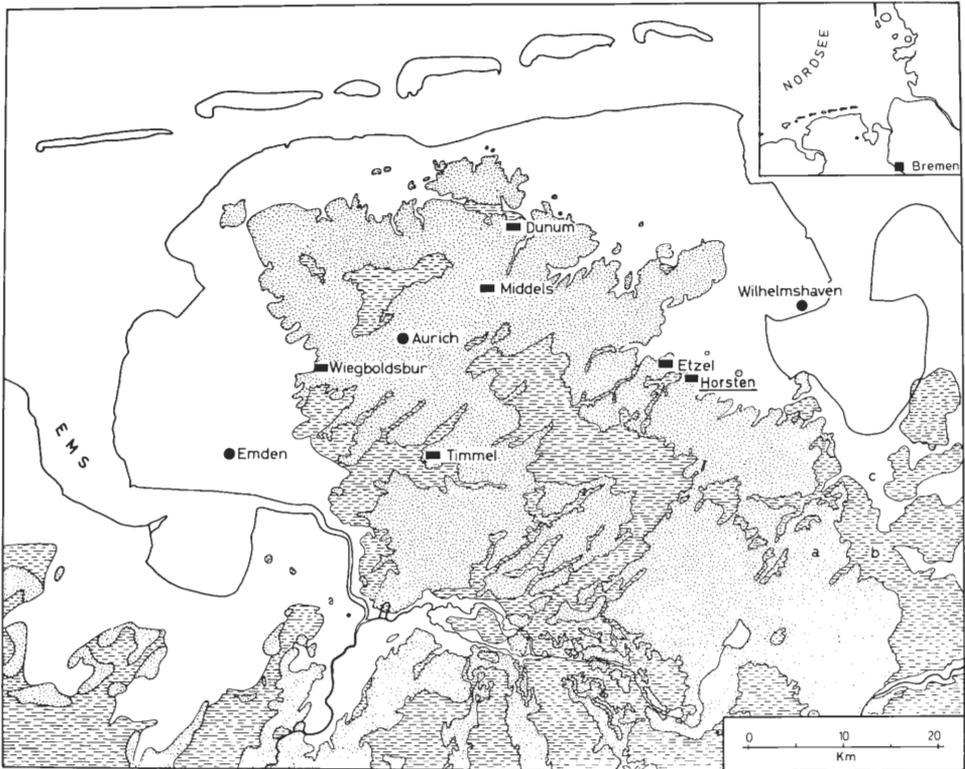


Abb. 1 Die Lage der im Text behandelten ostfriesischen Kirchen  
a = Geest (Pleistozän), b = Moor, c = Marsch

Gemeinsam ist allen genannten Geestuntersuchungen, daß – im Gegensatz zur Marsch – nur verkohlte Pflanzenreste angetroffen wurden. In den gewöhnlich gut durchlüfteten Sandböden vergeht unverkohlt Material meist in kurzer Zeit. Das bedeutet natürlich, daß bestimmte Arten von Kultur-, Sammel- und Wildpflanzen, die selten zur Verkohlung gelangen oder – wie z. B. Obst – nicht in den Kirchen gelagert wurden, in den Funden nicht erfaßt werden.

Warum die Kulturpflanzen in den Kirchen gelagert wurden, läßt sich aus den Funden nicht erkennen. Es kann sich dabei um Abgaben handeln, die an die Pfarre geliefert wurden, aber auch Vorräte für den Verteidigungsfall sind denkbar. Die immer wiederkehrenden Funde zeigen indes, daß die Lagerung von Getreide und anderen Kulturpflanzen in den Kirchen während des hohen Mittelalters nicht die Ausnahme, sondern eher die Regel war.

Die Bergung der Funde erfolgte durch Herrn H. HAIDUCK, dem ich für das Material und alle Auskünfte zur Fundsituation und zur Baugeschichte der Kirche dankbar bin. Alle Verlese- und sonstigen technischen Arbeiten führte FrI. H. GERDES durch, und die Fotoaufnahmen machte in bewährter Weise Frau D. KUČAN. Prof. Dr. M. A. GEYH, Hannover, lieferte die Radiokarbonaten. Ihnen allen gilt mein Dank.

## B Die Funde aus der Kirche von Horsten

### B 1 Das Material und seine Datierung

Das Dorf Horsten liegt auf einem Geestsporn, der von Südwesten in die Marsch des ehemals größeren Jadebusens hineinragt (vgl. Abb. 1). Es besitzt eine romanische Backsteinkirche, die in ihrer jetzigen Form im 13. Jhdt. errichtet wurde. Restaurierungsmaßnahmen, die im Winter 1981/82 in der Kirche durchgeführt wurden, nutzte H. HAIDUCK für baugeschichtliche Untersuchungen, die auch den Bereich von Fundamenten und Vorgängerbauten umfaßten (HAIDUCK, in Druckvorber.).

Bei diesen Arbeiten wurden in der Kirche zwei Schächte aufgegraben und durch mehrere Bohrungen ergänzt. Hierbei wurde in etwa 2,5 m Tiefe unterhalb des heutigen Kirchenfußbodens eine durchgehende Brandschicht erfaßt, die HAIDUCK dem ersten Kirchenbau zuordnet, der wahrscheinlich einem für das Jahr 1178 historisch bekannten Brand zum Opfer fiel. Aus dieser an Kulturpflanzenresten reichen Brandschicht stammen die Proben HOR 1-4. Die in Schacht I ergrabene Probe HOR 1 enthielt 43,4 kg, von denen 2,2 kg bearbeitet wurden; die Proben HOR 2-4 sind kleine Proben aus Bohrungen und wurde vollständig untersucht.

Zur Absicherung der Datierung wurden aus der Brandschicht zwei Proben zur Radiokarbonatierung gegeben und von Prof. Dr. M. A. GEYH datiert. Sie erbrachten die folgenden Werte:

Probe	Material	Hv-Nr.	konvent. <sup>14</sup> C-Alter	wirkl. Altersintervall nach KLEIN et al. (1982)
HOR 1 A	verk. Getreide	11390	915 ± 65 B.P.	1020-1240 A.D.
HOR 1 B	Holzkohle	11391	1040 ± 65 B.P.	880-1140 A.D.

Die Probe 1 B bestand aus Holzkohle, die wahrscheinlich vom Bauholz der Kirche stammt und den Kirchenbau selber datieren sollte. Das Ergebnis: A.D. 1010 ± 130 deckt sich mit den historischen Erwartungen, daß die Christianisierung und damit die ersten Kirchenbauten in diesem Raume im frühen 10. Jhdt. erfolgten. Probe 1 A bestand aus verkohltem Getreide von HOR 1 und datiert den Brand der Kirche und das Getreide selbst. Das Ergebnis: A.D. 1130 ± 110 kann mit dem obengenannten historisch bekannten Brand von 1178 übereinstimmen.

Die Proben HOR 5 + 6 stammen aus einer Pfostengrube etwa 1 m unter dem Kirchenfußboden und gehören nach dem baugeschichtlichen Zusammenhang vermutlich ins 15. Jhdt., Probe HOR 7 wurde aus der gleichen Tiefe im Schacht I am Fundament geborgen und besteht wahrscheinlich aus umgelagertem Füllmaterial des 12. Jhdts.; auf keinen Fall ist sie älter als 12. Jhdt., ebensowenig kommt ein jüngerer Alter als 13. Jhdt. in Frage. Die Proben HOR 5 und 7 wurden ganz bearbeitet, von HOR 6 wurde nur eine Hälfte untersucht.



## B 2 Die Zusammensetzung der Kulturpflanzenproben

Der Roggen, *Secale cereale* L., liefert etwa ein Viertel des Kulturpflanzenmaterials (vgl. Tab. 1). Neben den Körnern traten in Proben HOR 6 auch 9 Spindelglieder des Roggens auf, die sich morphologisch leicht von denen anderer Getreidearten unterscheiden lassen (vgl. KUČAN 1979, Abb. 3). Bemerkenswert ist der geringe Anteil des Roggens in der Brandschicht des 12. Jhdts. (HOR 1-4), während er in den anderen Proben stets die Hauptgetreideart bildet. Bekanntlich ist der Roggen erst im Mittelalter zur dominierenden Feldfrucht auf den sandigen Geestböden geworden, vor allem seit der Einführung der Plaggenwirtschaft. Es ist durchaus möglich, daß diese Wirtschaftsform hier erst nach dem 12. Jhd. betrieben wurde, denkbar ist auch, daß wie in der angrenzenden Marsch die dort weiterhin herrschende Hauptfrucht Gerste noch längere Zeit bevorzugt wurde.



Abb. 2 Roggen (*Secale cereale*), verkohlt. Maßstab 4 : 1

Die Vierzeilige Spelzgerste, *Hordeum vulgare* L. fo. *tetrastichum*, ist insgesamt die vorherrschende Getreideart in Horsten. Komplementär zum Roggen dominiert sie in den Proben der Brandschicht und tritt in den jüngeren Proben stark zurück. Neben den Körnern fanden sich lediglich in HOR 1 Grannenreste und 2 Spindelglieder. Der überwiegende Teil der Gerstenkörner war noch bespelzt, so daß gerade Körner (Abb. 4a + b) und die etwas verdrehten sog. Krummschnäbel (Abb. 4c + d) unterschieden werden konnten. Das Vorhandensein dieser Krummschnäbel weist auf die Vierzeilgerste, dort besetzen sie in der Ähre die beiden äußeren Plätze eines Triplets und können sich aus Raumgründen nicht so gleichmäßig entwickeln wie das mittlere Korn, das gerade wird. In der größten Probe, HOR 1, wurde das Verhältnis von Krummschnäbeln zu Geraden mit 0,96 : 1 bestimmt; eine derartige Abweichung vom theoretischen Verhält-

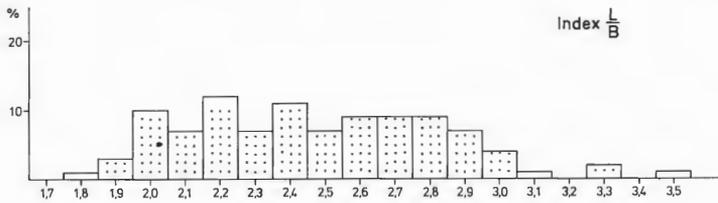
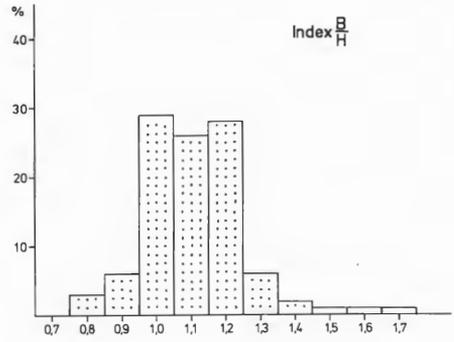
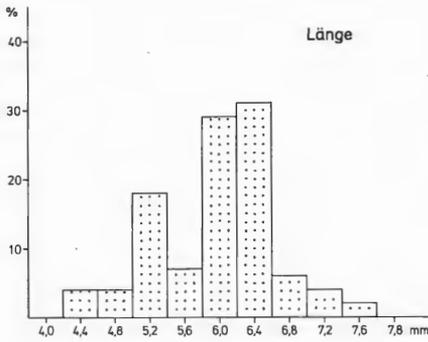


Abb. 3 Roggen (*Secale cereale*), verkohlt  
Verteilungsdiagramme von Länge und den Indices Breite: Höhe und Länge: Breite aus HOR 1; n = 100



Abb. 4 Vierzeilige Spelzgerste (*Hordeum vulgare* fo. *tetastichum*), verkohlt. Maßstab 6 : 1  
a + b gerade Körner, c + d Krummschnäbel (jeweils ventral und dorsal)

nis 2 : 1 ist durchaus normal und vor allem auf die Biegung der Ähren zurückzuführen, die auch den seitlichen Körnern mehr Freiheit läßt.

Hafer, *Avena*, tritt in Horsten in mehreren Arten auf. Abgesehen vom seltenem Flughafer, *Avena fatua* L., der bei den Ackerunkräutern behandelt wird, sind es Saathafer, *Avena sativa* L., und Sandhafer, *Avena strigosa* SCHREB. Die drei Arten lassen sich nur trennen, wenn die Körner bespelzt sind, wobei die Hauptmerkmale an der Spelzenbasis liegen: *Avena sativa* hat eine gerade Abbruchnarbe (Abb. 7 a + b), *Avena fatua* besitzt eine charakteristische schräge hufeisenförmige Abbruchnarbe (Abb. 7 c + d), und

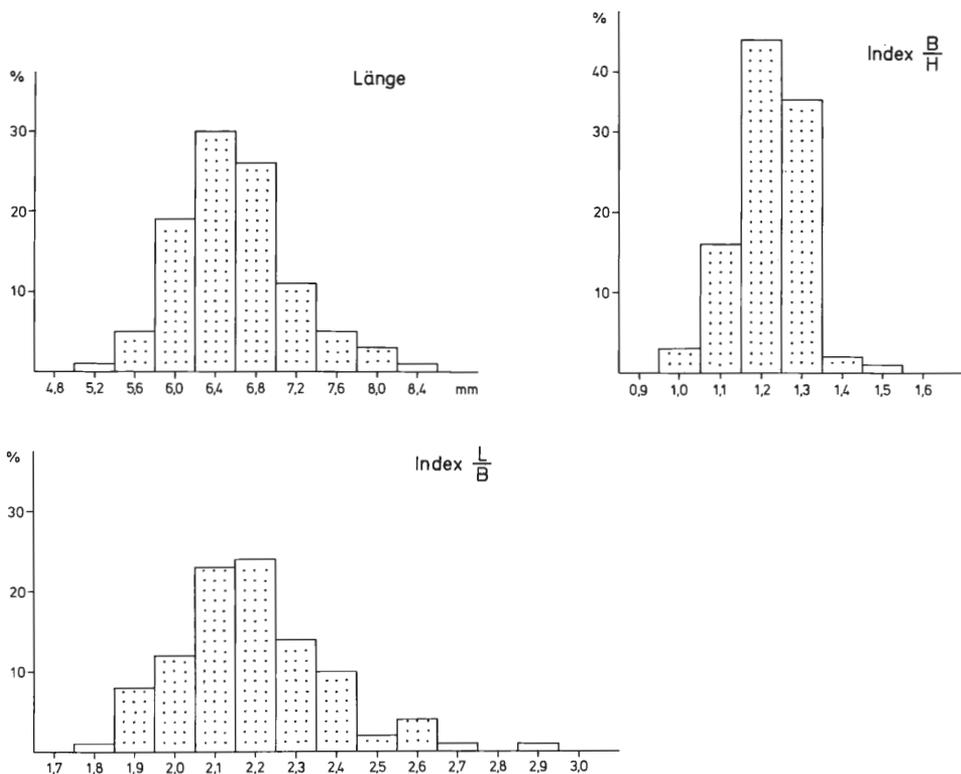


Abb. 5 Vierzeilige Spelzgerste (*Hordeum vulgare* fo. *tetastichum*), bespelzt, verkohlt  
Verteilungsdiagramme von Länge und den Indices Breite: Höhe und Länge : Breite aus  
HOR 1; n = 100 (Länge von Spelzenbasis bis Kornende gemessen)

*Avena strigosa* (Abb. 8) hat eine sehr schmale, oft zugespitzte Abbruchnarbe (Merkmale ausführlicher bei BEHRE 1973). Leider waren – wie häufig bei archäologischem Material – die meisten Haferkörner entspelzt, so daß sie sich keiner Art zuordnen ließen. Vielleicht kann man später, wenn einmal Größenverteilungsdiagramme von im Labor entspelztem fossilem Material vorliegen, anhand unserer Größenverteilung (Abb. 9) die Mengenverteilung zwischen den Arten ablesen, da *Avena sativa* im Mittel größere Körner hat als *Avena strigosa*. Bei den bespelzten Körnern ist in unserem Material das Verhältnis *Avena sativa* zu *Avena strigosa* etwa 5 : 1 (vgl. Tab. 1).

Der hexaploide Saathafer, *Avena sativa*, ist heute in Norddeutschland und angrenzenden Gebieten die allein angebaute Art. Vom diploiden oder auch tetraploiden Sandhafer *Avena strigosa*, wissen wir, daß er bis in das 19. Jhdt. auf den armen Sandböden Nordwestdeutschlands kultiviert wurde, inzwischen ist er längst verschwunden. Erste Körnerfunde des Sandhafers wurden von JESSEN u. HELBAEK (1944) aus englischen Fundstellen kurz vor und nach Christi Geburt gemacht; auf dem europäischen Kontinent kam der Sandhafer erstmals in der Kirche von Middels zutage (BEHRE 1973), bald folgten völkerwanderungs- und wikingzeitliche Funde aus Archsum/Sylt (KROLL 1975) sowie mittelalterliche aus Wageningen (ZEVEN 1976), aus weiteren ostfriesischen Kirchen (KUČAN 1979) und aus Gasselte/Niederlande (VAN ZEIST u. PALFENIER-VEGTER 1979). Aus Schweden beschrieb HJELMQVIST (1955) Sandhaferabdrücke in eisen-

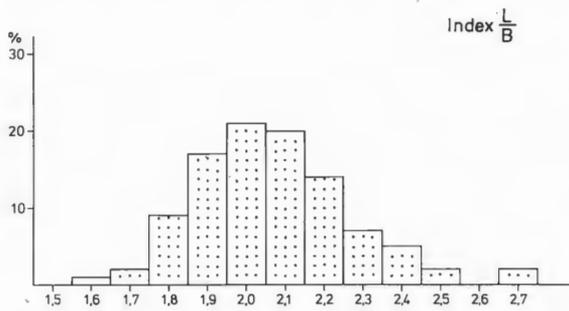
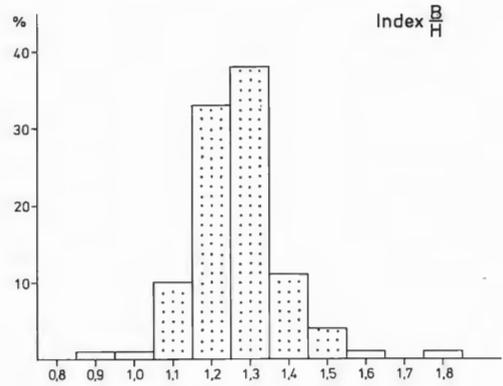
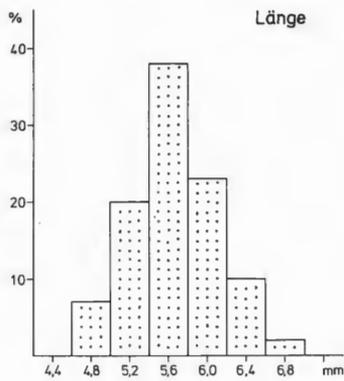


Abb. 6 Vierzeilige Spelzgerste (*Hordeum vulgare* fo. *tetrastichum*), entspelzt, verkohlt  
Verteilungsdiagramme von Länge und den Indices Breite : Höhe und Länge : Breite aus  
HOR 1; n = 100

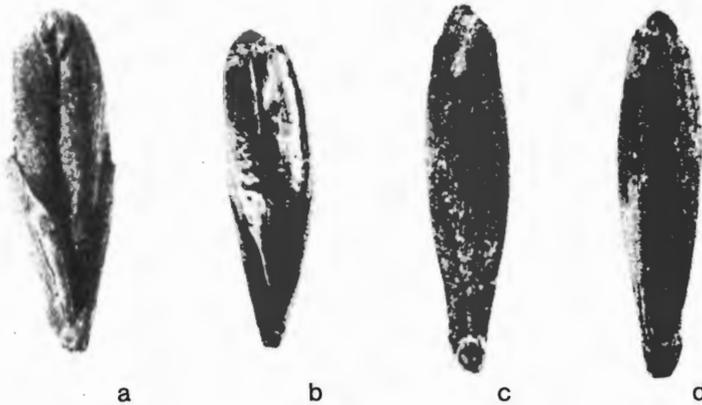


Abb. 7 a + b Saathafer (*Avena sativa*), ventral, verkohlt. Maßstab 6 : 1  
c + d Flughafner (*Avena fatua*), ventral und dorsal, verkohlt. Maßstab 6 : 1

zeitlicher Keramik. Aus dieser Fundsituation ist zu schließen, daß der Sandhafer während des Mittelalters in den sandigen Altmoränenlandschaften um die südliche Nordsee eine weite Verbreitung als Kulturpflanze hatte.



Abb. 8 Sandhafer (*Avena strigosa*), verkohlt. Maßstab 6 : 1  
a + b ventral, c lateral, d dorsal

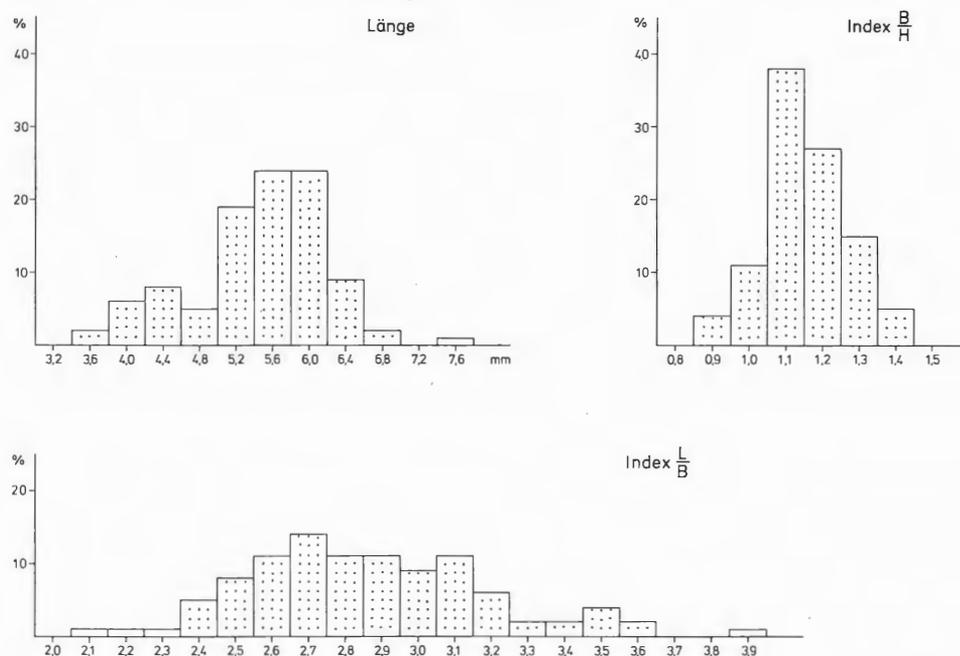


Abb. 9 Hafer (*Avena spec.*), entspelzt, verkohlt  
Verteilungsdiagramme von Länge und den Indices Breite: Höhe und Länge: Breite aus  
HOR 1; n = 100

Die Gesamthäufigkeit des Hafers in Horsten ist mit etwa einem Viertel des Kulturpflanzenmaterials etwa so groß wie die des Roggens (vgl. Tab. 1). Auch der Hafer ist in den jüngeren Proben deutlich stärker vertreten als in der älteren Brandschicht, allerdings sind die Unterschiede nicht so ausgeprägt wie beim Roggen. Das Fehlen von Sandhaferkörnern in den älteren Proben muß nicht bedeuten, daß er damals hier nicht kultiviert wurde; wie oben gezeigt, war der Sandhaferanbau auf der ostfriesischen Geest bereits im 12. Jhdt. verbreitet.

Vom Zwergweizen (*Triticum aestivum* L., *grex aestivo-compactum* SCHIEM.) wurden insgesamt lediglich 3 Körner gefunden. Aus dem Längen: Breiten-Verhältnis der

beiden meßbaren Körner von 1,32 und 1,45 ist erkennbar, daß es sich dabei um den Zwergweizen handelt, der von SCHIEMANN als *grex aestivo-compactum* innerhalb des Saatweizens beschrieben wurde, denn die richtigen Saatweizenkörner sind wesentlich schlanker mit einem L : B-Verhältnis von über 1,8. Aus diesem spärlichen Vorkommen des Zwergweizens kann nicht auf einen Anbau am Ort geschlossen werden. Bemerkenswert ist allerdings, daß KUČAN (1979) in der Kirche von Timmel eine größere Zahl von Zwergweizenkörnern nachwies; dort ist diese Art möglicherweise kultiviert worden.

Lein, *Linum usitatissimum* L., die wichtigste Ölpflanze des Mittelalters, wurde in Horsten überraschenderweise nur ganz vereinzelt gefunden. Sehr wahrscheinlich ist er in unserem Material unterrepräsentiert.

Neben den nachgewiesenen Kulturpflanzen ist im mittelalterlichen Horsten durchaus mit dem Anbau einiger weiterer Arten zu rechnen (z. B. Leguminosen, auch Obst), die nicht erfaßt wurden. Auch geben die Mengenverhältnisse der Kirchenfunde zwar Hinweise auf die Häufigkeit der einzelnen Kulturpflanzen, aus ihnen allein lassen sich aber die Mengenverhältnisse im Anbau nicht erschließen.

Messungen (Tab. 2) und Größenverteilungsdiagramme mehrerer Getreidearten werden hier zwar vorgelegt, sollen aber noch nicht genauer interpretiert werden, da es bislang noch zu wenige Vergleichsdaten gibt. Erste Vergleiche zwischen verschiedenen Grabungen haben bereits VAN ZEIST u. PALFENIER-VEGTER (1979) angestellt und auch einige Faktoren für die Unterschiede angesprochen. Im Vergleich mit den dort erfaßten Herkünften liefert Horsten bei Roggen und Gerste ausgesprochen große Körner (auch gegenüber den von KUČAN bearbeiteten ostfriesischen Kirchen), während die Maße des entspelzten Hafers in Horsten im mittleren Bereich liegen, möglicherweise wegen der Beimengung von Sandhafer. Wie weit die Unterschiede in der Korngröße verschiedener Fundplätze auf Böden, Klima oder andere Sorten zurückzuführen sind, wird sich erst beim späteren Vergleich zahlreicher Datenserien ermitteln lassen.

