

Abhandlungen
aus dem
Westfälischen Museum
für Naturkunde

60. Jahrgang · 1998 · Heft 4

Ursula Dieckmann

Paläoökologische Untersuchungen zur
Entwicklung von Natur- und Kulturlandschaft
am Nordrand des Wiehengebirges

Westfälisches Museum für Naturkunde Münster



Landschaftsverband
Westfalen-Lippe

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 Fischreiher 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 gesperrt = **Sperrdruck**

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

Autorennamen in GROSSBUCHSTABEN / KAPITÄLCHEN

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/s Autor/Autorenteam erhält 50 Freixemplare/Sonderdrucke seiner Arbeit. Liegen die Herstellungskosten (incl. Mehrwertsteuer) pro Exemplar über 30,- DM, so verringert sich die Anzahl der Freixemplare auf 30 Stück, bei Produktionskosten über 50,- DM auf 20 Stück.

Schriftleitung Abhandlungen:

Dr. Brunhild Gries

Westfälisches Museum für Naturkunde

Sentruper Straße 285

48161 Münster

Abhandlungen
aus dem
Westfälischen Museum
für Naturkunde

60. Jahrgang · 1998 · Heft 4

Ursula Dieckmann

Paläoökologische Untersuchungen zur
Entwicklung von Natur- und Kulturlandschaft
am Nordrand des Wiehengebirges

Westfälisches Museum für Naturkunde
Landschaftsverband Westfalen-Lippe
Münster 1998

Impressum

Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde

Herausgeber: Dr. Alfred Hendricks
Landschaftsverband Westfalen-Lippe
Westfälisches Museum für Naturkunde
Sentruper Str. 285, 48161 Münster
Telefon; 02 51 / 5 91-05, Telefax: 02 51 / 5 91 60 98

Druck: Druckhaus Cramer, Münster

Schriftleitung: Dr. Brunhild Gries

© 1998 Landschaftsverband Westfalen-Lippe

ISSN 0175-3495

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

Paläoökologische Untersuchungen zur Entwicklung von Natur- und Kulturlandschaft am Nordrand des Wiehengebirges

Ursula Dieckmann, Hannover*

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung	6
B. Geographische Gesamtsituation und naturräumliche Ausstattung des Untersuchungsgebietes	8
1. Geographische Lage des Untersuchungsgebietes	8
2. Geologie und Geomorphologie	9
2.1 Die geologische und geomorphologische Grundsituation	9
2.2 Die stratigraphische Untersuchung der analysierten Torfprofile ..	13
2.2.1 Kalktuffquelle Kalkriese	13
2.2.2 Feldungel-See	14
2.2.3 Campemoor	14
3. Böden	17
3.1 Die bodenkundliche Grundsituation	17
3.2 Die stratigraphische Untersuchung der analysierten Boden- und Wallmaterialien aus dem Bereich des Obereschs	19
3.2.1 Oberesch Kalkriese	19
4. Klima	21
5. Potentielle natürliche Vegetation	22
6. Aktuelle Vegetation	25
6.1 Bedeutung der aktuellen Vegetationserfassung für paläoökologische Landschafts- und Vegetationsrekonstruktionen	25
6.2 Relikte ehemaliger extensiver Landnutzungen im Untersuchungsgebiet	26
6.2.1 Buchenwälder und Buchen-Eichenwälder	26
6.2.2 Heidelandschaften	27
6.2.3 Niederwälder	29
6.2.4 Hecken und Feldgehölze	30
6.3 Forstliche Nadelholz- und Laubholzkulturen	31
6.4 Auen- und Bruchwälder	31
6.5 Hochmoore	32

*Dissertation aus dem Institut für Geobotanik der Universität Hannover; gefördert durch die Stiftung Niedersachsen

6.6	Stillgewässer	32
6.7	Siedlungsnahе Elemente der Kulturlandschaft am Kalkrieser Berg	35
6.7.1	Historische Kulturlandschaftsstrukturen	35
6.7.2	Vegetation der siedlungsnahen Kulturlandschaftsflächen	36
C.	Paläoökologische Untersuchungsmethoden	37
1.	Probenentnahme, Probenaufbereitung und Probenauswertung	37
2.	Ergebnisdarstellung	38
3.	Absolute und relative Datierungen	38
4.	Methodik, Aufbereitung und Untersuchung der botanischen Großreste	41
D.	Paläoökologischen Untersuchungen	42
1.	Die Entstehung der Naturlandschaft vor dem Einfluß des Menschen.	42
1.1	Die Grundzüge der spätglazialen und frühen postglazialen Vegetationsentwicklung	42
1.2	Die Rolle des Menschen in der späteiszeitlichen und der frühen nacheiszeitlichen Naturlandschaft	45
1.3	Die Entwicklung der atlantischen Laubmischwälder	46
1.4	Der Feldungel-See als Beispiel für die natürliche Entwicklung eines Subrosionssees	51
2.	Die Entstehung der Kulturlandschaft unter dem Einfluß des Menschen	53
2.1	Allgemeine Aspekte der regionalen und überregionalen Buchenwaldentwicklung	53
2.1.1	Die Entstehung und Entwicklung der Buchen- und Buchenmischwälder im Bereich des Wiehengebirges	57
2.2	Der pollenanalytische Nachweis extensiver Landnutzungen	61
2.3	Neolithikum	62
2.3.1	Die jungsteinzeitliche Vegetations- und Landschaftsentwicklung in der Region Kalkriese	63
2.3.2	Untersuchungen zu Aufbau und Lage der neolithischen Bohlenwege 31 (Pr) und 32 (Pr) im Campemoor	67
2.3.3	Pollenanalytische Untersuchungen zu den neolithischen Bohlenwegen	71
2.4.	Die Hochmoorentwicklung im Campemoor als Beispiel für eine vom Menschen beeinflusste Moorgenese	74
2.5	Bronzezeit	78
2.5.1	Die bronzezeitliche Vegetations- und Landschaftsentwicklung in der Region Kalkriese	79
2.6	Vorrömische Eisenzeit	79
2.6.1	Die eisenzeitliche Vegetations- und Landschaftsentwicklung in der Region Kalkriese	82
2.6.2	Die Pflanzenfunde aus den eisenzeitlichen Vorratsgruben im Bereich des Obereschs	83
2.6.2.1	Spelzgerste (<i>Hordeum vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>)	84
2.6.2.2	Einkorn (<i>Triticum monococcum</i>)	84
2.6.2.3	Viersamige Wicke (<i>Vicia tetrasperma</i>)	84
2.6.3	Eisenzeitliche Getreidenutzungen	84

2.7	Römische Kaiserzeit - Die paläobotanischen Untersuchungen zu den römerzeitlichen Pflanzenfunden aus den archäologischen Ausgrabungen zur „Varus-Schlacht“	86
2.7.1	Der kulturhistorische Kontext	86
2.7.2	Der archäobotanische Forschungsstand	87
2.7.3	Der archäologische und archäobotanische Fundzusammenhang der Kalkrieser Pflanzenfunde	90
2.7.4	Die archäobotanischen Fragestellungen zu den Kalkrieser Pflanzenfunden	92
2.7.5	Die Pflanzenfunde aus der Bronzeglocke	93
2.7.6	Beschreibung der im Fundgut von Kalkriese vertretenen Arten . .	94
2.7.6.1	Saathafer (<i>Avena sativa</i>)	94
2.7.6.2	Erbse (<i>Pisum sativum</i>)	97
2.7.6.3	Ackerunkräuter	101
2.7.6.4	Froschlöffel (<i>Alisma plantago-aquatica</i>)	102
2.7.6.5	Frauenfarn (<i>Athyrium filix-femina</i>)	103
2.7.7	Die Kulturgeschichtliche Bedeutung der Pflanzenfunde von Kalkriese	103
2.7.7.1	Die Rolle von Erbse und Hafer im römerzeitlichen Kulturpflanzenpektrum	104
2.7.7.2	Die Pflanzenfunde von Kalkriese im Kontext der römerzeitlichen Landwirtschaft	107
2.7.7.3	Zur Herkunft der Pflanzenmaterialien von Kalkriese	108
2.7.7.4	Zur Frage des Offenlandcharakters der Kalkrieser Landschaft zur römischen Kaiserzeit	111
2.8	Völkerwanderung	113
2.9	Mittelalter	114
2.9.1	Die mittelalterliche Landschafterschließung und Agrarwirtschaft	115
2.9.1.1	Die mittelalterliche Niederwaldnutzung	116
2.9.1.2	Die Plaggenwirtschaft	119
2.9.1.3	Der mittelalterliche Ackerbau	125
2.9.1.4	Die Entstehung und Entwicklung mittelalterlicher Heidelandschaften	127
2.9.1.5	Die spätmittelalterliche Wüstung	128
E. Zusammenfassung		129
F. Literaturverzeichnis		132
G. Kartenverzeichnis		146
H. Anhang (Farbteil)		149
6 Faltafeln		

A. Einleitung

Der Nordrand des Wiehengebirges bietet als Übergangsbereich vom niedersächsischen Berg- und Hügelland in die nordwestdeutsche Tiefebene durch seine Vielfalt an kleinräumig differenzierten naturräumlichen Einheiten ein ideales Untersuchungsgebiet für die Rekonstruktion von ehemaligen Natur- und Kulturlandschaften. Die einzelnen Teile des Wiehengebirges und der nördlich angrenzenden Niewedder Senke werden gekennzeichnet durch das Vorkommen von limnischen Sedimenten sowie von kleineren und größeren Niedermoor- und Hochmoorflächen, die für paläoökologische Analysen zugänglich sind. Durch pollenanalytische Untersuchungen, die vor allem anhand von Torfablagerungen im Umfeld des Kalkrieser Berges durchgeführt wurden und durch Bearbeitung von fossilen und subfossilen Pflanzenresten aus jüngsten archäologischen Grabungen wird versucht, die regionale und lokale Entwicklung der Natur- und Kulturlandschaften dieser Region nachzuzeichnen.

Als Grundlage für die Rekonstruktion des Landschafts- und Vegetationswandels wird dabei vorausgesetzt, daß Nordwestdeutschland unter den heutigen Klimabedingungen ohne die seit Jahrtausenden bestehende Einflußnahme des Menschen eigentlich eine Waldlandschaft wäre, die von verschiedenen, standörtlich differenzierten Waldgesellschaften geprägt wird (BURRICHTER 1977, FIRBAS 1949, TÜXEN 1956, ELLENBERG 1996, POTT 1997a). Als natürlich waldfreie Standorte mit eigener Entwicklungsdynamik und Entwicklungsgeschichte kommen im Untersuchungsgebiet lediglich die in der Niewedder Senke gelegenen Hochmoorkomplexe des Großen Moores sowie die Flußalluvionen im Einflußbereich von Hunte und Hase in Frage. Von einer natürlichen Vegetationsentwicklung im Sinne eines nur von klimatischen und edaphischen Faktoren gesteuerten Sukzessionsprozesses ist in diesem Zusammenhang allerdings nur für die Zeit bis zum Einsetzen der bäuerlichen Besiedlung um 4500 v. Chr. auszugehen. Mit dem Beginn der Jungsteinzeit (4500-1800 v. Chr.) dominieren dagegen in der Kalkrieser Region zunehmend anthropozoogene Einflußfaktoren die Landschafts- und Vegetationsentwicklung. Natürliche, vom Menschen unbeeinflusste Ökosysteme existieren aufgrund dieser lang andauernden Einflußnahme in der Kalkrieser Region daher heute nicht mehr.

Bei den hier vorgenommenen Rekonstruktionen der Naturlandschaft wird nicht auf die besondere Rolle von Großtieren (Megaherbivoren) und ihren Einfluß auf die Bestandsstrukturen ehemaliger Paläoökosysteme eingegangen, wie sie in jüngster Zeit von einigen Autoren problematisiert wird (BEUTLER 1992, GEISER 1992, GERKEN 1996, JAHN 1996). Obgleich paläosteologische Untersuchungen aus den verschiedensten archäologischen Grabungen belegen, daß Großtiere wie der Auerochse, der Elche oder der Rothirsch bis in das Mittelalter hinein in den Landschaften Mitteleuropas vertreten waren, wird ihr Einfluß auf die ehemaligen Ökosysteme nach dem heutigen Stand der Forschung nur unzureichend erfaßt. Dies gilt besonders dann, wenn die paläosteologische Fundlage in einem gegebenen Landschaftsraum weitgehend ungeklärt und somit die Rekonstruktion von möglichst wirklichkeitsnahen und umfassenden Dioramen nicht möglich ist. (s. dazu die zusammenfassende Übersicht bei POTT 1997a). Da im hier beschriebenen Untersuchungsgebiet keine entsprechenden Fundbearbeitungen zur Verfügung stehen, muß sich die Rekonstruktion der Naturlandschaften allein auf die paläobotanischen Untersuchungsergebnisse stützen.

Die regionale Entwicklung der Kulturlandschaft kann demgegenüber nicht nur paläoökologisch, sondern auch kulturhistorisch durch die zahlreichen archäologischen Funde aus der Kalkrieser Region nachgezeichnet werden. Die archäologischen Funde belegen die Anwesenheit von Bauernkulturen in der Region für nahezu alle prähistorischen und histo-

rischen Kulturstufen. Der Einfluß dieser prähistorischen und historischen Kulturen auf die Vegetations- und Landschaftsentwicklung soll auf der Basis von pollenanalytischen und paläoethnobotanischen Untersuchungen verdeutlicht werden.

Für die Erschließung und Besiedlung von natürlichen Waldlandschaften ist der technische Stand der Werkzeuge und Ackergeräte sowie die Entwicklung der Metallgewinnung und Metallverarbeitung von Bedeutung (FRIES 1995, SPEIER 1996). Besonders die holzgehenden Produktionstechniken zur Herstellung von Metallen und Legierungen hatten in der Bronze- und Eisenzeit einen entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung der Wälder in den nordwestdeutschen Mittelgebirgslandschaften. Im Laufe der Zeit führte der Holzverbrauch der prähistorischen und historischen Eisenindustrien zu einer großflächigen Zerstörung der ehemaligen Hochwälder und ihre Substitution durch regional unterschiedliche Nieder- und Mittelwaldsysteme, wie sie u. a. bei POTT (1985, 1990, 1997a) und SPEIER (1994) dargestellt sind. Da diese allgemeinen Entwicklungsprozesse auch im Wiehengebirge eine wichtige Rolle spielen, werden die Aspekte der natürlichen und anthropogenen Waldentwicklung in dieser Arbeit besonders berücksichtigt.

Die palynologisch untersuchten Sedimente stammen aus der Zeit zwischen dem frühen Atlantikum (ab 6000 v. Chr.) und dem Subatlantikum, so daß sich die vorliegende Arbeit bei der Rekonstruktion der vom Menschen unbeeinflussten Naturlandschaftsentwicklung in erster Linie auf diese Zeitspanne konzentrieren wird. Für die Rekonstruktion der spätglazialen Landschafts- und Vegetationsentwicklung wurden keine Ablagerungen erfaßt. Daher mußte die Entwicklung aus pollenanalytischen Untersuchungen geschlossen werden, die in benachbarten Naturräumen durchgeführt wurden (BURRICHTER & POTT 1987, FREUND 1994, POTT 1995a). Sie werden im Rahmen dieser Arbeit daher nur kurz referiert.

Einen Schwerpunkt der Untersuchungen bildet die Rekonstruktion des römischen Vegetations- und Landschaftszustandes im Umfeld des Kalkrieser Berges, da im Zuge der archäologischen Ausgrabungen zur „Varus-Schlacht“ auf dem sog. „Oberesch von Kalkriese“ eine Reihe von Pflanzenrestfunden gemacht wurden, die den Anlaß für die Vielzahl von paläoethnobotanischen und pollenanalytischen Detailuntersuchungen gaben (DIECKMANN & POTT 1993). Sie sind Teil eines von verschiedenen Forschungsdisziplinen (Archäologie, Geologie, Bodenkunde, Paläozoologie und Paläobotanik) getragenen, interdisziplinären Projektes zur Rekonstruktion der römischen Umwelt, das seit 1987 unter der Trägerschaft des Landschaftsverbandes Osnabrück und mit Unterstützung der Stiftung Niedersachsen durchgeführt wird.

Nach historischen Überlieferungen wurden in der Gemarkung Kalkriese, im Jahre 9 n. Chr., drei römische Legionen unter der Führung des Publius Quinctilius Varus durch germanische Stammesverbände vernichtend geschlagen. Die große Anzahl der in Kalkriese entdeckten militärischen Ausrüstungsgegenstände, die Funde von römischen Münzen, Bronzen und Fibeln sowie die jüngst geborgenen Tier- und Menschenknochen belegen nach dem heutigen archäologischen Forschungsstand den Kalkrieser Berg als historischen Schauplatz der militärischen Auseinandersetzungen (SCHLÜTER 1993, SCHLÜTER 1996, BERGER 1996). Im Rahmen dieser Ausgrabungen konnten Pflanzenreste geborgen werden, die fast 2000 Jahre in einer bronzenen Tierglocke erhalten geblieben sind. Sie wurden im Institut für Geobotanik der Universität Hannover untersucht und sollen hier eingehend vorgestellt werden.

Der strohartige Charakter dieser trockenkonserviert wirkenden Pflanzenteile stellt angesichts der humiden Klimabedingungen Nordwestdeutschlands eine Rarität dar. Vergleichbare trockenkonservierte Pflanzenreste sind ansonsten eher im mediterranen und vorderasiatischen Gebieten zu suchen. Im Kontext mit der Varus-Schlacht stellen sich damit Fragen nach der Herkunft dieser Pflanzenreste sowie nach der naturräumlichen Beschaffenheit des Schlachtfeldes und seiner Umgebung zur römischen Kaiserzeit.

Auf der Basis der paläoökologischen Untersuchungen und durch die Berücksichtigung bodenkundlicher und archäologischer Untersuchungsergebnisse soll versucht werden, die Entwicklung der Kultur- und Naturlandschaft in der Umgebung des Kalkrieser Berges über die Jahrtausende hinweg zu rekonstruieren, um nicht nur das römische Landschaftsbild zu erhellen, sondern auch das heutige Kulturlandschaftsbild am Nordrand des Wiehengebirgszuges zu erklären.

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mich bei der Erstellung der hier vorliegenden Arbeit unterstützt haben. Ganz besonderen Dank schulde ich meinem Doktorvater Herrn Univ.-Prof. Dr. Richard Pott für seine wissenschaftliche Anleitung sowie für seine großzügige Unterstützung und sein Verständnis auch in schwierigen Zeiten. Für die finanzielle Unterstützung dieser Forschungsarbeit danke ich besonders der Stiftung Niedersachsen, dem Landschaftsverband Osnabrück und den Sparkassen der Stadt und des Landkreises Osnabrück.

Darüber hinaus gebührt mein persönlicher Dank meinem Kollegen und Freund Dr. Martin Speier für seine vielfältigen Anregungen und seine hilfreiche fachwissenschaftliche Kritik.

Meiner Familie und besonders meinen Eltern danke ich für ihre Unterstützung und vor allem für die Geduld, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

B. Lage und geographische Gesamtsituation des Untersuchungsgebietes

1. Geographische Lage des Untersuchungsgebietes

Das Wiehengebirge und der ihm nördlich vorgelagerte Kalkrieser Berg bilden zusammen mit der Kalkrieser-Niewedder Senke die naturräumliche Grenze zwischen den Großlandschaften des Norddeutschen Tieflandes und den südlich angrenzenden Mittelgebirgsregionen des Weserberglandes (Abb. 1). Die Landschaftsgebiete, die in diesem Naturraum aneinandergrenzen, sind das Bersenbrücker Land sowie das Osnabrücker Hügelland als westlichster Teil des Weserberglandes. Durch die Niewedder Senke getrennt, liegen sich die Teillandschaften des Kalkrieser Berges mit Höhenlagen zwischen 120 und 175 m NN und die Niederungsbereiche des Großen Moores gegenüber.

Im Westen geht die Kalkrieser-Niewedder Senke mit den Tiefebene zwischen Engter, Wittefeld und Vörden in die angrenzenden Flußniederungen der Hase über. Nach Osten hin öffnet sie sich dabei etwa auf der Linie Venne-Hunteburg-Schwagstorf zu einem weiten Trichter, der im Norden durch das Große Moor sowie die sich anschließenden Moorgebiete flankiert wird. Im Süden begrenzen die Höhenzüge des Wiehengebirges diese trichterförmig gestaltete Tiefebene, die sich über etwa 8 km im Osten bis zu den Auenlandschaften der Hunte erstreckt.

Der Kalkrieser Berg als spornartig vorgelagerter Vorberg des Wiehengebirgskammes erreicht mit der Schmittenhöhe eine Gipfelflage von maximal 175 m NN, wobei er im Bereich der Niewedder Senke mit starken Zertalungen auf eine Höhe von etwa 50 m NN abfällt. Die Niederungsbereiche zwischen dem Großen Moor und den Berghängen des Kalkrieser Berges verengen sich in der Gemarkung Kalkrieser sanduhrförmig zu einem natürlichen Engpaß von nur etwa 1000 m Breite. Aufgrund der archäologischen Grabungsbefunde und der bodenkundlichen Untersuchungen von wallartigen Bodenaufträgen aus germanischer Zeit wird in dieser Engpaßsituation die Stätte der historischen „Varusschlacht“ lokalisiert.

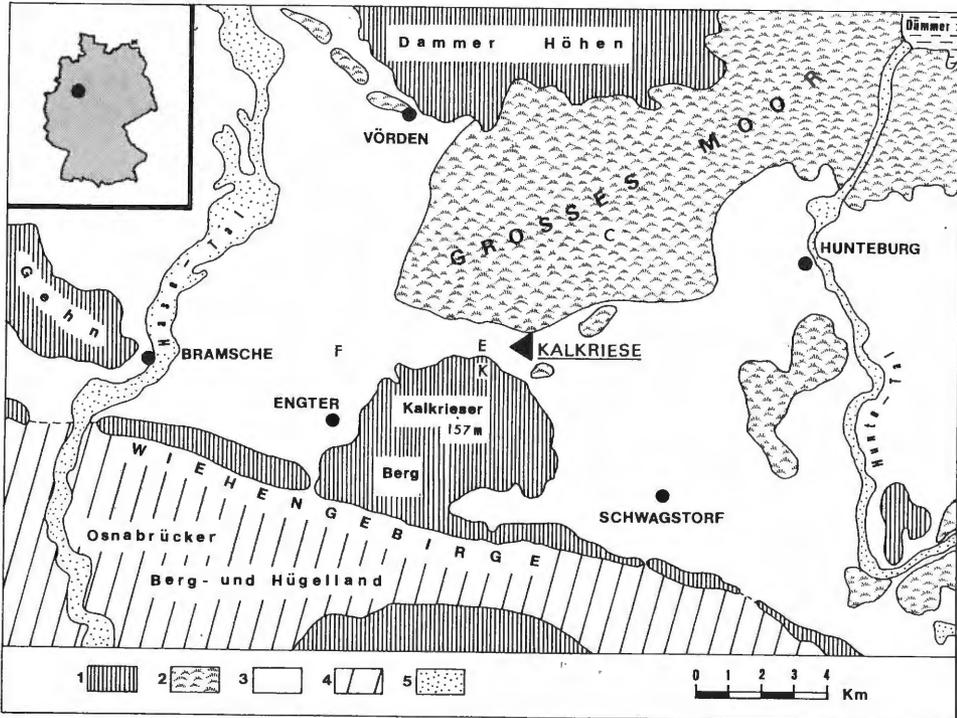


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet mit der archäologisch bearbeiteten Fundstelle Oberesch Kalkriese („Varus-Schlacht“) und Kalkrieser Berg am Nordrand des Wiehengebirges. Es bedeuten: 1 = colline und submontane Gebirgslandschaften mit Erhebungen bis 160 m NN; 2 = Moorlandschaften, überwiegend Hochmoor; 3 = Niederungen zwischen 37 m und 46 m NN; 4 = Intramontane Beckenlandschaften und submontane Gebirgslandschaften des Osnabrücker Berg- und Hügellandes; 5 = Flußtäler. Zusätzlich angegeben ist die Herkunft der pollenanalytisch untersuchten Bohrkerne. Es bedeuten: K = Kalktuffquelle; F = Feldungel; E = Oberesch; C = Campemoor.

Entsprechend den hydrologischen Rahmenbedingungen dieses Landschaftsraumes war dieser Engpaß bis zu den neuzeitlichen Trockenlegungen nur über die trockenen Flug-sandflächen am Südrand des Mooregebietes sowie auf den Hangsand an den Bergflanken des Kalkrieser Berges sicher zu durchqueren. Die prähistorischen und historischen Fernstraßen folgten dieser naturräumlich vorgegebenen Landschaftsgliederung, wobei der unmittelbar benachbarten Gräftenburg Alt Barenaue seit ihrer Anlage im 12./13. Jahrhundert eine Kontrollfunktion dieses alten Fernhandelsweges zukam.

2. Geologie und Geomorphologie

2.1 Die geologische und geomorphologische Grundsituation

Das Hügelland zwischen Wiehengebirge und Teutoburger Wald ist geologisch Teil eines Gebirgsspornes, der von Südosten nach Nordwesten bis fast in den emsländischen Raum reicht (Abb. 2).

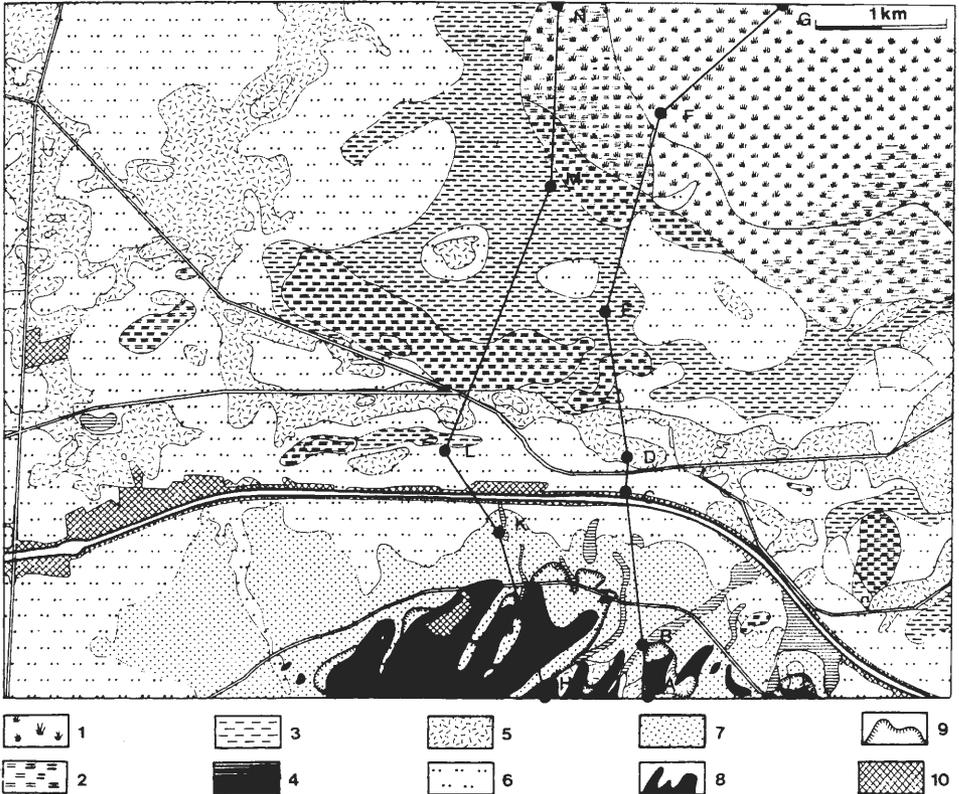


Abb. 2: Geologische Karte der Region zwischen dem Kalkrieser Berg und der Kalkrieser-Niederder Senke. Nach: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.), Geologische Karte von Niedersachsen 1:25000, Erläuterungen zu Blatt Nr. 3514 Vörden (MENGELING 1986, Hannover) mit der Lage der Profilschnitte A-G und H-N (aus: SCHLÜTER 1992). Es bedeuten: 1 = Hochmoortorf; 2 = Niedermoortorf; 3 = Anmoor über Niederungssand; 4 = Gewässer sowie Abschlammungen; 5 = Flugsand; 6 = Niederungssand; 7 = Hangsand; 8 = Ton-, Sand-, Mergel- und Kalkstein; 9 = Umgrenzung des Festgesteins bei <2m Quartärbedeckung; 10 = Halden und Dämme.

Erdgeschichtlich stammen die Gesteine dieses Gebirgsstockes aus dem Mesozoikum, wobei vor allem Sand-, Kalk- und Tonsteine sowie deren Mischglieder auftreten. Kalksteine finden sich beispielsweise im Teutoburger Wald, dem Kleinen Berg sowie in den kleineren Höhenzügen des Berglandes, wohingegen Tonsteine am südlichen Rückhang des Wiehengebirges vorkommen. Festgesteinswechselfolgen als Tonstein-Sandstein-Kalkstein-Wechselfolgen sind im Wiehengebirge und dem Kalkrieser Berg sowie im Gehn verbreitet. Das Wiehengebirge grenzt mit seinen Ost-West streichenden und steil einfallenden jurassischen Schichten die kollinen Höhenräume des Weserberglandes nach Norden ab (Abb. 2).

Periglaziale Hangsande aus der Weichsel-Kaltzeit, die am unteren Nordhang eine Mächtigkeit von 15 m erreichen können, bedecken die Flanken des Kalkrieser Berges, wohingegen sie in den Spornlagen nur wenige Dezimeter stark sind. Als Grenze des Berglandes gegenüber der Senke läßt sich geologisch die Überdeckung der Jura-Schichten mit weniger als 2 m Hangsand-Mächtigkeit festlegen (Abb. 3).

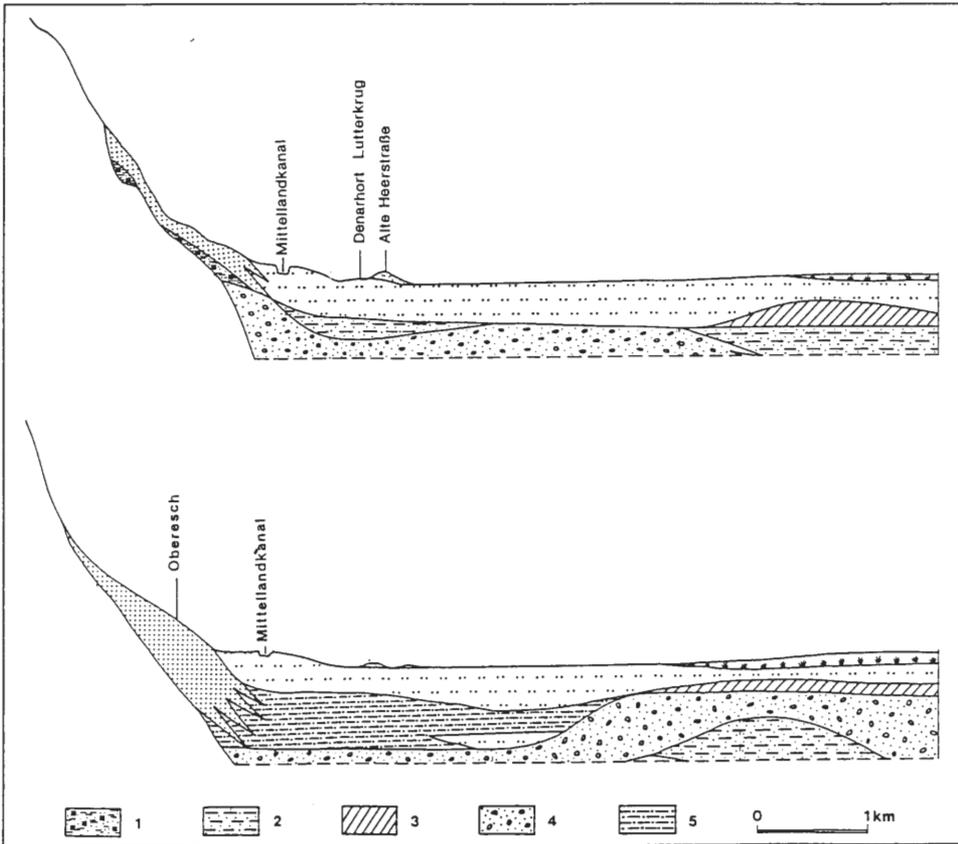


Abb. 3: Geologische Schnitte A-G (unten) und H-N (oben) durch die Kalkrieser-Niewedder Senke (zur Lage der beiden Profilschnitte vgl. Abb. 2). Nach: NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BOdenFORSCHUNG (Hrsg.), Geologische Karte von Niedersachsen 1:25000, Erläuterungen zu Blatt Nr. 3514 Vörden (MENGELING 1986, Hannover) (aus: SCHLÜTER 1992). Gezeichnet mit 25-facher Überhöhung. Es bedeuten: 1 = Fließerde; 2 = Kaltzeitlicher Beckenschluff; 3 = Geschiebelehm; 4 = Schmelzwassersand und -kies.

Sie überschreitet die heutige Bundesstraße B 218 nur an wenigen Stellen (MENGELING 1986).

Im Weserbergland treten als jungglaziale Bildungen der Weichsel-Kaltzeit Lößdecken in den intramontanen Beckenlandschaften zwischen dem Teutoburger Wald und dem Wiehengebirge auf. Dabei wurde die ehemals geschlossene Lößdecke im Gegensatz zu anderen Lößsedimentationsräumen wie beispielsweise der Hellwegbörde in der Spät- und Nacheiszeit durch ein enges Gewässernetz in zahlreiche, heute zerstreut liegende Einzelvorkommen aufgelöst. Als ein mehr oder weniger breiter und geschlossener Streifen tritt Löß besonders im nordöstlichen Wiehengebirgsvorland auf. Er zeigt hier auch Übergänge zum Sandlöß. Ein ausgedehntes Sandlößvorkommen besteht zudem im südöstlichen Teil der Fürstenaauer Berge.

Der Nordhang des Kalkrieser Berges wird bis zum nördlichen Hangknick, wo die Hangsande allmählich von den weichselzeitlichen Niederungssanden überlagert werden, von zahlreichen, zum Großen Moor hin entwässernden Bachläufen zerteilt. Die durch tekto-

nische Vorgänge entstandenen Talungen sind im Spät- und Postglazial erosiv weiter ausgearbeitet worden.

Im Norden stößt die Kalkrieser-Niewedder Senke an grundwasserbeeinflusste Niedermoore und an anmoorige Flächen über weichselzeitlichen Niederungssanden, die dem eigentlichen Hochmoorkomplex des Großen Moores vorgelagert sind (Abb. 2). Die Niedermoorflächen umgeben als ein breiter Gürtel den zentralen Hochmoorkern des Großen Moores und werden vor allem im südlichen Bereich inselartig von Niederungssandflächen durchbrochen. Unmittelbar an diese Moorrandflächen angrenzend liegen auf den Niederungssanden Flugsande der jüngeren Weichsel-Kaltzeit (KLASSEN et al. 1984, MENGELING 1986, WOLDSTEDT & DUPHORN 1974). Die Hoch- und Niedermoorflächen im Gebiet können durch eine fortschreitende Versumpfung weiter Landstriche infolge mariner Ingressionen als jüngere Bildungen der Nacheiszeit entstanden sein. Aufgrund torfstratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen kann geschlossen werden, daß das eigentliche Entwicklungszentrum des Großen Moores in den ehemaligen Moorbereichen um Hunteburg anzusiedeln ist. Nach J. TÜXEN (1979) kann es demzufolge als ein ehemals nur undeutlich aufgewölbt und flaches Geesthochmoor des sog. Repetitions-Subtyps verstanden werden, in dem zwei vollständige Weißtorf-Schwarztorfabfolgen übereinander liegen.

Im nördlichen Vorland des Wiehengebirges und des Kalkrieser Berges kommt es durch Auslaugung von wasserlöslichen, gips- und steinsalzführenden Schichten des Mündener Mergels (Oberer Jura) zu Subrosionssenken und damit zur Ausbildung von Erdfällen (MENGELING 1986). Neben kleinen Erdfällen, die nur wenige Meter Durchmesser und Tiefe aufweisen, gibt es hier auch Erdfälle bis 100 m Durchmesser und mehreren Metern Tiefe. Wo Erdfälle ehemals eng benachbart in Gruppen auftreten, konnten nachfolgend auch zusammenhängende Senken oder Seen entstehen. Die flächenmäßig größten Erdfälle sind das Vallenmoor, der Darnsee oder der Feldungel-See, die zu den ältesten Erdfallbildungen in der Region gezählt werden. Die heutige Form solcher Erdfallseen gibt jedoch nicht immer eindeutige Hinweise auf ihre ursprüngliche Größe oder die Form des Einbruchareals. Natürliche Verfüllungen oder randliche Vermoorungen haben die ursprünglichen Ufer- und Steilwandsituationen im Lauf der Zeit oftmals verändert.

Wasserundurchlässige Schichten unter durchlässigen Sand- und Kalksteinen haben am unteren Nordhang des Kalkrieser Berges, und zwar unmittelbar südlich der B 218, die Entstehung eines Quellhorizontes bewirkt, der im Lauf der Zeit zur Bildung einer Kalksinterquelle führte. Das Entstehen dieser aus geologischer Sicht für die Region besonderen Bildung kann auf den Wechsel von wasserstauenden und wasserspeichernden Schichten zurückgeführt werden. Dies bedingt auch das Vorhandensein mehrerer Grundwasserstockwerke. Die Überlagerung von Kalk-Sandsteinlagen durch Tone ist ursächlich dafür, daß an der Schichtgrenze das Wasser im Kalkgestein aufsteigen und zutage treten kann. Das kohlesäurehaltige Grundwasser löst beim Kapillaraufstieg den Kalkstein an und lagert die Carbonate als Quellkalke oder Kalksinter im unmittelbaren Austrittsbereich der Quellen wieder ab. Im Hangbereich an der Bundesstraße 218 entspringt aus einer solchen Kalksinterquelle beispielsweise der Bach Fisse in einem nur etwa 2 m großen Quellmund. Von dem ausgebildeten Kalktuff-Ringwall ist heute allerdings nur noch die Südhälfte vollständig erhalten. Die Entnahme von sogenannten „Kalk-Grottensteinen“ in der Vergangenheit führte zu einer hufeisenförmigen Öffnung des Kalksinter-Walles zur B 218 hin (DANISCH 1960).

2.2 Die stratigraphische Untersuchung der analysierten Torfprofile

2.2.1 Kalktuffquelle Kalkriese

Innerhalb des Kalksinter-Ringwalles konnte bei Fisse-Niewedde (s. Kap. B.2.1) an der Bundesstraße 218 mit einem Gutsbohrer ein 290 cm mächtiges Profil geborgen werden (TK 25:3414 Vörden R 3440660 H 5808400, Höhe über NN: 70 m).

Der Ringwall, dessen lichte Weite 11 m und dessen Höhe rund 1 m mißt, besteht aus hartem, porösem, weißen Kalkstein. Im Inneren ist der Ring mit einem etwa 100 qm großen Moorkomplex aus unterschiedlich aufgebauten Torfablagerungen ausgefüllt. Sowohl der Wall als auch die Mooroberfläche sind nach dessen Entwässerung in den letzten zwanzig Jahren von dem Kleinen Immergrün (*Vinca minor*) vollständig überwuchert worden.

Das Torfprofil aus dem Zentrum des Ringwalles wird in 3 m Tiefe von sandigen Schichten unterlagert, denen mit abnehmender Tiefe Kalk oder Ton sowie Pflanzen- und Moosreste beigemischt sind. Das Profil ist in vielen Abschnitten reich an Holzresten wie z.B. Birken- und Erlenholz. Neben kleineren, nicht näher bestimmten Samen und Früchten fanden sich Nüsse der Erle (*Alnus glutinosa*) und der Hasel (*Corylus avellana*). In 2 m Tiefe ist das Sediment im Gegensatz zu den basalen Schichten deutlich weniger sand- und kalkhaltig, vielmehr dominieren ausgeflockter Humus und zahlreiche Holzreste. Über diesen Straten lagert ab ca. 220 cm Tiefe ein Moostorf, der reich an Holz und Rindenresten ist und vor allem von Braunmoosen aufgebaut wird. Die untersten Lagen dieses Moostorfes sind in 194 bis 188 cm Tiefe durch gelb-weiße Kalksinter-Horizonte unterbrochen. Die obersten 30 cm dieses Stratums bestehen vorwiegend aus Kalkhumus.