### B 3 Unkräuter und andere wildwachsende Arten

Aus der Artenzusammensetzung der Unkrautflora lassen sich wichtige Aussagen zur Form des Ackerbaus, zur Lage der Äcker usw. erschließen. Voraussetzung ist dabei, daß die Kulturpflanzenproben ausreichende Mengen von Unkrautsamen enthalten. Während prähistorische Getreideproben meist sehr arm an Unkräutern sind, ist der Unkrautbesatz mittelalterlicher Proben in der Regel wesentlich höher, wie es auch in Horsten der Fall ist. Der Grund liegt vermutlich in verschiedenen Ernte- und Reinigungstechniken, die Säuberung des Getreides von Fremdstoffen einschließlich Unkräutern war in prähistorischer Zeit wahrscheinlich intensiver. Andererseits förderte der Dauerackerbau auf immer den gleichen Feldern, wie er z. B. bei der mittelalterlichen Eschwirtschaft betrieben wurde, naturgemäß den Unkrautbestand.

In Tab. 3 sind die in Horsten nachgewiesenen Unkräuter und Wildpflanzen nach ihrem Vorkommen in den Gesellschaften des Wintergetreides (der *Secalietea*) und denen des Sommergetreides und der Hackfrüchte (*Polygono-Chenopodietalia*) geordnet.

Bei der Interpretation muß daran gedacht werden, daß im Brandschutt das Getreidematerial und genauso die Unkräuter vermischt vorliegen. Die Tabelle zeigt zunächst, daß sowohl Sommer- als auch Wintergetreidebau stattgefunden hat. Eine nähere Betrachtung läßt erkennen, daß sich in den roggenreichen Proben 5-7 die Wintergetreideunkräuter häufen, während in den gerstenreichen Proben relativ mehr Sommerge-

Tab.3: Die Unkraut-Zusammensetzung in den Proben von Horsten

Secalietea	in beiden Ackergesell- schaften	Polygono- Chenopodie- talia	andere Ge- sellschaften	HOR	Summe						
				1	2	3	4	7	5	6	
<i>Agrostemma githago</i>				10	.	4	1	21	.	.	36
<i>Bromus cf. secalinus</i>				.	.	.	.	2	.	.	2
<i>Centaurea cyanus</i>				6	.	.	.	1	1	.	8
<i>Fallopia convolvulus</i>				9	.	2	.	.	.	2	13
<i>Galeopsis segetum</i>				5	1	.	.	.	.	1	7
<i>Rumex acetosella</i>				27	5	3	7	8	20	209	279
<i>Scleranthus annuus</i>				.	.	.	.	.	1	5	6
<i>Vicia tetrasperma</i>				1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Vicia hirsuta</i>				2	2	.	.	.	.	.	8
<i>Sinapis arvensis</i>				28	.	.	.	.	.	.	28
<i>Raphanus raphanistrum</i>				11	.	.	1	1	.	4	17
<i>Avena fatua</i>				1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Spergula arvensis</i>				.	.	.	.	1	152	790	943
<i>Galium aparine</i>				2	.	.	.	.	.	.	2
<i>Stellaria media</i>				15	.	.	2	.	.	.	17
<i>Stachys palustris</i>				2	.	.	.	.	.	.	2
<i>Atriplex patula</i> -Typ				1	.	.	.	.	1	1	3
<i>Chenopodium album</i>				19	.	1	.	1	1	11	33
<i>Polygonum aviculare</i>				6	.	.	1	.	.	.	7
<i>Polygonum hydropiper</i>				3	.	4	.	.	.	.	7
<i>Polygonum lapathifolium</i>				.	.	1	1	1	.	.	3
<i>Polygonum persicaria</i>				89	8	4	.	1	1	.	103
<i>Sonchus asper</i>				1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Carex spec.</i>				.	.	.	.	.	.	3	3
<i>Linum catharticum</i>				1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Rumex spec.</i>				1	.	.	.	.	.	.	1
<i>cf. Schoenoplectus spec.</i>				4	.	.	.	.	.	.	4
<i>Silene dioica</i>				.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Vicia cf. sepium</i>				2	.	.	.	.	.	.	2
<i>Vicia spec.</i>				1	1	.	1	4	1	2	10
				251	17	19	14	41	178	1029	1549

treideunkräuter vertreten sind. Wir können nach den Befunden fest damit rechnen, daß der Roggen auch damals als Winterfrucht gebaut wurde und die heute auf den sandigen Roggenfeldern herrschende Lammkraut-Gesellschaft (*Teesdalia-Arnoseretum minima*) beherbergt hat; dahin gehören alle aufgeführten *Secalietea*-Arten. Auf den sauren Sandböden spielen auch heute noch die in Horsten häufigsten Arten *Rumex acetosella* (Abb. 12b) und *Spergula arvensis* (Abb. 11) eine wichtige Rolle. Die gleiche Artenkombination (mit *Rumex acetosella* bis fast 500 % des Baumpollens) ließ sich in den Pollenanalysen aus dem mittelalterlichen Plaggenesch von Dunum nachweisen (BEHRE 1976, 1980).



Abb. 10 Kornblume (*Centaurea cyanus*), verkohlt. Maßstab 15 : 1

Es liegt nahe, die Sommergetreideunkräuter den Gersten- und Haferfeldern zuzuordnen, doch läßt sich die Möglichkeit nicht ausschließen, daß eventuell ein Teil der Gerste auch als Wintergetreide angebaut worden ist.



Abb. 11 Acker-Spörgel (*Spergula arvensis*), verkohlt. Maßstab 10 : 1

Aus der Wuchshöhe der nachgewiesenen Unkrautarten läßt sich schließen, ob die Getreideernte bodennah oder bodenfern durchgeführt wurde (vgl. hierzu bes. KNÖRZER 1971 und BEHRE 1983). In Horsten treten vor allem in den roggenreichen Proben große Mengen von Resten niedrigwüchsiger Unkräuter auf, wie *Rumex acetosella*, *Spergula arvensis* und *Scleranthus annuus*. Der Roggen dürfte mit Sicherheit auch damals gemäht worden sein, bei den übrigen Getreidearten sprechen die Mengenverhältnisse von hoch- zu niederwüchsigen Unkrautarten zumindest nicht dagegen, daß die Ernte in gleicher Weise erfolgte. – Wenn das Mähen als Ernteweise hier extra anhand der Unkräuter überprüft wurde, so deshalb, weil nicht nur in urgeschichtlicher Zeit, sondern wenigstens noch im frühen Mittelalter auch die reine Ährenernte weit verbreitet war.

Zu den Anbauflächen ist bereits gesagt worden, daß die Unkräuter auf die sauren sandigen Böden hinweisen, diese schließen an das Dorf Horsten an. Aus der benachbarten Marsch ist offensichtlich kein Getreide gekommen. Daß im 15. Jhdt. der Jadebusen mit seinem Salzwasser bis nach Horsten reichte, läßt sich in den Pflanzenresten ebenfalls nicht erkennen, denn Grünlandarten fehlen fast völlig.

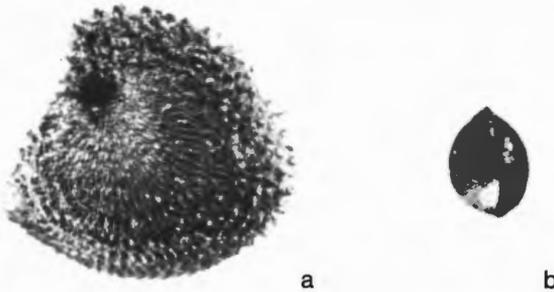


Abb. 12 a Kornrade (*Agrostemma githago*), verkohlt. Maßstab 15 : 1  
b Kleiner Sauerampfer (*Rumex acetosella*), verkohlt. Maßstab 15 : 1

Die Befunde von Horsten bestätigen einmal mehr, daß die mittelalterlichen Äcker sehr reich an Unkräutern waren, sowohl was die Menge als auch was die Artenzahl betrifft (vgl. hierzu auch BURRICHTER 1977 und WILLERDING 1979). Einige der damaligen Arten sind heute völlig oder weitgehend aus unseren Feldern verschwunden, wie *Agrostemma githago* (Abb. 12 a) und *Centaurea cyanus* (Abb. 10), andere durch die moderne Unkrautbekämpfung selten geworden. In einem Fall, dem Flughafener, *Avena fatua* (Abb. 7 c + d), hat jedoch eine gegenläufige Entwicklung stattgefunden. In Horsten wurde nur



Abb. 13 Floh-Knöterich (*Polygonum persicaria*), verkohlt. Maßstab 15 : 1

ein einziges Korn des Flughafers nachgewiesen, in anderen mittelalterlichen Getreidefunden ist er ähnlich selten oder fehlt ganz. Die überaus starke moderne Ausbreitung des Flughafers profitiert offensichtlich von der Unkrautbekämpfung, die sich im Fall der Herbizide primär gegen dikotyle Unkräuter richtet, wodurch die monokotylen Arten zusätzlichen Lebensraum gewinnen.

## C Vergleich des Kulturpflanzenbestandes aus verschiedenen Grabungen in Nordwest-Niedersachsen

In Tab. 4 sind alle bisherigen Kirchenuntersuchungen in Ostfriesland zusammengestellt und um die ebenfalls auf der Geest liegende Siedlung Gasselte (Prov. Drenthe, Niederlande) sowie die mittelalterlichen Siedlungen in der Marsch an der Unterems ergänzt. Zur besseren Vergleichbarkeit sind dabei nur die jeweils nach 1000 n. Chr. liegenden Proben benutzt worden (in Gasselte Phase 4).

Der Artenbestand und die Mengenverhältnisse zueinander sind auf der Geest ziemlich einheitlich. Roggen, Gerste, die Haferarten und Lein sind die wichtigsten Anbaufrüchte. Nur in Timmel ist die Artenzahl deutlich höher, dort wurden auch Leguminosen mit erfaßt.

Tab.4: Vergleich des Kulturpflanzenbestandes des hohen und späten Mittelalters zwischen den ostfriesischen Geestkirchen, der Geestsiedlung Gasselte/Niederlande und den mittelalterlichen Siedlungen in der Flußmarsch des Rheiderlandes/Unterems (bei den beiden letzteren sind nur die Funde nach 1000 n. Chr. berücksichtigt).  
r = 1-2 Exemplare, + bis +++ ansteigende Häufigkeit.

	Kirche Horsten	Kirche Middels <sup>1</sup>	Kirche Timmel <sup>2</sup>	Kirche Wiegboldsbur <sup>2</sup>	Kirche Etzel <sup>2</sup>	Siedlung Gasselte <sup>3</sup>	Siedlungen im Rheiderland <sup>4</sup> (Marsch)
<i>Secale cereale</i>	++	+++	+++	+++	+++	++	.
Roggen							
<i>Hordeum vulgare</i>	+++	+	++	++	+	++	+
Mehrzeil-Spelzgerste							
<i>Avena sativa</i> + spec.	++	++	++	++	+	+++	+
Saathafer							
<i>Avena strigosa</i>	+	++	+	r	.	+	.
Sandhafer							
<i>Triticum aestivum, aest.-comp.</i>	+	.	+	.	.	.	.
Zwergweizen							
<i>Triticum dicoçcon</i>	.	.	.	.	.	r	+
Emmer							
<i>Linum usitatissimum</i>	+	++	++	r	+	.	++
Lein							
<i>Camelina sativa</i>	.	.	.	.	.	.	+
Leindotter							
<i>Vicia faba</i>	.	.	+	.	.	.	++
Pferdebohne							
<i>Vicia sativa</i>	.	.	+	.	.	.	.
Futterwicke							
<i>Pisum sativum</i>	.	.	r	.	.	.	.
Erbse							

<sup>1</sup>BEHRE 1973; <sup>2</sup>KUČAN 1979; <sup>3</sup>VAN ZEIST & PALFENIER-VEGTER 1979; <sup>4</sup>BEHRE 1986

Das Hauptgetreide auf der Geest ist in der Regel der Roggen. Die Ausbreitung des intensiven und alle anderen Getreidearten weit übertreffenden Roggenbaus ist in dem betrachteten Gebiet eng verknüpft mit der Einführung der Plaggenwirtschaft, denn Düngung ist die Voraussetzung, daß man dieses Wintergetreide Jahr für Jahr auf den gleichen Flächen anbauen kann, wie es auf den Eschen geschah. In früheren Arbeiten des Autors (BEHRE 1976, 1980) konnte gezeigt werden, daß diese Wirtschaftsform in Nordwestdeutschland und den nördlichen Niederlanden ab etwa der Mitte des 10. Jhdts. einsetzt. Sicher wird die Ausbreitung der Plaggenwirtschaft mit „ewigem Roggenbau“ einige Zeit benötigt haben. Es ist deshalb gut vorstellbar, daß dort, wo nach der Zusammenstellung Roggen nicht mehr dominiert, nämlich in Gasselte zwischen 1000 und 1150 und in Horsten im 12. Jhd., diese Wirtschaftsform noch nicht voll ausgebildet war oder daß sie zunächst noch stärker mit anderen Kulturpflanzen betrieben wurde.

Erheblich abweichend ist der Kulturpflanzenbestand der Marsch, wo Pferdebohne und Lein sehr wichtig waren und an Getreide Gerste, Hafer und Emmer gebaut wurden. Winterfrüchte, wie der Roggen, wurden damals dort nicht angebaut, ebenso fehlt bodenbedingt der Sandhafer. Erstaunlich ist, daß sich bis in das Mittelalter hinein der Emmer in der Marsch gehalten hat, im Gegensatz zur Geest; vermutlich diente er als Brotgetreide, da der Roggen dort fehlte.

## D Zusammenfassung

Aus Grabungen in der Kirche von Horsten/Ostfriesland wurden Proben mit verkohlten Kulturpflanzen aus dem 12.-15. Jhd. bearbeitet. Die meisten Kulturpflanzenreste stellten bespelzte Vierzeilgerste (*Hordeum vulgare* L. fo. *tetrastichum*), Roggen (*Secale cereale* L.) und Saathafer (*Avena sativa* L.), daneben sind Sandhafer (*Avena strigosa* SCHREB.) und Lein (*Linum usitatissimum* L.) sowie in wenigen Körnern Zwergweizen (*Triticum aestivum* L., *grex aestivo-compactum* SCHIEM.) vertreten. Die Unkrautflora zeigt, daß der Ackerbau auf den sandigen Geestböden stattfand, auf denen auch das Dorf Horsten liegt. Das Getreide wurde sowohl als Winter- wie auch als Sommerfrucht angebaut. – Abschließend werden die bisher in mittelalterlichen Grabungen Nordwestniedersachsens gefundenen Kulturpflanzen zusammengestellt und kommentiert.

### Summary

Charred remains of cultivated plants from excavations in the medieval church of Horsten/N.W. Germany have been investigated. They can be dated into the 12<sup>th</sup> until 15<sup>th</sup> century A. D. Hulled four-row barley (*Hordeum vulgare* L. fo. *tetrastichum*), rye (*Secale cereale* L.) and oat (*Avena sativa* L.) were the prevailing species, besides there occurred black oat (*Avena strigosa* SCHREB.), flax (*Linum usitatissimum* L.), and club wheat (*Triticum aestivum* L., *grex aestivo-compactum* SCHIEM.), the latter with single grains only.

The composition of the weed content showed that agriculture took place on the poor sandy pleistocene soils (= Geest) on which also the village of Horsten is situated. The weed communities represent winter crops as well as summer crops. – Finally all medieval cultivated plants, found up to now in N.W. Niedersachsen, were compiled and commented.

## E Literatur

- BEHRE, K.-E. (1973): Mittelalterliche Kulturpflanzenfunde aus der Kirche von Middels (Stadt Aurich/Ostfriesland). – Probleme der Küstenforschung **10**: 39–47, Hildesheim.
- BEHRE, K.-E. (1976): Beginn und Form der Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland nach pollenanalytischen Untersuchungen in Ostfriesland. – Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen **10**: 197–224, Hildesheim.
- BEHRE, K.-E. (1980): Zur mittelalterlichen Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland und angrenzenden Gebieten nach botanischen Untersuchungen. – Abhandl. Akad. d. Wissensch. Göttingen, Phil.-Hist. Kl., 3. Folge, **116**: 30–44, Göttingen.
- BEHRE, K.-E. (1983): Ernährung und Umwelt der wikingerzeitlichen Siedlung Haithabu. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Pflanzenreste. – Die Ausgrabungen in Haithabu **8**, 219 S., Neumünster.
- BEHRE, K.-E. (1986): Ackerbau, Vegetation und Umwelt im Bereich früh- und hochmittelalterlicher Siedlungen im Flußmarschgebiet der unteren Ems. – Probleme der Küstenforschung **16**, (im Druck), Hildesheim.
- BURRICHTER, E. (1977): Vegetationsbereicherung und Vegetationsverarmung unter dem Einfluß des prähistorischen und historischen Menschen. – Natur und Heimat **37**: 46–51.
- HAIDUCK, H. (in Druckvorbereitung): Beginn und Entwicklung des Kirchenbaues im Küstengebiet zwischen Ems und Elbe bis zum Ende des 12. Jhdts.
- HJELMQVIST, H. (1955): Die älteste Geschichte der Kulturpflanzen in Schweden. – Opera Botanica **1** (3): 186 S., Lund.
- JESSEN, K. & H. HELBAEK (1944): Cereals in Great Britain and Ireland in Prehistoric and Early Historic Times. – Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter **III**, Nr. 2, 68 S., Kopenhagen.
- KLEIN, J., J. C. LERMAN, P. E. DAMON & E. K. RALPH (1982): Calibration of Radiocarbon dates: Tables based on the consensus data of the Workshop on Calibrating the Radiocarbon Time Scale. – Radiocarbon **24** (2): 103–150, New Haven.
- KNÖRZER, K.-H. (1971): Urgeschichtliche Unkräuter im Rheinland. Ein Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Segetalgesellschaften. – Vegetatio **23**: 89–111, Den Haag.
- KROLL, H. (1975): Pflanzliche Großreste aus anthropogenen Böden in Archsum/Sylt. – Berichte Röm.-Germ. Kommission **55**: 416–427, Berlin
- KUČAN, D. (1979): Mittelalterliche Kulturpflanzen und Unkräuter aus ostfriesischen Kirchen. – Probleme der Küstenforschung **13**: 23–38, Hildesheim.
- WILLERDING, U. (1979): Botanische Beiträge zur Kenntnis von Vegetation und Ackerbau im Mittelalter. – Vorträge u. Forschungen **22**: 271–353, Sigmaringen.
- VAN ZEIST, W. & R. PALFENIER-VEGTER (1979): Agriculture in medieval Gasselte. – Palaeohistoria **21**: 267–299, Haarlem.
- ZEVEN, A. C. (1976): De 1949-graavvondst aan de Veerweg te Wageningen. Wageningen. (zit. nach VAN ZEIST & PALFENIER-VEGTER 1979).

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. K.-E. Behre, Niedersächsisches Landesinstitut für Marschen- und Wurfenforchung, Viktoriastr. 26/28, D-2940 Wilhelmshaven

# Der pollenanalytische Nachweis von *Juglans regia* L. im nacheiszeitlichen Mitteleuropa\*

Erwin Isenberg

## Summary

The discussion of the origin and spread of the walnut tree opens with a summary overview. In consideration of the confirmation of *Juglans regia* in Central Europe, the diagrams of all published pollen analyses from this area have been systematically evaluated. Profile locations with positive confirmation are entered on a general map with a time frame notated in each case by means of sector patterns. Critical observations are based on details of the finds. In similar manner, the possibilities of pollenmorphological specialization of *Juglans* varieties are investigated. A survey of the dating of *Juglans* pollen confirmations to date clearly shows that the walnut tree must be assumed to have already been in Central Europe in pre-Roman times. Thus, early pollen analytical traces are even found in some Neolithic profile layers. There is no compelling reason for the assumption of a spontaneous spread of *Juglans* independent of man. On the whole, positive finds in this time frame are too isolated to enable founded conclusions to be drawn. This applies as well to the few available pollen diagrams which depict *Juglans* in Bronze and early Iron Ages. A recognizable accumulation of positive pollen analyses finds becomes noticeable after O A.D. The western strata locations, in particular, show evidences of *Juglans* during time of the Roman Empire. Not only assimilations of the tradition but also the intensification of walnut tree growing become obvious in Middle Age times. During this era *Juglans* is even more prevalent on the basis of comparisons with recent samplings.

## 1. Vorbemerkung

Der Walnußbaum zählt zu den anemogamen Arten. Somit ist es wahrscheinlich, daß der pollenanalytische Nachweis von *Juglans regia* auch an Hand von Material der in der Regel vom Wuchsort fernerliegenden, aber chronologisch zuverlässig geschichteten Moorbildungen und Seeablagerungen zu erbringen ist. Da der Walnußbaum in Mitteleuropa keine bestandsbildende Dominanz erhält, kann nur mit einer geringen Nachweishäufigkeit gerechnet werden. So lassen sich vorwiegend nur neuere Arbeiten auswerten, die im Hinblick auf ein differenzierteres Pollenspektrum vor allem auch der kulturanzeigenden Arten einen statistisch gesicherten Zahlenumfang analysierter Pollen aufweisen, so daß in diesen Diagrammen, wenn auch häufig nur in Bruchteilen eines Prozents, das Vorkommen von *Juglans regia* belegt werden kann. Eine quantitativ differenzierte Erfassung wird kaum möglich sein bzw. realistische Aussagen zulassen. Allein der positive Nachweis für das grundsätzliche Vorkommen in einer Region und zu einer bestimmten Zeit kann hier eine Bedeutung haben. Immerhin handelt es sich um eine Baumpollenart von besonderem kulturhistorischen Interesse. So soll der vorliegende Beitrag als Versuch einer ersten Sichtung der bisherigen pollenanalytischen Nachweise und als eine Zusammenfassung des gegenwärtigen Kenntnisstandes über die Verbreitungsgeschichte des Walnußbaumes in Mitteleuropa verstanden sein.

Die systematische Durchsicht der gesamten, Mitteleuropa betreffenden Pollendiagramme wurde mir durch die freundliche Einsichtgabe von Herrn Prof. Dr. H.-J. Beug in die Literatursammlung des Göttinger Instituts für Palynologie und Quartärwissenschaften ermöglicht. Zu besonderem Dank bin ich Herrn Priv. Doz. Dr. E. Grüger für seine überaus hilfreiche Unterstüt-

\* Mitteleuropa im Sinne des Kartenausschnitts lt. Abb.

zung bei der Literaturlaufarbeitung während meines Göttinger Aufenthaltes verpflichtet. Ebenso möchte ich hier Herrn Dr. Th. Raus, Botan. Garten u<sup>7</sup> Botan. Museum Berlin-Dahlem, für die Versorgung mit Herbarmaterial herzlich danken.

## 2. Zur Diskussion über die Herkunft und Verbreitung des Walnußbaumes

Die bereits seit der Kreidezeit nachweisbare und für das Tertiär noch artenreich beschriebene Gattung *Juglans* ist über die Kaltzeiten des Pleistozäns gänzlich aus der mitteleuropäischen Flora verdrängt worden. Spätestens in der Holstein-Warmzeit fehlt *Juglans* (s. STRAKA 1970). Als Refugien gelten die transkaukasischen und pontischen Gebirge. Eine Überdauerung bis in die Nacheiszeit nahm man lange Zeit auch für Südosteuropa an. So hat HELDREICH (in: DE CANDOLLE 1884) „es außer allen Zweifel gestellt, daß der Nußbaum auf den Gebirgen Griechenlands wildwachsend im Überfluß auftritt“. Weiterhin gibt HEUFFEL (ebenso in: DE CANDOLLE 1884) an, Walnußbäume wildwachsend auf den Gebirgen des Banates in Rumänien gesehen zu haben. Spontanes Auftreten, bevorzugt entlang der Absätze zu den Flußauen, wird auch für Ungarn beschrieben (KARPATI 1960). Das heutige nordwestwärts erweiterte Verbreitungsgebiet wird gemeinhin als Kulturareal angesehen (MEUSEL, JÄGER & WEINERT 1965). Die nördlichste Verbreitung reicht über Mitteleuropa bis nach den Britischen Inseln und der südlichsten Spitze Skandinaviens.

Wie bei vielen schon früher in Kultur genommenen Pflanzenarten besteht auch hier das chorologische Problem darin, die tatsächliche Begrenzung des ursprünglichen Vorkommens festzustellen. BERTSCH (1951) geht soweit, selbst für das südliche Deutschland eine spontane Verbreitung von *Juglans regia* zu diskutieren. Nach WERNECK (1953) ist die häufig als „Wildnuß“ bezeichnete kleinfrüchtige Varietät als natürliches Glied des Flaumeichen-Edelkastanien-Waldes, des Eichen-Hainbuchen-Waldes und des Mischwaldes des süddeutsch-österreichischen Bezirks anzusehen. Die von FIRBAS (1949) ausschließlich anthropogen vermutete Einbringung aus dem pontisch-pannonischen Raum wird von WERNECK (1953) auch auf natürlichem Wege, namentlich durch Vogelverbreitung für möglich gehalten. Hiernach ist eine Verbindung seit der Eichenmischwaldzeit mit dem mittleren Donaoraum (Banater Gebirge) denkbar. Das Einwanderungsgebiet erstreckt sich entlang der Donaurinne zwischen dem Alpennordrand und der südlichen Begrenzung des herzynischen Gebirges in Südost-Nordwest-Richtung bis nach Süddeutschland. Die kleinfrüchtige Walnuß (BERTSCH, 1951, will sie als *Juglans regia* var. *germanica* bezeichnet wissen) kann nicht einfach als verwilderte Variante der Großform betrachtet werden, da ihre Schalen, d. h. die nachweisliche Nutzung der „Wildnuß“, aus neolithischen und bronzezeitlichen Siedlungsfunden bezeugt sind (SCHNARRENBERGER 1891, NEUWEILER 1905, BERTSCH 1947). Sie erscheint wesentlich früher als es Schalenfunde für die Großform belegen können. Auch WERNECK (1963) kann an Hand archäologischer Funde aus der vorrömischen Zeit auf eine eigenständige Herkunft der „Wildnuß“ verweisen. Die großfrüchtige Varietät, die „wähliche“ oder „welsche“ Nuß (nach WEISGERBER, 1955, kommt westgerman. walhnnutu im 5./6. Jhdt. n. Chr. am Niederrhein in Gebrauch) im eigentlichen Sinne, bezeichnet er als *Juglans regia* var. *mediterranea*.

Aber auch bei den sogenannten „bodenständigen“ Nußbäumen stellt sich die Frage, ob das Vorkommen primär oder sekundär zur Nutzungsaktivität des Menschen steht. Inwieweit wurden also die Früchte nur auf Grund ihres natürlichen Vorhandenseins genutzt, oder sollten sie bei den vor- und frühgeschichtlichen Siedlungsverlagerungen und Völkerbewegungen gemäß einer Nutzungstradition aus fernerer östlichen

Refugien mitgeführt worden sein? Im letzteren Falle ist durchaus auch an eine subspontane Ausbreitung zu denken, soweit die standörtliche Eignung auf bislang noch nicht erreichten potentiellen Wuchsgebieten die Ansiedlung des Walnußbaumes zuließ. In diesem Sinne ist auch die Bewertung des südosteuropäischen Indigenats von *Juglans regia* (vgl. HELDREICH) neu zu überdenken. Zu der Frage nach der natürlichen Herkunft von *Juglans regia* gibt es begründete Hinweise, daß auch dort die Ausbreitung des Walnußbaumes im anthropogenen Zusammenhang steht. Nach pollenanalytischen Untersuchungen von ATHANASIADIS (1975) in Griechenland tritt *Juglans regia* etwa vor dem 1. Jahrtausend vor der Zeitwende erstmalig auf, zeitgleich lassen sich Kultureinflüsse des Menschen auf die Vegetation nachweisen. Die Koinzidenz legt einen ursächlichen Zusammenhang nahe. BOTTEMA (1980) findet *Juglans*-Pollen im Profil Lake Trikhonis (nördl. vom Golf von Patras) oberhalb einer vulkanischen Ascheschicht, die mit dem Ausbruch auf Santorin zu synchronisieren ist. Demnach müßte um die Mitte des 2. Jahrtausends v. Chr. der Walnußbaum in Griechenland vorgekommen sein. Entsprechende Datierung kann BOTTEMA (1974) auch für Makedonien geben. Die Santorin-Katastrophe ist jedoch nicht nur als stratigraphisch-chronologische Markierung von Bedeutung. Nach WUNDERLICH (1976) darf man in dem Naturereignis den entscheidenden Anstoß zum Untergang der minoischen Kultur sehen. So kann auch die These BOTTEMAS einleuchten, daß durch die Ablösung der frühhelladischen Kulturen durch den nachfolgend aufkommenden Einfluß der mykenischen Kultur neue Anbau- und Nutzungsgewohnheiten in Südosteuropa platzgreifen konnten, so möglicherweise auch die Verwendung der Früchte des Walnußbaumes. Die Verflechtungen der indogermanischen Achäer mit Kleinasien sind bekannt. In der Türkei hat BEUG (1962) *Juglans* erstmalig 4000-3000 Jahre v. Chr. pollenanalytisch nachweisen können. Wenn Südosteuropa erst mit dem Aufbruch der indogermanischen Völker zur jüngeren Steinzeit als Kulturareal für *Juglans regia* erschlossen wird, so bedeutet das noch nicht, daß Europa nördlich der Alpen auch erst zu dieser Zeit erreicht wird. Die Befunde legen vielmehr nahe, daß ein solcher „Ost-West-Transfer“ Mitteleuropa hat schon früher erreichen können. Ex oriente nux – wenn die Abwandlung des alten lateinischen Sprichwortes in der Bezeichnung einer klassischen These der Geschichtsforschung gestattet ist – also in jedem Falle? Mit Gewißheit ist die großfrüchtige Varietät orientalischer Herkunft. Spätestens für die römische Zeit ist sie nachweisbar. In der „naturalis historiae“ (15.87) von PLINIUS d. Älteren (24-79 n. Chr.) ist angegeben: „nux iuglans – optimum quippe genus earum Persicum . . . vocant“. DIOSCURIDES gibt ihr in seiner Schrift „materia medica“ (1,106) die Bezeichnung „regia“, womit er sie als (persische) „Königs“-Nuß kennzeichnet. Es ist aber auch in den Schriftzeugnissen überliefert, daß bereits vor Einführung der vorderasiatischen Varietät eine „Wildnuß“ als Nutzpflanze bekannt war (für Griechenland: THEOPHRASTUS\*, 4. Jhdt. v. Chr.; für Italien: VARRO, 1. Jhdt. v. Chr.). Sie ist von der überlegeneren Fruchtsorte („optimum . . . genus“) aber durchaus nicht abgelöst worden. Auch in Deutschland zeigt sich, daß var. *germanica* BERTSCH neben var. *mediterranea* WERN. noch viele Jahrhunderte ihren Gebrauchswert behaupten konnte. So konnte u. a. KNÖRZER (1969) im Rheinland bei Ausgrabungen einer frühmittelalterlichen Niederungsburg bei Haus Meer beide Varietäten nachweisen. Die kleinfrüchtige Form ist bei LONICERUS (1671) zitiert und wird als „die kleinste, sehr hart“ (= Steinnuß) beschrieben. Allerdings ist zu bedenken, daß nicht alle kleinfrüchtigen Walnüsse, die man auch heute hierzulande noch gelegentlich antrifft, der Herkunft im Sinne von BERTSCH sein müssen. Sicherlich gibt es Walnußvarietäten mit relativ konstant-repro-

\* HELDREICH (s. DE CANDOLLE 1884) bezieht sich auf THEOPHRASTUS, wenn er die wildwachsenden Walnußbäume in den Gebirgen Griechenlands als die dort erwähnte „Wildsorte“ wiederentdeckt zu haben glaubt. Zugleich die Annahme eines Reliktvorkommens geht nach den neueren, oben beschriebenen Befunden zu weit.

duktiven Merkmalen. SCHÖNBERG (1917) weiß in seiner systematischen Zusammenstellung für Südwestdeutschland allein 13 „Spielarten“ aufzuführen, darunter mehrere kleinfrüchtige Varietäten (u. a. *J.r.* var. *minor* Hort. und *J.r.* var. *connata* Hort.). Aber allein die Mindergröße der Walnuß kann nicht als sicheres Kriterium für eine definierbare Varietät mit genetischem Charakter gesehen werden. Gerade *Juglans regia* scheint modifikatorischen Standorteinflüssen in besonderem Maße zu unterliegen (REINHARDT 1911). So sollen Tiefgründigkeit des Bodens und Durchwurzelungsmöglichkeit u. a. Einfluß nehmen auf die Mächtigkeit der Schalen und die Größe der Früchte. Auch die Verwiderungsformen der großen Walnuß nähern sich bisweilen den Ausmaßen der var. *germanica*.

### 3. Zur pollenmorphologischen Bestimmung des Walnußbaumes

FIRBAS (1931) mochte bereits unterstellen, daß einige Autoren *Juglans*- mit *Carpinus*-Pollen verwechselt haben könnten. Möglicherweise ist in einigen Untersuchungen *Juglans* tatsächlich verwechselt oder übersehen worden. Auffällig zeigt sich bei der Durchsicht der pollenanalytischen Literatur, daß bestimmte Autoren stets oder zumindest häufig *Juglans*-Pollenfunde anführen, andere dagegen nie den Walnußbaum im Baumpollenspektrum vorsehen. Sicherlich müssen die Gründe nicht immer in einer Unsicherheit bei der pollenmorphologischen Bestimmung zu suchen sein. In den meisten Fällen sind die *Juglans*-Pollenfunde äußerst spärlich, so daß bei einer wenig umfänglichen Zählstatistik die Wahrscheinlichkeit für den Nachweis in der Tat gering ist. Das scheint vor allem für viele Arbeiten aus der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts zuzutreffen. Mit einigen Ausnahmen (FIRBAS & RUDOLPH) fehlt in diesen der Nachweis von *Juglans* völlig.

Die Bestimmung des *Juglans*-Pollens ist eindeutig. Abgesehen davon, daß der Pollen des Walnußbaumes in der Regel eine größere Zahl von Poren aufweist, ist innerhalb des polyporaten Typenkreises die Anhäufung der Öffnungen auf nur einer Hemisphäre der kugelförmigen, polwärts leicht abgeflachten Exine einzigartig und charakteristisch für die Gattung *Juglans*. Über ein kurzes Durchstellen der Schärftentiefe am Mikroskop ist rasch Gewißheit über die ungleiche Porenverteilung zu gewinnen. Für die Porenzahl gibt es in der Literatur unterschiedliche Angaben:

FIRBAS (1931)	12 - 15,	ERDTMAN (1966)	6 - 16,
HEGI (1958)	8 - 24,	STONE & BROOME (1975)	7 - 20,
FAEGRI & IVERSEN (1961)	6 - 25,	MOORE & WEBB (1978)	6 - 20.

Nach eigenen Zählungen an Referenzmaterial aus dem Pollenherbar von Prof. Dr. E. BURRICHTER wurden Porenzahlen zwischen 8 und 16 (Dichtemittel bei 12) ermittelt. Es wurden bereits weitere Proben unterschiedlicher mitteleuropäischer Provenienz (Brandenburg, Emsland, Niederrhein, Nordhessen, Steyrmärk) untersucht. Auch hierbei zeigt sich eine Übereinstimmung in der Varianz der Porenzahlen. In HEGIS Flora von Mitteleuropa (1958) wird die Frage nach einer möglichen Differenzierung der *Juglans*- Varietäten nach der Anzahl der Poren aufgeworfen. Hierzu müßte vor allem eindeutiges Material der Wildform (var. *germanica*) zur Verfügung stehen. Allerdings ist zu vermuten, daß angesichts eines Variabilitätskoeffizienten von durchschnittlich 16% die Varianzen, wenn sie möglicherweise auch im Mittel eine geringere Anzahl von Poren bei den kleinfrüchtigen Varietäten aufweisen sollten, wenig Trennschärfe zu den großfrüchtigen Kultursorten ergäben. Die zu erwartende Überschneidung der Varianzen würden allenfalls eine Sortentrennung im Extrembereich geringer bzw. hoher Poren-

zahlen zulassen. Angesichts der in der Regel geringen Nachweishäufigkeit von *Juglans*-Pollen dürfte damit die durchaus wünschenswerte Trennung der verschiedenen Walnuß-varietäten nur in seltenen Fällen praktikabel sein. Gegenüber dem Merkmal Porenzahl weist die Größe (max. Durchmesser) des rezenten Pollens einen durchschnittlich um die Hälfte geringeren Variabilitätskoeffizienten auf. Dennoch dürfte dieses Merkmal zur variationsstatistischen Trennung wenig tauglich sein, da die Pollengröße nicht unwesentlich von Ablagerungsbedingungen beeinflusst wird. Angesichts der ungleichen Porenverteilung neigen überdies *Juglans*-Pollen zur Invagination, so daß allein hierdurch schon Meßfehler in Bezug auf die maximale Ausdehnung des Umrisses sich ergeben können.

#### 4. Der Nachweis von *Juglans regia* in Mitteleuropa nach den bisher vorliegenden Pollenanalysen

##### 4.1 Zur Bewertung der Fundübersicht

###### 4.1.1 Nachweisdichte

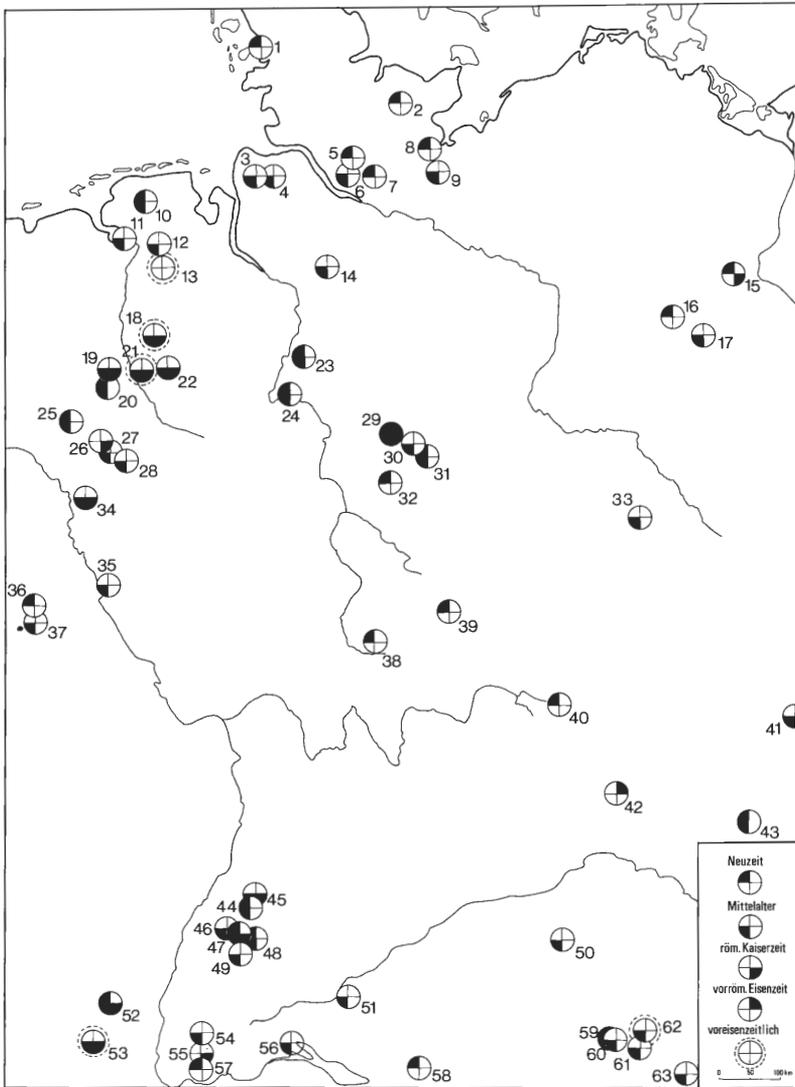
Die abgebildete Karte zeigt die Profilorte, an denen pollenanalytische Untersuchungen einen positiven Beleg für *Juglans regia* erbracht haben. Profilorte mit Fehlanzeigen – sie machen ein Mehrfaches der Diagramme mit positivem Nachweis aus – sind nicht aufgeführt, da der negative Befund nicht zur Bewertung der historischen Areale herangezogen werden kann. Hierzu folgende Gründe: Der Pollen des Walnußbaumes kommt selten vor und ist

1. wohl nur bei Analysen mit größerer Wahrscheinlichkeit erfaßbar, die eher tausend als hundert Baumpollen als statistische Bezugsgröße gewählt haben,
2. häufig publikatorischen Verkürzungen zum Opfer gefallen (bisweilen sind die Diagramme auf den speziellen thematischen Zuschnitt reduziert wiedergegeben),
3. bei der pollenmorphologischen Diagnose nicht richtig erkannt oder verwechselt worden (s. Kap. 3).

Grundsätzlich wurden alle Arbeiten für den Bereich Mitteleuropa (im Sinne des Kartenausschnitts) systematisch durchgesehen und die *Juglans*-Nachweise nach der Zeitstellung lt. Angaben der jeweiligen Autoren im Sektorenraster (s. Legende) eingetragen. Vorwiegend in Diagrammen älterer Arbeiten fehlt der *Juglans*-Hinweis. Selbstverständlich ist die Dichte der Profilstellen grundsätzlich nicht allerorts gleichverteilt, so wie dort generell vegetationsgeschichtliche Einsichten ausstehen, wo es an pollenkonservierendem Substrat mangelt. Größere Dichten positiver Befunde, z. B. in Nordwestdeutschland, im Harz und Schwarzwald, Alpenvorland und -nordrand haben allerdings ihren Grund nicht nur in den günstigeren Untersuchungsmöglichkeiten. Bisweilen ist die Fundhäufung nur Ausdruck einer Serie neuerer Untersuchungen, nicht selten auf einen einzigen Autor zurückzuführen. In einigen Fällen (z. B. Westmünsterland, Harz und Schwarzwald) sind die Fundorte derart dicht gelegen, daß einige dieser Profilstellen nicht gesondert gezeichnet werden konnten.

###### 4.1.2 Die Frage nach dem autochthonen Charakter der Pollennachweise

Es fehlt nicht an makrofossilen Nachweisen von *Juglans regia* in Mitteleuropa (s. Übersichten bei LANGE 1971). Schalenreste aus archäologischen Fundstätten können zwar die Verwendung der Walnuß an Ort und Stelle belegen, sagen aber nicht zwin-



Übersichtskarte der pollenanalytischen Nachweise von *Juglans regia* in Mitteleuropa.

1. Nordstrandischmoor bei Nordstrand/nordfries. Halligen (WIERMANN 1962);
2. Großer Plöner See „Stadttief“, Schlesw. Holstein (AVERDIECK 1978);
3. Ahlenmoor, nordw. Bederkesa (BEHRE 1976);
4. Flögeln, Ahlenmoor (KÖRBER-GROHNE 1967);
5. Vielmoor, bei Barnstedt/Westholst. (AVERDIECK 1957);
6. Himmelmoor, bei Quickborn/West-Holst. (AVERDIECK 1957);
7. Duvenstedt/Wittmoor/nördl. Hamburg (AVERDIECK 1957);
8. Walkenitz bei Muggenbusch/Lübeck (SCHMITZ 1951);
9. Salmer Moor bei Ratzeburg/Holst. (SCHMITZ 1962);
10. Dunum „Hilliges Moor“ (BEHRE 1976);
11. Bunderhammrich, Rheiderld.Dollart (BEHRE 1970);
12. Bargerfehn (HAYEN 1959);
13. Esterweger Dose bei Scharrel im Saterld. (KUBITZKI 1961);

14. Das Weiße Moor bei Kirchwalsede (SCHNEEKLOTH 1963);
15. Schäferpfuhl, Mönchsheide, Forst Chorin/Mark Brandenburg (MÜLLER, H.-M. 1966);
16. Heiligen See/Berlin West (BRANDE 1978/79);
17. Teufelsee i d. Muggelbergen bei Gr. Muggelsee/Ostberlin (MÜLLER, H.-M. 1971);
18. Hahnenmoor, südl. der mittleren Hase (KRAMM 1978);
19. Syen Venn, Gft. Bentheim/Südwestniedersachsen (ISENBERG 1979);
20. Gildehauser Venn, Gft. Bentheim (ISENBERG 1979);
21. Speller-Dose, Emsland (KRAMM 1978);
22. Vinter Moor, Emsland (KRAMM 1978);
23. Dreckmoor am Steinhuder Meer (GROSSE-BRAUCKMANN 1968);
24. Fiekers Busch, bei Rinteln a. d. Weser (GRÜGER 1980);
25. Zwillbrocker Venn/Westmünsterld. (BURRICHTER 1969);
26. Weißes Venn bei Velen (REHAGEN 1964);
27. Weißes Venn bei Merfeld (REHAGEN 1964);
28. Borkenberge, bei Haltern in Westf. (POTT 1984);
29. Silberhohl bei Seesen (CHEN 1982);
30. Moor auf der Schalke, nordöstl. Clausthal-Zellerfeld (WILLUTZKI 1962);
31. Auf dem Acker, Profil I/Oberharz (WILLUTZKI 1962);
32. Luttersee, Untereichsfeld (CHEN 1982);
33. Göttwitzsee bei Mutzschen/sächs. Hügelland (JACOB 1971);
34. Sterkrader Venn (REHAGEN 1964);
35. Merheimer Bruch/Köln (REHAGEN 1964);
36. Vichter Moor bei Zweifall, südl. Stolberg/NW-Eifel (TRAUTMANN 1962);
37. Schevenhütter Moor bei Gressenich/NW-Eifel (TRAUTMANN 1962);
38. Rotes Moor bei Gersfeld/Rhön (KEILHACK & RUDOLPH 1929);
39. Großer Beerberg, bei Zella Mehlis/Thüringer Wald (LANGE 1967);
40. Torflohe = Seelohse bei Fichtelberg/Fichtelgebirge (FIRBAS & v. ROCKOW 1956);
41. Chránbož, bei Kolin/CSSR (JANKOVSKÁ 1971);
42. Kulzer Moos, oberes Moor, bei Neunburg/Oberpfälzerwald (SCHMEIDL 1969);
43. Nahorany, südwestl. Strakonice/Nord. Böhmerwald (RYBNÍČKOVÁ 1973);
44. Wildsee/Nord-Schwarzwald (RADKE 1973);
45. Hohlohsee/N.-Schwarzwald (RADKE 1973);
46. Schurmsee bei Schönmünzach/N.-Schwarzwald (LANG 1958);
47. Kleemisse/N.-Schwarzwald (RADKE 1973);
48. Kniebis (RADKE 1973);
49. Schöllkopf (RADKE 1973);
50. Ampermoos, bei Freising/Hallertau (SCHMEIDL 1962);
51. Nordweststrand von Buchau/Federsee, Oberschwaben (GRONBACH 1961);
52. Hochfeld/Mittelvogesen (FIRBAS, GRÜNIG et al. 1946);
53. Sewensee/Südvogesen (SCHLOSS 1979);
54. Baldenwegermoor, am Feldberg (LANG 1973);
55. Unteres Horbacher Moor, bei St. Blasien/Schwarzwald (LANG 1954);
56. Mindelsee/Bodanrück (LANG 1973);
57. Kühmoos, bei Säckingen (LANG 1954);
58. Prügelweg im Agathazeller Moor, bei Immenstadt/Allgäu (SCHMEIDL 1962);
59. Bärnsee, südöstl. Rosenheim (RAUSCH 1975);
60. Schwarzer See am Hochries, südöstl. Rosenheim (RAUSCH 1975);
61. Winklmoos/Sulzenmoos, Chiemgauer Alpen (MAYER 1963);
62. Rottauer Filze, Chiemsee (SCHMEIDL & KOSSAK 1967/68);
63. Muldenmoor, Baumgarth, Steinernes Meer/Salzburger Kalkalpen (MAYER 1966).

Anmerkung zu den Signaturen zur Zeitstellung der *Juglans*-Nachweise:

Der Sektor für die römische Kaiserzeit schließt auch Fundbelege für die Völkerwanderungszeit mit ein.

gend etwas über die Herkünfte der Früchte aus. So könnte man sich in einigen Fällen vorstellen, daß die Walnußfrüchte, v. a. die größeren Varietäten, über den Handel erworben wurden. Wie ist nun aber der Herkunftsbezug beim mikrofossilen, also pollenanalytischen Befund zu bewerten? Sicherlich ist bei einer windbestäubenden Art wie *Juglans regia* auch mit Fernflug zu rechnen. Wollte man diesen als ausschließlichen Grund für das historische Auftreten dieser Pollenart in den mitteleuropäischen Profilen sehen, müßte man in entfernteren Regionen von der Existenz größerer Bestände ausgehen. Bekanntlich tritt der Walnußbaum nur vereinzelt auf bzw. wird in Einzelstellung in der Regel angepflanzt. Auch im Südwesten Deutschlands und in Frankreich, wo wir heute noch einen umfänglicheren Anbau der Walnuß finden, bleiben die entsprechend höheren Pollenwerte auf eine lokale Zuordnung begrenzt. Einen einfach abnehmenden Häufigkeitsgradienten, etwa von Südwesten nach Norden bzw. Osten infolge Windverdriftung, läßt sich nach den vorliegenden Pollenwerten nicht ausmachen. Die in den Nordschwarzwald-Profilen bisweilen ermittelten Spitzenwerte, die mehrere Prozent der Baumpollensumme erreichen (s. Fundkarte Nr. 44 u. 46), sind auch im Südwesten Singularitäten und zeigen zu den benachbarten Profilstellen keine quantitative Kontinuität. Auch der in nahegelegenen Fundstellen wechselnde Zeitabschnitt, in dem der Walnußbaum nachweislich ist, spricht für die begrenzte lokale Zuordnung. Außerdem kann man sich auf die Gegenwart beziehen, von der man weiß, in welcher Weise *Juglans* verbreitet ist. Die neuzeitlichen Abschnitte weisen bei Durchsicht der genaueren Diagrammwerte in der Regel nicht mehr *Juglans*-Pollen auf als in früheren, positiv belegten Epochen. Eher findet man dort, v. a. für den mittelalterlichen Zeitabschnitt, *Juglans* stärker vertreten, so daß man im historischen Rückblick davon ausgehen kann, daß der Walnußbaum gleichermaßen autochthon angezeigt wird wie gegenwärtig.