Der Moostorf setzt sich aus folgenden Moosen zusammen:

- *Drepanocladus stramineum*
- *Brachythecium rivulare*
- *Bryum ventricosum*
- *Hygrohypnum palustre*
- *Meesea longiseta*
- *Cratoneurum commutatum*
- *Amblystegium spec.*
- *Eurynchium spec.*
- *Calliergon cuspidatum*
- *Neckera complanata*
- *Aulacomnium palustre*

Ökologisch gesehen, bevorzugt die Mehrzahl der genannten Moosarten kalkhaltige oder kalkbeeinflusste Standorte. Neben den genannten Laubmoosen finden sich in den Sedimenten aus der Kalktuffquelle von Kalkriese zahlreiche Schnecken-, Muschel- und Muschelkrebsreste. Häufig können beispielsweise Schalenhälften und Gehäuse von Muschelkrebsen der Gattungen *Cacocypris*, *Cypria*, *Candona*, *Cryptocandona* und *Ilyocypris* identifiziert werden. Daneben lassen sich anhand der Gehäuse- und Schalenfunde auch Schnecken wie *Hyalina nitidula*, *Patula rotundata*, *Helix pulchella*, *Pupa cylindracea*, *Pupella steri*, *Cionella lumbrica*, *Planorbis complanatus* und *Ancylus lacustris* sowie Muscheln wie beispielsweise *Pisidium fontinall*, *Pisidium pusillum* oder *Pisidium obtusola* nachweisen (DANISCH 1960). Diese Molluskenreste sind zum großen Teil auch im Kalk des Ringwalles eingebettet. Während die Molluskenreste im Torfprofil noch ein Aussehen haben, das den heutigen Molluskenschalen stark ähnelt, weisen die im Kalktuff eingelagerten Reste verschiedene Stufen der Verhärtung auf, die ihre Bestimmung erschwert.

2.2.2 Feldungel-See

Das zweite Torfprofil, das für die pollenanalytischen Untersuchungen geborgen wurde, stammt aus dem Gebiet des „Feldungel-Sees“, der etwa 4 km östlich der Stadt Bramsche gelegen ist. Das Naturschutzgebiet „Feldungel-See“, das 1932 unter Schutz gestellt wurde, umfaßt 5,14 ha, wobei die eigentliche Seefläche etwa 2,01 ha einnimmt. Seine Ausdehnung in West-Ost-Richtung ist etwa dreimal so groß wie in Nord-Süd-Richtung. Der See ist im Durchschnitt 1.70 m bis 2 m tief, wobei die tiefste Stelle (3.10 m) im Ostteil liegt (HOFMEISTER 1963, 1970).

Die Entstehung des Feldungel-Sees wird auf den Zusammenschluß von mehreren Erdfällen zurückgeführt, die durch Auslaugungs- und Auswaschungsvorgänge in den Gips- und Salzeinlagerungen der oberen Jura-Schichten ausgelöst wurden (MENGELING 1986). HOFMEISTER (1963, 1965, 1970) und WAHMHOF (1984) beschreiben die hydrologische Ausgangssituation des Feldungel-Sees als oligotroph, wobei sich in dem Gewässer über eine meso- bis eutrophe Übergangsphase letztlich eine eutrophe Gewässersituation mit entsprechenden Verlandungsgesellschaften einstellte.

Große Teile der ehemaligen Seefläche sind heute infolge von Verlandungsprozessen vermoort. Entsprechend den Ergebnissen einer Prospektierung der Ablagerungsmächtigkeiten in den Randbereichen des Sees betragen die Torfmächtigkeiten im südlichen Teilgebiet zwischen 100 und 50 cm. Die geringsten Ablagerungsmächtigkeiten finden sich in den westlichen und nördlichen Teilen mit einer maximalen Torfaufgabe von annähernd 50 cm. Die Sondierung des östlichen Verlandungsbereiches ergab die weitaus mächtigsten Torfablagerungen, die in diesen Verlandungsbereichen etwa 340 cm bis 360 cm erreichen können. In diesem Bereich konnte mit einem Gutsbohrer ein 340 cm mächtiges Torfprofil geborgen werden, das pollenanalytisch bearbeitet wurde (TK 25:3414 Vörden R 3436924 H 5809810, Höhe über NN: 47 m).

Die im Bohrprofil erfaßten Ablagerungen setzen an der Basis bei 340 cm Tiefe mit mittelfeinen Sanden ein, die über tonig-humose Sedimente in 300 cm Tiefe in einen stark zersetzten Niedermoortorf übergehen. Dieser Profilabschnitt ist in weiten Bereichen reich an Holzresten von *Pinus sylvestris* und *Betula spec.*. Darauf folgt mit abnehmender Sedimentmächtigkeit ein stark zersetzter Niedermoortorf. Dieses Stratum zeichnet sich durch zahlreiche Holzreste von *Alnus glutinosa* aus und geht ab 114 cm Tiefe in einen schwach zersetzten Niedermoortorf mit Seggenrhizomen und dann in Seggentorf über. Diese Niedermoortorfe sind mit einer ca. 60 cm mächtigen, teilweise humosen Sandschicht überlagert.

2.2.3 Campemoor

Das Campemoor ist als Teil des „Großen Moores“ in einer sich zum Dümmer hin in Nordostrichtung erstreckenden, flachen Senke gelegen. Der Moorkomplex weist entwicklungsgeschichtlich eine Reihe von eigenständigen Teilgebieten auf, für die sich im Laufe der Zeit unterschiedliche Namen eingebürgert haben: Das Große Moor bei Barnstorf, das Lohner Moor, das Diepholzer Moor, das Dümmer Moor und das Kalkrieser Moor. Nach stratigraphischen Untersuchungen von J. TÜXEN (1979) geht das Große Moor in seiner heutigen Ausdehnung auf eine transgressive Vereinigung von polyzentrischen Moorinitialen während des Atlantikums zurück. Im Laufe der Zeit bildete sich so ein ehemals nur undeutlich aufgewölbtes, flaches Geesthochmoor des Repetitions-Subtyps aus. Ein wesentliches strukturelles Kennzeichen dieses Moortyps sind zwei vollständige Weißtorf-Schwarztorf-Wechselschichten, die übereinandergelagert sind und sich durch mehrere, den Torfkörper durchziehende Rekurrenzflächen auszeichnen. Die ältesten Moorinitialen im Gebiet sind dabei vermutlich im Raum Hunteburg zu suchen.

Nach J. TÜXEN (1986) begann die Moorentwicklung in den ältesten Moorbildungskernen mit Nieder- und Bruchwaldtorfen, über denen sich im Verlaufe des Postglazials mehrere Meter mächtige Schwarz- und Weißtorfe gebildet haben. Der Bruchwaldtorf besteht im Randbereich des gesamten Moorkomplexes vorwiegend aus Kiefern- und Birkenresten, wohingegen in den zentralen Bereichen Erlenbruchwald und Schilftorfe überwiegen. Das Vorhandensein von Rüllen und Laggstauseen belegt die Bildung der einzelnen Moorteilgebiete aus der Verlandung ehemals getrennter Seen (TÜXEN 1979).

Bestätigt wird diese Annahme durch neuere moorstratigraphische Untersuchungen, gleichfalls aus dem Raum Hunteburg (J. TÜXEN et al. 1990). Demnach wird der mineralische Untergrund in diesem Moorabschnitt aus gelblich-grauen Feinst- und Feinsanden gebildet, die während der Weichselvereisung in einer Beckenlage südlich der Dammer Berge abgelagert worden sind. Während des Alleröd und des Präboreals war dieses Becken großflächig mit einem See ausgefüllt, der mehrere Dezimeter mächtige Lagen von Mudde und Braunmoostorfen hinterlassen hat. Über diesen Ablagerungen folgt mit abnehmender Tiefe eine fast 2 m mächtige Niedermoortorfdecke, die als Lagen aus schwach bis stark zersetzten Radzellentorfen ausgebildet ist. Die Grundabfolge Schwarztorf-Weißtorf ist in diesen sondierten Bereichen in einer Repetitionsabfolge zweimal nacheinander abgelaufen (Abb. 4).

Die Schweger Moorzentrale baute nach dem 2. Weltkrieg im Großen Moor großflächig Schwarztorf zur Brenntorfengewinnung; heute wird dagegen überwiegend Weißtorf gewonnen. Vom Torfwerk Schwegermoor aus wird das Moor bis auf ca. 0,5 m über den mineralischen Untergrund abgebaut. Die Randgebiete des Moores sind heute stark verbuscht und mit Moor-Birkenwäldern bestanden. Dies gilt auch für große Teile des südöstlich angrenzenden Naturschutzgebietes „Venner Moor“.

Die Profilentnahmestelle des vierten Profils „Campemoor I“ liegt ca. 1,5 km nordwestlich der Schwegermoorer Bauernsiedlung (TK 25:3515 Hunteburg R 3444738 H 5815216, Höhe über NN: 46 m).

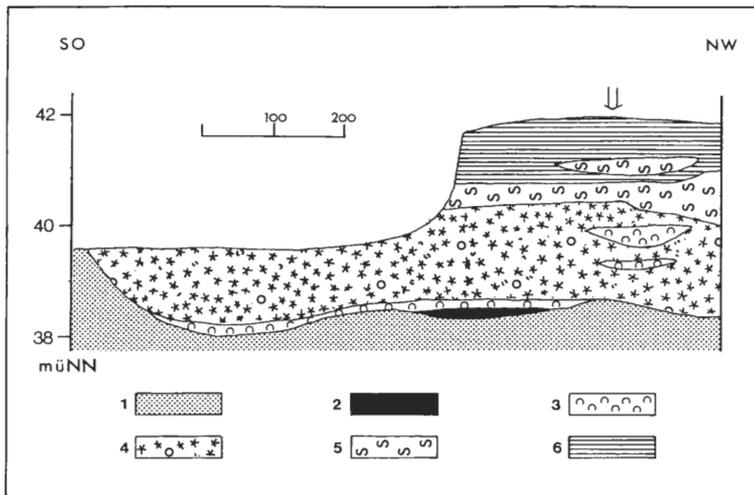


Abb. 4: Darstellung eines torfstratigraphischen Transektes durch das Große Moor bei Hunteburg. Es bedeuten: 1 = Mineralboden; 2 = schwach bis mäßig zersetzter Braunmoostorf; 3 = Feindetritusmudde; 4 = stark zersetzter Niedermoortorf (meist Radzellentorf); 5 = stark zersetzter *Sphagnum*-Torf; 6 = schwach zersetzter *Sphagnum*-Torf, (= Grundabfolge Schwarztorf-Weißtorf zweimal nacheinander abgelaufen.

Im Handstichverfahren konnten hier Torfblöcke ergraben werden, die in ihrer Gesamtheit ein 240 cm mächtiges Profil ergeben, wobei die oberen Bereiche der Torfwand bereits dekapitiert sind. Bei den torfstratigraphischen Untersuchungen wurde in etwa 1 m Tiefe ein aus Kiefern- und Birkenhölzern bestehender Bohlenweg entdeckt. Gemeinsam mit dem Institut für Denkmalpflege des Niedersächsischen Landesamtes (I.f.D.) wurde dieser Bohlenweg mit der Nummer 32 (Pr) und ein weiterer Bohlenweg 31 (Pr), der nur etwa 30 m westlich in unmittelbarer Nachbarschaft liegt, ergraben und in Lage und Aufbau genauer untersucht (METZLER 1993). Eine ^{14}C -Radiocarbonatierung der Kiefernbohlen des

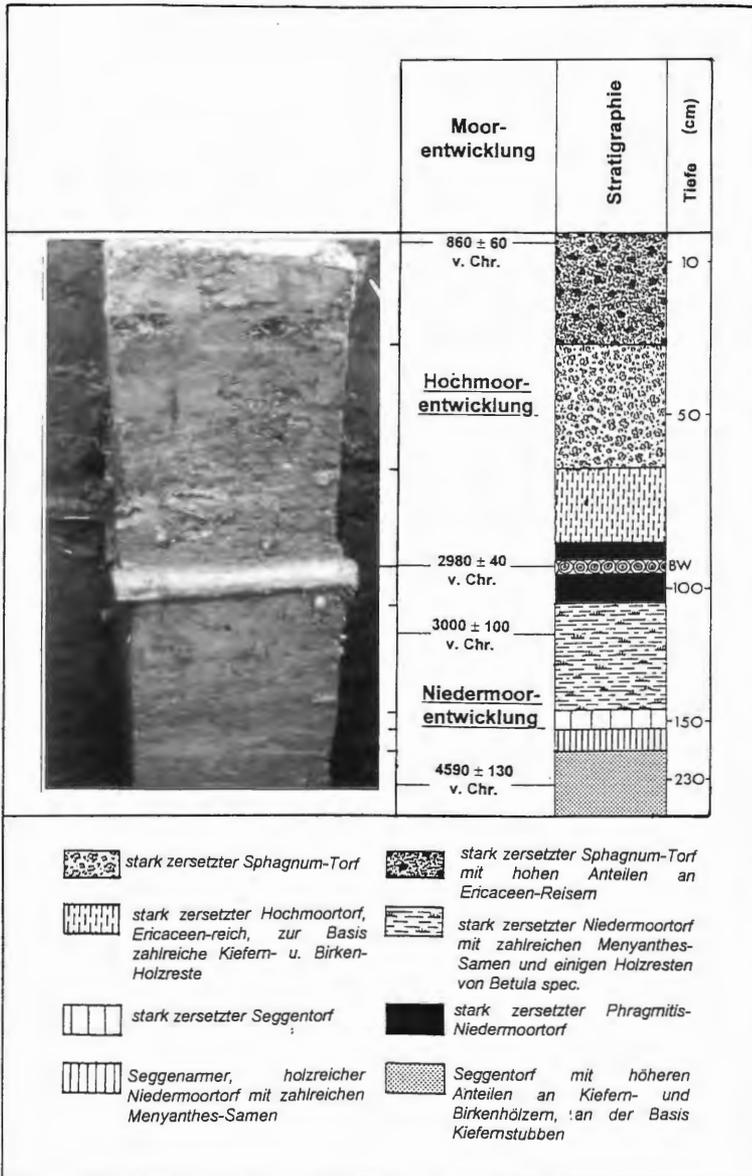


Abb. 5: Torfprofil und Stratigramm Campemoor I mit Resten des Bohlenweges 32 (Pr).

Bohlenweges 32 (Pr) erbrachte ein kalibriertes Alter um 2980 ± 40 v. Chr., die Bohlen des Weges 31(Pr) konnten auf 4680 ± 40 v. Chr. datiert werden.

Das Profil Campemoor beginnt in 237 cm Tiefe mit einem stark zersetzten Seggentorf und mit hohen Anteilen an Kiefern- und Birkenhölzern in diesen Straten. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von TÜXEN et al. (1990) konnten an dieser Profilentnahmestelle an der Basis keine Seeablagerungen gefunden werden. Die basalen Seggen- und Bruchwaldtorfstraten werden mit abnehmender Tiefe durch einen sehr stark zersetzten Niedermoortorf abgelöst, der reich an *Menyanthes trifoliata*-Samen ist.

Die Kiefernbohlen des ergrabenen Bohlenweges liegen in 98 cm Tiefe, eingebettet in Lagen von stark zersetztem, holzreichem *Phragmites*-Niedermoortorf (Abb. 5). Diesen Torfstraten folgt ein ebenfalls stark zersetzter Ericaceen-Übergangstorf, der zur Basis hin wiederum zahlreiche Kiefern- und Birkenholzreste aufweist. In 66 cm Tiefe löst schließlich ein stark zersetzter Hochmoortorf (Schwarztorf) diese Niedermoorphase ab. Der Schwarztorf enthielt als regelmäßige Beimengungen Reste von *Eriophorum* und *Calluna*, ließ sich jedoch hauptsächlich als *Sphagnum cuspidatum*-Torf ansprechen. Durch den oben beschriebenen Torfabbau fehlt die Weißtorfauflage großflächig.

3. Böden

3.1 Die bodenkundliche Grundsituation

Im Wiehengebirge und im Bereich des Kalkrieser Berges sind überwiegend Braunerden und Parabraunerden als typische Bodenbildungen verbreitet. Im Akkumulationsgebiet von lehmigen und meist kalkfreien Grundmoränen sind schwach basenhaltige Braunerden entwickelt, die sich mosaikartig überall dort mit Parabraunerden verzahnen, wo Lößlehmdecken abgelagert sind. Bei geringer Lößauflage über wasserstauenden Schichten kann es auch zur Ausbildung von Pseudogley kommen (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL 1979).

Die nördlich an das Wiehengebirge anschließenden Geestflächen werden durch Bodengesellschaften gekennzeichnet, die in erster Linie durch trockene und nährstoffarme Quarzsandböden mit mehr oder weniger intensiver Podsolierung geprägt sind. Im Einflußbereich von grundwasserstauenden Bodenschichten oder bei der Einlagerung von bindigen Schichten im Unterboden können Übergänge in Form von Gley-Podsol oder Pseudogley vorliegen (DAHM-ARENS 1989, MAAS & MÜCKENHAUSEN 1971). So treten beispielsweise am Hangfuß des Kalkrieser Berges neben Pseudogley und Gley vor allem feuchte Podsol-Gley-, Podsol-Pseudogley- und Anmoorpodsol-Bodentypen auf.

Seit dem späten Mittelalter, vor allem im Zuge der Gewinnung landwirtschaftlich nutzbarer Flächen, ist die Kalkrieser-Niewedder Senke starken anthropogenen Veränderungen unterworfen worden. So haben Bodenabträge und Bodenaufträge im Zuge der Plaggenwirtschaft das heutige Erscheinungsbild der Kalkrieser-Niewedder Senke entscheidend geprägt. Nach BEHRE (1976a, 1980) kann für den Beginn der Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland das 10. Jahrhundert n. Chr. angenommen werden. Zur Düngung der für die Kalkrieser Region typischen, nährstoffarmen Sandböden wurden - wie auch in anderen Teilen der nordwestdeutschen Tiefebene - Boden- oder Torfsoden nach ihrer Verwendung als Stallstreu oder nach der Kompostierung auf die Ackerflächen aufgebracht.

Im Laufe der Jahrhunderte führte diese Form der Düngung zur Entstehung einer etwa 1 m mächtigen Eschauflage. Im Untersuchungsgebiet kommt der Plaggenesch besonders über den Hangsanden des Kalkrieser Berges sowohl in größeren zusammenhängenden Flächen als auch in kleineren Einzelflächen vor. Eine solche Einzelfläche stellt auch der sog.

„Oberesch“ bei Kalkriese dar, der heute die Kernfläche der archäologischen Ausgrabungen zur Varus-Schlacht bildet.

Auch in diesem Bereich ist infolge des künstlichen Bodenauftrages das natürliche und ehemals reich strukturierte Kleinrelief in der Vergangenheit weitgehend nivelliert worden. So konnten LIENEMANN & TOLKSDORF-LIENEMANN (1992) beispielsweise durch Bodenreliefmessungen zeigen, daß das ehemalige Oberflächenrelief auf dem Oberesch von Kalkriese im Gegensatz zu heutigen Verhältnissen sehr vielgestaltig war (Abb. 6). Die dabei ermittelten Oberflächenstrukturen entsprechen nach den heutigen Erkenntnissen den Reliefbedingungen, die auch in der römischen Kaiserzeit die Landschaft um den Kalkrieser Berg kennzeichneten.