## 4.2 Die Zeitstellung der pollenanalytischen Befunde

Wenn man üblicherweise in der Zeitfolge mit dem frühesten Abschnitt beginnt, so findet man an den Fundorten Nr. 13, 18, 21, 53 und 62 Angaben über das Auftreten von *Juglans regia* bereits vor der Eisenzeit. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß dieser Nachweis einerseits für den südlichen Kartenbereich, Alpenvorland und Vogesen, und andererseits für Nordwestdeutschland, Emsland und West-Oldenburg, angezeigt ist. Nach der Datierung von KUBITZKI (1961, Esterweger Dose) kommt *Juglans* vor 3000 v. Chr. in Nordwestdeutschland vor (ebenso KRAMM, 1978, Speller Dose). Den Autoren ist zu unterstellen, den Pollen des Walnußbaumes zutreffend bestimmt zu haben, da diese Angaben angesichts der früheren Zeitlage sicherlich nicht leichtfertig gemacht worden sind. Die Zeitstellung läßt an die Überlegungen WERNECKS anschließen, der die Ausbreitung des Walnußbaumes nördlich der Alpen bereits unter den klimatischen Bedingungen der mittleren Wärmezeit annehmen möchte. Die Diagramme bei KRAMM (1978) zeigen zu gleicher Zeit schwache, wenngleich vernehmliche Anzeiger menschlicher Siedlungsaktivität, so daß die Annahme einer Spontanausbreitung durchaus in Frage gestellt bleiben muß. Spätneolithisch ist die Datierung für das der Speller Dose benachbarte Hahnenmoor (KRAMM 1978). Die Profile Vogesen (SCHLOSS 1979) und Rottauer Filze, südöstliches Alpenvorland (SCHMEIDL & KOSSAK 1967/68) weisen *Juglans* zur Bronzezeit auf. Insgesamt ist die Nachweisdichte für diesen Zeitabschnitt aber noch zu dürftig, als daß man schon gesicherte Erkenntnisse ableiten könnte. Grundsätzlich wird bei zukünftigen pollenanalytischen Untersuchungen darauf zu achten sein, daß bereits vorrömisch mit *Juglans* in der mitteleuropäischen Flora zu rechnen ist.

Die vorrömische Eisenzeit ist im weiteren durch zwei Nachweise belegt: Oberpfälzer Wald, Nr. 42 (Kulzer Moos, SCHMEIDL 1969) und Nordwestrand des Harzes, Nr. 29 (Silberhohl, CHEN 1982). Erwartungsgemäß nehmen die positiven Belege erst für die

römische Kaiserzeit deutlich zu. Hier sind v. a. die Profile im Südwesten (Nr. 47 u. 48, RADKE 1973; Nr. 52, FIRBAS, GRÜNIG et al. 1946; Nr. 53, SCHLOSS 1979; Nr. 55, LANG 1973) am Niederrhein (Nr. 34, REHAGEN 1964), im Münsterland (Nr. 26, REHAGEN 1964; Nr. 28, POTT 1984) und in Südwest-Niedersachsen (Nr. 19, ISENBERG 1979; Nr. 18, 21 u. 22, KRAMM 1978) zu nennen. Wenn auch im südöstlichen Niedersachsen (Nr. 29, CHEN 1982) und in der Mark Brandenburg (Nr. 15, MÜLLER 1966) *Juglans* nachgewiesen werden konnte, so wird doch deutlich, daß vor allem das westliche Mitteleuropa, im Kontaktbereich mit den römischen Machtgrenzen, den wesentlichen Verbreitungsimpuls zu dieser Zeit erhält. Möglicherweise zeigt mit der Einführung des Weinbaus auch der Obstanbau und somit die Kultur der bei den Römern geradezu als Delikatesse geschätzten Walnuß (s. BROTHWELL 1984) einen ausgesprochenen Aufschwung, während vergleichsweise in der vorrömischen Zeit die Obstkultur hierzulande keinen allzu hohen Stand einnahm (s. auch WILLERDING 1979b).

Für das Mittelalter ist festzustellen, daß fast 2/3 der Profilstellen einen positiven Fundbeleg für diese Epoche aufweisen. Vielerorts kann die Kontinuität seit der römischen Kaiserzeit (Nr. 19, 21, 22, 29, 34, 45, 47, 52 u. 53) über die Völkerwanderungszeit hinweg (in nachweislicher Datierung: Nr. 18, 22 und 34) bis zum Mittelalter belegt werden.

Die Kulturkontinuität zur römischen Epoche ist letztlich durch die Christianisierung des Nordens mit dem Bezug zum Zentrum Rom und der Renovation der Reichsidee (im Sinne des nunmehr „Heiligen Römischen Reiches“) erhalten geblieben. Die mediterrane Tradition und der dadurch bestimmte Erfahrungshintergrund der monastischen Gründungen hat bei der gleichzeitigen Übernahme von praktischer Erschließungsarbeit auch die Gartenkultur in Mitteleuropa restaurieren bzw. weiterentwickeln können. Bekanntlich übernahm Karl d. Gr. die in den Gärten der Klöster und Kirchengüter gepflegte Praxis der Gartenkultur und des Obstanbaus und machte sie in den Capitularien, 795, für die Bewirtschaftung der Staatsgüter, seinen Krongütern, verpflichtend. In dem Verzeichnis ist auch der Walnußbaum aufgeführt. Die „welsche Nuß“ (*Nux gallica*) erfährt sodann allgemeine und zunehmende Verbreitung. Auch im Umland der Städte gelangt der Obstanbau im übertragenen Sinne der Wortbedeutung „zur vollen Blüte“. Denn der Gartenbau, da er aus der strengen, allgemeinen Feldordnung herausgenommen war, gestattete den Bauern eine freiere Erwerbsgestaltung, so daß der Obsthöcker auf den Märkten der Städte besonders lukrativ war. Walnüsse zeigten sich insbesondere marktfähig, da sie lagerbar sind. Zudem bot das Fruchtfleisch, die Blätter und das Stammholz vielerlei Nutzen (s. HEGI 1958).

Erste Nachweise von *Juglans* überhaupt beginnen fast in der Hälfte aller Untersuchungen erst in den mittelalterlichen Proben. Differenziert man nach Früh-, Hoch- und Spätmittelalter, so tritt die Häufigkeit des positiven Belegs für das Hochmittelalter besonders deutlich hervor. Sie ist mehr oder weniger doppelt so hoch wie für das Frühmittelalter (38 : 17) und das Spätmittelalter (38 : 21). Es ist nicht erstaunlich, daß *Juglans regia* für diese Epoche so häufig repräsentiert ist, wissen wir doch aus anderen ethnobotanischen Arbeiten, v. a. den Großrestanalysen (s. Übersicht bei WILLERDING 1979a), vom Gebrauch der Walnuß in dieser Zeit. Im Vergleich zu den älteren, aber auch jüngeren Abschnitten in den Pollendiagrammen läßt sich überdies feststellen, daß der Zeitbereich des Mittelalters überhaupt die maximale Verbreitung von *Juglans regia* aufweist. Das ist nicht nur aus der allgemeinen Funddichte der zahlreichen positiv belegten Profile – allein 1/3 der in der Übersichtskarte aufgeführten Profilstellen zeigen Diagramme, in denen ausschließlich für den mittelalterlichen Zeitabschnitt der Walnußbaum aufgeführt ist – sondern auch aus der detaillierten Überprüfung der einzelnen Diagramme abzuleiten. Berücksichtigt man nur Diagramme, deren stratigraphischer Bezug zum pollenaufnehmenden Torfkörper keine erosiven Verzerrungen bzw. Stauchungen oder gar Dekapitationen der obersten, jüngsten Schichten in Rechnung zu stellen hat, so zeigen darin die mittelalterlichen Abschnitte in der Regel im Vergleich zu

neuzeitlichen Proben die größere Belegdichte. Bei den nicht selten spärlichen Zahlen von *Juglans*-Pollenfunden ist eine direkte quantitative Differenzierung in den meisten Fällen statistisch unsicher. Allein die Kontinuität der grundsätzlichen Nachweise über eine längere Zeitspanne machen das vergleichsweise gehäufte Vorkommen im Mittelalter wahrscheinlich.

Es gilt festzuhalten, daß es nicht zwingend anzunehmen ist, daß der Walnußbaum in historischer Zeit erst in Mitteleuropa eingeführt werden mußte, aber die eigentliche Kultivierung von *Juglans regia* entspringt wohl der antiken, namentlich römischen Tradition, die möglicherweise erst hier im Mittelalter zur vollen Blüte gelangte.

## 5. Zusammenfassung

Die Diskussion um Herkunft und Verbreitungsgeschichte des Walnußbaumes wird eingangs zusammenfassend dargestellt. Im Hinblick auf den Nachweis von *Juglans regia* in Mitteleuropa wurden die Diagramme bislang veröffentlichter Pollenanalysen aus diesem Raum systematisch ausgewertet. In einer Übersichtskarte sind die Profilstellen mit positivem Nachweis eingetragen, die jeweilige Zeitstellung in einem entsprechenden Sektorenraster vermerkt. Die Bewertung der Fundsituation wird kritisch beleuchtet. So werden auch Möglichkeiten der pollenmorphologischen Differenzierung von *Juglans*-Varietäten überprüft. Die Übersicht der Datierungen der bisherigen *Juglans*-Pollennachweise macht deutlich, daß bereits in vorrömischer Zeit mit dem Walnußbaum in Mitteleuropa zu rechnen ist. So zeigen sich pollenanalytisch erste Spuren in neolithischen Schichten. Für die Annahme einer spontanen, vom Menschen unabhängigen Verbreitung, gibt es keine zwingende Begründung. Insgesamt sind positive Befunde in dieser Zeitstellung noch zu spärlich, als daß gesicherte Erkenntnisse abgeleitet werden könnten. Das gilt auch angesichts der noch wenigen Pollendiagramme, die *Juglans* bronze- und früheisenzeitlich aufführen. Eine deutliche Häufung der positiven pollenanalytischen Belege zeigt sich erst nach der Zeitwende. Dabei sind es vor allem die westlichen Profilstellen, die zur römischen Kaiserzeit *Juglans*-Pollen aufweisen. Nicht nur eine Übernahme der Tradition sondern auch eine Intensivierung der Kultur des Walnußbaumes wird in mittelalterlichen Abschnitten offensichtlich. In dieser Epoche ist *Juglans* selbst im Vergleich zu neuzeitlichen Proben stärker vertreten.

## 6. Literatur

- ATHANASIADIS, N. (1975): Zur postglazialen Vegetationsentwicklung von Litochoro Katerinis und Pertouli Trikalon (Griechenland). - *Flora* **164**: 99-132.
- AVERDIECK, F. R. (1957): Zur Geschichte der Moore und Wälder Holsteins. Ein Beitr. zur Frage der Rekurrenzflächen. - *Nova Acta Leopoldina* **19** (130): 5-113.
- , (1978): Palynologischer Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Großen Plöner Sees und der Vegetation seiner Umgebung. - *Archiv f. Hydrobiol.* **83**: 1-46.
- BEHRE, K. E. (1970): Die Entwicklungsgeschichte der natürlichen Vegetation im Gebiet der unteren Ems und ihre Abhängigkeit von den Bewegungen des Meeresspiegels. - *Probl. d. Küstenforschg. im südl. Nordseegebiet* **9**: 13-48.
- , (1976): Beginn und Form der Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland nach pollenanalytischen Untersuchungen in Ostfriesland. - *Neue Ausgr. u. Forschg. in Niedersachsen* **10**: 197-244.
- BERTSCH, K. (1951): Der Nußbaum (*Juglans regia* L.) als einheimischer Waldbaum. - *Veröff. d. Württ. Landesstellen f. Naturschutz und Landschaftspf.* **20**: 65-68.
- BERTSCH, K. & Fr. (1947): *Geschichte unserer Kulturpflanzen*. - Stuttgart.

- BEUG, H.-J. (1962): Pollen analytical arguments for plant migration in South Europe. - *Pollen et Spores* 4 (2): 233-334.
- BOTTEMA, S. (1974): Late Quaternary Vegetation History of North-Western Greece. - Groningen.
- , (1980): On the history of the Walnut (*Juglans regia* L.) in Southeastern Europe. - *Acta Bot. Neerl.* 29 (5/6): 343-349.
- BRANDE, A. (1978/79): Die Pollenanalyse im Dienste der landschaftsgeschichtl. Erforschg. Berlins. - *Berliner Naturschutzblätter* 65/66: 435-443.
- BROTHWELL, P. & R. DON (1984): Manna und Hirse, eine Kulturgeschichte der Ernährung. - *Kulturgeschichte der Antiken Welt* 21: 316.
- BURRICHTER, E. (1969): Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. - *Abh. Landesmus. f. Naturk. Münster* 31 (1): 3-60.
- CANDOLLE, A. de (1884): *Der Ursprung der Culturpflanzen.* - Leipzig.
- CHEN, Su-hwa (1982): Neue Untersuchungen über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte im Gebiet zwischen Harz und Leine. - *Diss. Göttingen.*
- DIOSCORIDES (1. Jhdt. n. Chr.): *Pedanius Dioscuridis Anazarbei de materia medica.* - Libri V, ed. M. WELLMANN (Berolini 1907-1914).
- ERDTMAN, G. (1966): *Pollenmorphology and Plant Taxonomy, Angiosperms. An Introduction to Palynology, I.* - New York/London.
- FAEGRI, Kn. & J. IVERSEN (1964): *Textbook of Pollen Analysis.* - Kopenhagen.
- FIRBAS, F. (1931): Über die Waldgeschichte der Süd-Sevennen und über die Bedeutung der Einwanderungszeit für die nacheiszeitliche Waldentwicklung der Auvergne. - *Planta* 13 (4): 643-664.
- , (1949): *Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Allg. Waldgeschichte, Bd. 1.* - Jena.
- FIRBAS, F., G. GRÜNGIG, I. WEISCHEDEL & G. WORZEL (1946): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Vogesen. - *Nachr. Akad. Wiss. Göttingen*, 8-10.
- FIRBAS, F. & M. v. ROCKOW (1956): Zur Geschichte der Moore und Wälder im Fichtelgebirge. - *Forstwiss. Centralbl.* 75 (9/10): 367-380.
- GRONBACH, G. (1961): Pollenanalytische Untersuchungen zur Geschichte des Federsees und zur vorgeschichtlichen Besiedlung des Federseerieds. - *Die Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs* 2: 316-355.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1968): Einige Ergebnisse einer vegetationskundlichen Auswertung botanischer Torfuntersuchungen, besonders im Hinblick auf Sukzessionsfragen. - *Acta Bot. Neerl.* 17 (1): 59-69.
- GRÜGER, E. (1980): Das Alter des Quell-Erlenwaldes Fiekers Busch bei Rinteln an der Weser nach pollenanalytischen Untersuchungen. - *Mitt. flor.-soz. A. G.* 22, 139-144.
- HAYEN, H. (1959): Palynologische Untersuchungen zur Kappe aus Bargerfehn (Ostfriesland). - *Die Kunde* 10 (1/2): 112-126.
- HEGI, G. (1957/58): *Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. III/1. Teil.* - München.
- ISENBERG, E. (1979): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Grafschaft Bentheim. - *Abh. Landesmus. f. Naturk. Münster* 41 (2), 63 pp.
- JACOB, H. (1971): Pollenanalysen aus dem Gebiet des ehemaligen Göttwitzer See bei Mutzschen, Kr. Grimma. - *Arb.- u. Forsch.ber. z. sächsischen Bodendenkmalpflege* 19: 159-175.
- JANKOVSKA, V. (1971): The development of vegetation on the western slopes of the Bohemian-Moravian Uplands during the Late Holocene. - *Folia Geobot. Phytotax., Praha* 6 (3): 281-302.
- KARPATI, Z. (1960): Die Sorbusarten Ungarns und der angrenzenden Gebiete. - *Feddes Rep.* 62 (2/3): 91 pp.
- KEILHACK, K. & K. RUDOLPH (1929): *Naturgeschichte des Roten und Schwarzen Moores in der Rhön und Gutachten über die Beschaffenheit der Moorlager des Roten Moores.* - *Veröff. d. Zentralbl. f. Balneologie* 9: 65-92.
- KNÖRZER, K.-H. (1969): Die historischen Obstfunde aus der frühmittelalterlichen Niederungsburg bei Haus Meer, Stadt Meerbusch, Kr. Grevenbroich. - 2. Vorber. *Schriftenreihe d. Kr. Grevenbroich* 8: 133-184.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1967): *Geobotan. Unters. auf der Feddersen Wierde.* - *Feddersen Wierde* 1, 357 pp.

- KRAMM, E. (1978): Pollenanalytische Hochmooruntersuchungen zur Floren- und Siedlungsgeschichte zwischen Ems und Hase. – Abh. Landesmus. f. Naturk. Münster **40** (4), 49 pp.
- KUBITZKI, K. (1961): Zur Synchronisierung der nordwesteuropäischen Pollendiagramme (mit Beiträgen zur Waldgeschichte Nordwestdeutschlands). – Flora **150** (1): 43-72.
- LANG, G. (1954): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. I. Der Hotzenwald im Südschwarzwald. – Beitr. z. naturk. Forschg. in Südwestdeutschland **13** (1): 3-42.
- ,– (1958): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. III. Der Schurmsee im Nordschwarzwald. Ein Beitrag zur Kiefernfrage. – Beitr. z. naturk. Forschg. in Südwestdeutschland **17** (1): 20-34.
- ,– (1973): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. IV. Das Baldenweger Moor und das einstige Waldbild am Feldberg. – Beitr. z. naturk. Forschg. in Südwestdeutschland **32**: 31-51.
- LANGE, E. (1967): Zur Vegetationsgeschichte des Beerberggebietes im Thüringer Wald. – Feddes Rep. **76** (3): 205-219.
- ,– (1971): Botanische Beiträge zur mitteleuropäischen Siedlungsgeschichte. – Schriften zur Ur- und Frühgeschichte **27**: 142 pp.
- MAYER, H. (1963): Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. – München/Basel/Wien, 208 pp.
- ,– (1967): Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes (Salzburger Kalkalpen). – Forstwiss. Forsch., Beih. z. Forstwiss. Centralbl. **22**: 9-42.
- MEUSEL, H., E. JÄGER & E. WEINERT (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. – Jena.
- MOORE, P. D. & J. A. WEBB (1978): An Illustrated Guide to Pollen Analysis. – London/Sidney/Auckland/Toronto, 133 pp.
- MÜLLER, H.-M. (1966): Beiträge zur Vegetationsentwicklung auf dem Mönchsheider Sander bei Chorin. – Archiv f. Forstwesen **15**: 857-867.
- ,– (1971): Untersuchungen zur holozänen Vegetationsentwicklung im Süden von Berlin. – Petermanns Geogr. Mitt. **11**: 37-45.
- NEUWEILER, E. (1905): Die prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas. – Botan. Exk. u. pflanzengeogr. Stud. in d. Schweiz **6**.
- POTT, R. (1984): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Borkenberge bei Haltern in Westfalen. – Abh. Landesmus. f. Naturk. Münster **46** (2): 28 pp.
- RADKE, G. J. (1973): Landschaftsgeschichte u. -ökologie des Nordschwarzwaldes. – Hohenheimer Arbeiten, Reihe: pflanzl. Produktion **68**, 121 pp.
- RAUSCH, K.-A. (1975): Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Inn-Chiemseegletschers. – Flora **164**: 235-282.
- REHAGEN, H. W. (1964): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Niederrheingebietes und Westmünsterlandes. – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. **12**: 55-96.
- REINHARDT, L. (1911): Kulturgeschichte der Nutzpflanzen. Die Erde und die Kultur, Bd. IV/1. Hälfte. – München.
- RYBNIČKOVA, E. (1966): Pollen-analytical Reconstruction of Vegetation in the Upper Region of the Orlicke hory Mountains, CSSR. – Folia Geobot. Phytotax., Praha **1** (4): 289-310.
- SCHLOSS, S. (1979): Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen im Sewensee. Ein Beitrag zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der Südvogesen. – Dissertationes Botanicae **52**, Vaduz, 138 pp.
- SCHMEIDL, H. (1962a): Pollenanalytische Untersuchungen. – Erl. z. Geol. Karte von Bayern 1:250 000, Bl. 7536 (Freising Nord): 58-70.
- ,– (1962b): Der bronzezeitliche Prügelweg im Agathazeller Moor. – Bayerische Vorgeschichtsblätter **27**: 131-142.
- ,– (1969): Beitrag zur spätglazialen Vegetations- und postglazialen Waldentwicklung im südlichen Oberpfälzer Wald. – Erl. z. Bodenkarte von Bayern 1: 250 000, Bl. 6640 (Neunburg vorm Wald): 103-113.
- SCHMEIDL, H. & G. KOSSAK (1967/68): Archäologische u. paläobotanische Untersuchungen an der „Römerstraße“ in den Rottauer Filzen. – Jb. Bayerische Bodendenkmalpfl. **8/9**: 9-36.

- SCHMITZ, H. (1951): Die Zeitstellung der Buchenausbreitung in Schleswig-Holstein. - Forstwiss. Centralbl. **70**: 193-203.
- , (1962): Zur Geschichte der Waldhochmoore Südost-Holsteins. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, **37**: 207-222.
- SCHNARRENBERGER, W. (1891): Die Pfahlbauten des Bodensees. - Konstanz.
- SCHNEEKLOTH, H. (1963): Das Weiße Moor bei Kirchwalsede (Kreis Rotenburg/Hannover). - Beih. Geol. Jb. **55**: 105-138.
- SCHÖNBERG, F. (1917): Der Walnußbaum, seine Anzucht und Pflege. - Stuttgart, 77 pp.
- STONE, D. E. & C. R. BROOME (1975): Juglandaceae. - World Pollen and Spore, Flora **4**, 35 pp.
- STRAKA, H. (1970): Arealkunde, floristisch-historische Geobotanik. - Stuttgart, 478 pp.
- TRAUTMANN, W. (1962): Natürliche Waldgesellschaften und nachwärmezeitliche Waldgeschichte am Nordwestrand der Eifel. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, **37** (Festschr. Firbas): 250-266.
- WEISGERBER, L. (1955): Nux Gallica. - Indogerman. Forschungen **62**: 33-61.
- WERNECK, H. L. (1953): Die Formenkreise der bodenständigen Wildnuß in Ober- und Niederösterreich. - Verh. d. Zoolog. Bot. Ges. Wien **93**: 112-119.
- , (1963): Die Kulturpflanzen aus den Grabungen am Magdalensberg. - Carinthia I **153**: 112-128.
- WIERMANN, R. (1962): Botan.-moorkundliche Untersuchungen in Nordfriesland Meyniana **12**: 97-146.
- WILLERDING, U. (1979a): Botanische Beiträge zur Kenntnis von Vegetation und Ackerbau im Mittelalter. - Geschichtswissenschaft und Archäologie, Votr. u. Forschg. **22**: 271-353.
- , (1979b): Zum Ackerbau in der jüngeren vorrömischen Eisenzeit. - Archaeo-Physika **8** (Festschr. M. Hopf): 309-330.
- WILLUTZKI, H. (1962): Zur Waldgeschichte und Vermoorung sowie über Rekurrenzflächen im Oberharz. - Nova Acta Leopoldina **25** (100), 52 pp.
- WUNDERLICH, H. G. (1976): Wohin der Stier Europa trug. - Hamburg, 352 pp.

Anschrift des Verfassers: Dr. Erwin Isenberg, Zur Kreuzkapelle 14, D-5912 Hilchenbach



# Eine *Molinia*-Torflage als Effekt eines Moorbrandes aus dem Frühen Subboreal im Hochmoor Engbertsdijksveen (Niederlande)

Bas van Geel und Agnes A. Dallmeijer

## Summary

A *Molinia* peat layer resulting from an early Subboreal fire in the raised bog Engbertsdijksveen (The Netherlands)

Palynological studies of twelve peat sections from the former raised bog Engbertsdijksveen were carried out supplemented by observations of exposed profiles. It appeared that in the eastern part of the present bog deposits a c. 10 cm thick, early Subboreal *Molinia* peat layer was present in between *Ericales-Sphagnum* and *Scheuchzeria* peat. In profiles in the western part of the studied deposits, where the surface of the sandy subsoil lies more than 1 m lower than in the eastern part, the *Molinia* peat layer is absent.

In an earlier study, the presence of the *Molinia* peat deposit was supposed to reflect an unstable climate with sharp seasonal dry/wet fluctuations, conceivably also responsible for the elm decline at the Atlantic/Subboreal transition.

At the present stage of our knowledge the development of *Molinia* vegetation is rather attributable to a response of the stand of vegetation to a local, incidental and post-elm decline bog fire, and any suggestion of an underlying climatic cause of the dryness that enabled the fire is decidedly questionable.

## Einleitung

Zwölf Profile aus Resten des ehemaligen Hochmoores Engbertsdijksveen (Lage 52°, 28' N, 6°, 39' E; s. Abb. 1) wurden detailliert mit Hilfe von Pollen, Sporen und Makrofossilien untersucht. In zusätzlichen Freilandstudien wurden stratigraphische Profilsondierungen über mehrere hundert Meter Länge durchgeführt. Einige Ergebnisse dieser Studien sind bei VAN GEEL 1976, 1978; CASPARIE et al. 1981; BRENNINKMEIJER 1983, BRENNINKMEIJER et al. 1982 (Profil Eng.-I); DALLMEIJER 1981 (Profil Eng.-II); GORIS & KNOL 1981 (Profil Eng.-III); MIDDELDORP 1982 (Profil Eng.-V); DUPONT & BRENNINKMEIJER 1984 (Profil Eng.-VII) und WYMSTRA et al. 1984 (Profil Eng.-IB) publiziert.

In der vorliegenden Arbeit wurde auf lokale Vegetationssukzessionen während des Späten Atlantikums und des Frühen Subboreals besonderer Wert gelegt. Im Profil Eng.-I zeigte VAN GEEL (1976), daß der Ulmenabfall zeitlich zusammenfällt mit dem Beginn des Wachstums von *Molinia*-Torfen. Beide Phänomene wurden als Zeiger für klimatische Veränderungen (scharfe saisonale Trocken- und Feuchtphasenwechsel) zu Beginn des Überganges vom Atlantikum zum Subboreal gedeutet. Obendrein war die Konzentration von Torfaschen in und unter der *Molinia*-Torfschicht im Profil Eng.-I bemerkenswert hoch; diese Aschenlage wurde ursprünglich nicht als primäre Ursache für das Wachstum des *Molinia*-Torfes angesehen. Im Jahre 1976 betonte aber Dr. W. H. ZAGWIJN (Rijks Geologische Dienst, Haarlem, pers. Mitt.) den möglichen Einfluß lokaler Moorbrände für ein Wachstum von Pfeifengras auf den Mooren. Nach 1976 wurden

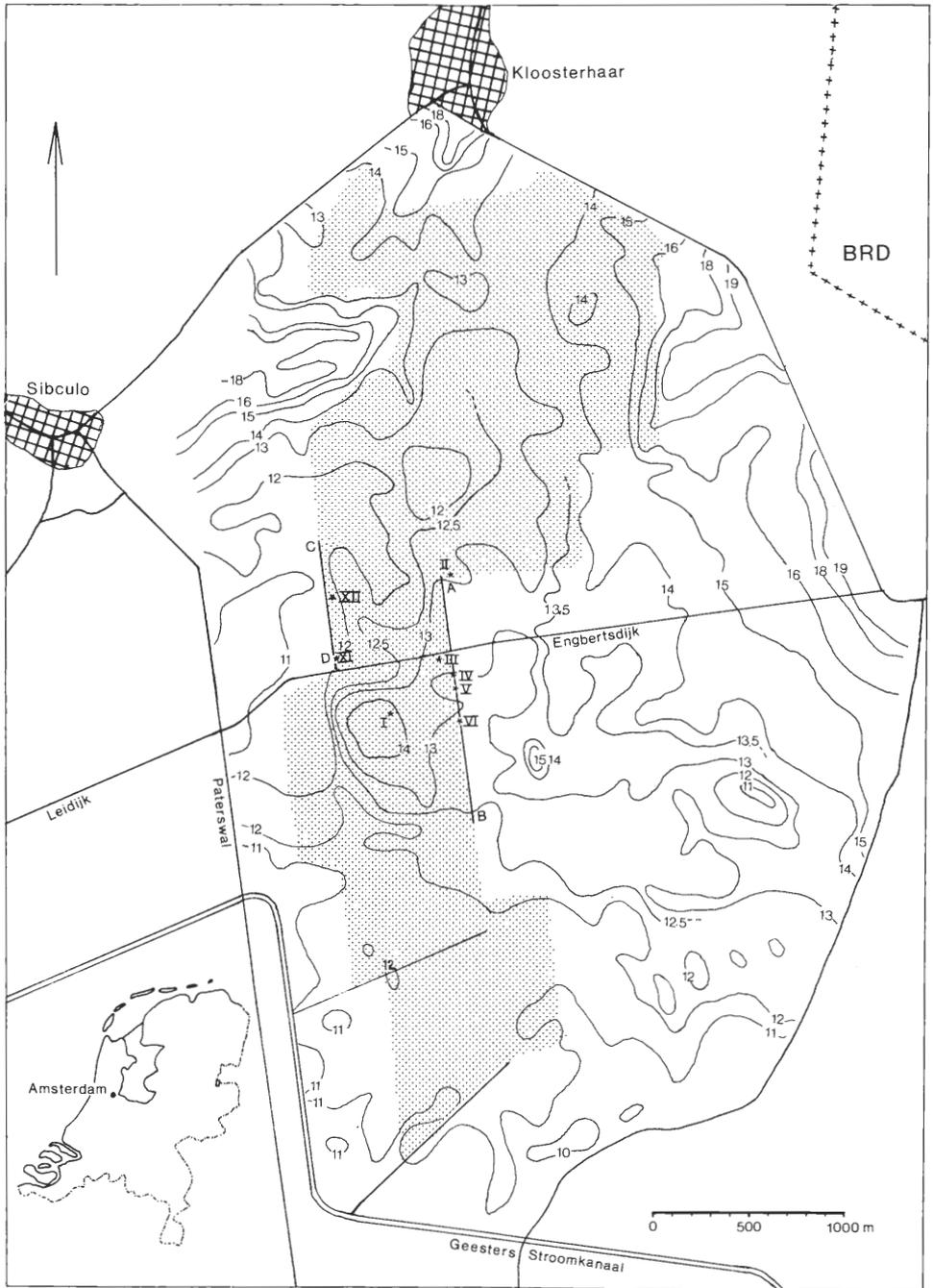


Abb. 1: Karte des Engbertsdijksveen mit augenblicklicher Grösse der Moorfleichen, den Höhenlinien des mineralischen Untergrundes (in Metern über Normalnull) und den Stellen der Probeentnahmen aus den Perioden des Atlantikums und des Frühen Subboreals.

deshalb zusätzliche Probenserien aus nord-südgerichteten Stichwänden, die durch Torfgewinnung freigelegt waren, untersucht. *Molinia*-Torflagerschichten konnten in östlich gelegenen Stichwänden des Engbertsdijksveen nachgewiesen werden (A-B), in den westlich gelegenen Stichwänden (C-D) fehlen sie aber. Die Rolle von *Molinia coerulea* als Torfbildner in den nordwesteuropäischen Torflagerstätten kann somit diskutiert und eine Revision älterer paläoklimatologischer Interpretationen kann aufgrund des *Molinia*-Vorkommens im Engbertsdijksveen mit neuem Material sowie neuen Daten vorgenommen werden.

## *Molinia coerulea*-Vorkommen an moorigen Standorten, sowie holozäne Relikte und rezente Ablagerungen

Heutzutage ist *Molinia coerulea* sehr verbreitet auf entwässerten, zusammengesunkenen Hoch- und Flachmoortorfen, wo sich im Frühjahr und nach Regenperioden das Wasser sammelt. Ein Wechsel von Trockenheit und winterlicher Nässe begünstigt die Entwicklung des Pfeifengrases (MÜLLER 1968, 1973; POTT 1982); im Sommer trocknen diese Moore stark aus. ALETSEE (1967) erwähnt *Molinia* auch für lebende Hochmoore in Niedersachsen und Schleswig-Holstein, wo ihre Bestände aber als Mineralbodenwasserzeiger an den Rändern von Kolken wachsen. Gleiche Verhältnisse zeigen sich in fast allen nordwesteuropäischen Mooren (vgl. MÜLLER 1968, 1973; BURRICHTER & WITTIG 1974; WITTIG 1980; POTT 1982), wobei neben dem Wechsel von Nässe und Trockenphasen gelegentliche Brände die Entwicklung von *Molinia coerulea* begünstigen. Das Pfeifengras breitet sich unter solchen Bedingungen enorm aus und kann schließlich sämtliche anderen Arten, vor allem die des *Erico-Sphagnetum magellanicum* verdrängen. Aufgrund seiner Fähigkeit zur intensiven Remineralisation (vgl. MÜLLER 1968) werden die oberflächlichen Torfschichten nach Ansiedlung des Pfeifengrases sofort in Humus überführt. Deshalb kann *Molinia* in gewisser Weise als „Torfzehrer“ angesehen werden. So entwickeln sich aufgrund der erhöhten Remineralisation als sogenannte „hochmoorfremde Elemente“ (vgl. MÜLLER 1973) auf den nordwestdeutschen und niederländischen Mooren artenarme *Molinia*-Bestände, die ebenfalls in Süddeutschland als Pfeifengraswiesen auf entwässerten Zwischenmooren und Hochmooren des Schwarzwaldes, des Bodenseegebietes und in Oberbayern anzutreffen sind (OBERDORFER 1957).

Die synökologischen Bedingungen, unter denen *Molinia* in früheren Zeiten eine Rolle als Torfbildner gespielt hat, dürften auf dem nordwesteuropäischen Kontinent als mesotroph einzustufen sein (GROSSE-BRAUCKMANN 1964); unter extrem ozeanischen Bedingungen wächst *Molinia* beispielsweise in West-Irland sogar auf ombrotroph gebildeten Hochmooren und paßt sich diesen Verhältnissen an (JESSEN 1949, GODWIN 1956). Das Bent- oder Pfeifengras hat seinen Verbreitungsschwerpunkt somit in Pflanzengesellschaften, deren Standortbedingungen eine umfangreiche *Sphagnetum*-Torfbildung nicht mehr ermöglichten. Wenn *Molinia* erst einmal Fuß gefaßt hat, kann sie wegen ihrer relativ großen ökologischen und morphologischen Plastizität eine geraume Zeit sehr konkurrenzfähig sein und sich dann auch mit Blattstreuenschichten an der Torfbildung beteiligen (GROSSE-BRAUCKMANN 1964, 1972).

Nach MENKE (1968) hat *Molinia* des weiteren natürliche Vorkommen in wiesenartigen Gesellschaften über alluvialen Böden der Fluß- und Seemarschen. So fanden WITTE & VAN GEEL (im Druck) *Molinia*-Torf als Glied einer Oligotrophierungsreihe zwischen *Phragmites*-, und *Sphagnetum*-Ericaceentorf in einem Aufschluß von Assendelft (Provinz Nordholland). Eine andere *Molinia*-Torfschicht liegt hier in Torfmooschichten über einem eisenzeitlichen Siedlungshorizont mit mächtigen Torfaschen. In ver-

schiedenen Schichten holozäner Torflagerstätten der belgischen Ardennen fand DAMBLON (1978, 1979, 1980) Anhäufungen von *Molinia*, die nach paläoökologischen Studien durch Trockenlegungen und Feuereinwirkungen bedingt sind.

## Das Torfwachstum im Gebiet von Engbertsdijksveen unter besonderer Berücksichtigung des *Molinia*-Torfes

Die Abbildung 1 zeigt die Torf- und Profilmächtigkeiten sowie die topographische Beschaffenheit des mineralischen Untergrundes. Als Begrenzungslinie des Moorgebietes sind Torfmächtigkeiten von mehr als 0,5 m noch mit erfaßt. Das Wachstum des Moores begann in lokalen Austiefungen mit einer schrittweisen Transgression in das Umland. Ein Eindruck über die Größe der moorbedeckten Fläche, wie man ihn in den letzten Jahrhunderten vor der Abgrabung des Torfes gewinnen konnte, läßt sich nur noch mit Hilfe topographischer Karten aus der 1. Hälfte des 18. Jahrhunderts vermitteln. Diese Karten zeigen, daß Geestinseln mit Höhen über 18 m über dem Meeresspiegel, wie es in den Gegenden um Sibculo, Kloosterhaar und im Gebiet um die Ortschaft Striepe (Grafschaft Bentheim) der Fall ist, inselartig aus den zusammenhängenden Moorflächen herausragten. Sie waren zur damaligen Zeit aber schon mit einem Wegenetz untereinander verbunden. Zur Zeit ist nur noch ein kleiner Teil des ehemaligen Moores als Naturschutzgebiet mit einer Größe von ca. 700 Hektar erhalten.

Die Basislagen der Moorprofile Eng.-I, II, III, IV, V und VI befinden sich in Meereshöhen von 12,5-14 m. Die Profile Eng.-XI und XII wurden entlang einer langen Nord-Südstichwand im westlichen Teil des Moores entnommen. Die Basislagen liegen hier zwischen 11,5 und 12 m NN.

Tab. 1: <sup>14</sup>C-Daten (GrN: Groningen-<sup>14</sup>-Laboratorium)

Lab. Nr.	Höhe über dem Sandboden in cm	Radiocarbon-Alter	
		Jahre B.P.	Jahre v. Chr.
Profil Eng.-I (van Geel, 1978)			
GrN-6871	52	3835 ± 35	1885 ± 35
GrN-6817	43	3945 ± 35	1995 ± 35
GrN-6815	34	4815 ± 40	2865 ± 40
GrN-7305	1	6225 ± 45	4275 ± 45
Profil Eng.-II (Dallmeijer, 1981)			
GrN-9437	88	3890 ± 75	1940 ± 75
GrN-9436	86	3845 ± 35	1895 ± 35
GrN-9435	82	3945 ± 55	1995 ± 55
GrN-9434	80	4030 ± 55	2080 ± 55
GrN-9433	77	4125 ± 40	2175 ± 40
GrN-9432	73	4800 ± 60	2850 ± 60
GrN-9431	68	4915 ± 60	2965 ± 60
GrN-9430	1	6535 ± 35	4585 ± 35

Die <sup>14</sup>C-Daten zeigen ein Moorwachstum, das bei 6200 B.P. im Profil von Eng.-I seinen Anfang hat; und um 6500 B.P. im Profil von Eng.-II. Allerdings liegt im letzteren Fall die Moorbasis etwa 1 Meter tiefer als im Profil von Eng.-I. Aus den Basislagen der anderen Probenstellen sind leider keine Radiocarbonatierungen verfügbar. Das Relief des pleistozänen Sanduntergrundes und die pollenstratigraphischen Befunde machen aber einen Wachstumsbeginn des Moores an den Profilstellen Eng.-III, IV, V und VI zur gleichen Zeit zwischen 6500 und 6200 B.P. wahrscheinlich. Der Beginn des Torfwachstums in den Profilen Eng.-XI und XII kann palynologisch in die Periode des Frühen

Atlantikums datiert werden. *Molinia*-Torf gab es in der Stichwand beider Profile aber nicht.

Abb. 2 zeigt eine Auswahl wichtiger Daten aus den Profilen Eng.-I und II, die repräsentativ für das Gebiet mit *Molinia*-Torfschichten sind. Die sandige Basis von Eng.-I liegt bei 14 m NN und in Eng.-II bei 13 m über NN. Das Moorswachstum ist in einer stratigraphischen Säule dargestellt (Abb. 2), wobei oberhalb des *Molinia*-Torfes eine 12-20 cm mächtige *Scheuchzeria*-Lage zu finden ist, die im gesamten Gebiet ab 3900 B.P. gewachsen ist. Im Stratigramm sind auch die Makroresteanteile des Pfeifengrases dargestellt. Auf Höhe der *Molinia*-Torfschicht zeigen auch die Pollenfrequenzen der Gramineae maximale Werte, zusätzlich sind Pollenspektren von *Ulmus* und *Plantago lanceolata* angeführt. Im Prof. Eng.-II zeigen die *Ulmus*-Pollen einen deutlichen Abfall gegen 5000 B.P. und *Plantago lanceolata* erscheint von dieser Zeit an. Beide Phänomene, die in NW-Europa typisch für den Übergang vom Atlantikum zum Subboreal sind, konnten etwa 12 cm unterhalb der *Molinia*-Torflage nachgewiesen werden. Im Profil Eng.-I liegen Ulmenabfall und gleichzeitiges erstes Auftreten von *Plantago lanceolata* an der Basis der lokalen *Molinia*-Schicht, was scheinbar eine zeitliche Koinkidenz aufweist. Nach den Torfaschen zu schließen, haben ziemlich mächtige Moorschichten gebrannt. Das Wachstum des *Molinia*-Torfes im Profil Eng.-I in einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Ulmen-Abfall und diese Erscheinungen in eine absolute Koinkidenz zu bringen, war sicherlich nicht ganz richtig (vgl. VAN GEEL 1976). Dieses Phänomen und die allmähliche Entwicklung des Moores wird durch Abb. 3 verdeutlicht.

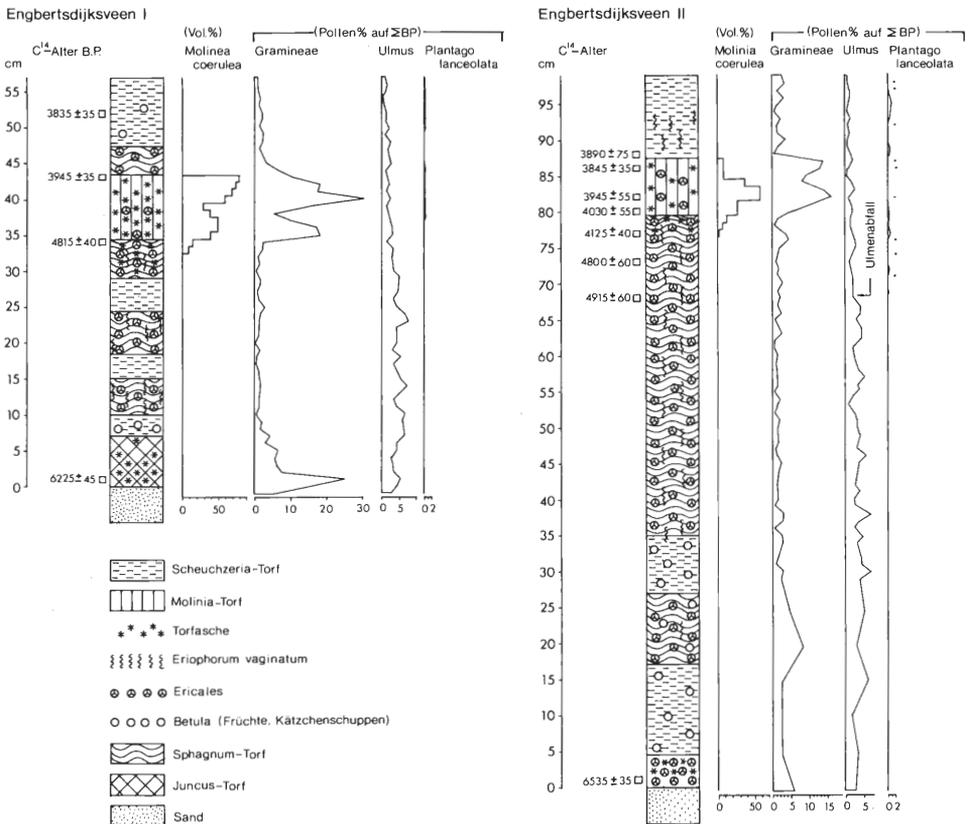


Abb. 2: Auswahl wichtiger Daten aus den Profilen Eng.-I und Eng.-II.

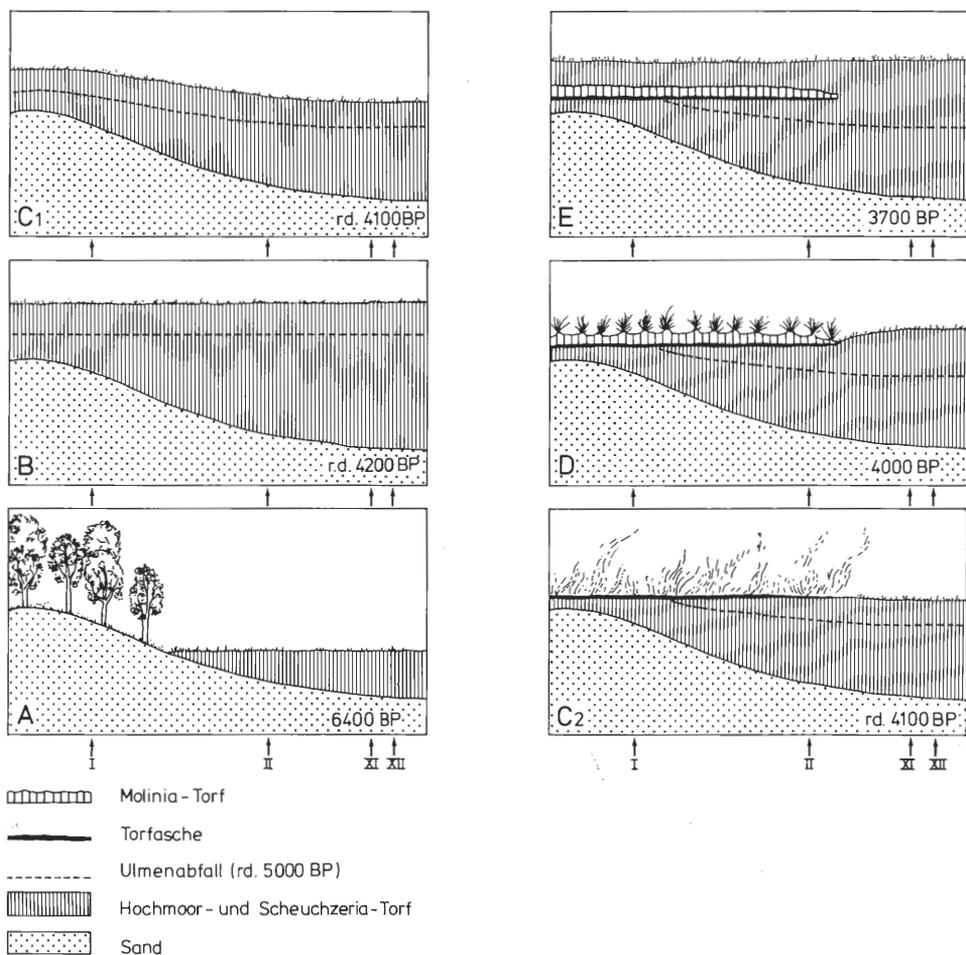


Abb. 3: Skizzen von sechs Sukzessionsstadien in der Moorentwicklung nahe dem Engberstdijk während des Atlantikums und des Frühen Subboreals: eine vorläufig vereinfachte Rekonstruktion.

#### Abschnitt A: 6400 B.P.

Das Moorwachstum begann in lokalen Austiefungen des Gebietes (rechte Seite der Skizzen) mit Vegetationsbeständen von *Juncus effusus*, dem eine von *Scheuchzeria*, Ericaceen- sowie von Sphagnaceen dominierte Vegetation folgte.

#### Abschnitt B: ca. 4200 B.P.

Auch höher gelegene Bereiche sind mit Torflagerstätten bedeckt. Der zeitgleiche Ulmenabfall (5000 B.P.) tritt im gesamten Gebiet auf.

#### Abschnitt C1 und C2: gegen 4100 B.P.

Durch bislang unbekannte Ursachen wurde das Moor oberflächlich abgetrocknet und sackte infolgedessen ab. Die Oberfläche sank dabei über den Moorbildungszentren

an den mächtigsten Stellen am stärksten in die Tiefe. Dagegen trockneten die dünneren Torfdecken über den Erhebungen im sandigen Untergrund stärker aus, als es bei den Torfschichten über den Moorbildungszentren der Fall war (Abschnitt C1). In dieser Situation bewirkte der Moorbrand (Abschnitt C2) gerade in den Torfdecken über den Sandrücken eine Reduktion der Moorschichten und führte zu einer 2 cm dicken Torfascheschicht.

#### Abschnitt D: 4000 B.P.

Nach dem Moorbrand siedelte aufgrund der günstigen Standortbedingungen infolge der Mineralisationen des organischen Materials *Molinia coerulea* auf der Torfascheschicht. Wegen der geringen Wasserspeicherkapazität des Pfeifengrases vernäßten die Mooroberflächen während des Herbstes und im Winter; zur Zeit des Frühlings wuchsen filamentöse Algen der Gattung *Mougeotia* im seichten Wasser (VAN GEEL 1978).

#### Abschnitt E: 3700 B.P.

Nach der Zeit um 3900 B.P. konnte die minerotraphente *Molinia* sich im Moor nicht länger halten und die oligo- und ombrotraphenten *Scheuchzeria*- und *Sphagnum*-Elemente bildeten mit den hochmooreigenen Ericaceen erneut die Vegetation im Engbertsdijksveen.

## Diskussion und Zusammenfassung

<sup>14</sup>C-Daten von Schichten direkt unter einer *Molinia*-Torflage im Engbertsdijksveen zeigen offenbar eine Vermischung von älteren Torfen und jüngeren *Molinia*-Wurzeln, so daß die Radiocarbonaten GrN-9433 und GrN-6815 sehr zweifelhaft sind. Trotz dieser Komplikation erlauben die anderen <sup>14</sup>C-Daten in Verbindung mit den Ergebnissen von Großrestanalysen und den Pollenspektren der Gramineae, von *Ulmus* und *Plantago lanceolata* (mit zusätzlich stratigraphischen Untersuchungen) folgende Schlüsse für das lokale Moornwachstum von Engbertsdijksveen:

- Gegen 4100 B.P. trocknete das Moor stellenweise aus\* und sackte ab, wobei durch einen Moorbrand über eine Länge von 1,5 km der anstehende Torf in Asche umgewandelt wurde. Diese Ascheschicht läßt sich nachweisen.
- Im vorliegenden Fall von Engbertsdijksveen war die Aschenlage so mächtig und die Remineralisation so umfangreich, daß das minerotraphente Bentgras (*Molinia coerulea*) sich für eine Phase von etwa 200 Jahren (4100-3900 B.P.) auf dem Moor ansiedeln konnte. An höher gelegenen Stellen über erhöhten Sandsubstraten, wie im Profil Eng.-I, verbrannte das Moor zu einer ziemlich mächtigen Aschenlage; diese Ascheschicht liegt auf Torfdecken des Späten Atlantikums. In Moortalagen mit mächtigeren Torfdecken (Eng.-II) zeigt der feuerbedingte Hiatus einen späteren Zeitraum; die *Molinia*-Decke liegt auf einer Torfschicht des frühen Subboreals. Spätere Zersetzungsprozesse einer etwa 10 cm dicken Schicht unter dem *Molinia*-Torf können durch extrem hohe Pollenkonzentrationen zusätzlich nachgewiesen werden (vgl. MIDDELDORP 1982, Profil Eng.-V). Dieser Torf wurde unter recht feuchten Bedingungen mit *Sphagnum*, *Rhynchospora alba* und *Erica tetralix* gebildet.