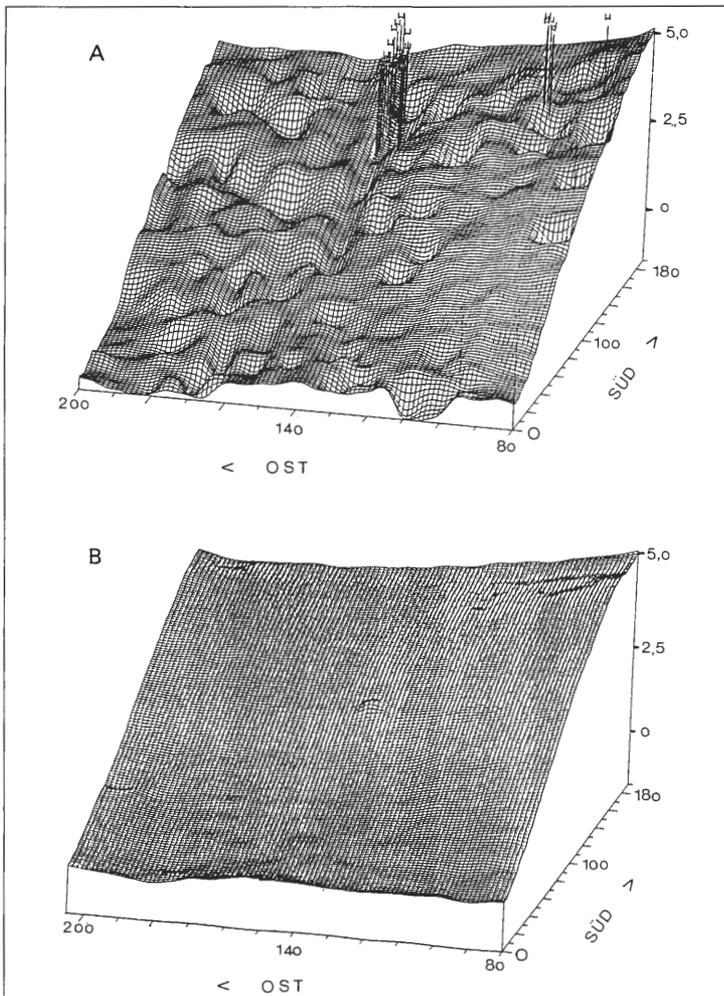


Abb. 6: A: Ehemalige Bodenoberfläche am Nordhang des Kalkrieser Berges vor dem mittelalterlichen Plaggeneschtauftrag. Deutlich sichtbar sind die zahlreichen Mulden sowie Rinnensysteme ehemaliger Fließgewässer. 2m-Bohrnivelement, 10fach überhöht; B: Heutige Oberfläche des „Oberesch von Kalkriese“ mit anthropogener Plaggeneschtauflage, 5m-Bohrnivelement, 5fach überhöht; (nach: LIENEMANN & TOLKSDORF-LIENEMANN 1992).

Demnach wurde die damalige Landschaft an der Nordflanke des Gebirgsspornes von tief eingeschnittenen Bachtalungen sowie von einer Vielzahl kleinerer Erosionsrinnen und flachen Muldenlagen geprägt. Darüber hinaus finden sich stellenweise im heutigen Untergrund fossile tonig-humose Mudden, die wahrscheinlich auf die ehemals wesentlich zahlreicher vorhandenen Oberflächengewässer zurückzuführen sind. In einer von LIENEMANN & TOLKSDORF-LIENEMANN (1992) nachgewiesenen, ehemals nord-süd-verlaufenden Abflußrinne wird das historische Bachbettes der Fisse angenommen. Desweiteren soll der heute in einem Graben um den Oberesch geführte Fisse-Bach, der wie bereits ausgeführt, in der Kalksinterquelle direkt an der B 218 entspringt, für die ehemals höhere Bodenfeuchte in diesem Areal verantwortlich gewesen sein.

3.2 Die stratigraphische Untersuchung der analysierten Boden- und Wallmaterialien aus dem Bereich des Obereschs

3.2.1 Oberesch Kalkriese

Bei den archäologischen Ausgrabungen auf dem Oberesch von Kalkriese wurde eine künstliche Bodenanschüttung freigelegt, die als Teil einer germanischen Wallanlage gedeutet wird (Abb. 7). Nach der archäologischen Rekonstruktion des Grabungsbefundes bestand diese Anlage aus einem etwa 5 m breiten und 2 m hohen Sodenwall, der offenbar an einem topographisch günstigen Vorsprung des Kalkrieser Berges angelegt worden war, wo die vorgegebene natürliche Engpaßsituation von den Germanen militärisch ausgenutzt werden konnte (SCHLÜTER 1991a, 1991b, 1993). Die römischen Funde, die bei den Ausgrabungen auf dem Oberesch bislang gemacht werden konnten, liegen unter einem etwa 1m mächtigen braunen Plaggenesch. Der künstliche Auftragshorizont wird an seiner Basis von einem 10 bis 20 cm starken Podsolierungshorizont (Bleichsand) gekennzeichnet.

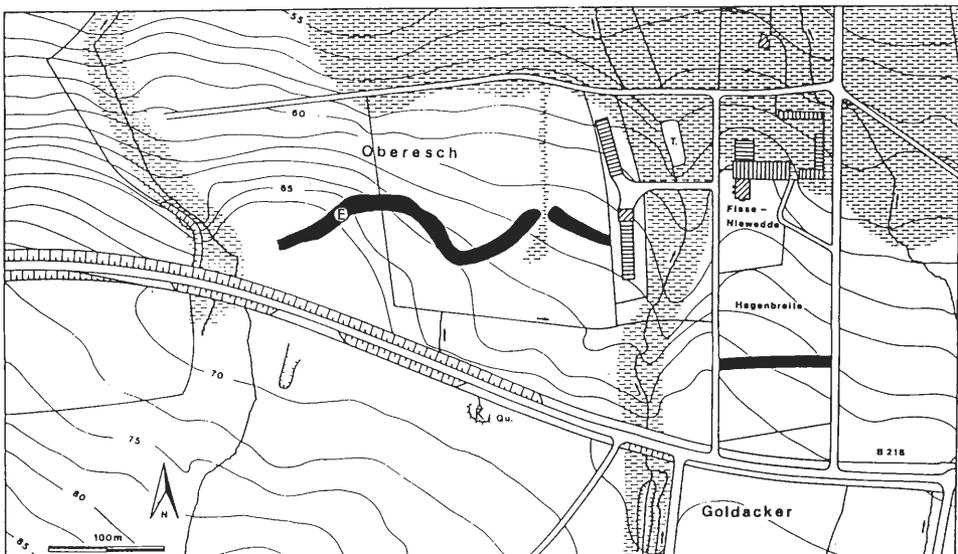


Abb. 7: Lage des archäologischen Ausgrabungsfeldes auf dem Oberesch/Kalkriese. Eingetragen ist der aufgrund von Grabungsbefunden und Luftaufnahmen rekonstruierte Verlauf der germanischen Befestigung am Fuß des Kalkrieser Berges sowie die Profilentnahmestelle für die Analyse des Esch- und Wallmaterialies [E]; (verändert nach: SCHLÜTER 1996).

net, der als ehemalige römische Bodenoberfläche interpretiert wird (SCHLÜTER 1991a).

Die seit dem Mittelalter aufgebrachte Plaggeneschauflage (s. Kap. B.3.1) hat vermutlich als schützende Abdeckung die germanischen Wallreste und die vor der Anlage liegenden römischen Fundobjekte über die Jahrhunderte konserviert.

In einem archäologischen Grabungsschnitt (Abb. 8) konnte im Handstichverfahren ein 180 cm mächtiges Profil (TK 25: 3414 Vörden R 3440527 H 5808574; Höhe über NN: 60 m) ergraben werden, das in Abständen von jeweils 10 cm beprobt und anschließend pollenanalytisch untersucht wurde.

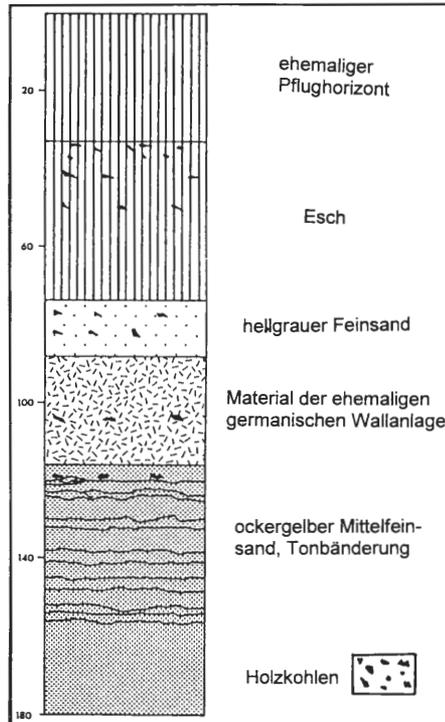


Abb. 8: Bodenprofil und Stratigramm Oberesch/Kalkriese.

Das Profil beginnt in 160 cm Tiefe mit Lagen eines gelbbraunen, mittelfeinen Sandes als Ausgangssubstrat der Bodenbildung. Besonders in den unteren Bereichen enthält der gesamte Bodenaufschluß zahlreiche Holzkohlepartikel und zeigt stellenweise dunkle Bereiche ehemaliger Altwurzelgänge. Infolge einer raschen Verbraunung des kalkfreien Sandes im Holozän und der anschließenden Tonverlagerung entstand in 157 - 120 cm Tiefe eine „Bänderzone“, d.h. millimeter- bis zentimeterstarke, kräftig-braune Ton-Eisen-Horizonte, die mit hellen Horizonten abwechseln.

Dieser Profilabschnitt, der Teil einer fossilen Bänder-Parabraunerde ist, wird von dem verstürzten und auseinandergeflossenen Wallmaterial der germanischen Soden-Mauer überlagert (Abb. 8). Auf diese Wallmaterialien aus germanischer Zeit folgen 14 cm mächtige Bleichsand-Horizonte, denen die mittelalterlichen Plaggenesch-Horizonte aufgelagert sind. Der Beginn des Plaggeneschauftuges ist im Gegensatz zu anderen Regionen Norddeutschlands aufgrund einiger Scherbenfunde in den unteren Eschschichten nicht

vor dem 13. Jahrhundert anzusetzen (WILBERS-ROST 1992). Eine deutliche Grenze zwischen den gelb-braunen Wallmaterialien und den hellgrauen bis weißen Bleichsanden der alten Oberfläche ermöglicht dabei die Unterscheidung des Walles von den jüngeren Bodenschichten.

Im Rahmen der bodenkundlichen Untersuchungen auf dem Oberesch von Kalkriese durch LIENEMANN und TOLKSDORF-LIENEMANN (1992) konnten auch hohe Anteile an sog. Phytoopalen in den Substraten des Wallmaterials identifiziert werden. Phytoopale sind überwiegend leistenartig ausgebildete, kristalline Gebilde, die vor allem im Stützgewebe pflanzlicher Gewebe gebildet werden. Sie können auch nach der vollständigen Zersetzung der organischen Bestandteile noch in den mineralischen Straten erhalten bleiben und dort durch entsprechende Anreicherungsverfahren mikroskopisch nachgewiesen werden. Aus dem Vorkommen solcher Phytoopale in einzelnen Bodenschichten kann auf die Entstehungsgeschichte von Böden geschlossen werden. Insbesondere die prozentuale Anreicherung von Phytoopalen bestimmter Pflanzengruppen wie etwa von Gräsern oder Waldbäumen ist in diesem Zusammenhang für bodenkundliche Untersuchungen von Bedeutung. Werden höhere Anteile an Gras-Phytoopalen in entsprechenden Bodenhorizonten nachgewiesen, so läßt sich beispielsweise auf einen höheren Anteil an Poaceen zur Zeit der Bodenbildung schließen. In den von LIENEMANN & TOLKSDORF-LIENEMANN (1992) untersuchten Wallschichten ließ sich dieser Nachweis für Phytoopale von Poaceen erbringen. Die von den Autoren bestimmten Werte für den Anteil von Phytoopalen im Korngrößenspektrum der Sedimente betrug in der Pflugschicht des Eschbodens 2,0%. Dieser vergleichsweise hohe Wert ist auf den mittelalterlichen und neuzeitlichen Anbau von Getreide auf dieser Fläche zurückzuführen. Im Mischbereich zwischen Esch und Wallmaterial konnten Werte von 0,8%, im Wallmaterial dagegen wiederum erhöhte prozentuale Anteile von 1,1% gemessen werden. Im ehemaligen Ah-Horizont der römischerzeitlichen Bodenoberfläche ließen sich immerhin noch Werte von 0,5% nachweisen, die im historischen B-Horizont nur noch 0,2% erreichten. Bei nicht anthropogen beeinflussten Standorten wären native Phytoopalgelhalte von 0,5 Korn-% (Ah-Horizont) bis 0,1 Korn-% (B-Horizont) zu erwarten. Ein Aufbau des Wallmaterials aus Grassoden ist aufgrund der erhöhten Phytoopalgelhalte damit sehr wahrscheinlich. Die in diesen Substraten parallel durchgeführten pollenanalytischen Untersuchungen sollten diese Annahmen prüfen und weitergehende Aussagen zur Herkunft der Auftragsböden möglich machen.

4. Klima

Großräumig betrachtet liegt das Untersuchungsgebiet in dem atlantisch beeinflussten Klimabereich Nordwestdeutschlands. Die Ozeanität dieses Gebietes zeigt sich vor allem durch ausgeglichene Temperaturen mit geringen Schwankungen sowie durch milde Winter und relativ kühle Sommer (Abb. 9).

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8,4 - 8,9 °C, wobei die mittlere Jahresschwankung der Temperatur bei 16,4 °C liegt (SCHMIDT 1984). Die jährliche Niederschlagsverteilung wird vor allem durch die windstauende Wirkung des Weserberglandes bestimmt. So weisen die südöstlich gelegenen Bereiche des Weserberglandes deutlich höhere Niederschlagsmengen als die Lee-Landschaften nördlich des Wiehengebirges auf.

Die höchsten Jahresniederschläge werden am Dörenberg (331 m über NN) mit ca. 900 mm gemessen. Durch den Stauereffekt des Teutoburger Waldes mit dem Dörenberg und den umliegenden Bergrücken liegen die Niederschlagsmengen in dem südwestlichen Teil des Osnabrücker Berglandes meistens über 800 mm. Eine ähnliche Situation ist im Bereich der Fürstenaue Berge (850 mm) gegeben, die bei den in dieser Region vorherrschenden

West- und Südwestwinden gegenüber den Dammer Bergen (780 mm) einen gewissen Abschirmungseffekt hervorrufen.

In den ebenen bis mäßig hügeligen Geestgebieten sowie dem Wiehengebirge (mit 770 mm) schwanken die Niederschlagsmengen zwischen 650 mm und 800 mm. So liegen die durchschnittlichen Jahresniederschlagssummen im Ems-Hunte-Gebiet zwischen 650 und 750 mm. (HOFFMEISTER & SCHNELLE 1945).

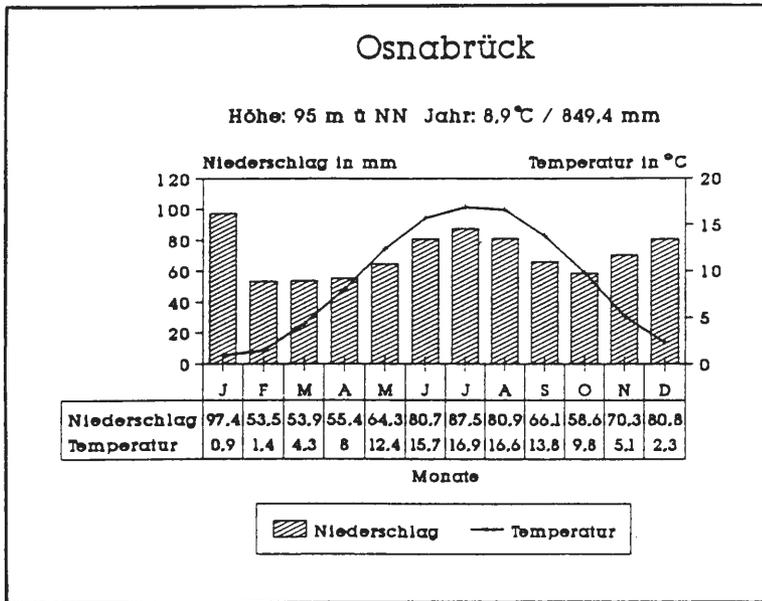


Abb. 9: Klimadiagramm von Osnabrück. Nach: Deutscher Wetterdienst (1953-1983).

5. Potentielle natürliche Vegetation

Mit dem Begriff der „potentiellen natürlichen Vegetation“ wird nach BURRICHTER, POTT und FURCH (1988) sowie POTT (1995b) ein hypothetisch konstruierter Zustand der Vegetation beschrieben, der sich nach dem Ausschluß jeglichen menschlichen Einflusses und nach Ablauf entsprechender Vegetations- und Sukzessionsstadien unter den heute herrschenden Standort- und Klimabedingungen zu entwickeln vermag. Demnach wäre ohne die umgestaltenden Eingriffe des Menschen das gesamte Gebiet der Kalkrieser-Niewedder Senke - mit Ausnahme der Gewässer und Hochmoorkomplexe - sowie das Wiehengebirge und das Osnabrücker Berg- und Hügelland mit geschlossenen Laubwäldern bedeckt.

Dabei gelten die nährstoffarmen pleistozänen Niederungssande und Flugsanddecken als potentielle Wuchsgebiete des Eichen-Birkenwaldes (*Betulo-Quercetum*). Der Buchen-Eichenwald vom Typ des *Periclymeno-Fagetum* stellte sich auf den nährstoffreicheren Hangsanden des Kalkrieser Berges ein. Die wissenschaftliche Bezeichnung der pflanzensoziologischen Einheiten erfolgt nach POTT (1995b). Die Baumschicht dieser Buchen-Eichenwälder ist durch das Vorherrschen vor allem der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und der Traubeneiche (*Quercus petraea*) gekennzeichnet. Häufig ist auch die Stieleiche (*Quercus robur*) beigemischt. Entsprechend den mosaikartig wechselnden Bodenverhält-

nissen lösen sich Buchen-Eichen- und Birken-Eichenwälder kleinflächig auf engstem Raum ab.

Der Eichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) dominiert als substratbedingte, azonale Gesellschaft auf den Geschiebelehm Böden der unteren Hangbereiche des Kalkrieser Berges, wo die staunassen Böden nicht mehr von der Buche besiedelt werden. Neben der Stieleiche und der Hainbuche (*Carpinus betulus*) ist auch die Esche (*Fraxinus excelsior*) regelmäßig in diesen Wäldern vertreten.

Wie im gesamten Osnabrücker Berg- und Hügelland bildet auf den basen- und nährstoffreichen Böden des Kalkrieser Berges der kraut- und strauchreiche Waldmeister-Buchenwald (*Galio odorati-Fagetum*) die potentielle natürliche Waldgesellschaft. In diesen hallenartig strukturierten Wäldern baut die Buche fast ausschließlich die Baumschicht auf. Das Krautartenspektrum wird durch mäßig anspruchsvolle Waldpflanzen wie z.B. *Galium odoratum*, *Melica uniflora*, *Mercurialis perennis*, *Lamium galeobdolon*, *Pulmonaria officinalis*, *Anemone ranunculoides* und *Arum maculatum* geprägt.

Die nährstoffärmeren und basenarmen quarzitischen Böden tragen dagegen artenarme Hainsimsen-Buchenwälder vom Typ des *Luzulo-Fagetum*. Dieser vorwiegend submontan und montan verbreitete Waldtyp wird in der meist lückig ausgebildeten Krautschicht vorwiegend durch azidophytische Arten wie z.B. *Avenella flexuosa*, *Vaccinium myrtillus* und die anspruchslosen Moose *Polytrichum formosum*, *Dicranella heteromalla* und *Hypnum cupressiforme* gekennzeichnet. Der Hainsimsen-Buchenwald befindet sich im Wiehengebirge in Höhenlagen von nicht mehr als 200 m NN an seiner unteren Verbreitungsgrenze. Aus arealgeographischen Gründen fällt hier die namengebende Charakterart *Luzula albidula* aus, so daß die Waldgesellschaft in diesem Fall auch als Drahtschmielen-Buchenwald (*Deschampsio-Fagetum*) bezeichnet werden kann (POTT 1996).