\* Eine sehr wirksame Trockenlegung durch Erosionsrinnen nach einem Moorausbruch (Moorausblütung, vgl. CASPARIE 1969 und OVERBECK 1975 ist ein möglicher Grund. Es gibt aber keinen positiven Hinweis auf derartige Phänomene. Moorausbrüche sind nur bekannt aus Weißtorflagerstätten des Subatlantikums (W. A. Casparie, Groningen, pers. Mitt.).

Diese stratigraphischen Unterschiede in einem Moor und die unterschiedlichen Intensitäten des Rückganges von *Ulmus*-Spektren zur Zeit der Moorbrandlagen und an der Basis derselben, die bei VAN GEEL (1976, 1978) in einen ursächlichen lokalklimatischen Zusammenhang gebracht wurden, können nach den neuen Untersuchungen differenziert betrachtet werden. Die zeitliche Koinzidenz des Ulmenabfalles mit dem Beginn des *Molinia*-Torfwachstums ist offenbar durch den brandbedingten Hiatus vorgetäuscht.

#### Danksagungen

Die Autoren danken den Behörden des „Staatsbosbeheer“ für die Möglichkeit zur Geländearbeit sowie für die Erlaubnis der Probenentnahmen im Naturschutzgebiet Engbertsdijksveenen.

Herrn Dr. RICHARD POTT danken wir für die kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie für die Übersetzung in die deutsche Sprache.

#### Literatur

- ALETSEE, L. (1967): Begriffliche und floristische Grundlagen zu einer pflanzengeographischen Analyse der europäischen Regenwassermoorstandorte. - Beitr. Biol. Pflanzen **43**: 117-283.
- BRENNINKMEIJER, C. A. M. (1983): Deuterium, Oxygen-18 and Carbon-13 in tree rings and peat deposits in relation to climate. - Thesis, Rijksuniversiteit Groningen.
- BRENNINKMEIJER, C. A. M., B. VAN GEEL & W. G. MOOK (1982): Variations in the D/H and  $^{18}O/^{16}O$  Ratios in cellulose extracted from a peat bog core. - Earth Planet. Sci. Lett. **61**: 283-290.
- BURRICHTER, E. & R. WITTIG (1974): Das Hündfelder Moor, seine Vegetation und seine Bedeutung für den Naturschutz. - Abhandl. Landesmus. f. Naturk. **36** (3): 3-20. Münster.
- CASPARIE, W. A. (1969): Bult- und Schlenkenbildung in Hochmoortorf. - Vegetatio **19**: 146-180.
- CASPARIE, W. A., B. VAN GEEL & D. TEUNISSEN (1981): Stratigraphical description of the peat sections in the northeastern Netherlands analysed for D/H ratios. - Appendix B, p. 96-120 in: C. M. VAN DER STRAATEN (1981): Deuterium in organic matter. Thesis, Rijksuniversiteit Groningen.
- DALLMEIJER, A. A. (1981): De vegetatieontwikkeling in het Engbertsdijksveen rond de overgang Atlanticum-Subboreaal. - Intern Rapport. Hugo de Vries-Laboratorium, Universiteit van Amsterdam.
- DAMBLON, F. (1978): Etudes paléo-écologiques de tourbières en haute ardenne. - Min. Agr., Adm. Eaux et Forêts, Serv. Cons. Nat. **10**: 1-145.
- , (1979): Les relations entre la végétation actuelle et les spectres polliniques sur le plateau des Hautes Fagnes (Ardenne, Belgique). - Lejeunia, N. S. **95**: 1-65.
- , (1980): Recherches paléo-écologiques sur le problème de la dégradation des Hautes Fagnes Belges. Hautes Fagnes **1**: 9-29.
- DUPONT, L. M. & C. A. M. BRENNINKMEIJER (1984): Palaeobotanic and isotopic analysis of late Subboreal and early Subatlantic peat from Engbertsdijksveen VII, The Netherlands. - Rev. Palaeobot. Palynol. **41**: 241-271.
- GEEL, B. VAN (1976): A paleoecological study of Holocene peat bog sections, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. - Thesis, Universiteit van Amsterdam.
- auch publiziert als:
- , (1978): A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands. - Rev. Palaeobot. Palynol. **25**: 1-120.
- GODWIN, H. (1956): The History of the British Flora. - Cambridge University Press. 383 p.
- GORIS, M. & M. G. KNOL (1981): Verslag van de sectie Engbertsdijksveen III. - Intern Rapport. Hugo de Vries-Laboratorium, Universiteit van Amsterdam.

- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1964): Einige wenig beachtete Pflanzenreste in nordwestdeutschen Torfen und die Art ihres Vorkommens. – *Geol. Jb.* **81**: 621-644.
- ,– (1972): Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. I: Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Merkmale. – *Telma* **2**: 19-55.
- JESSEN, K. (1949): Studies in Late Quaternary deposits and Flora-History of Ireland. – *Proc. Royal Irish Acad.* Vol. **52**, section B, no. 6: 85-290.
- MIDDELDORP, A. A. (1982): Pollen concentration as a basis for indirect dating and quantifying net organic and fungal production in a peat bog ecosystem. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* **37**: 225-282.
- MÜLLER, K. (1968): Ökologisch-vegetationskundliche Untersuchungen in ostfriesischen Hochmooren. – *Ber. dt. bot. Ges.* **81**: 221-237.
- ,– (1973): Ökologische und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an Niedermoorpflanzen-Standorten des ombrotrophen Moores unter Berücksichtigung seiner Kolke und Seen in N.W. Deutschland. – *Beitr. Biol. Pfl.* **49** 147-235.
- OBERDORFER, E. (1957): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. – Fischer, Jena.
- OVERBECK, F. (1975): *Botanisch-geologische Moorkunde*. – Karl Wachholtz Verlag, Neumünster, 719 p.
- POTT, R. (1982): Das Naturschutzgebiet „Hiddeser Bent - Donoper Teich“ in vegetationsgeschichtlicher und pflanzensoziologischer Sicht. – *Abhandl. Landesmus. f. Naturk.* **44** (3): 108 p. Münster.
- WITTE, H. J. L. & B. VAN GEEL (1985): Vegetational and environmental succession and net organic production between 4500 and 800 B.P. reconstructed from a peat deposit in the western dutch coastal area (Assendelver Polder). – *Rev. Palaeobot. Palynol.*
- WITTIG, R. (1980): Die geschützten Moore und oligotrophen Gewässer in der westfälischen Bucht. Schriftenreihe d. Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung u. Forstplanung NW **5**, 228 p., Recklinghausen.
- WIJMSTRA, T. A., S. P. HOEKSTRA, B. J. DE VRIES & T. VAN DER HAMMEN (1984): A preliminary study of periodicities in percentage curves dated by pollen density. – *Acta Bot. Neerl.* **33**: 547-557.
- Anschriften der Verfasser: Dr. Bas van Geel, Drs. Agnes A. Dallmeijer, Universiteit van Amsterdam, Hugo de Vries-Laboratorium, Kruislaan 318, 1098 SM Amsterdam/Niederlande



# Pollenanalytische Untersuchungen im Großen Torfmoor bei Nettelstedt (Kreis Minden-Lübbecke)

Ein Beitrag zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte  
im Vorland des Wiehengebirges

Rolf Wiermann und Dorothee Schulze

## Zusammenfassung

Mehrere Profile des Großen Torfmoores bei Nettelstedt wurden pollenanalytisch bearbeitet. Mit diesen Untersuchungen soll ein Beitrag zur regionalen Vegetationsentwicklung im Bereich des Wiehengebirges und seines Vorlandes gegeben werden. Die erhaltenen Diagramme umfassen den Zeitraum vom beginnenden Postglazial (Zone V, sensu OVERBECK) bis zum jüngsten Subatlantikum (Zone XII). Wie die Analysen der Basisedimente zeigen (unveröffentlichte Ergebnisse) ist das Große Torfmoor aus einem späteiszeitlichen See entstanden.

Die naturräumliche Besonderheit der Region am Südrand der norddeutschen Tiefebene findet in den Diagrammen einen Niederschlag und kommt durch auffällige Züge im Verlauf der Pollenspektren zum Ausdruck. Wie für den übrigen Mittelgebirgsraum charakteristisch, zeigt *Alnus* zu Beginn des Atlantikums eine nur moderate Expansion. Die für die Region ungewöhnlich hohen Ulmen-Werte belegen, daß dieser Baum in den Wäldern der Wärmezeit (Zone VIII) eine bedeutende Rolle gespielt hat. Der Rückgang der Ulmen-Werte erfolgt in zwei Phasen, 4700 bzw. 3800 v. Chr. Seit der Zeit um 3800 v. Chr. dürfte *Fagus* vorgekommen sein; eine stärkere Ausbreitung des Baumes setzte um etwa 500–300 v. Chr. ein.

Die Pollenwerte von Kulturbegleitern lassen erkennen, daß mit Siedlungstätigkeit im Umfeld des Großen Torfmoores seit dem Neolithikum gerechnet werden muß. Eine Phase intensiver Siedlungstätigkeit zeichnet sich für die letzten Jahrhunderte vor Christi Geburt ab.

Der Aufbau eines fossilen Knüppeldammes, der das Moor in nord-südlicher Richtung durchzogen haben dürfte, wird beschrieben und sein Alter auf der Basis von vegetationsgeschichtlichen Befunden und von <sup>14</sup>C-Datierungen ermittelt. Danach dürfte die Anlage des Knüppeldammes um etwa 700 n. Chr. erfolgt sein.

## Einleitung

Das Große Torfmoor ist unmittelbar nördlich des Wiehengebirges zwischen Minden und Lübbecke gelegen. Es füllte ursprünglich mit seiner Fläche eine schmale wenige km breite Niederung aus, die sich längs der Flöthe und Bastau bis zur Weserniederung erstreckte.

Das Moor stellte ursprünglich einen großen Komplex von ca. 17 km Länge und etwa 2 km Breite dar. Vor mehr als hundert Jahren wurde der östliche Teil auf etwa 11 km Länge abgetorft, kultiviert und als Grünland genutzt (Mindener Wiesen). Auch das ver-

bleibende westliche Gebiet, das heutige Große Torfmoor, wurden durch Entwässerungs- und Abtorfungsmaßnahmen stark verändert. An die Stelle der ursprünglichen Hochmoorvegetation traten weitflächig Vegetationseinheiten wie Pfeifengras-Birkenbusch, feuchte Heiden u. a.

Wegen der besonderen Lage am Südrand des Nordwestdeutschen Flachlandes in unmittelbarer Nähe des Wiehengebirges war das Moor schon früh Gegenstand stratigraphischer und vegetationsgeschichtlicher Untersuchungen. Die von PFAFFENBERG (1933) für das Große Torfmoor erstellten Pollendiagramme lassen zwar die postglaziale Waldentwicklung dieses Gebietes in ihren Grundzügen erkennen, regionale Besonderheiten, insbesondere auch siedlungsgeschichtlich interessante Aspekte, sind den von ihm publizierten Diagrammen jedoch kaum oder gar nicht zu entnehmen. Immerhin lassen die für einige Baumarten ermittelten Pollenhäufigkeiten auf bemerkenswerte Besonderheiten in der Waldentwicklung dieses Gebietes schließen.

Die Lage des Moores unmittelbar am Fuße des Wiehengebirges ließ eine erneute detaillierte vegetationsgeschichtliche Bearbeitung des Moores interessant erscheinen, konnten von dieser doch wesentliche Erkenntnisse über spezifische Züge in der Vegetationsentwicklung im Gebiete des Wiehengebirges und der vorgelagerten Lößbördengebiete erwartet werden. Eine Neubearbeitung wurde auch deshalb angestrebt, um Daten über das Alter eines das Moor durchquerenden Knüppeldammes und über dessen Einbindung in die Moorentwicklung zu gewinnen.

## Methoden – Lage und Beschreibung der Profile

### 1. Entnahme und Aufbereitung der Proben

Die Torfprofile wurden in lückenloser Folge entweder im Handstich ergraben (Profil Ge-1; oberer Teil des Hauptprofils N-1, Proben 1–24; Knüppeldammprofil N-2) oder mit Hilfe eines Stechrohr-Bohrgerätes (nach USINGER\*) in Form von 100 x 5 cm Kernen geborgen. Die Proben für die Pollenanalyse wurden in der Regel in 5 cm-Abständen entnommen, sorgfältig gereinigt und mit Hilfe der für Torfe üblichen, von ERDTMAN entwickelten Acetolyse-Methode aufbereitet (s. u. a. FAEGRI und IVERSEN, 1975). Die sandhaltigen Basisproben des Hauptprofils wurden vor der Acetolyse mit 30–40 %iger Flußsäure 24 h behandelt.

### 2. Diagrammdarstellung

Bei der Darstellung der Pollendiagramme diente die Baumpollensumme (= 100 %) als Berechnungsgrundlage für alle Häufigkeits(%)angaben. Die Proben wurden auf 400–500 (Profile Ge-1 und N-2) bzw. auf in der Regel 700–1000 Baumpollen (Profil N-1) ausgezählt. In Probe 95 (Profil N-1) war der Pollen derart korrodiert, daß eine sinnvolle pollenanalytische Bearbeitung nicht möglich war. Auf die Darstellung verschiedener Nichtbaumpollen(NBP)-Kurven bzw. von Einzelfunden wurde verzichtet.

### 3. Bestimmung von Holzresten

Die Bestimmung von Holzresten, die aus dem Knüppeldamm bzw. aus den unteren Schichten des Hauptprofils stammten, erfolgte mikroskopisch auf der Basis der von GREGUS (1954, 1959) und SCHWEINGRUBER (1978) beschriebenen Kriterien.

\* Für die freundliche Hilfe bei der Bergung der Profile sei den Herren Doz. Dr. H. Usinger und Dipl. Biol. A. Wolf vielmals gedankt.

#### 4. Lage und Beschreibung der Profile

Die Profile wurden an den in Abb. 1 gekennzeichneten Lokalitäten entnommen. Das Hauptprofil N-1, durch das die weitgehend lückenlose postglaziale Moor- und Waldgeschichte dieses Raumes erschlossen werden sollte, wurde in geringer Entfernung vom Knüppeldamm geborgen; als Richtprofil sollte es der Konnektierung mit den übrigen, am Knüppeldamm entnommenen Kurzprofilen und deren besseren zeitlichen Einordnung dienen. Zur Ergänzung zu diesen im Bereich des Knüppeldammes entnommenen Profilen werden auch die Ergebnisse eines bereits 1964 pollenanalytisch bearbeiteten Profiles Ge-1 herangezogen.

##### 4.1 Nettelstedt 1 (N-1)

Topographische Karte 1 : 25000, Blatt 3618 (Hartum)

Rechts <sup>3479</sup> 66, Hoch <sup>5799</sup> 20

Stratigraphie (auf eine detaillierte Großrestanalyse wurde verzichtet, um die Torfproben für weitere mögliche Untersuchungen zu erhalten)

Tiefe in cm

- 0 - 13 dunkler, stark zersetzter Torf; sandhaltig; umfangreiche rezente Durchwurzelung (wurde pollenanalytisch nicht bearbeitet)
- 13 - 102 jüngerer *Sphagnum*torf; im oberen Teil stärker zersetzt; verschiedentlich *Eriophorum*-Reste
- 102 - 107 Schwarz-Weißtorf-Kontakt (SWK) mit zahlreichen *Eriophorum*-Resten an der Unterkante
- 107 - 441 dunkler, stark zersetzter Torf mit Ericaceen-Resten und zahlreichen *Eriophorum*-Lagen; im unteren Teil viele Farnsporangien
- 441 - 581 Niedermoor- und Bruchwaldtorf; vereinzelt Funde von *Alnus*-Holz; Farnsporangien zahlreich
- 581 - 618 Gytija; im unteren Teil mit zunehmendem Sandanteil; ab etwa 587 cm *Pediastrum* zahlreich

##### 4.2 Nettelstedt 2 (N-2) Knüppeldammprofil

Topographische Karte 1 : 25000, Blatt 3618 (Hartum)

Rechts <sup>3479</sup> 58, Hoch <sup>5799</sup> 19

Um Aussagen über den Zeitpunkt der Anlage des Knüppeldammes und über das Ende seiner Benutzung machen zu können, wurden insgesamt 5 Profile pollenanalytisch bearbeitet; davon kann hier aus Raumgründen nur ein Profil dargestellt werden. Profil N-2 wurde direkt aus der Trasse des Knüppeldammes entnommen.

Stratigraphie

Tiefe in cm

- 15 - 25 stark zersetzter und rezent durchwurzelter Torf; hoher Mineralgehalt
- 25 - 39 schwach zersetzter, jüngerer *Sphagnum*torf
- 39 - 54 stärker zersetzter Torf
- 54 - 61 Holz-/Sand-Gefüge des Knüppeldammes
- 61 - 76 stark gepreßter, blättrig spaltender Torf; Reste von *Vaccinium oxycoccus*
- 76 - 142 stark zersetzter Torf, verschiedentlich hoher Mineralgehalt

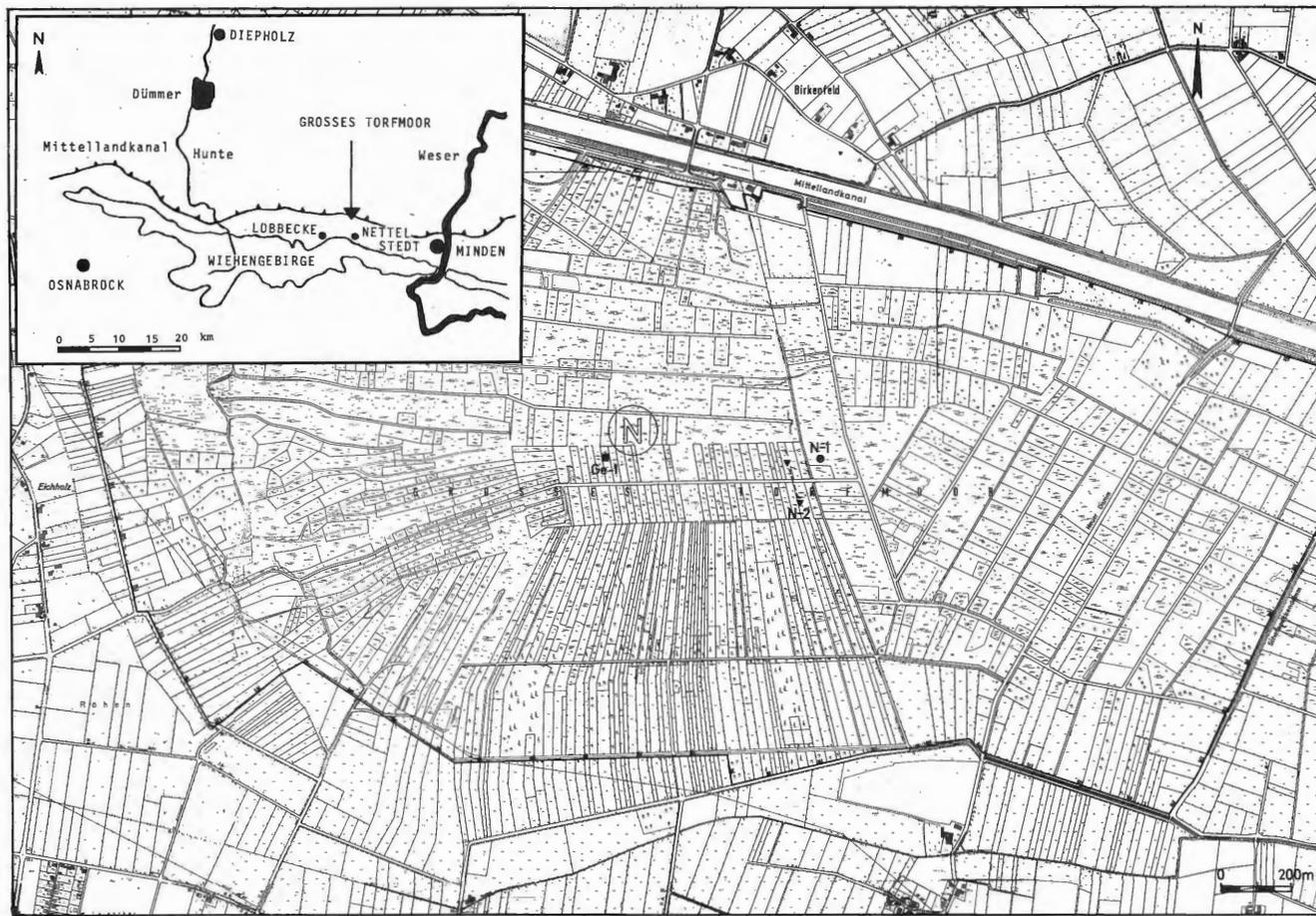


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes und der Profil-Entnahmestellen N-1, N-2 und Ge-1. ▲ ---- ▲ Verlauf des Knüppeldammes.

### 4.3. Gehlenbeck 1(Ge-1)

Topographische Karte 1 : 25000, Blatt 3618 (Hartum)

Rechts <sup>3479</sup> 13, Hoch <sup>5799</sup> 18

Stratigraphie

Tiefe in cm

- 0 - 15 dunkler, stark zersetzter Torf; sekundär durchwurzelt
- 15 - 40 heller, jüngerer *Sphagnum*torf
- 40 - 48 stark zersetzter Torf mit *Eriophorum*-Resten
- 48 - 125 heller, jüngerer *Sphagnum*torf
- 125 - 190 dunkler, stark zersetzter Torf, im oberen Teil mit einer Häufung von *Ericaceen*- und *Eriophorum*-Resten

## Ergebnisse

### 1. Gliederung der Diagramme und Aspekte der regionalen Vegetationsentwicklung (Abb. 2-5 im Anhang)

Die Gliederung der Pollendiagramme erfolgte – soweit möglich – durch Vergleich mit einer Reihe von Diagrammen aus benachbarten Gebieten, für die aufgrund ihrer Lage mit ähnlichen Tendenzen in der Vegetationsentwicklung zu rechnen ist (u. a. KRAMM 1978; POTT 1982).

Für einige pollenfloristisch markante Horizonte und Holz des Knüppeldammes wurde zusätzlich das <sup>14</sup>C-Alter ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt.\*

Die ältesten pollenführenden Sedimente des Großen Torfmoores stammen nach den Befunden orientierender Voruntersuchungen aus der Zeit des Spätglazials; Sedimente des Alleröds und der Jüngeren Dryas sind mit Sicherheit vorhanden (USINGER, schriftliche Mitteilung).

Während mit dem Profil Ge-1 nur die jüngeren Abschnitte der postglazialen Waldgeschichte erfaßt werden, reichen die untersten Proben von Profil N-1 in die frühen Phasen postglazialer Waldgeschichte zurück. Damit repräsentiert das Diagramm N-1 – wenn man von der jüngsten Zeit absieht – die gesamte Entwicklung der postglazialen Vegetationsgeschichte. Der älteste Teil des Diagrammes ist durch hohe *Betula*-Frequenzen (bis 70 %), durch *Pinus*-Werte, die um 20–35 % schwanken, sowie durch einen drastischen Rückgang des *Salix*- und des Nichtbaumpollen(NBP)-Anteils geprägt. Auf der Basis dieser Kriterien wird der untere Diagrammabschnitt dem Präboreal (Pollenzone V, sensu OVERBECK 1975) zugeordnet. Eine klare Abgrenzung zum Spätglazial vorzunehmen, ist nicht unproblematisch; denn einerseits könnte das in den basalen Proben gehäufte Vorkommen lichtliebender Pflanzen wie u. a. Vertreter der Gattungen *Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum* und *Empetrum*\*\* als Kriterium für das Vorliegen einer spätglazialen Ablagerung gewertet werden, andererseits spricht das Einsetzen der

\* Für die Durchführung der Radiokarbonbestimmungen sei den Herren Prof. Dr. M. A. Geyh (Hannover) und Prof. Dr. H. Willkomm (Kiel) vielmals gedankt.

\*\* wurde mit den Ericaceen zu den Ericales zusammengefaßt; in den unteren Proben des Diagrammes geht der Anteil der Ericales zum überwiegenden Teil auf *Empetrum* zurück.

Tab. 1: Angaben zu den an den Profilen N-1, N-2 und Ge-1 durchgeführten  $^{14}\text{C}$ -Datierungen (\*Willkomm, schriftliche Mitteilung; \*\* Daten nicht  $\delta^{13}\text{C}$ -korrigiert; \*\*\*die Transformation erfolgte an nicht  $\delta^{13}\text{C}$ -korrigierten  $^{14}\text{C}$ -Daten).