Fluß- und bachbegleitende Waldgesellschaften sind sowohl im Wiehengebirge als auch in den Niederungsbereichen der Geest verbreitet. Die Drahtschmielen-Buchenwäldern gehen im Bereich des Kalkrieser Berges in Erlenauenwälder vom Typ des *Stellario-Alnetum* und Bach-Eschenwälder (*Carici remotae-Fraxinetum*) über. Der Bach-Eschenwald bildet schmale Auen an den kalkführenden Bächen des Kalkrieser Berges aus. In den sandigen Niederungsbereichen der Geest ist ein erlenreicher und von oft baumartigen Traubenkirschen (*Prunus padus*) dominierter Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald (*Pruno-Fraxinetum*) die am weitesten verbreitete Niederungs-Auengesellschaft, die galerieartig die kleineren Fließgewässer der sandigen Geest säumt. In der Strauchschicht dieser Wälder herrschen besonders Sträucher wie *Corylus avellana*, *Euonymus europaeus*, *Ribes rubrum* und *Cornus sanguinea* oder *Viburnum opulus* vor, wobei in der Krautschicht neben typischen Buchenwaldarten hygrophile Stauden und Gräser überwiegen. Die von Natur aus vorherrschende Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) wird dabei nur auf den basenreicheren Böden von der Esche (*Fraxinus excelsior*) begleitet. Je nach der Überschwemmungshöhe, der Überschwemmungsdauer und der Entfernung vom Fluß finden sich in den pleistozänen Flußtälern von Ems, Hase und Hunte Vegetationsmosaiken aus gehölzfreien Auenkomplexen, Reste der Weichholzaue und Hartholzauenwald-Bestände des Eichen-Ulmenwaldes (*Quercu-Ulmetum*), welcher überwiegend von der Stieleiche beherrscht wird. Die Weichholzaue ist im Untersuchungsgebiet als ein schmales, ufersäumendes Band ausgebildet. Pflanzensoziologisch lassen sich diese Bestände den Bruchweiden-Auenwäldern vom Typ des *Salicetum albo-fragilis* zuordnen. Die uferwärts orientierten und hochwüchsigen Korbweidengebüsche (*Salicetum triandro-viminalis*) werden von der Mandel-Weide (*Salix triandra*) und der Korb-Weide (*Salix viminalis*) aufgebaut, die anspruchsvolle Gebüschgesellschaften im peripheren Überflutungsbereich formieren. Durch die in der Vergangenheit vorgenommenen Flußbegradigungen sind viele dieser Bestände bis auf kleinere Gebüschinseln weitgehend vernichtet worden.

Im Anschluß an das Korbweidengebüsch siedelt flußnah meist ein Rohrglanzgrasröhricht (*Phalaridetum arundinaceae*), das von dem strömungs- und überflutungsresistenten Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) aufgebaut wird.

Alle heute von Niedermooren gekennzeichneten Niederungen mit organischen Naßböden sind potentielle Standorte der Erlen- und Birkenbruchwälder vom Typ des *Carici elongatae-Alnetum*, des *Carici elongatae-Alnetum betuletosum pubescentis* oder des *Betuletum pubescentis*. In den Erlen-Bruchwäldern dominieren auf Niedermoorortfen *Alnus glutinosa* sowie *Betula pubescens* und *Betula alba*. Diese Gehölzbestände werden in der Krautschicht von *Carex elongata*, *Carex acutiformis*, *Thelypteris palustris*, *Calamagrostis canescens* und *Ribes nigrum* gekennzeichnet. Auf nährstoffreicheren Standorten gesellt sich in der Krautschicht dieser Erlenbruchwälder *Iris pseudacorus* hinzu, wohingegen auf mesotrophen Standorten das Pfeifengras (*Molinia coerulea*) und verschiedene Torfmoosarten wie beispielsweise *Sphagnum squarrosum* und *Sphagnum fimbriatum* eine größere Bedeutung erlangen können.

Der Birkenbruchwald (*Betuletum-pubescentis*) mit der Moorbirke (*Betula pubescens*) stockt auf Torfböden im Kontaktbereich zu den Hochmooren oder in kleineren vermoorten Senken auf extrem nährstoffarmen pleistozänen Sanden. Die Krautschicht dieser lichten Wälder wird von Pfeifengras-Bulten und Torfmoos-Polstern mit *Sphagnum fallax* und *Sphagnum fimbriatum* bestimmt. Vor allem der Birkenbruchwald bildet hier die Übergänge zu den baumfreien Vegetationskomplexen der Hochmoore.

Die Moore bedeckten ehemals die Talsandebenen und Grundmoränenlandschaften, wo sie sich kleinräumig in Muldenlagen und Tälern der Geest entwickelten. Aus kleineren Moorinitialen sind im Laufe der Moorgenese zusammenhängende große Hochmoorkomplexe entstanden und im Laufe der Jahrhunderte über weite Flächen des Umlandes transgrediert. Die Randbereiche der ansonsten waldfreien Hochmoore trugen ehemals einen lichten Wald aus Birken und Kiefern. Zum Vegetationskomplex eines ungestörten Hochmoores gehören die gehölzfreien Gesellschaften der *Oxycocco-Sphagneteta* und der *Scheuzeritalia* (DIERSSEN 1982, POTT 1995 b). Als wichtigste Bult-Gesellschaft bestimmt die Rote Hochmoorbultgesellschaft (*Erico-Sphagnetum magellanici*) in enger Verzahnung mit Schlenken-Gesellschaften wie etwa dem *Rhynchosporium albae* das Vegetationsmosaik der Hochmoore. Die meist schwach erhabenen Bulte werden im feuchten Bereich von Torfmoosen beherrscht, die je nach Wasserspeicherkapazität der einzelnen *Sphagnum*-Arten im Mikrorelief unterschiedliche Wuchszonen einnehmen (POTT 1982, 1997b). Die Zwergsträucher *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccus*, *Erica tetralix*, *Calluna vulgaris* sowie der Rundblättrige Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) und das Scheidenwollgras (*Eriophorum vaginatum*) prägen zusammen mit den typischen Vertretern der Torfmoose (*Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum rubellum*, *Sphagnum papillosum*) und in neuerer Zeit immer häufiger *Sphagnum fallax* das physiognomische Erscheinungsbild dieser Bultgesellschaften. Die *Scheuzeritalia*-Gesellschaften der zeitweilig überfluteten Schlenken und Schwingrasen sind aus amphibischen Torfmoosen wie beispielsweise *Sphagnum cuspidatum* aufgebaut. Sie beherbergen zudem Kleinseggen wie beispielsweise *Rhynchospora alba* und *Carex canescens* sowie das Schmalblättrige Wollgras (*Eriophorum angustifolium*).

Größere zusammenhängende Flächen von Hoch- und Niedermooren waren ursprünglich nördlich des Wiehengebirges weit verbreitet. Heute sind sie durch industriellen Torfabbau und Meliorationsmaßnahmen weitgehend vernichtet oder nur noch in Fragmenten erhalten.

6. Aktuelle Vegetation

6.1 Bedeutung der aktuellen Vegetationserfassung für paläoökologische Landschafts- und Vegetationsrekonstruktionen

Die Darstellung der aktuellen Vegetation eines Landschaftsraumes hat hinsichtlich paläoökologischer Untersuchungen eine besondere Bedeutung. Die Rekonstruktion von ehemaligen Vegetationsverhältnissen und historischen Landschaftsbildern läßt sich auf der Basis der heutigen Pflanzengesellschaften, ihrer arealgeographischen Verbreitung und ihrer jeweiligen Standortansprüche erarbeiten. So hilft neben der Erfassung der potentiell natürlichen Vegetationseinheiten die Dokumentation noch vorhandener Relikte ehemaliger extensiver Landnutzungsformen, frühere Wirtschaftweisen in einem Landschaftsraum zu dokumentieren. Der Ersatz von natürlichen Waldformationen durch anthropogene Vegetationstypen zeigt in diesem Zusammenhang, wie intensiv eine Landschaft vom Menschen im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende verändert worden ist. In vielen Fällen kann somit das Wechselspiel von endogenen und exogenen Regulationsmechanismen in der historischen Vegetations- und Landschaftsentwicklung konkretisiert werden (POTT 1988a, KÜSTER 1990, VAN ZEIST et al. 1991). Aus der Erfassung der heutigen Vegetationsverhältnisse kann dabei jedoch nur das gesamte Ausmaß der vom Menschen ausgelösten Veränderungen abgeleitet werden, die zeitliche Komponente des Werdens und Vergehens von Vegetationen kann dagegen nur aus pollenanalytischen und paläoethnobotanischen Untersuchungen selbst geklärt werden.

Dementsprechend können anthropo-zoogene Einflüsse auf natürliche Waldgesellschaftsgefüge in ihrer qualitativen und quantitativen Umgestaltung anhand der bei der Pollenanalyse erstellten Gehölz- und Krautspektren abgelesen werden. Dabei kommen einigen Pollentypen Indikatoreigenschaften zur Erkennung bestimmter Vegetationsformationen zu und erlauben so, die zeitliche Veränderung von Vegetationstypen zu rekonstruieren (BEHRE 1988, POTT 1988b, 1997a, SPEIER 1994, 1997a).

Allerdings können nicht alle Aspekte der heutigen Vegetationsverhältnisse direkt auf die Verhältnisse in der Vergangenheit übertragen werden. Vor allem nicht die taxonomischen Einheiten heutiger Klassifikationssysteme, wie etwa die der Pflanzensoziologie. Dem stehen sowohl wissenschaftstheoretische als auch ökologische Zusammenhänge entgegen. Beispielsweise müssen zur pflanzensoziologischen Klassifikation eines Bestandes alle Arten erfaßt werden, die sich in einer standörtlich und strukturell homogenen Untersuchungsfläche befinden (BRAUN-BLANQUET 1964). Pflanzenreste, die aus Mooren oder aus archäologischen Fundschichten geborgen werden, zeigen jedoch immer nur einen Ausschnitt aus dem ehemals vorhandenen Artenpotential. Ihr Eintrag in die Siedlungen unterliegt zahlreichen Zufällen. Außerdem ist die Erhaltbarkeit der Pflanzenreste sehr stark von den Erhaltungsbedingungen in den jeweiligen Einbettungsmedien abhängig. Oftmals stammen die Pflanzen von sehr verschiedenen Standorten, über deren Eigenschaften jedoch nur wenig bekannt ist. Zudem können sich die Standorteigenschaften im Verlaufe der Geschichte durch Veränderungen in der Hydrologie, der Geomorphologie und der Edaphik geändert haben, so daß - gemessen an der zeitlichen Dimension - keine Homogenität der standörtlichen Rahmenbedingungen gegeben sein muß. Die Veränderungen des Oberflächenreliefs auf dem Oberesch von Kalkriese durch die mittelalterliche Plagenschauflage ist, wie bereits dargestellt, ein typisches Beispiel für die Veränderungen der standörtlichen Rahmenbedingungen im Verlaufe der Entstehung der Kulturlandschaft. Eine Rekonstruktion von Pflanzengesellschaften aus paläoökologischen Fundspektren im Sinne heutiger taxonomischer Einheiten ist vor diesem Hintergrund daher nicht möglich (JANSSEN 1979, BEHRE & KUCAN 1986).

Die Kartierung der aktuellen Vegetation des Untersuchungsgebietes erfaßt vor allem die Vegetationskomplexe des Kalkrieser Berges und der Kalkrieser-Niewedder Senke, die in der näheren Umgebung der archäologischen Ausgrabungen zur „Varus-Schlacht“ liegen. Die Vegetationskarte wurde im Verlauf der Geländearbeiten auf der Basis der entsprechenden Luftbildkarten und durch Begehungen zu verschiedenen Jahreszeiten erstellt (s. Abb. 10, im Anhang).

6.2 Relikte ehemaliger extensiver Landnutzungen im Untersuchungsgebiet

6.2.1 Buchenwälder und Buchen-Eichenwälder

Als Relikte ehemaliger extensiver bäuerlicher Waldbewirtschaftungsformen kommen in der Hangsandzone des Kalkrieser Berges Buchenwälder und Buchen-Eichenwälder vor, deren struktureller Aufbau und deren Artenkombination in der Strauch- und Krautschicht darauf hinweist, daß diese Waldbestände in der Vergangenheit als Hudewälder zur Waldweide von Rindern, Pferden, Schafen und Ziegen genutzt worden sind. Diese in ihrer Bestandstruktur meist mehr oder weniger gelichteten Waldbestände werden heute durch Massenfaltungen des Adlerfarns (*Pteridium aquilinum*) gekennzeichnet, der wegen seiner giftigen Inhaltsstoffe vom Vieh verschmäht wird und sich deshalb in diesen Wäldern stark ausgebreitet hat. Als tiefwurzelnder Polycormonbildner drängt der Adlerfarn die meisten krautigen Arten auf den von ihm beherrschten Flächen durch den hohen Licht-, Wasser- und Nährstoffentzug zurück (SCHWABE-BRAUN 1980a, 1980b). Unter dem Schirm der Farne können sich auf diesen Flächen auf Dauer daher nur wenige Arten wie *Deschampsia flexuosa*, *Holcus mollis*, *Polytrichum commune* oder *Dicranum scoparium* halten.

In den atlantisch bis subatlantisch geprägten Eu-Fagion-Wuchsgebieten sind durch die über lange Zeiträume ausgeübte Waldweide infolge positiver Weideselektion in vielen Hudewäldern dichte Unterholzbestände der Stechhülse (*Ilex aquifolium*) ausgebildet. Im Untersuchungsgebiet sind solche *Ilex*-reichen Waldbestände besonders an den Nordhängen des Kalkrieser Berges verbreitet. Es sind vor allem die Buchen-Eichenwälder vom Typ des *Periclymeno-Fagetum* im Umfeld des Gutes Barenaue und des Hofes Fisse-Niewedde, die sich durch ein üppiges Vorkommen von *Ilex* auszeichnen. Es handelt sich hierbei um hofnahe Hudewaldrelikte, die nur noch kleinflächig ausgebildet sind, denn das weitaus größte Areal der Buchen-Eichenwälder ist schon im Mittelalter und der frühen Neuzeit in Ackerflächen umgewandelt worden.

Die potentiellen Standorte des Eichen-Buchenwaldes werden auf den waldfreien Flächen durch das üppige Vorkommen des Besenginsters (*Sarothamnus scoparius*) angezeigt, der wie der Adlerfarn durch Brandeinwirkung und durch Waldweide zusätzlich in seiner Ausbreitungsdynamik gefördert wird (SCHWABE-BRAUN 1980a). Diese Wälder beherbergen häufig noch tiefbeastete, kronenreiche und weit ausladende alte Buchen und Eichen, die aus gekappten Solitär-bäumen oder Büschelpflanzungen hervorgegangen sind. Diese Bäume dienten ehemals der Nutzung für die Schweinemast und hatten vor allem im Mittelalter und in der frühen Neuzeit eine große Bedeutung in der Fleischerzeugung (HASEL 1985). Dafür wurden die Eichen und die Buchen als Jungbäume in etwa 2 m Stammhöhe gekappt und nachfolgend immer wieder so geschnitten, daß ein reichlicher Kronenansatz entstehen konnte, der zu einer üppigen Fruchtproduktion von Eicheln oder Bucheckern hinleiten sollte (BURRICHTER 1984).

Die Auswirkungen der ehemaligen Waldhude und die gezielte Gehölzpflanzung von sog. Brüderbäumen (Büschelpflanzung) haben die ursprünglichen Buchenwälder auch in ihrer physiognomischen Erscheinung verändert. Bis zur Trennung von Forst- und Landwirt-

schaft im 19. Jahrhundert bildete der Vieheintrieb und die Schweinehaltung im Walde die Grundlage der bäuerlichen Agrarwirtschaft, die den Wald nicht nur als Weidefläche, sondern zugleich auch als Holz- und Streulieferant, als Bauholzreservoir und als Laubheuguelle nutzte. Die Hudewirtschaft und die Laubheugewinnung (Schneitelwirtschaft) stehen dabei in einem engen funktionellen Zusammenhang. Die Viehweide im Wald stellte innerhalb der früheren Nutzungsformen die vorwiegende sommerliche Futterwirtschaft dar, während die Laubheuproduktion in erster Linie der winterlichen Vorratshaltung diente. Bei der bis in die Jungsteinzeit zurückreichenden Laubheugewinnung wurden die im Herbst gehauenen Zweige (Schneitelung) oder das abgestreifte Laub (Laubrupfen) in getrocknetem Zustand als Winternahrung verfüttert (BURRICHTER & POTT 1983, POTT 1983, HAAS & RASMUSSEN 1993).

Unter den extensiven Landnutzungsformen hatte die Waldhude als wichtiger Bestandteil der historischen bäuerlichen Subsistenzwirtschaft die größte Breitenwirkung. In vielen Gebieten war sie sogar die Hauptnutzungsart des Waldes. Sie führte im Laufe der Zeit zu Veränderungen in den unterschiedlichsten Waldformationen zu physiognomisch ähnlichen Vegetationskomplexen aus zonenartig strukturierten Hudewalden, Waldmänteln, Staudensäumen, Gebüschformationen und offenen Triftrasenkomplexen (POTT 1988a, POTT & HÜPPE 1991). Die Waldmäntel und die verbliebenen Waldrelikte besitzen als Folge der Weidewirkungen und der Weideselektion daher überwiegend weide- und verbissresistente Arten wie *Juniperus communis*, *Crataegus monogyna*, *C. oxyacantha*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus* agg. u. a.. Diese Auswirkungen der ehemaligen Hudewirtschaft sind in den Wäldern der Kalkrieser Region noch heute zu sehen. Vereinzelt treten in lichterem Waldkomplexen noch einige der genannten Straucharten auf. Durch die Überführung der ehemals lichterem Hudewälder in geschlossene und forstlich geprägte Hochwälder werden die heliophilen Strauchelemente jedoch zunehmend ausgedunkelt, so daß sich vielfach nur überalterte oder degenerierende Strauchformationen in den Waldbeständen finden lassen.

6.2.2 Heidelandschaften

Die intensive Weidewirtschaft sowie eine übermäßig ausgeübte Entnahme von Holz und Reisern in den Waldformationen des Eichen-Birkenwaldes und des Eichen-Buchenwaldes führte im Laufe der Jahrhunderte zu landschaftsprägenden Heidelandschaften (s. Abb. 11), in denen Zwergsträucher (*Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idea*, *Erica tetralix*) und bewehrte Sträucher (*Juniperus communis*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa*, *Ilex aquifolium* etc.) sowie verschiedene Ginsterarten (*Genista anglica*, *Genista germanica*) zu dominierenden Vegetationselementen wurden. Die Schafhude, die Streunutzung, die Brandwirtschaft und die Plaggenutzung haben auch im Untersuchungsgebiet zu weitflächigen Verheidungseffekten in den ehemaligen Eichen-Birken- und Buchen-Eichenwaldlandschaften geführt (POTT 1988a, 1992a, POTT & HÜPPE 1991). Insbesondere das Plaggenstechen zur Gewinnung von Bodensoden, die auf die Eschfluren im Umfeld des Kalkrieser Berges aufgebracht wurden, haben entscheidend zur Zerstörung der regenerationsschwachen Eichen-Birkenwälder im Untersuchungsgebiet und zur Entstehung von *Calluna*-Heiden beigetragen. Durch die Aufforstungsmaßnahmen des 19. Jahrhunderts sind diese Heideflächen heute jedoch weitgehend aus dem Landschaftsbild verschwunden. Auf dem Gebiet des potentiellen Eichen-Birkenwaldes sind auf den pleistozänen Sanden im Umfeld der Kalkrieser-Senke seit der Mitte des vorherigen Jahrhunderts vor allem Kiefernforste getreten, die durch das Heidebauerntum im Spätmittelalter und in der frühen Neuzeit großflächig entstandenen Zwergstrauchheiden abgelöst haben. So trug sowohl das „Wittefeld“ nördlich von Kalkrieser als auch die „Krumme

Heide“ - wie die Gaußsche Landesaufnahme von 1835 bis 1850 noch deutlich zeigt - im 19. Jahrhundert ausgedehnte Heideflächen, in denen Plaggen gestochen und eine extensive Schafbeweidung durchgeführt wurde (Abb. 11).

6.2.3 Niederwälder

Die Niederwaldwirtschaft war in den nordwestdeutschen Bauernwäldern die charakteristische Betriebsform zur Erzeugung von Brenn- und Kohlholz sowie zur Produktion von Gerberlohe für die kleinbetriebliche lokale und regionale Lederfertigung. Sie hat in vielen Teilen der nordwestdeutschen Landschaften das historische Landschaftsbild bestimmt. Dazu unterlagen die bäuerlichen Niederwälder einem turnusmäßigen Abtrieb ganzer Waldparzellen, der in der Regel alle 10 bis 25 Jahre stattfand.

Diese extensive Wirtschaftsform hat sich auf die Holzartenkombination der Niederwälder weitaus stärker ausgewirkt als die Waldhude. Der regelmäßige Abtrieb führte je nach den standörtlichen Ausgangsbedingungen und der Bewirtschaftungsintensität zu einer Substitution der ehemaligen Buchen- und Buchen-Eichenwälder durch Eichen-Birken-Niederwälder, Eichen-Hainbuchen-Niederwälder und Hasel-Niederwälder.

Daneben wurden stellenweise auch die Erlenwälder und Erlen-Eschenwälder durch die Stockausschlagwirtschaft in Erlen-Niederwälder überführt. Die Ursachen für derartige Verschiebungen in der Holzartenzusammensetzung liegen sowohl in dem unterschiedlichen Regenerationsvermögen der Gehölze als auch in der Stockholzgewinnung selbst begründet. Bei der herkömmlichen Stockholzhiebform erfolgte ein wurzelnahe Holzaushieb etwa alle 10 bis 25 Jahre. Bei einer längeren Durchführung dieser nachhaltigen Nutzung vermögen nur solche Gehölze wieder auszutreiben, die über ein hohes Regenerationsvermögen verfügen wie z. B. Eiche, Birke und Hasel. Bei Umtriebszeiten, die länger als 30 Jahre sind, vermag sich die Buche auch in entsprechenden Buchenniederwäldern zu halten. Bei einem kürzeren Aushiebtturnus wird sie dagegen aus dem Baumspektrum verdrängt (POTT 1988a, 1990a, 1992a, 1993a, 1993b). Diese Nutzungsformen des Waldes finden sich in ganz Europa von den Pyrenäen bis nach Dänemark und Finland verbreitet. Im Gegensatz zu den auf genossenschaftlicher Basis im kombinierten Waldfeldbausystem bewirtschafteten Niederwaldflächen der sog. „Hauberge“, die besonders in den Eisenerzgewinnungszentren des Siegerlandes, des Sauerlandes und im Rothaargebirge verbreitet sind, wurden die meisten dieser Niederwälder als Teil der bäuerlichen Wirtschaft in unregelter Form genutzt. So sind beispielsweise in Nordwestdeutschland Eichenschälwälder verbreitet, die nur der Holzentnahme und der Lohegewinnung gedient haben, nicht aber dem Waldfeldbau. Sie werden im Binnenland als „Stühbüsche“ und in den küstennahen Regionen als „Kratts“ oder „Eichen-Kratts“ bezeichnet.

Im Bereich der potentiellen Wuchsgebiete des Eichen-Birkenwaldes und des Buchen-Eichenwaldes gibt es in der Kalkrieser Region noch kleinere Waldparzellen, die auf diese ehemalige extensive Bewirtschaftung im Stockausschlagbetrieb hindeuten (s. Abb. 10, im Anhang). Stellenweise lassen sich hier anstelle der ehemaligen Waldmeister-Buchenwälder des Kalkrieser Berges Relikte von Hainbuchen-reichen Buchen-Eichen-Niederwäldern finden. So hat die langandauernde Holznutzung im bäuerlichen Stockausschlagbetrieb zu einer Förderung der Hainbuche gegenüber der Buche geführt, so daß im Gegensatz zu den natürlichen Hochwäldern *Carpinus betulus* neben den ausschlagkräftigen

Abb. 11: Kulturlandschaft in der Umgebung des Kalkrieser Berges in der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts (Auszug aus der Gaußschen Landesaufnahme 1835-50, Niedersächsisches Landesamt-Landesvermessung).

Eichenarten (*Quercus petraea*, *Quercus robur*) das Phanerogamenspektrum beherrschen kann. Diese Veränderungen der Gehölzzusammensetzung in derartigen Waldformationen werden auch als „Hainbuchen-Effekt“ bezeichnet (POTT 1981, 1985, 1993a).

Die vormalige Verbreitung der Niederwälder wird auch anhand von Flurbezeichnungen in der Kalkrieser Region deutlich, die auf die ehemals ausgeübten Waldwirtschaftsweisen zurückgehen. So verweist beispielsweise die Flurbezeichnung „Rothenburger Busch“ auf die vormalige Existenz solcher ehemaligen Niederwaldparzellen (Abb. 11).

6.2.4 Hecken und Feldgehölze

Noch bis in das 19. Jahrhundert hinein deckten Hecken als „lineare Gehölzstrukturen“ zusätzlich den bäuerlichen Holzbedarf. Noch die Gaußsche Landesaufnahme aus der Umgebung des Kalkrieser Berges von 1835/50 macht deutlich, daß auch in der nördlichen Kalkrieser Region Wallhecken oder Knicks im Bereich der ehemaligen *Quercion robori petraeae*-Landschaften auf großer Fläche anzutreffen waren (Abb. 11). Das Landschaftsbild dieser Zeit war den heckenreichen Regionen in den atlantisch getönten Teilen Nordwestdeutschlands wie etwa dem Emsland, dem Oldenburger Land oder Teilen der Westfälischen Bucht damit strukturell recht ähnlich. Als planmäßig angelegte Heckenstrukturen mit niederwaldartiger Bewirtschaftung dienten sie in erster Linie der Einhegung der allmendlichen oder privaten Ackerflächen. In den mittelalterlichen Esch-, Streu- oder Kampsiedlungen Nordwestdeutschlands hatten diese neben den der Laubheu- und Holzgewinnung dienenden Hecken als Spalier- und Flechhecken eine wichtige Schutzfunktion vor Bodenerosionen (POTT 1989a, 1990, 1996). Lebende Flechhecken als Bann- oder Wehrhecken sind nachweislich seit germanischer Zeit Teil des bäuerlichen Siedlungsumfeldes. In Zeiten ausreichenden Holzangebotes, wie bis zum frühen Mittelalter, nutzte man auch Holz- und Lattenzäune als Scheitzäune, Staketten-, Planken-, Palisaden- und Lattenflechtzäune. Unter den Holzknappheiten des späten Mittelalters und der Neuzeit gewannen die Wallhecken als Brennholz- und Laubheureservoir an Bedeutung. In der Kalkrieser-Niewedder Senke waren Heckenstrukturen ehemals weit verbreitet. Sie dienten zur Einfriedung der beackerten Kämpfe und zur Ausgrenzung der in den Feuchtgrünlandarealen frei weidenden Tiere.

Fast alle diese für die Phase der extensiven Landnutzungen typischen Kulturlandschaftselemente sind heute aus der Niewedder Senke verschwunden. Mit der Gemarken- und Allmendteilung im 17. Jahrhundert sowie durch landesherrliche Edikte im 18. Jahrhundert waren diese Hecken in fast allen Teilen Nordwestdeutschlands gefördert worden. Im 19. Jahrhundert wurden sie dann allerdings weitflächig beseitigt, um den Anteil der landwirtschaftlichen Produktionsfläche zu vergrößern. Die Flächenreformen und die Gebietszusammenlegungen haben besonders im Zuge der Flurbereinigungsmaßnahmen in den Jahren zwischen 1950 und 1975 zu einer weiteren Verdrängung dieser Gehölzstrukturen geführt (vergl. WEBER 1997).

Die heute noch fragmentarisch im Untersuchungsgebiet vorhandenen linearen Gehölzstrukturen sind meist aus dem Spontanaufwuchs nicht mehr bewirtschafteter Ackerrandstreifen entstanden. Ihr Artenspektrum setzt sich aus Gehölzelementen der Vorwälder (*Sorbus aucuparia*, *Betula alba*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Fraxinus excelsior*) und aus Elementen früherer Heckenstrukturen zusammen (*Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus* agg., *Crataegus monogyna*, *C. oxyacantha*, *Prunus spinosa*).

6.3 Forstliche Nadelholz- und Laubholzkulturen

Neben dem oben beschriebenen Holzartenwandel, der sich im Laufe der Zeit als Folge der historischen Wirtschaftsweisen einstellte, ist ein moderner und forstökonomisch beachtlicher Holzartenwandel im Arteninventar der Kalkrieser Waldungen zu unterscheiden. Um die Mitte des 18. Jahrhunderts setzte ein planmäßiger Waldbau ein, der als Wende zwischen den Waldverwüstungsperioden des 16. und 17. Jahrhunderts und der forstlich orientierten Waldbauzeit des 18. und 19. Jahrhunderts angesehen werden kann. In dieser Zeit wurden die Heiden und die offenen Flugsandflächen der Geest wie auch in der Kalkrieser Region das Wittefeld und das Ahrens-Feld mit Kiefern (*Pinus sylvestris*) aufgeforstet. So entstanden vor allem auf den Arealen, die größtenteils natürliche potentielle Wuchsgebiete des Eichen-Birkenwaldes (*Betulo-Quercetum*) sind, großflächige und standortfremde Nadelbaum-Monokulturen.

Das Gebiet der Hainsimsen- und Waldmeister-Buchenwälder des Kalkrieser Berges ist aufgrund der landwirtschaftlich ungünstigen Boden- und Reliefverhältnisse im Gegensatz zu den unteren Hangbereichen insgesamt noch eine Waldlandschaft geblieben, jedoch ist besonders im Bereich der Silikatbuchenwälder der Anteil an Nadelholzbeständen in der Neuzeit erheblich gestiegen. Hier dominieren heute ausgedehnte Fichtenforste mit *Picea abies*, denen stellenweise die Europäische Lärche (*Larix decidua*) beigemischt ist (s. Abb. 10). Je nach den vorherrschenden Lichtverhältnissen zeigt sich der Waldboden in diesen Waldbeständen nahezu vegetationsfrei oder ist nur fleckenartig mit acidophilen Moosen (*Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme*, *Leucobryum glaucum*) oder der Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*) und vereinzelt Farnen (*Dryopteris dilatata*, *Dryopteris carthusiana*, *Athyrium filix-femina*) bedeckt. Daneben finden sich in der Kalkrieser-Niewedder Senke auch neuzeitliche Forstungen mit der Schwarzpappel (*Populus nigra*), die vor allem in den wechsellässen und periodisch überschwemmten Auenwaldbereichen mit höherem Nährstoff- und Basenreichtum gepflanzt worden sind, wo bis zu ihrer Abholzung Erlenauenwälder und Erlen-Eschenwälder dominierten. Auf den etwas lockeren und kalkarmen Böden finden sich Parzellen, auf denen die aus dem östlichen Nordamerika stammende Roteiche (*Quercus rubra*), die Gewöhnliche Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*) sowie die eigentlich in Nordwestamerika beheimatete Grüne Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) und der Spitzahorn (*Acer platanoides*) kultiviert werden. Die Artenkombination dieser Wälder ist ausschließlich forstökonomisch orientiert, wobei neben reinen *Quercus rubra*-Kulturen auch Mischbestände der genannten Baumarten auftreten.

6.4 Auen- und Bruchwälder

Im Zuge des Gewässer- und Kulturbaus und der damit verbundenen Absenkung des Grundwassers wurden die Bereiche der Auenwälder und Erlenbruchwälder in den Bach- und Flußtälem im Bereich der Niewedder Senke heute zumeist durch intensiv genutztes Wirtschaftsgrünland ersetzt und sind nur noch in schmalen Bändern an den Gewässerläufen als Fragmente erhalten geblieben. Von der ursprünglichen floristischen Ausstattung dieser Feucht- und Naßwälder sind in den stark fragmentierten und ruderalisierten Reliktwäldern nur wenige Elemente verblieben. In der Kalkrieser-Niewedder Senke sind vor allem durch den Bau des Mittellandkanals in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts diese Niederungsbereiche als potentielle Standorte der Erlen- und Birkenbruchwälder nachhaltig umgestaltet worden.

6.5 Hochmoore

Die ehemaligen Hochmoore wurden nach ihrer fast vollständigen Entwässerung zur industriellen Torfgewinnung abgebaut, kultiviert und als Grünland landwirtschaftlich genutzt. Dabei wurden zunächst ausgehend von den Randzonen des Großen Moores bäuerliche Torfstiche in das Moor vorangetrieben, wobei der industrielle Abbau im großen Stil seit dem Ende des 2. Weltkrieges erfolgte. Im Zuge der Moorerschließung wurden im Zentrum des Großen Moores die Moorkolonie „Campemoor“ und im Nord-Osten die Bauernsiedlung „Schwegermoos“ errichtet. Die nach 1930 entstandenen Grünlandflächen wurden nach dem Verfahren der Deutschen Hochmoorkultur angelegt (MOHR 1990).

Die fortschreitende Entwässerung und der Torfabbau führten zu einer empfindlichen Störung im Wasser- und Nährstoffhaushalt des Moores, so daß verschiedene Hochmoor-Degenerationsstadien das heutige Vegetationsbild bestimmen. Im Laufe der vergangenen Jahrzehnte hat das Gebiet im Gegensatz zu den natürlichen Hochmoor-Vegetationskomplexen damit starke Einbußen hinsichtlich der standörtlichen und floristischen Vielfalt erfahren.

Die rein ombrotrophenten Ausbildungen der *Oxycocco-Sphagnetea*-Gesellschaften, die früher zu dem typischen Vegetationsinventar des Hochmoores gehörten, sind als Folge der Melioration und durch die irreversible Zerstörung des Hochmoorkörpers heute fast vollständig verschwunden. Entsprechend den kleinräumigen stratigraphischen und hydrologischen Bedingungen finden sich im Gebiet verschiedene Ausbildungen eines sekundären Moorbirkenbruchwaldes (*Betuletum pubescentis*), in denen stets die Moorbirke (*Betula pubescens*) die Baumschicht aufbaut. Stellenweise bilden diese Wälder dichte, bis zu etwa 10 m hohe Gebüsch, denen vereinzelt noch *Pinus sylvestris* und auf den etwas trockeneren Bereichen auch *Betula pendula* beigemischt sind.

Die Birkenbruchwälder im Großen Moor lassen sich aufgrund edaphischer und hydrologischer Unterschiede in zwei Untereinheiten gliedern, die anhand einer Dominanzverschiebung der einzelnen Krautarten sichtbar werden. Vergleichbare Vegetationskomplexe sind sowohl von POTT (1997b) für das Syenvenn im südlichen Emsland wie auch von WAGNER (1994) für verschiedene Hochmoore in Schleswig-Holstein beschrieben worden. Auf Flächen mit einem relativ ausgeglichenen und hoch anstehenden Wasserstand, die sich im Untergrund noch durch eine Torfmächtigkeit von wenigstens 80 cm auszeichnen, dominiert eine von *Eriophorum vaginatum* bestimmte Ausbildung des *Betuletum pubescentis*. Diese Bestände sind zudem durch höhere Anteile an Torfmoosen wie z.B. *Sphagnum fallax* und *Sphagnum fimbriatum* oder *Sphagnum cuspidatum* charakterisiert (MOHR 1990).

Begünstigt durch größere Schwankungen im Wasserspiegel und durch eine höhere Zufuhr von Nährstoffen aus dem Grundwasser gelangt in den Randbereichen des Moores das Pfeifengras (*Molinia coerulea*) zur Dominanz in den Birkenbruchwaldbeständen. Die Konkurrenzvorteile von *Molinia* beruhen dabei nach POTT (1997b) auf ihrem bis zu 80 cm Tiefe reichenden Wurzelsystem, durch das das Pfeifengras in der Lage ist, längere Trockenzeiten und stark schwankende Wasserspiegel zu überstehen.

6.6 Stillgewässer

Die Stillgewässer im nördlichen Vorland des Kalkrieser Berges sind hinsichtlich ihrer Entstehungsgeschichte als Erdfallseen zu charakterisieren. Sie repräsentieren in den pleistozänen Geestlandschaften nördlich des Wiehengebirges natürliche, durch Auslaugungsvorgänge in den unterirdischen Gips- und Steinsalzschiechten entstandene Ökosysteme (s.

Kap. B.2.1). Der flächenmäßig größte Erdfallsee ist neben dem Darnsee der Feldungel-See, dessen Vegetation im folgenden exemplarisch für die im Untersuchungsgebiet vorhandenen, natürlichen Stillgewässer beschrieben werden soll (Abb. 12).

Als typische Pflanzengesellschaft mesotropher bis eutropher Stillgewässer mit einer größeren Wassertiefe kennzeichnet im Feldungel eine Seerosen-Gesellschaft vom Typ des *Myriophyllo-Nupharetum luteae* die windgeschützten Lagen der nördlichen und südlichen Randbereiche von offenen Wasserflächen (Abb. 12). Die Bestände werden von der Weißen Seerose (*Nymphaea alba*) beherrscht, die hier faziesbildend auftritt und den mesotrophen Charakter des Sees kennzeichnet (POTT 1980, 1995b).

Noch 1929 wurde für den Feldungel von KOCH ein ausgedehnter Rohrkolben-Röhrichtgürtel (*Typhetum angustifoliae*) beschrieben, der heute bis auf wenige Fragmente verschwunden ist.

Nur an wenigen Stellen sind im Bereich der tieferen Wasserflächen Pionierstadien des Schmalbättrigen Rohrkolbens abgrenzbar. Ein typisches Teichbinsen-Initialstadium vom Typ des *Scirpetum lacustris*, wie es in flachen, schlammhaltigen Gewässern wie dem Dümmer, dem Seeburger See, dem Balksee (WEBER 1978) und auch im Langholter Meer (DIERSCHKE 1975) weit verbreitet ist, fehlt völlig. Im Gegensatz zu den aktuellen Verhältnissen zeigen die Untersuchungen von KOCH (1929, 1958), daß jedoch noch bis zum Ende der 50er Jahre *Scirpus lacustris* am Aufbau der Röhrichte im Feldungelsee beteiligt war. In den Röhrichtbeständen finden sich zumeist nur vegetative Exemplare des Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*). Dabei fehlt im Feldungel das gewöhnlich den Gesamteindruck bestimmende Schilf heute völlig. Stattdessen bildet *Iris pseudacorus* einartige Bestände in den noch vorhandenen Fragmenten des Röhrichtgürtels aus. Nach POTT (1995b) gelangt *Iris pseudacorus* oftmals in den Röhrichten, die im Halbschatten angrenzender Weiden-Faulbaum-Gebüsche stehen, zur Dominanz.

In einigen Bereichen dringen dort bereits Jungbäume von *Alnus glutinosa* und *Salix cinerea* wie auch *Myrica gale* in das Röhricht ein. Das Vorkommen von *Myrica gale* ist jedoch insgesamt im Feldungel stark im Rückgang begriffen; so sind die *Myrica gale*-Exemplare als Relikte des in den fünfziger Jahren noch üppig entwickelten Gagel-Gebüschaum anzusehen (ALTHEGGE 1965, KOCH 1941). Das Grauweiden-Gebüsch (*Frangulo-Salicetum cinereae*) ist im Feldungel nur als schmaler, unterbrochener Gürtel entwickelt. Die Faulbaum-Weidengebüsche schließen entweder unmittelbar an die Röhrichtbestände an oder grenzen sogar direkt an die Wasserflächen. Im Unterschied zum Weidengebüschgürtel erreicht der Erlenbruchwald (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*) in den Randbereichen des Feldungel flächenmäßig beträchtliche Ausmaße. Er stockt dort in einer 20 bis 50 m breiten Zone direkt anschließend an die Weidengebüsche.

Torfmoosrasen aus *Sphagnum recurvum* und *Sphagnum squarrosum* schieben sich in tieferliegenden Senken zungenförmig zwischen die Erlen- und Birkenbulte. Neben den Torfmoosen sind *Carex elata*, *Carex nigra*, *Carex remota*, *Iris pseudacorus*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Cardamine pratensis*, *Galium palustre* und *Solanum dulcamara* am floristischen Aufbau des Erlenbruchwaldes beteiligt. Die typischen Erlenbruchwaldarten *Carex elongata*, *Calamagrostis canescens* und *Thelypteris palustris* fehlen in den heutigen Beständen völlig.