Nr. des $^{14}\text{C}$ -Laboratoriums	Bezeichnung der Probe/ Tiefe in cm	Material/ Profil	$^{14}\text{C}$ -Alter (Jahre vor 1950/B.P.)	dendrochronologisch korrigiertes Zeit- intervall
Ki 2252	Ne-I	Holz des Knüppeldammes (Profil N-2)	1240 $\pm$ 55	620 - 900 n.Chr.*
Ki 2253.03	Ne-II 324-327	Torf, Profil N-1	5760 $\pm$ 75	4670 v.Chr.*
Ki 2253.02	Ne-III 321-324	Torf, Profil N-1	5880 $\pm$ 90	4830 v.Chr.*
	Mittelwert der Proben Ne-II und Ne-III			4730 v.Chr.*
Ki 2253.01	Ne-IV 290-293	Torf, Profil N-1	5050 $\pm$ 90	3840 v.Chr.*
Hv 702-B	Ge-I/2 32,5-36,0	Torf, Profil Ge-1	950 $\pm$ 70**	950 - 1090 n.Chr.***
Hv 703-B	Ge-I/3 36,0-40,0	Torf, Profil Ge-1	850 $\pm$ 70**	1040 - 1210 n.Chr.***
Hv 704-B	Ge-I/4 40,0-42,0	Torf, Profil Ge-1	1100 $\pm$ 70**	800 - 950 n.Chr.***
Hv 705-B	Ge-I/5 42,5-46,0	Torf Profil Ge-1	1170 $\pm$ 70**	700 - 890 n.Chr.***
	Mittelwert der Proben Ge-I/4 und Ge-I/5			770 - 910 n.Chr.***
Hv 706-B1	Ge-I/6 67,5-71,0	Torf, Profil Ge-1	1400 $\pm$ 70**	510 - 650 n.Chr.***
Hv 833-BM	Ge-I/7 124,0-128,0	Torf, Profil Ge-1	1730 $\pm$ 75**	160 - 320 n.Chr.***
Hv 834-B	Ge-I/7a 120,0-124,0	Torf Profil Ge-1	1760 $\pm$ 100**	90 - 320 n.Chr.***
Hv 835-B	Ge-I/8 128,0-132,6	Torf, Profil Ge-1	1695 $\pm$ 90**	170 - 390 n.Chr.***
Hv 863-B	Ge-I/9 132,5-136,0	Torf, Profil Ge-1	1670 $\pm$ 60**	220 - 390 n.Chr.***
Hv 837-BM	Ge-I/10 147,5-151,0	Torf Profil Ge-1	2135 $\pm$ 70**	400 - 120 v.Chr.***
Hv 838-B	Ge-I/11 151,0-155,0	Torf, Profil Ge-1	2200 $\pm$ 70**	420 - 210 v.Chr.***
Hv 839-B	Ge-I/12 158,0-162,0	Torf, Profil Ge-1	2400 $\pm$ 70**	740 - 430 v.Chr.***
Hv 840-B	Ge-I/13 162,0-165,0	Torf, Profil Ge-1	2290 $\pm$ 70**	470 - 400 v.Chr.***
Hv 841-B	Ge-I/14 188,0-192,0	Torf, Profil Ge-1	2790 $\pm$ 70**	1140 - 910 v.Chr.***

absoluten *Corylus*-Pollengrenzen in den unteren bzw. die empirische Pollengrenze dieses Strauches in oberen Spektren dieses Profilabschnittes gegen eine derartige Zuordnung.

Das Alboreal (Zone VI) ist im Profil N-1 – wie in Nordwestdeutschland (NWD) allgemein – durch *Pinus* als die dominierende Baumart zu kennzeichnen. Weiterhin ist diese Zone geprägt durch eine deutliche Zunahme des *Corylus*-Anteils (Anstieg von 3,7 auf 9,5 %) und durch das Einsetzen der empirischen Pollengrenzen von *Quercus* und *Ulmus*.

In diesem und in den nachfolgenden Diagrammabschnitten treten massenhaft Farnsporen und -sporangien auf. Diese weisen auf ein lokales Vorkommen von Farnen im Bereich der Profilstelle hin. Nach standörtlichen Kriterien dürfte es sich um *Thelypteris palustris* handeln.

Während der Frühen Wärmezeit (Jungboreal, Zone VII) erfolgte die Massenausbreitung von *Corylus* sowie eine starke Expansion der Eichenmischwald-(EMW)-Komponenten *Quercus*, *Ulmus* und *Tilia*. Von *Fraxinus* konnten nur vereinzelt Pollenkörner registriert werden, die absolute Pollengrenze dieses Baumes wird in dieser Zone erreicht. Der Anteil von *Pinus* geht drastisch zurück. Der Efeu, der in dieser Zone bereits eine geschlossene Kurve aufweist, ist ein Indikator für ein zunehmend günstigeres Klima.

Mittlere Wärmezeit (Zone VIII): Die borealen und atlantischen Abschnitte der postglazialen Waldentwicklung sind durch eine Reihe tiefgreifender Veränderungen in den Pollenspektren getrennt. In der Zone VIII wurden die Vertreter des Eichenmischwaldes zu den dominierenden Arten. Sie drängten sowohl auf den nährstoffreichen Lößböden im Vorland des Wiehengebirges wie auch auf den kalk- bzw. silikalthaltigen Verwitterungsböden der Bergkette Kiefer und Hasel zurück. Mit dem Beginn der Zone setzte auch eine stärkere Expansion der Erle ein; sie zeigte aber nicht die schlagartig erfolgende Massenfaltung, wie sie aus vielen Diagrammen NWDs bekannt ist. Sie erreichte zunächst geringe, wechselnde Anteile mit Werten von 10–20 %; erst für die zweite Hälfte der Zone VIII konnten für den Baum höhere Werte registriert werden. Da ein markanter Anstieg der *Alnus*-Kurve zu Beginn der Zone nicht ausgeprägt ist, kann die Zonengrenze VII/VIII nicht eindeutig festgelegt werden. In Anbetracht der bereits sehr starken Vertretung der meisten EMW-Komponenten wurde die Grenzziehung in dem Niveau der Proben 101/102 (Abb. 2) vorgenommen.

*Fraxinus* war zunächst nur schwach vertreten, erreichte dann aber in der zweiten Hälfte dieser Zone z. T. beachtlich hohe Werte (bis 16 %). Der hohe Anteil dürfte mit den nährstoffreichen und zugleich wasserzügigen Böden an den Hängen des nahen Gebirges erklärbar sein. *Tilia* war während der Wärmezeit mit weitgehend konstanten Werten um 4–5 % vertreten. *Ulmus* stellte zusammen mit *Quercus* die dominierende Komponente des Eichenmischwaldes. Die für die Region des Großen Torfmoores ermittelten z. T. beachtlich hohen Pollenwerte lassen auf das Vorkommen ulmenreicher Gebirgswälder schließen, wie sie für das Mittelgebirge verschiedentlich beschrieben wurden (FIBRAS 1949, 1952; STALLING 1983).

*Hedera* und *Viscum* sind in den Diagrammen mit einer mehr oder weniger geschlossenen Kurve vertreten; das Vorkommen dieser Arten bezeugt – wie verschiedene Analysen gezeigt haben – das Vorhandensein eines ozeanischen, wintermilden Klimas in jener Zeit (Zusammenfassung bei OVERBECK 1975). *Ilex*-Pollen konnte nur vereinzelt nachgewiesen werden.

Mit der Gliederung der Zone VIII in einen älteren Abschnitt VIII a mit einem noch häufigeren *Pinus*-Vorkommen und einen jüngeren Abschnitt VIII b, in dem *Alnus* stärker vertreten ist, sind wir den Anregungen von OVERBECK (1975; s. auch ALETSEE

1959) gefolgt. Die feuchten Niederungen im Bereich des Moores müssen als die eigentlichen Standorte der Erle angesehen werden; an diesen Lokalitäten konnten ausgedehnte Erlenbruchwälder entstehen. Auch der Anteil des *Pinus*-Pollens, der mit 20–30 % relativ hoch ist, könnte auf ein Vorkommen mooreigener Kiefernbestände zurückzuführen sein (vgl. hierzu BURRICHTER 1982).

Späte Wärmezeit (Subboreal, Zone IX): Die Grenze zwischen Atlantikum und Subboreal ist in NWD im allgemeinen durch den Abfall der *Ulmus*-, verschiedentlich auch der *Tilia*-Kurve sowie durch das Einsetzen einer geschlossenen *Plantago lanceolata*-Kurve gekennzeichnet. Wendet man diese Kriterien bei dem Diagramm aus dem Großen Torfmoor an, ergeben sich Schwierigkeiten insofern, als der Ulmenrückgang nicht abrupt, sondern in Stufen erfolgt (s. auch KUBITZKI 1961).

Der Beginn eines ersten deutlich ausgeprägten Ulmenrückganges findet sich im Niveau der Probe 66. Damit endete eine langanhaltende Ulmenphase mit Durchschnittswerten um 18 %. Für diesen Horizont wurde ein  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $4700 \pm 75$  v. Chr. ermittelt (dendronologisch korrigiert). Ein zweiter Rückgang der Ulmenwerte setzt bei Probe 59 ein.

Es handelt sich um einen Diagrammabschnitt, in dem die geschlossene *Fagus*-Kurve beginnt; unmittelbar danach konnten die ersten *Plantago lanceolata*-Funde registriert werden. Nach den Ergebnissen von  $^{14}\text{C}$ -Datierungen hat dieser Horizont ein Alter von  $5050 \pm 90$  Jahren, der zweite Rückgang dürfte also etwa um 3840 v. Chr. eingesetzt haben.

Um eine zeitliche Angleichung an die Grenzziehung in den übrigen Gebieten zu erreichen, wurde in diesem Niveau die Grenze VIII/IX festgelegt.

Der Verlauf der *Tilia*-Kurve weist keine signifikanten Kennzeichen auf, die für eine Markierung der Zonengrenze herangezogen werden könnte; denn ein deutlicher Rückgang der *Tilia*-Werte läßt sich für das Große Torfmoor am Übergang zum Subboreal nicht nachweisen. Der im Atlantikum um 5 % schwankende Anteil dieses Baumes geht vielmehr im Laufe der Zone IX ganz allmählich auf niedrige Werte (um 2 %) am Ende der Zone zurück.

Mit dem weiter fortschreitenden Rückgang von *Ulmus*, dem allmählichen Absinken der *Tilia*-Kurve und – gegen Ende der Zone – auch der *Fraxinus*-Kurve wird *Quercus* zur dominierenden Komponente des Eichenmischwaldes. *Acer* ist mit geringen Werten, in der zweiten Hälfte der Zone immerhin mit einer geschlossenen Kurve, vertreten. Im Laufe des Subboreals, insbesondere in der jüngeren Phase, nahm der Anteil von *Corylus* beträchtlich zu. Nach einigen Schwankungen im Kurvenverlauf werden am Ende der Zone nochmal sehr hohe Werte erreicht, bevor der endgültige Rückgang dieses Strauches einsetzt. Bei diesem Maximum könnte es sich um den sogenannten *Corylus*-Gipfel Co4 handeln (OVERBECK 1975). Diese Annahme ist nach den für das Profil Ge-1 für dieses Niveau ermittelten  $^{14}\text{C}$ -Daten gut begründet.

Als ein besonders wichtiges Ereignis dieser Zone ist die beginnende Veränderung des Waldbildes durch die durch den Menschen eingeleiteten Kulturmaßnahmen anzusehen. Das Auftreten von Pollen kulturbegleitender Gattungen wie *Plantago*, *Rumex*, *Urtica*, *Artemisia* und *Chenopodium* u. a. weist auf Siedlungstätigkeit wechselnden Umfangs hin. Auf die vielfachen Beziehungen zwischen siedlungsgeschichtlichen Phänomenen und den Veränderungen in der Vegetationsentwicklung hat BURRICHTER wiederholt hingewiesen und sie eindrucksvoll belegt (BURRICHTER 1969, 1970, 1976). Der

Verlauf der sich in den verschiedenen Diagrammen abzeichnenden Siedlungsphasen ist der Abb. 5 zu entnehmen. Er bezeugt eine Siedlungstätigkeit wechselnder Intensität im Umfeld des Großen Torfmoores seit der ersten Hälfte der Zone IX (seit dem Neolithikum).

Ältester Abschnitt der Nachwärmezeit (Zone X): Die viel niedrigere Vertretung der Hasel in den Pollenspektren ist der auffälligste Gegensatz zu der vorangegangenen Zone IX. Dazu kommt der Beginn einer stärkeren *Fagus*- und zeitlich verzögert - *Carpinus*-Expansion.

In guter Übereinstimmung mit den Diagrammen anderer Gebiete kann für das Ende dieser Zone das Aussetzen der geschlossenen *Tilia*-Kurve registriert werden. Die untersten Spektren des Profils Ge-1 dürften dem ältesten Teil dieser Zone angehören; das Diagramm setzt somit etwa mit dem Beginn der Zone ein.

Mittlerer Abschnitt der Nachwärmezeit (Zone XI): Für die Grenzziehung zwischen der älteren und mittleren Phase des Subatlantikums (X/XI) werden für die vorliegenden Diagramme folgende Merkmale herangezogen: 1. Der Anteil vor *Corylus* geht auf Werte um bzw. unter 10 % zurück und 2. beginnt der Steilanstieg der *Carpinus*-Kurve. In der Zone selbst erfolgt die maximale Ausbreitung von *Fagus*. Wie in NWD allgemein kommt es im Laufe dieses Diagrammabschnittes zu einem deutlichen Rückgang der Kulturzeiger. Die Depression setzt massiv etwa nach dem ersten Viertel des ersten nachchristlichen Jahrtausends ein; sie ist zeitlich der Völkerwanderung zuzuordnen und besonders in dem weniger gestauchten Diagramm Ge-1 ausgeprägt.

Jüngster Abschnitt der Nachwärmezeit (Zone XII): Mit der Zone XII beginnt die Zeit mit den umfassendsten anthropogenen Einflüssen auf die Vegetationsentwicklung. Eine drastische Zunahme der Kulturbegleiter nach der vorangegangenen Siedlungsdepression dokumentiert nachhaltig eine zunehmende Siedlungsaktivität im Umfeld des Großen Torfmoores seit den letzten Jahrhunderten des ersten nachchristlichen Jahrtausends. Auch bei den Baumpollenwerten zeichnen sich Veränderungen ab, die Ursachen in der verstärkten Siedlungstätigkeit haben dürften. Durch die im Gefolge der landwirtschaftlichen Nutzung einsetzenden Rodungen von Eichen-Hainbuchen- und Rotbuchenwäldern kommt es zu einem Rückgang von *Carpinus* und - von Fluktuationen unterbrochen - *Fagus* sowie zu erhöhten Anteilen lichtliebender Arten wie *Corylus* und *Betula*.

## 2. Aufbau und Alter des Knüppeldammes

Der etwa 3 m breite und im mittleren Teil bis zu etwa 50 cm mächtige Knüppeldamm dürfte - wenn von den untersuchten Grabungsstellen ausgegangen und extrapoliert wird - das Moor etwa in Nord-Süd-Richtung durchzogen haben. Er besteht aus einem Holz-/Sand-Gefüge. Die Hölzer in Form von Knüppeln und Strauchwerk sind zu einer dammartigen Schicht zusammengelegt, die durch Auf- und/oder Einlagerung von Sand befestigt wurde. Abb. 7 verdeutlicht das Aussehen des Gefüges aus dem z. T. einseitig ausgerichteten Holzwerk. Der Damm wurde nach seiner Aufgabe von jungen Moorschichten überwuchert und konnte erst im Zuge der Torfgewinnungsmaßnahmen aufgedeckt werden. Ein noch aus der Zeit eines regelmäßigen Torfabbaus stammendes Foto (Abb. 6) dokumentiert die Lage des Knüppeldammes an einer frisch angelegten, gut erhaltenen Stichwand. Diese verläuft etwa senkrecht zur Wegrichtung. Für die Anlage des Knüppeldammes dürften die Hölzer aus den Moorrandbereichen verwendet worden sein; es handelt sich nach den stichprobenartig durchgeführten Analysen im

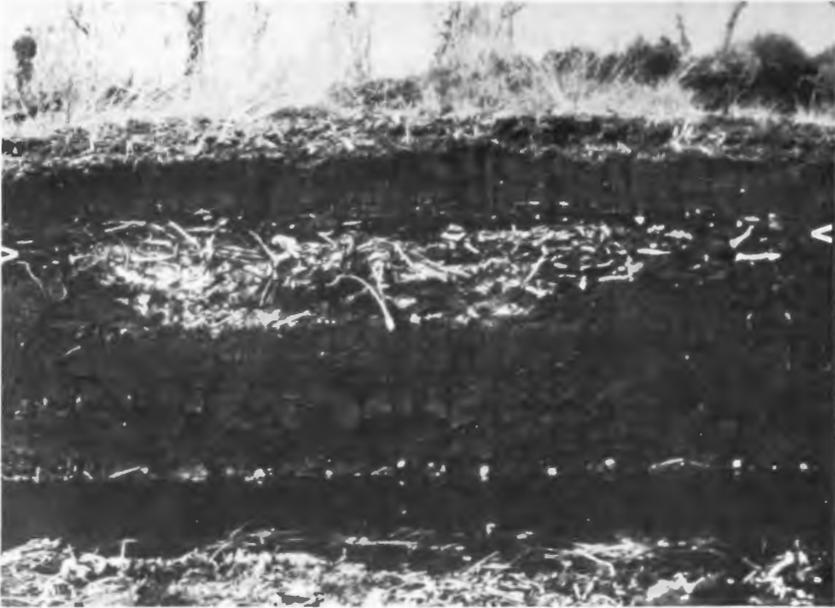


Abb. 6: Stichwand mit Knüppeldamm (s. Pfeile); die Trasse des Dammes verläuft quer zur Stichwand (Aufnahme 1964).

wesentlichen um Holz der Gattung *Salix*. Vereinzelt konnte auch Holz von *Alnus*, *Corylus* und *Betula* identifiziert werden.

Um Vorstellungen über den Beginn des Knüppeldammbaus und über seine Einbindung in die Moorentwicklung selbst zu gewinnen, wurden einige unmittelbar am Damm entnommene Kurzprofile pollenanalytisch bearbeitet. Profil N-2 wurde direkt in der Knüppeldamm-Trasse ergraben. Unmittelbar oberhalb des Knüppeldammes findet sich ein dunkler stärker zersetzter Torf (zum Problem der Moorentwicklung im Bereich von Moorwegen s. USINGER 1982).

Die im Liegenden des Dammes befindlichen Torfe sind – wahrscheinlich durch den Druck der Materialauflagerung und durch die Nutzung des Weges – stark gepreßt. Infolge der Komprimierung des Torfes kann der Umfang des ursprünglich vorhandenen jüngeren *Sphagnum*torfes unterhalb des Weges nur sehr schwer abgeschätzt werden. Bei Grabungen an einigen Lokalitäten konnte jüngerer *Sphagnum*torf nachgewiesen werden. Das bedeutet, daß der Schwarztorf-Weißtorf-Kontakt (SWK) deutlich älter ist als die Anlage des Dammes. Das Niveau des SWK wird nach pollenanalytischen Befunden auf etwa 200–300 n. Chr. datiert. Diese Annahme stimmt mit <sup>14</sup>C-Datierungen dieses Horizontes gut überein (s. Profil Ge-1).

Die Ergebnisse der pollenanalytischen Untersuchung des Kurzprofiles N-2 sind der Abb. 3 zu entnehmen. Das Diagramm umfaßt die Zonen IX–XII. Für die Auswertung dieses (und der nicht veröffentlichten) Diagramme und für den Versuch einer Konnektierung mit dem Hauptprofil N-1 muß grundsätzlich festgestellt werden, daß es bei der Anlage des Dammes und seiner Nutzung zu Umlagerungen und zur Verdrängung liegender Torfschichten gekommen sein kann. Aufgrund des lockeren Aufbaus des Dammes sind auch Verlagerungen von Pollen aus jüngeren in die darunter liegenden älteren Schichten nicht auszuschließen. Mit einzelnen Diskrepanzen zwischen



Abb. 7 Zum Aufbau des Knüppeldammes: Das Gefüge von Hölzern nach flächenhafter Freilegung der Dammoberfläche (der Pfeil markiert den Verlauf des Dammes).

diesen Teilprofilen und dem Hauptprofil muß daher gerechnet werden. Folgende Aussagen können aus den Ergebnissen abgeleitet werden: 1. Die Anlage erfolgte in der zweiten Hälfte der Zone XI; 2. die Pollenspektren der im Liegenden entnommenen Torfproben weisen hohe *Carpinus*- und *Fagus*-Werte auf; 3. der Anteil der kulturbegleitenden Pollenarten ist gegenüber den vorangegangenen Spektren wieder höher.

Demgegenüber zeichnen sich die Spektren aus den hangenden Torfen durch einen hohen Anteil an Siedlungszeigern aus; weiterhin sind hohe *Fagus*-Werte kennzeichnend. Der Anteil von *Fagus* geht in den nachfolgenden Proben deutlich zurück. Diese Kriterien lassen eine befriedigende Konnektierung mit den Profilen N-1 und Ge-1 zu und erlauben eine hinreichend gute Abschätzung des Alters des Knüppeldammes. Nach pollenanalytischen Befunden dürfte der Sandweg um 700 n. Chr. entstanden sein. Diese Annahme steht in hinreichend guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen von  $^{14}\text{C}$ -Datierungen. Für Holzreste des Knüppeldammes wurde ein  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $1240 \pm 55$  B.P. ermittelt (dendrochronologisch korrigiert 620–900 n. Chr.). Mit einer wieder einsetzenden Transgression des Moores über den Damm muß um etwa 800–900 n. Chr. gerechnet werden.

## Diskussion

### 1. Regionale Besonderheiten in der postglazialen Vegetationsgeschichte des Untersuchungsgebietes

Die Stratigraphie der Basisedimente und pollenanalytische Befunde zeigen, daß das Große Torfmoor aus einem spätglazialen See entstanden ist (USINGER, schriftliche Mitteilung).

Mit den hier untersuchten Profilen wird ein Zeitraum analysiert, der mit dem früheren Postglazial beginnt und in der Neuzeit endet. Es liegt der für den westfälischen Raum nicht häufige Fall vor, daß die gesamte postglaziale Waldentwicklung lückenlos erfaßt ist.

Durch die Lage der Profilstelle unmittelbar im Vorland des Wiehengebirges wird eine naturräumliche Gesamtsituation erfaßt, die als Lößböden-Randlage bezeichnet werden kann. Diese kommt durch die Höhe und den spezifischen Verlauf einzelner Baumpollenkurven zum Ausdruck. Wie bei der Besprechung der Diagramme gezeigt wurde, ist der für NWD in der Regel nachweisbare starke Anstieg der Erlenkurve auf 50 % und mehr zu Beginn des Atlantikums für das Große Torfmoor in dieser Form nicht ausgeprägt. Vielmehr nehmen die Erlenwerte nur zögernd zu und bleiben zunächst mit Werten um 30 % ziemlich gering. Dieses Verhalten ist, wie Untersuchungen von OVERBECK und GRIEZ (1954), STECKHAN (1961), POTT (1982), STALLING (1983) u. a. zeigten, kennzeichnend für den Mittelgebirgsraum, aber auch für Lokalitäten wie den Merheimer Bruch bei Köln (REHAGEN 1964). Der zunächst geringe Anteil der Erle in den Pollenspektren dürfte auf ein begrenztes Vorkommen dieser Baumart im Moor- und Moorrandbereich zurückzuführen sein. Auf den im Umfeld des Großen Torfmoores anstehenden Lößböden war die Erle vor allem der Konkurrenz der Arten des Eichenmischwaldes deutlich unterlegen.

Die naturräumliche Besonderheit des Gebietes um das Große Torfmoor findet in dem hohen Anteil der EMW-Komponenten einen besonders markanten Niederschlag. Auffallend ist die Höhe der im Atlantikum erreichten Ulmenwerte; Anteile in der Höhe von bis zu 27 % wurden weder in den nördlich angrenzenden Gebieten noch in benachbarten Lokalitäten, etwa im Vorland des Osnings (KRAMM 1978) bzw. des Teutoburger Waldes (POTT 1982) nachgewiesen.

Vergleichbare Daten finden sich in Ostholstein, im Harzvorland (OVERBECK 1975), im Gebiet von Meißner (STALLING 1983) und Vogelsberg (STECKHAN 1961) sowie in der Niederrheinischen Bucht, wo nicht selten ein Ulmenanteil von 30–50 % ermittelt werden konnte (REHAGEN 1964). Die fruchtbaren Böden am Rande des Wiehengebirges bzw. die kalkreichen Verwitterungsböden des Gebirgszuges dürften das Vorkommen ulmenreicher Wälder begünstigt haben. Daß eine starke Abhängigkeit des Ulmenvorkommens von der Bodenqualität vorliegt, wird durch eine Zusammenstellung bei OVERBECK (1975) eindrücklich veranschaulicht, weist doch die Baumart im Altmoränengebiet NWDs im allgemeinen nur geringe Pollenwerte auf, während im fruchtbaren Jungmoränengebiet Schleswig-Holsteins und im Lößbereich des Harzvorlandes Mittelwerte von 20 bzw. 30 % nachgewiesen werden können.

Der Rückgang der Ulmenkurve erfolgt in zwei Phasen, die zeitlich etwa 1000 Jahre auseinanderliegen. Der erste drastische Abfall der Kurve um 4730 v. Chr. hat in NWD keine Parallele, der zweite, weniger scharf ausgeprägte setzt um 3840 v. Chr. ein. Dieses Alter steht in guter Übereinstimmung mit Datierungen des Ulmenrückganges aus an-

deren Gebieten, wenn man eine dendrochronologische Korrektur der Daten anwenden würde (vgl. u. a. KUBITZKI 1961; BEHRE 1976; KRAMM 1978).

Das Problem des Ulmenrückganges wurde in den vergangenen Jahren eingehend diskutiert (OVERBECK 1975; STALLING 1983; STURLUDOTTIR & TURNER 1985). Die hier erzielten Ergebnisse lassen keine neuen Aspekte erkennen. Aufgrund noch fehlender Siedlungszeiger dürfte aber zumindest für den ersten Rückgang des Baumes Laubheufütterung als Ursache auszuschließen sein.