Die äußersten Bereiche der Erlenbruchwaldzone sind durch partielle Absenkungen des Grundwasserspiegels heute stark ausgetrocknet, so daß sich im Laufe der Zeit gesellschaftsfremde Arten einstellen konnten.

Entscheidend wird das aktuelle Vegetationsbild dieser Bereiche durch die üppige Entwicklung von Brombeergebüschen bestimmt, die inzwischen die ehemals vorhandenen, natürlichen Vegetationskomplexe überlagert haben. Im *Rubus*-reichen Unterwuchs kann

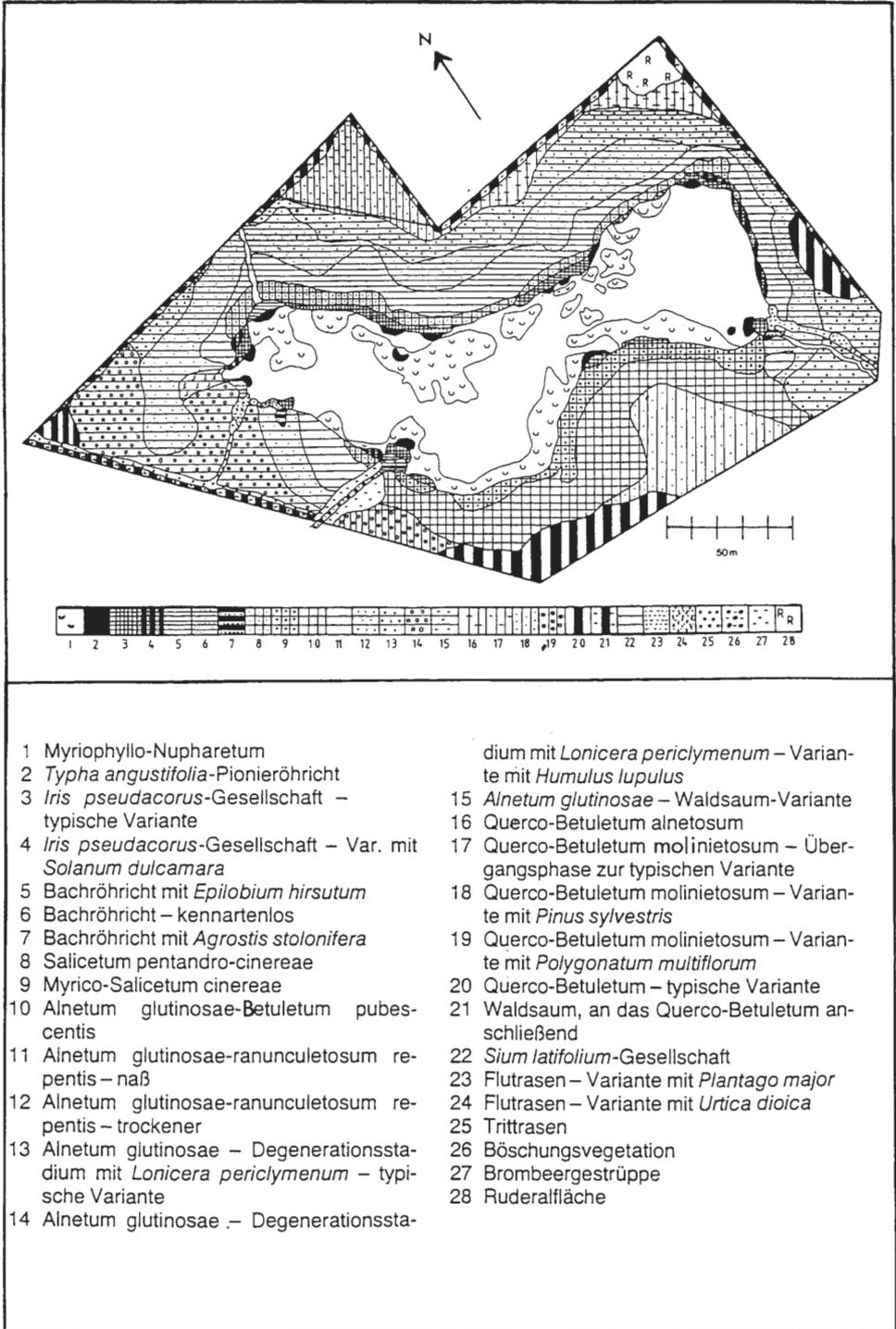


Abb. 12: Die aktuelle Vegetation des Feldungel-Sees; (verändert nach: WAHMHOFF 1984).

sich besonders das Waldgeißblatt (*Lonicera periclymenum*) durchsetzen, da es in der Lage ist, an den Sträuchern emporzuklettern und so lichtreiche Positionen einzunehmen.

Daneben dringen zahlreiche nitrophile Arten wie *Aegopodium podagraria*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea* und die stellenweise stark vorherrschende *Urtica dioica* in die Erlenbestände ein. Zur Peripherie des Naturschutzgebietes „Feldungel“ schließen sich Eichen-Birken-Waldbestände und Kiefernforste an.

6.7 Siedlungsnahe Elemente der Kulturlandschaft am Kalkrieser Berg

6.7.1 Historische Kulturlandschaftsstrukturen

Nach den Kulturlandschaftskonzepten von ELLENBERG (1937), RINGLER (1989), BEINLICH (1996) und VAHLE (1997) besteht zwischen einer Siedlung und der sie umgebenden Landschaft ein sog. „Kulturgradient“. Er zeichnet sich dadurch aus, daß ausgehend vom Zentrum der Siedlung in die peripheren Bereiche der Gemarkung die Intensität des menschlichen Einflusses graduell immer stärker abnimmt. Entsprechend dieser Vorstellung werden die siedlungsnahen Gärten und die Ackerbauflächen sowie die Fettwiesen und Fettweiden durch Stoffeinträge im Laufe der Zeit immer stärker mit Nährstoffen angereichert. Die siedlungsferneren Areale werden dagegen vorrangig durch einen Stoffentzug gekennzeichnet, der sich beispielsweise in einer steten Holz- und Streuentnahme aus den umgebenden Wäldern oder der alljährlichen Plaggenentnahme aus den Heideflächen äußert.

In den Buchen-Eichenwald-, den Eichen-Birkenwald- und den Eichen-Hainbuchenwald-Landschaften Nordwestdeutschlands sind zahlreiche Siedlungen entlang eines Feuchtegradienten zwischen einem trockenen und einem feuchteren Landschaftsraum (Niederung, Aue) etabliert worden. Dabei wurden auf den trockenen Standorten, meist in Hofnähe, die Gärten und die Ackerflächen angelegt. Weiter vom Hof entfernt dehnten sich die Heideflächen oder die Hutungswälder aus. Die feuchten Niederungen wurden dagegen in der Regel als Großtierweide für Rinder und Pferde oder zur Schweinehaltung genutzt. Durch die Holzentnahme und die Beweidung haben sich im Laufe der Zeit die ehemaligen Feucht- und Naßwälder in Grünlandareale umgewandelt. Entsprechend diesem natürlichen Feuchtegradienten und dem geschilderten Kulturgradienten ergibt sich ein allgemeines Gliederungsprinzip der historischen nordwestdeutschen Gemarkungen. Es zeichnet sich im Idealfall durch eine konzentrische Zonierung der Wirtschaftsflächen aus, deren gemeinsamer Mittelpunkt die Siedlung ist, um die sich ringförmig die landwirtschaftliche Flächen mit abnehmenden Bearbeitungsintensitäten gruppieren (VAHLE 1997). Je nachdem, welcher Boden, welche Feuchteverhältnisse und welches Kleinklima um eine Siedlung vorherrschend ist, können sich entsprechend diesem Gliederungskonzept verschiedene, typische Pflanzengesellschaften ausbilden.

Diese Grundgliederung in der Landschaftsstruktur läßt sich auch in der Anlage der Bauernschaften und Einzelgehöfte entlang des Kalkrieser Berges wiederfinden, wo die Siedlungen im Grenzbereich zwischen den trockenen Hangsandflächen und den feuchten Niederungsbereichen der Kalkrieser-Niewedder Senke angelegt worden sind. Dies gilt beispielsweise sowohl für die Ortschaft Engter am Nordwesthang des Kalkrieser Berges als auch für die Gehöfte Fisse-Niewedde, Berlinghof und die Bauerschaft Rothenburg am Nordhang des Gebirgsspornes (Abb. 11).

Siedlungsferne Landschaftselemente, die einen steten und über Jahrhunderte andauernden Stoffentzug erfahren haben, sind die bereits beschriebenen Hutungswälder und Heideflächen, die sich auf die Berghänge bzw. auf die trockenen Flugsandflächen im Untersuchungsgebiet konzentrieren. Auf den unteren Hanglagen des Kalkrieser Berges, wo anlehme Sande das Ausgangssubstrat für die Bodenbildung darstellen, sind die Ackerflächen

situiert. In der Regel handelt es sich um Plaggeneschfluren, die seit dem Hochmittelalter hier angelegt worden sind. Nördlich der Siedlungen, im Bereich der ehemals bewaldeten Niederungslagen, finden sich die als Großtierweiden genutzten Grünlandareale der verschiedenen Bauernschaften und Gehöfte. Noch heute weisen die Flurbezeichnungen in den verschiedenen Gemarkungen auf die ursprünglichen Naß- und Bruchwälder hin, wie etwa „Im Bruche“ oder „Im Depen Broke“. Die spätere Nutzung als Feuchtgrünland zur Viehweide oder zur Streuenutzung hat sich in Bezeichnungen wie „In den Rieden“ und „Die Dieven Wiesen“ erhalten (Abb. 11).

6.7.2 Vegetation der siedlungsnahen Kulturlandschaftsflächen

Unmittelbar an die Siedlungen anschließend folgt die Zone der Gärten mit ihren Hackfruchtukturen und Obststreuwiesen. Das Zentrum der Siedlungen sind betretene Hofplätze und Nischen, in denen sich sehr viele Nährstoffe, vor allem Stickstoffverbindungen, ansammeln. An diesen von Menschen und Tieren stark beeinflussten Stellen haben sich Ruderalbestände des *Arction lappae* mit typischen Ruderalpflanzen wie dem Guten Heinrich (*Chenopodium bonus-henricus*) und der Schwarznessel (*Ballota nigra*) sowie verschiedene Klettenarten (*Arcticum minus*, *A. lappa*) entwickelt. Zu den *Arction*-Gesellschaften des Dorfzentrums gesellt sich an halbschattigen oder bodenfeuchten Stellen weiterhin die Brennessel-Giersch-Gesellschaft (*Urtico-Aegopodietum podagrariae*). Unmittelbar an die Siedlung schließen Weideflächen an, die intensiv genutzt wurden und auf denen bis in die jüngste Vergangenheit neben Rindern und Pferden auch Schweine, Gänse und Hühner gehalten wurden. Auf diesen tritt- und fraßbelasteten Flächen stellt sich der Weidelgras-Breitwegerich-Trittrasen (*Lolio-Plantaginetum*) ein mit einem hohem Anteil an trittverträglichen Arten wie dem Breitwegerich (*Plantago major*), dem Weidelgras (*Lolium perenne*), dem Weißklee (*Trifolium repens*) sowie dem Gänsefingerkraut (*Potentilla anserina*). Als weit verbreitete Assoziation ist der Weidelgras-Wegerich-Rasen auf Feldwegen, Straßenrändern und Hofplätzen zu finden (POTT 1995b). Diese Pflanzengesellschaft geht bei nachlassender Trittbelastung, aber weiterhin anhaltender Düngung durch weidende Tiere in die typische Weidelgras-Weißklee-Weide vom Typ des *Lolio-Cynosuretum typicum* über.

Auf den mäßig trockenen und frischen bis leicht wechselfeuchten Böden des Grünlandes herrscht als ein- bis zweischürige Wiesengesellschaft die Glatthaferwiese vom Typ des *Arrhenatheretum elatioris* vor. Je nach den hydrologischen und edaphischen Standortbedingungen sowie der ausgeübten Bewirtschaftung stellen sich unterschiedliche floristische Ausbildungen der Glatthaferwiese ein (vergl. OBERDORFER 1990, NOWAK 1992). Sie reichen physiognomisch von hochwüchsigen, von *Arrhenatherum elatius* geprägten Beständen bis zu kurzschürigen Rasen. Die Gesellschaft wird neben dem Glatthafer von anderen Gräsern wie beispielsweise dem Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), dem Knäuelgras (*Dactylis glomerata*), dem Honiggras (*Holcus lanatus*) und dem Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) bestimmt. Im Unterwuchs der Gräser fallen besonders zur Blütezeit der Scharfe Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), die Vogelwicke (*Vicia cracca*) und der Rotklee (*Trifolium pratense*) auf.

Während die Trittrasen, Weiden und Wiesen im Einzugsbereich der Siedlungen in Bereichen vergleichbarer hydrologischer Standortbedingungen verbreitet sind, dominieren in den dauerfeuchten bis nassen Grünlandbereichen vor allem Sumpfdotterblumenwiesen und Mädesüßfluren (*Calthion*). Als kleinflächige Relikte ehemals weitflächig in der Niewedder Senke verbreiteter Streuwiesen treten heute nur noch fragmentarisch Reste ehemaliger Pfeifengraswiesen (*Molinion*) in den feuchten Niederungslagen auf. Die ehemals einschürig genutzten Streuwiesen sind größtenteils durch die Anlage des Mittellandkanals beseitigt worden.

C. Paläoökologische Untersuchungsmethoden

1. Probenentnahme, Probenaufbreitung und Probenauswertung

Für die pollenanalytischen Untersuchungen wurden solche Torf- und Seeablagerungen ausgewählt, die einerseits räumlich in möglichst großer Nähe zu den archäologischen Ausgrabungen in Kalkriese-Niewedde gelegen waren und wo andererseits eine möglichst ungestörte Torf- und Sedimentablagerung gegeben war (vergl. Abb. 1). Dabei erschien ein dichtes Netz von paläoökologischen Untersuchungspunkten in einem archäologisch und historisch bereits untersuchten Raum zur Erfassung der lokalen Vegetations- und Siedlungsentwicklung als besonders gut geeignet (POTT 1988b).

Die zur Pollenanalyse ausgewählten Hochmoor- und Niedermoorstandorte wurden stratigraphisch und mit Hilfe von Sondierbohrungen untersucht, um ein Bild der Torf- und Sedimentmächtigkeiten zu erstellen. Die Bergung des Probenmaterials erfolgte jeweils an den Stellen der größten Torfmächtigkeit, und zwar entweder im Handstich- oder im Bohrverfahren (Gutsbohrer).

Die chemische Aufarbeitung der geborgenen Torf- und Bodensedimente erfolgte nach der kombinierten Kalilauge-Acetylolyse-Methode von ERDTMAN (1954). Bei hohen Sandanteilen der Sedimente wurden die Proben zusätzlich mit konzentrierter Flußsäure behandelt sowie durch Absieben der Fraktion über einem 8 μ -Kunststoffnetzgitter mit Hilfe von Ultraschall angereichert (KAISER & ASHRAF 1974).

Zur Bestimmung der einzelnen Pollentypen wurden die Standardwerke von FAEGRI & IVERSEN (1989), MOORE, WEBB & COLLINSON (1991), PUNT (1976), PUNT & BLACKMOORE (1991), PUNT, BLACKMOORE & CLARKE (1988), PUNT & CLARKE (1980, 1981, 1984), REILLE (1992) sowie STRAKA (1975) herangezogen. Zusätzlich konnte rezentes, acetyliertes Vergleichsmaterial aus dem Pollenherbar des Instituts für Geobotanik der Universität Hannover bei der Bestimmung verglichen werden. Die Unterscheidung der Kulturgräser (*Cerealialia*) vom sog. Wildgrasotyp (*Gramineae*) berücksichtigte pollenfloristische Formmerkmale wie die Pollenkorngroße, die Gestaltung und den Durchmesser des Anulus (BEUG 1961, ANDERSEN 1979, KÜSTER 1988). Besondere Bedeutung hatten dabei vor allem die von FAEGRI & IVERSEN (1989) vorgeschlagenen Größendifferenzierungen für den Getreidotyp: $40 \mu > Pk < 60 \mu$.

Die Erfassung der Pollenspektren wurde ergänzt durch das gleichzeitige Auszählen von Holzkohlepartikeln, die sowohl durch natürliche Brandereignisse als auch durch anthropogen bedingte Brände wie Branddüngung, Brandrodung oder Köhlerei in die Luft gelangten und als Aerosole der Verbreitung und Deposition unterliegen. Um Fehler innerhalb des Zählprozesses bei der Bestimmung der Kohlepartikel zu vermeiden, die beispielsweise durch eine Splitterung oder durch Verwechslungen mit anderen stark lichtabsorbierenden Stoffen entstehen können, wurden lediglich solche Partikel erfaßt, die an den glatten Bruchstellen das eingestrahlte Licht reflektierten und den für Kohlen typischen „Fettglanz“ aufwiesen. Die gezählten Partikel absorbierten demnach das Licht vollständig und ließen keine randlichen, braunen Verfärbungen oder sonstigen Aufhellungen erkennen (SPEIER 1994). Die erfaßte Mindestgröße der Partikel betrug 15 μ .

Um eine möglichst hohe statistische Absicherung der ermittelten Pollen- und Sporenfrequenzspektren zu gewährleisten, wurden die Proben in der Regel bis zum Erreichen einer Mindestzahl von 1000 Baumpollen (=BP) ausgezählt. Nicht immer konnte aufgrund der äußerst geringen Pollen- und Sporenanzahl in einer Probe diese angestrebte Menge eingehalten werden, so daß in Proben mit einem sehr geringen Sporomorphengehalt lediglich 200 bis 500 Baumpollen ausgezählt werden konnten.

2. Ergebnisdarstellung

Die Darstellung der Ergebnisse aus den pollenanalytischen Untersuchungen erfolgte nach FAEGRI & IVERSEN (1989) in Form von chronologischen Histogrammen, wobei gefüllte Balken den Bereich des konventionellen AP-Diagramms und Schattenrißdarstellungen die Summationskurven von bestimmten Pollentypen wie z.B. „Bäume“, „Kräuter“ oder „Sträucher“ markieren. Die absoluten Pollenzahlen wurden für jede Probe in die entsprechenden Prozentwerte nach v. POST (1924) umgerechnet. Der Berechnung liegt somit die Summe der gezählten Baumpollen ohne die Pollenkörner von *Corylus* ($\sum AP = 100\%$; alle Angaben in Prozent) als Bezugsgröße zugrunde. Die Gesamtpollensumme (GP), die sich aus der Addition aller gezählter Pollen und Sporen mit Ausnahme der Brandpartikel ergibt, dient als Bezugsgröße bei den Summationskurven der Baum-, Strauch- und Krautpollen. Bei der Berechnung und Diagrammdarstellung (= Summendiagramm) des Bodenprofils Oberesch/Kalkriese diente aufgrund des geringem Pollengehaltes der Proben und der starken Überrepräsentanz der *Cerealia*-Pollen die Gesamtpollensumme ohne Getreide als Bezugsgröße der Berechnungen.

3. Absolute und relative Datierungen

Für moderne pollenanalytische Untersuchungen sind ^{14}C -Analysen zu einem häufig angewendeten Instrument der absoluten Datierung geworden. Mit ihrer Hilfe erscheint es in den meisten Fällen möglich, Unterschiede oder analoge Entwicklungen in der regionalen und lokalen Vegetationsentwicklung zu erarbeiten, wenn die Frequenzspektren aus verschiedenen pollenanalytischen Untersuchungen zeitlich miteinander konnektiert werden können. Die Grundlage für solche zeitlichen Verknüpfungen bildet die Datierung von Sedimenten, die autochton gelagert sind und die nach ihrer Ablagerung keiner sekundären Durchmischung mit kohlenstoffhaltigen Stoffen unterlagen. In diesem Zusammenhang muß der Einfluß von kalkhaltigen Grundwässern oder von sekundären Überrieselungen mit karbonathaltigem Wasser ausgeschlossen werden können. Im Falle der Kalktuffquelle Kalkriese wurde darauf geachtet, daß nur solche Substrate datiert wurden, die möglichst keine Spuren von Kalksinterresten enthielten und gänzlich aus torfigen Substraten aufgebaut waren. Restbestandteile von Kalken wurden im Aufbereitungsprozess für die Isotopenmessungen aus den Proben entfernt.