Die von PFAFFENBERG (1933) für das Große Torfmoor registrierten *Tilia*-Werte in der Größenordnung von 15 % konnten nicht bestätigt werden. Dennoch, legt man den von ANDERSEN (1970) für *Tilia* vorgeschlagenen Korrekturfaktor von 2 zugrunde, ergeben sich Werte von bis zu 17 %, die auf einen beachtlichen Anteil dieses Baumes an der Waldzusammensetzung hindeuten (s. auch STALLING 1983).

Das erste Auftreten von *Fagus*-Pollen fällt nach den Ergebnissen der <sup>14</sup>C-Bestimmung in die Zeit um 3800 v. Chr. Geht man von dendrochronologisch korrigierten Daten aus, liegt der Zeitpunkt in der für viele Gebiete NWDs ermittelten Größenordnung. Mit einer Zeitverzögerung von mehr als 3000 Jahren setzt eine stärkere Ausbreitung des Baumes um ca. 500–300 v. Chr. ein.

## 2. Siedlungsgeschichtliche Befunde

Vom Beginn des Subboreals an sind Siedlungszeiger mit wechselnden Frequenzen vertreten. Damit ist seit dem Neolithikum Siedlungstätigkeit – wenn auch nicht kontinuierlich – im Umfeld des Großen Torfmoores nachgewiesen. Phasen intensiver Siedlungstätigkeit, die sich nach pollenanalytischen Befunden abzeichnen, sind für die untersuchten Profile in Abb. 5 dargestellt worden. Sie erscheinen im Verlauf der jüngeren Epochen des Neolithikums, am Ende der Bronzezeit, am Ende der älteren Eisenzeit sowie mit dem Beginn des Frühmittelalters. Das erste Auftreten von Getreide-Pollen geht in die Zeit des Neolithikums zurück; seit dieser Zeit ist mit Getreideanbau in der Region des Großen Torfmoores zu rechnen.

Es ist gegenwärtig kaum oder gar nicht möglich, die sich abzeichnenden Perioden stärkerer Siedlungstätigkeit mit eindeutig belegten vor- und frühgeschichtlichen Ereignissen in der Region zu korrelieren. Eine umfassende Übersicht über die archäologischen Funde wurde jüngst von BÉRENGER (1983) für die östlichen Randgebiete des Großen Torfmoores (Gemeinde Hille) vorgelegt. Danach sind Funde aus der Zeit der zweiten Hälfte der Jungsteinzeit aus der Region des Großen Torfmoores bekannt. Die Siedlungen jener Zeit werden für die besseren Böden des Gebirgsvorlandes und die nördlicher gelegenen „Lößplatten“ vermutet, sie konnten archäologisch bisher jedoch nicht nachgewiesen werden.

Die eisenzeitliche Siedlungsperiode in den letzten Jahrhunderten vor Christi Geburt ist besonders deutlich in dem weniger gestauchten Profil Ge-1 ausgeprägt; sie klingt in den ersten Jahrhunderten nach Christus aus. Die Siedlungsepoche ist durch vorgeschichtliche Befunde gut belegt. Zahlreiche Urnenfriedhöfe und die Siedlung im Hilverdingser Moor deuten auf rege Siedlungstätigkeit in dem Gebiet hin. Aus der Lage der Friedhöfe kann geschlossen werden, daß bevorzugt die guten Lößböden besiedelt wurden.

Etwa zwischen dem 3./4. Jahrhundert nach Christus und dem frühen Mittelalter (700–800 n. Chr.) geht der Anteil der Siedlungszeiger drastisch zurück, damit wird eine

starke Abnahme der Siedlungstätigkeit angezeigt. Es handelt sich um eine für viele Gebiete NWDs nachgewiesene „Siedlungslücke“ (Zusammenfassung s. OVERBECK 1975). Für diese Zeit liegen zumindest für den Hiller Raum keine archäologischen Siedlungsbeweise vor.

Mit der erneuten Zunahme aller siedlungsanzeigender Pollentypen in der Zeit um 700–800 n. Chr. wird das Einsetzen einer intensiven Siedlungstätigkeit im frühen Mittelalter belegt. Sie setzt sich jedoch nicht kontinuierlich bis in die Neuzeit fort, sondern wird – wie der Verlauf der betreffenden Pollenkurven anzeigt – durch sehr markant hervortretende Wüstungsperioden unterbrochen (Abb. 5, A, B). Der Versuch einer Zuordnung einzelner Spektren zu bestimmten historisch belegten Ereignissen wie etwa der Wüstungsperiode des 14. Jahrhunderts bzw. den Ereignissen des 30jährigen Krieges erscheint interessant und verlockend und in Anbetracht der Kurvenlage auch möglich, diese ist jedoch spekulativ, solange exakte Datierungen fehlen.

Der Knüppeldamm wurde nach den pollenanalytischen Ergebnissen am Ende der langandauernden Siedlungsdepression mit dem Wiedereinsetzen der (evtl. vorübergehenden) frühmittelalterlichen Siedlungstätigkeit angelegt und könnte mit den Ereignissen der Sachsenzeit in Verbindung gebracht werden. Die volle Bedeutung des Knüppeldammes für den Siedlungsraum im Umkreis des Großen Torfmoores kann nach den hier ermittelten Ergebnissen nicht gewürdigt werden – dies kann nur von kompetenter Seite geschehen –, dennoch darf wohl angenommen werden, daß ein Zusammenhang zwischen der Anlage des Moorweges und den wiederbeginnenden Siedlungsaktivitäten bestehen dürfte.

## Literatur

- ABEL, W. (1976): Die Wüstungen des ausgehenden Mittelalters. – 3. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- ALETSEE, L. (1959): Zur Geschichte der Moore und Wälder des nördlichen Holsteins. – Nova Acta Leopold., N.F. 21: 5–51.
- ANDERSEN, S. TH. (1970): The relative pollen productivity and pollen representation of north european trees and correction for tree pollen spectra. – Danmarks Geologiske Undersøgelse 2(96): 1–99.
- BEHRE, K.-E. (1976): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte bei Flögeln und im Ahlenmoor (Elbe-Weser-Winkel). – Probleme d. Küstenforschg. im südl. Nordseegebiet 11: 101–118. Hildesheim.
- BÉRENGER, D. (1983): Hille: Entwurf einer archäologischen Übersichtskarte. – Mindener Beiträge 20: 43–56.
- BURRICHTER, E. (1969): Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. – Abh. Landesmus. f. Naturk. 31(1) 60 pp., Münster.
- ,– (1970): Beziehungen zwischen Vegetations- und Siedlungsgeschichte im nordwestlichen Münsterland. – Vegetatio 20: 199–209.
- ,– (1976): Vegetationsräumliche und siedlungsgeschichtliche Beziehungen in der Westfälischen Bucht. – Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Kulturlandschaft. – Abh. Landesmus. f. Naturk. 38(1): 3–14, Münster.
- ,– (1982): Torf-, pollen- und vegetationsanalytische Befunde zum Reliktvorkommen der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) in der Westfälischen Bucht. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. 95: 361–373.
- FAEGRI, K., & J. IVERSEN (1975): Textbook of pollen analysis. – 3. Aufl. 295 S., Hafner, New York.
- FIBRAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. I: Allgemeine Waldgeschichte. – Gustav Fischer Verlag, Jena, 480 pp.
- ,– (1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. II: Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. – Gustav Fischer Verlag, Jena, 256 pp.

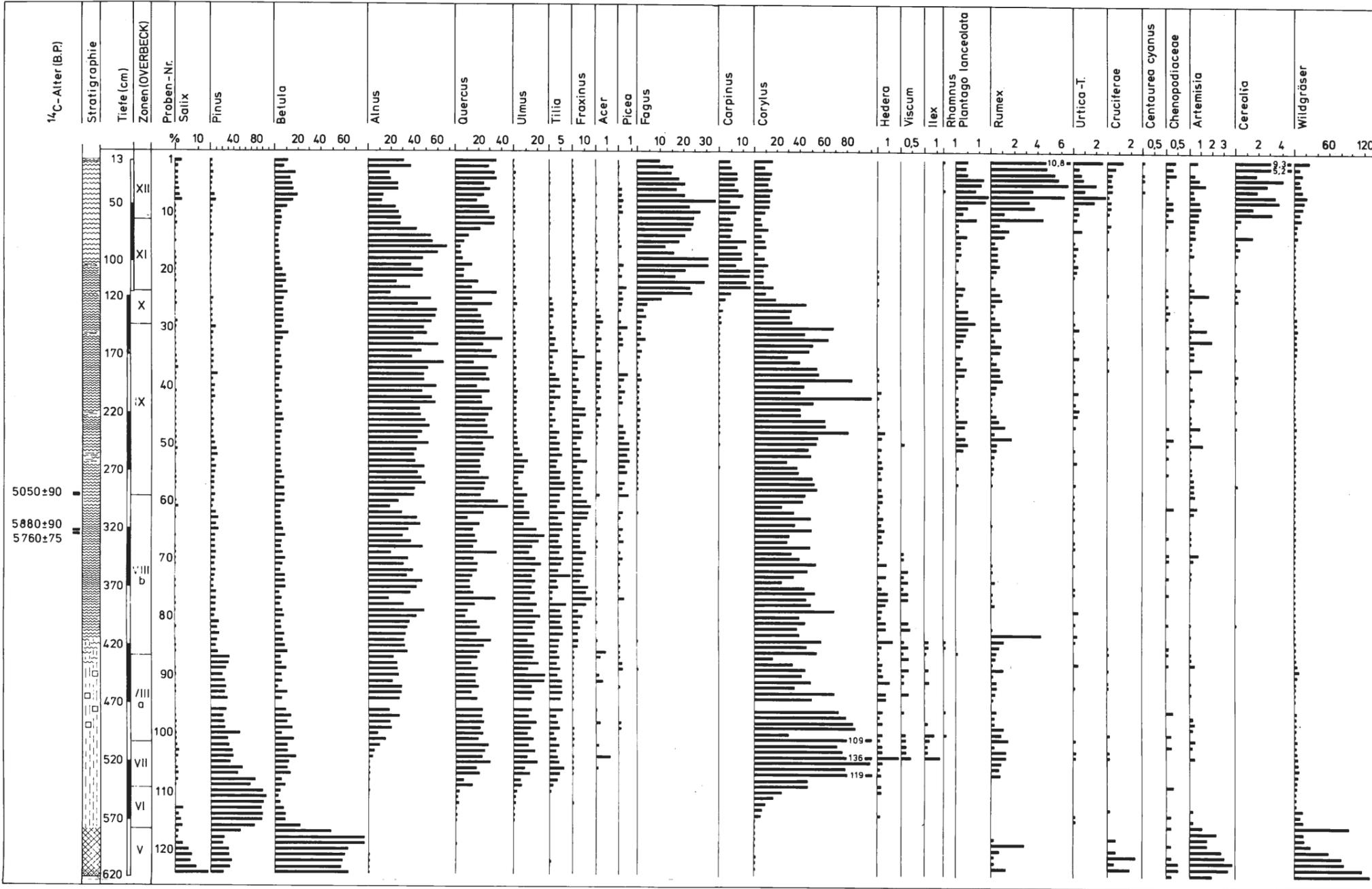
- GREGUS, P. (1954): Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage. – Abgek. Ausg., Szeged (Ungarn), 286 pp.
- , – (1959): Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. – Akademie der Wissenschaften, Budapest, 634 pp.
- KRAMM, E. (1978): Pollenanalytische Hochmooruntersuchungen zur Floren- und Siedlungsgeschichte zwischen Ems und Hase. – Abh. Landesmus. f. Naturk. **40** (4), 44 pp., Münster.
- KUBITZKI, K. (1961): Zur Synchronisierung der nordwestdeutschen Pollendiagramme. – Flora **150**: 43–72.
- OVERBECK, F. & I. GRIÉZ (1954): Mooruntersuchungen zur Rekurrenzflächenfrage und Siedlungsgeschichte in der Rhön. – Flora **141**: 51–94.
- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-Geologische Moorkunde. – Wachholtz-Verlag, Neumünster, 719 pp.
- PFAFFENBERG, K. (1933): Stratigraphische und pollenanalytische Untersuchungen in einigen Mooren nördlich des Wiehengebirges. – Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanstalt **54**: 160–193.
- POTT, R. (1982): Das Naturschutzgebiet „Hiddeser Bent – Donoper Teich“ in vegetationsgeschichtlicher und pflanzensoziologischer Sicht. – Abh. Westf. Landesmus. f. Naturk. **44**(3), 108 pp., Münster.
- REHAGEN, H.W. (1964): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Niederrheingebietes und Westmünsterlandes. – Fortsch. Geol. Rheinl. und Westf. **12**: 55–96.
- SCHWEINGRUBER, F.-H. (1978): Mikroskopische Holzanatomie. – Eidgenössische Anstalt f. d. Forstl. Versuchswesen, 226 S., Zürcher AG, Zug.
- STALLING, H. (1983): Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Meißners (Nordhessen). – Flora **174**: 357–376.
- STECKHAN, H.-U. (1961): Pollenanalytisch-vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur frühen Siedlungsgeschichte im Vogelsberg, Knüll und Solling. – Flora **150**: 514–551.
- STURLUDOTTIR, S.A. & J. TURNER (1985): The elm decline at Pawlaw Mire: an anthropogenic interpretation. – New Phytol. **99**: 323–329.
- TRAUTMANN, W. (1957): Natürliche Waldgesellschaften und nacheiszeitliche Waldgeschichte des Eggegebirges. – Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. **6/7**: 276–296.
- USINGER, H. (1982): Pollenanalytische Untersuchungen an einem vorgeschichtlichen Sandweg im Meerhusener Moor/Ostfriesland. – Abh. Naturwiss. Verein Bremen **39**: 405–423.

Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. Rolf Wiermann, Dorothee Schulze, Botanisches Institut, Schloßgarten 3, D-4400 Münster

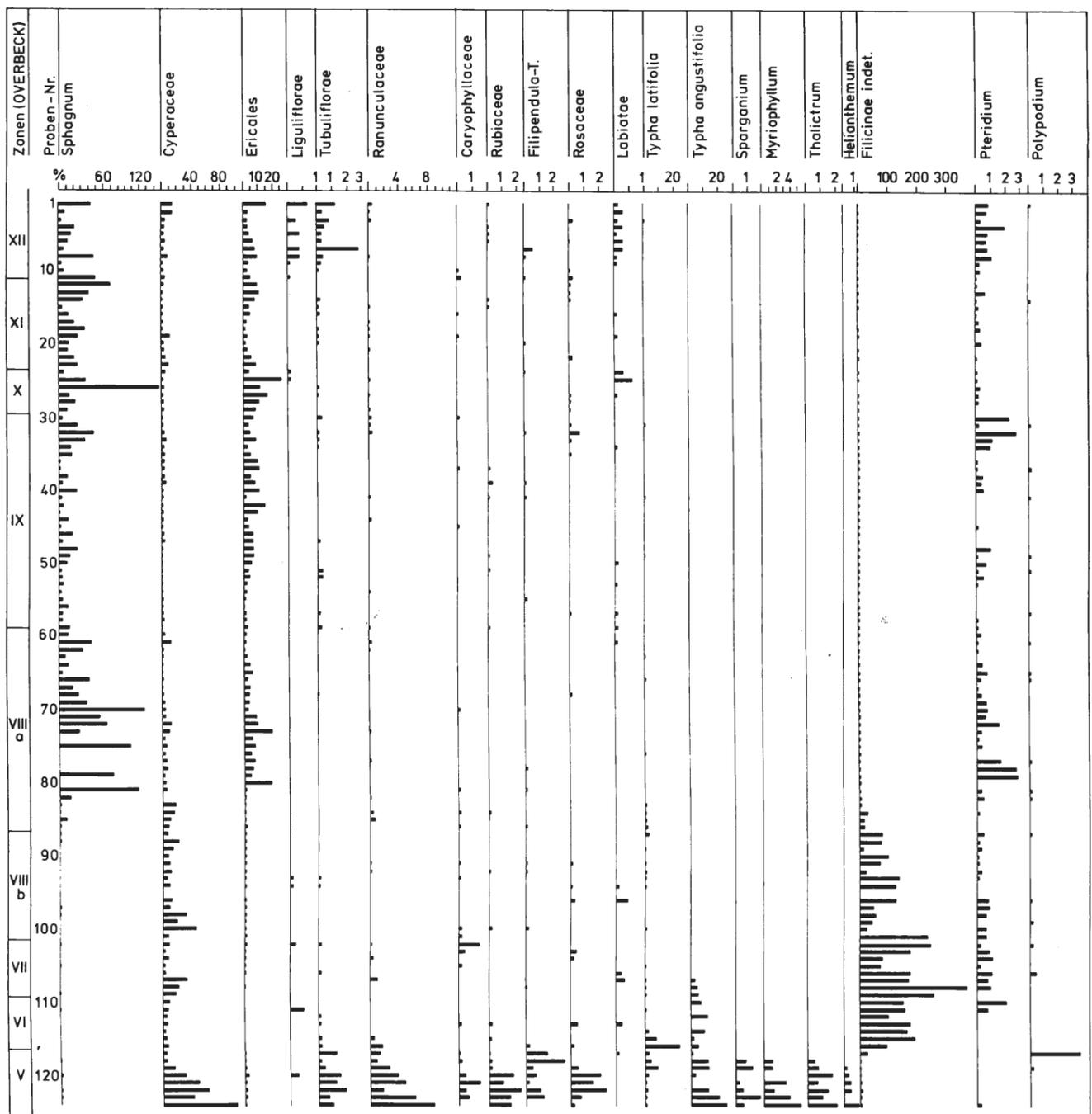


Abb. 2: Pollen- und Sporendiagramm N-1; a: 1. Teil, b: 2. Teil, c: Zeichenerklärungen; dendrochronologisch korrigierte Zeitintervalle s. Tab. 1.

**a**



**b**



**c**

- Sphagnum-Torf (schwach zersetzt)
- Sphagnum-Torf (stark zersetzt; Eriophorum)
- Niedermoor-, Bruchwald-Torf, Holzreste
- Gytja, z.T. sandig

Abb. 3: Pollen- und Sporendiagramme N-2; (zur Erklärung der Stratigraphie vgl. Abb. 2; KD: Knüppeldamm; dendrochronologisch korrigierte Zeitintervalle s. Tab. 1).

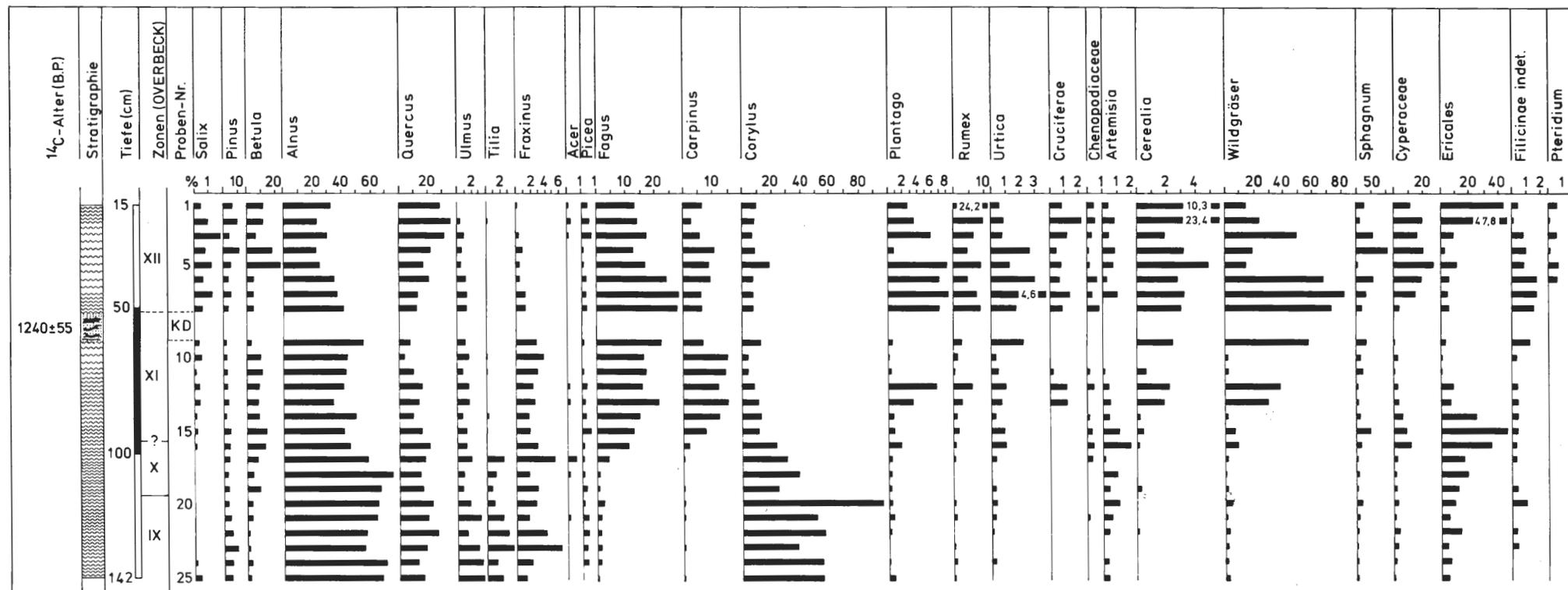


Abb. 4: Pollen- und Sporendiagramm Ge-1; (zur Erklärung der Stratigraphie vgl. Abb. 2; dendrochronologisch korrigierte Zeitintervalle s. Tab. 1).

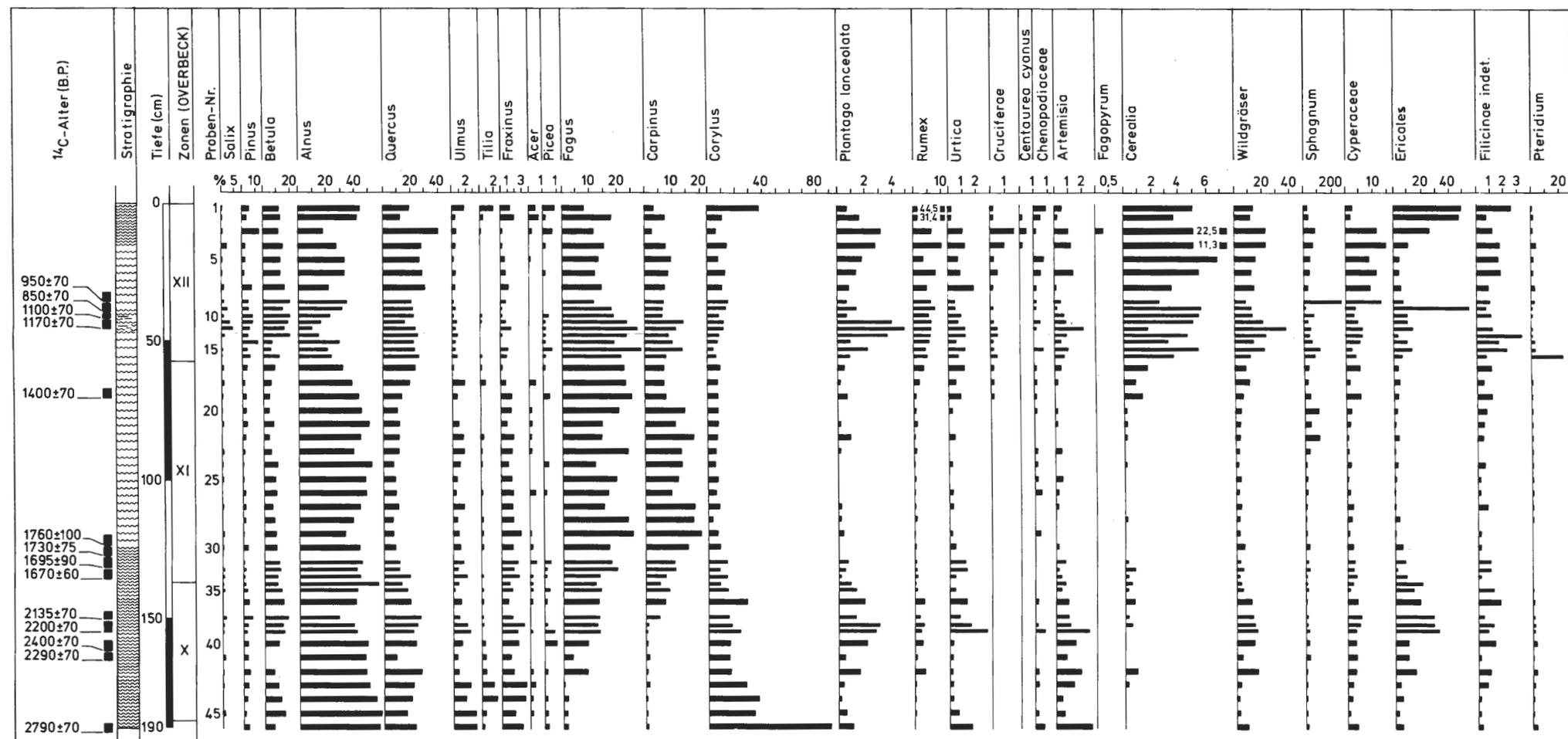


Abb. 5: Schema zur Synchronisierung der untersuchten Profile des Großen Torfmoores und zur Darstellung siedlungsgeschichtlicher Ereignisse; ▼: Phasen verstärkter Siedlungsaktivität; A, B: mittelalterliche bzw. neuzeitliche Wüstungsperioden.