Die im Rahmen dieser Untersuchungen durchgeführten Radiocarbonatierungen wurden im Leibnitz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Universität Kiel bearbeitet.

Die Auswahl der eingereichten Proben orientierte sich neben den beschriebenen Eigenschaften an markanten pollenfloristischen Zonen in den jeweiligen Histogrammen. Die relative Datierung der Pollendiagramme erfolgt nach den von OVERBECK (1975) in Pollenzonen eingeteilten vegetationsgeschichtlichen Abschnitten. Die ^{14}C -Datierungen aus den Niedermoortorfstraten des Feldungelsees zeigen dabei durchweg Werte, die sich nicht mit den pollenfloristischen Zonen, wie sie sich anhand der pollenanalytischen Untersuchungen abzeichnen, in Einklang bringen lassen. Alle Radiocarbonatdaten, die aus den Erlenbruchwaldtorfen und den älteren Niedermoortorfen gewonnen werden konnten, ergaben absolute Datierungen, die im Vergleich mit den pollenfloristischen Daten um etwa 1000 bis 3000 Jahre zu alt erscheinen (Abb. 13).

Aufgrund der Genese des Feldungelsees als Erdfallsee sind zeitlich gestaffelte Absenkungen mit immer wiederkehrenden, randlichen Abbrüchen und Einbrüchen, die zu Einträgen von älteren Materialien aus den Uferbereichen des Sees in die bereits abgelagerten Sedi-

Tab. 1: Radiocarbonaten einiger Torfproben aus den Mooren „Campemoor“ und „Feldungel“ und der Kalktuffquelle von Fisse/Niewedde.

<i>Probe</i>	<i>Tiefe (cm)</i>	<i>Labor-Nr.</i>	$\delta^{13}C$	^{14}C -Alter statist. Fehler ($\pm 1s$): BP	<i>Kalender- alter für $\pm 1,65 s$</i>	
Campemoor	2	4	KI-4282,01	-27,43	2720 \pm 35	860 \pm 60 BC
Campemoor	55	112	KI-4282,02	-28,97	4380 \pm 45	3000 \pm 100 BC
Campemoor	76	228	KI-4282,03	-29,19	5740 \pm 40	4590 \pm 130 BC
Kalktuffquelle	40	110	KI-4280,01	-30,49	780 \pm 65	1235 \pm 75 AD
Kalktuffquelle	68	166	KI 4280,02	-30,86	880 \pm 40	1140 \pm 110 AD
Kalktuffquelle	124	280	KI-4280,03	-29,03	920 \pm 65	1135 \pm 125 AD
Feldungel	32	92	KI-4281,01	-29,39	6420 \pm 60	5350 \pm 90 BC
Feldungel	47	122	KI-4281,02	-29,36	7140 \pm 70	5985 \pm 135 BC
Feldungel	94	220	KI-4281,03	-31,91	8630 \pm 159	7695 \pm 265 BC
Feldungel	111	290	KI-4281,04	-29,63	9080 \pm 155	8160 \pm 240 BC

mente führen, eine denkbare Erklärung für die hohen Alterszahlen der Sedimente. Dies gilt insbesondere für die basalen Schichten, in denen sich besonders hohe Frequenzwerte von Kiefern-, Birken- und Haselpollen nachweisen lassen. Stratigraphisch fallen in diesem Horizont zahlreiche Holzreste von *Pinus* und *Betula* in den Niedermoortorfen auf. Die zugleich hohen Frequenzen für die Pollenkörner von Eichen, Ulmen und Linden sprächen in diesem Zusammenhang für eine Vermischung von atlantischen und borealen Sedimenten in den untersten Straten des Profils Feldungel. Die ^{14}C -Datierung der basalen Niedermoortorfe ergab jedoch ein kalibriertes Alter von 8160 \pm 240 v. Chr. Obgleich sich in den oberen Schichten zwischen 230 cm und 100 cm Tiefe stratigraphisch keine Vermischungen von jüngeren und älteren Materialien erkennen lassen, wurden in einzelnen Straten Daten von 7695 \pm 265 v. Chr. (220 cm) und 5985 \pm 135 v. Chr. (122 cm) gemessen. Die Schichtfolgen der Torfstraten und die Pollenfrequenzspektren lassen in diesem Abschnitt des Profils vielmehr auf eine ungestörte Sedimentation schließen, die im mittleren und jüngeren Atlantikum stattgefunden haben sollte. Hinweise auf eine Störung der Torfablagerungen durch menschliche Einflüsse in der jüngeren oder jüngsten Vergangenheit lassen sich in diesen Abschnitten gleichfalls nicht nachweisen. Lediglich in den obersten Bereichen des Profils können zwei deutlich differenzierbare Zonen mit braun-grauen Sandablagerungen beobachtet werden. Der Verlauf der meisten Pollenfrequenzspektren zeigt durch einen abrupten Steilanstieg nahezu aller Pollentypen, daß hier ein Hiatus vorliegt (vergl. Abb. 14, im Anhang). Er kann entweder auf Sandeinwehungen oder auf Abrutschungen von sandhaltigem Ufermaterial zurückgeführt werden.

Eine künstliche Alterung der Sedimente in den Profilschichten durch Subrosionsvorgänge ist jedenfalls nicht erkennbar. Andere, natürliche Prozesse könnten in diesem Zusammenhang als Erklärung für die aufgezeigten Effekte vermutet werden. Als eine mögliche Ursache für derartige „künstliche“ Alterungsprozesse von atlantischen Torfen könnten vertikale Verlagerungsprozesse von schweren Kohlenstoffisotopen in Betracht gezogen werden.

Bei diesem Vertikaltransport wäre ein Kapillaraufstieg von karbonathaltigem Grundwasser in die jüngeren Sedimente zu vermuten. Dabei scheint ein solcher Vorgang ausschließlich auf Erlenbruchwaldtorfe beschränkt zu sein, denn die Datierungen, die in den

Sphagnum-Torfen des Campemoores oder in den Straten der Kalktuffquelle gemacht wurden, ordnen sich in die für Nordwestdeutschland bekannten Altersbestimmungen ohne weiteres ein. Demnach ist dieser vertikale Wassertransport offensichtlich mit den ökologischen Rahmenbedingungen von Erlenbruchwäldern verknüpft.

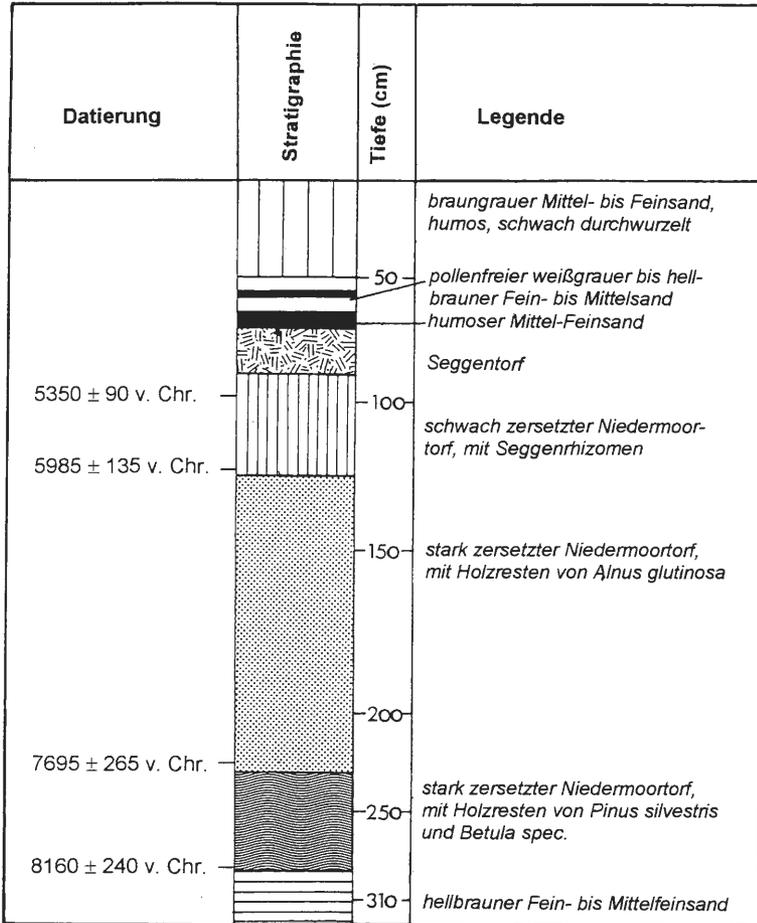


Abb. 13: Stratigramm Feldungel; eingetragen sind vier ¹⁴C-Datierungen aus erlenholzreichen Niedermoorstraten.

Neueste hydrogeologische Messungen von Stofftransporten in den Stillwasserökosystemen der Gewässerlandschaft „Heiliges Meer“ (Kreis Steinfurt/Westfalen) bestätigen solche lokalen Stofftransporte des Grund- und Sickerwassers. Nach Untersuchungen von POTT, PUST & HAGEMANN (1998) sowie von PUST & POTT (1998) ist die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) mit ihrem mehrere Meter in die Tiefe reichenden Wurzelwerk in der Lage, die kompakten Bruchwaldtorfschichten zu durchwachsen und in das Grundwasser des sandigen Aquifers vorzudringen. Die Erle versorgt dadurch ihre weitgehend im anaeroben Grundwasser befindlichen Wurzeln über die Lentizellen oberhalb des Wasserspiegels mit Sauerstoff. *Alnus* ist daher in der Lage, Nährstoffe sowohl aus dem Grundwasser als auch aus größeren Tiefen mit anaeroben Milieubedingungen aufzunehmen. Zusätzlich findet eine passive Nährstoffanreicherung an den Wuchsorten der Schwarzerle statt, da

die abdichtende Wirkung des Bruchwaldtorfes durch die vertikale Wurzelstruktur der Schwarzerle stark vermindert wird (PUST & POTT 1998). Auch die Reste des Wurzelwerkes abgestorbener Erlen, die sich in holzreichen Niedermoortorfen wiederfinden, können dem Grundwasser eine erleichterte Vertikalpassage zur Erdoberfläche gegenüber dem weitgehend stark zersetzten und undurchlässigen Bruchwaldtorf ermöglichen. Besonders bei einem winterlichen Gefrieren der oberen Bodenschichten vermag die Erle aus den grundwassernahen Schichten Wasser nach oben zu saugen (PUST, HAGEMANN & POTT 1997). Demgegenüber ist die Moorbirke (*Betula pubescens*), die vergleichbare Standorte besiedelt, aufgrund ihres vorwiegend horizontal ausgerichteten Wurzelwerkes dazu nicht in der Lage.

Hydrogeologische Messungen von WEINERT, REMY und LÖHNERT (1998) zur Tiefenverteilung von Umweltisotopen wie Tritium, Sauerstoff-18 und Deuterium in den Oberflächen- und Grundwasserschichten der Stillgewässer des NSG „Heiliges Meer“ zeigen eine grobe Gliederung von „jungen“ und „älteren“ Grundwasserkomponenten, die sich in ihrer spezifischen Isotopenverteilung deutlich unterscheiden. Die genannten Untersuchungen wurden im Umfeld der Erdfallseen im Gebiet des Großen Heiligen Meeres durchgeführt, wo ähnliche standörtliche Bedingungen wie im Bereich des Feldungel gegeben sind. Entsprechend den in 30 m tiefen Multilevel-Brunnen vorgenommenen Analysen können Tiefenverteilungen der Umweltisotope deutlich gemacht werden, die auf eine anomale vertikale Altersstruktur der Wasserschichten hinweisen. Dabei werden nicht nur jüngere Filtrate durch ältere Komponenten mit hohen Tritium-Anteilen unterlagert, sondern jüngeres Grundwasser unterströmt auch älteres. Offenbar spielen sich in Stillwasserökosystemen komplexe Prozesse der Kommunikation von Grund- und Oberflächenwasser ab, die es ermöglichen, daß ältere Wasserkomponenten in jüngere Zonen gelangen und umgekehrt. Im Verlandungsbereich von Seen könnten derartige Prozesse durch die beschriebene Sogwirkung der Erlen noch verstärkt werden. Es ist denkbar, daß schwere Kohlenstoffisotope mit älteren Grundwasserschichten auf diese Weise in jüngere Torfsubstrate gelangen. Auf den Oberflächen der Humuskolloide und an den schwach zersetzten organischen Bestandteilen der Erlenbruchwaldtorfe könnten Karbonate adsorbiert werden und bei der Radiocarbonatierung zu einer künstlichen Alterung beitragen. Ein Vertikaltransport von Pollenkörnern und Sporen muß dabei nicht stattfinden, so daß die Frequenzspektren der Pollen und Sporen durchaus eine ungestörte Vegetationsentwicklung widerspiegeln können. Diese Vorgänge könnten insgesamt eine Erklärung für die beobachteten Alterungsphänomene in den Torfstraten des Feldungel darstellen. Vor dem Hintergrund dieser Ausführungen erscheinen weitere Untersuchungen zum vertikalen Wasser- und Stofftransport für die Zukunft wichtig, um die geschilderten Datierungsprobleme in Erlenbruchwaldtorfen zu klären. Im Folgenden werden die Frequenzspektren, die aus den pollenanalytischen Untersuchungen des Profils Feldungel ermittelt wurden, allein aufgrund pollenfloristischer Charakteristika ohne Rücksicht auf die Radiocarbonaten chronologisiert und interpretiert.

4. Methodik, Aufbereitung und Untersuchung der botanischen Großreste

Bei den Pflanzenresten aus Kalkriese liegen im Gegensatz zu den üblichen Pflanzenrestfunden, die meist aus verkohlten Früchten und Samen bestehen, nicht nur die Diasporen, sondern mehrfach die nahezu vollständig erhaltenen Pflanzen selbst vor. Zusammen mit den Resten eines römischen Zugtieres und einer Wagenanschirring konnte bei den Ausgrabungen von Kalkriese eine bronzene Glocke geborgen werden, deren Innenraum randständig mit organischem Material ausgefüllt war. Bei den archäologischen Konservierungsarbeiten der Bronzekappe wurden Pflanzenreste zutage gefördert, die vor allem

durch den raschen Sauerstoffabschluß und die Einwirkung von biozid wirkenden Kupferionen fast 2000 Jahre in der Metallhülse erhalten geblieben sind. Neben Blättchen, Wurzelresten und Stengelfragmenten sind in dem „trockenkonservierten“ Pflanzenmaterial auch vollständige Blütenstände und eine Vielzahl von Samen erhalten geblieben. Neben diesen römerzeitlichen Pflanzenresten wurde bei den Ausgrabungen eine Vorratsgrube der jüngeren vorrömischen Eisenzeit ergraben, die wenige verkohlte Getreide- und Unkraut samen enthielt.

Die Bearbeitung der fossilen Pflanzenreste aus der Bronzekerpe und des Bodenmaterials aus der Vorratsgrube erforderte verschiedene Arbeitsschritte. Die in Plastikbeuteln verpackten und vollkommen ausgetrockneten Bodenproben der vorrömischen Vorratsgrube umfaßten entgegen der üblichen Menge (1000-5000 cm³) nur zwischen 600 cm³ und 70 cm³.

Die Bodenproben wurden durch einen Siebsatz mit Maschenweiten der drei aufeinander gesetzten Siebe von 2,5 mm, 1 mm, und 0,2 mm geschlämmt. Anschließend konnten die Siebrückstände bei 10-facher Vergrößerung unter dem Stereomikroskop ausgelesen werden. Die sandigen Proben aus dem Innenraum der Deichselkerpe wurden ebenso wie die trockenkonservierten Pflanzenreste einzeln unter dem Stereomikroskop verlesen.

Der außerordentlich gute Erhaltungszustand ermöglichte es, die Früchte und Samen sowie die Stengelteile, Kelche, Blütenblätter und Kapselreste zu trennen und zu bestimmen. Eine Entschlammung, wie sie bei den meist übliche Erdproben nötig ist, konnte entfallen.

Die Bestimmung der verschiedenen Pflanzenarten erfolgte mit Hilfe der Werke von BEIJERINCK (1976), BERTSCH (1941), JACOMET (1986), KÖRBER-GROHNE (1964), (1967), (1991), LANGE (1979), SCHOCK, PAWLIK & SCHWEINGRUBER (1988). Zusätzlich konnte das Pflanzenmaterial mit rezentem Vergleichsmaterial aus dem Europa-Herbar und dem Niedersachsen-Herbar am Institut für Geobotanik der Universität Hannover verglichen werden.

Zur Auswertung der Pflanzenreste wurden die unterschiedlichen Pflanzenteile der einzelnen Arten unter dem Stereomikroskop ausgezählt, vermessen und in Fundtabellen zusammengefaßt.

D. Paläoökologische Untersuchungen

1. Die Entstehung der Naturlandschaft vor dem Einfluß des Menschen

1.1 Die Grundzüge der spätglazialen und frühen postglazialen Vegetationsentwicklung

Die Einwanderung der in der heutigen Kulturlandschaft vertretenen Pflanzenarten ist vor dem Einsetzen agrarischer Landnutzungen eng mit einer sukzessiven Klima- und Bodenentwicklung verbunden, die im Postglazial zu einer großflächigen Ausbreitung wärmebedürftiger Arten und der endgültigen Wiederbewaldung des nordwestdeutschen Raumes führte. Spätglaziale Sedimente wurden bei den Bohrungen im näheren Untersuchungsgebiet nicht erfaßt, so daß für eine Rekonstruktion der Entwicklung von Naturlandschaften im Spätglazial keine eigenen pollenanalytischen Untersuchungen zur Verfügung stehen. Es ist allerdings anzunehmen, daß sich in der Region des Kalkrieser Berges ähnliche Entwicklungsprozesse abgespielt haben, wie sie sich in den palynologischen Untersuchungsergebnissen aus den angrenzenden Mittelgebirgen und Geestlandschaften Nordwestdeutschlands widerspiegeln (vergl. hierzu die jüngsten Übersichten bei POTT 1993a, 1997a, FREUND 1994, KÜSTER 1995, 1996, SPEIER 1997a, 1997b).

Die Vegetationsentwicklung beginnt seit dem Ende der Weichseiszeit in Mitteleuropa mit dem Abschmelzen der nordischen Festlandeismassen etwa ab der Mitte des 15. Jahrtausends vor Christus. Die Region des Kalkrieser Berges lag während dieser Zeit im periglazialen Bereich der bis ins östliche Schleswig-Holstein und bis nach Hamburg reichenden Eisloben der großen nordischen Gletscher. Bis zum Alleröd (10000-8800 v.Chr.) prägte - wie auch in anderen Teilen Nordwestdeutschlands - vermutlich eine arktisch-kontinentale Steppentundra auch den Vegetationsaspekt der hiesigen Mittelgebirgs- und Niederungslandschaften.

Kälteadaptierte Spaliergehölze wie Gletscherweiden (*Salix reticulata*, *Salix herbacea*, *Salix retusa* etc.) und Zwergbirken (*Betula nana*) bildeten zusammen mit dem Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides*) und dem Wacholder (*Juniperus communis*) niedrigwüchsige Gebüschinseln innerhalb der Kältesteppen aus. Im Alleröd drangen auch Kiefern (*Pinus sylvestris*) und Baumbirken (*Betula pendula*) nach Norddeutschland vor und bildeten zusammen mit Beifuß-Arten (*Artemisia* spec.), Sonnenröschen (*Helianthemum* spec.), Ampfer-Arten (*Rumex* spec.), Wiesenraute (*Thalictrum* spec.) oder arktisch-alpinen Vertretern von Schmetterlingsblütlern (*Fabaceae*) und Korbblütlern (*Compositae*) mosaikartig aufgebaute Pioniergehölzformationen und kleinflächige Offenlandflächen aus.

Die Entwicklung dieser späteiszeitlichen Vegetation wurde zunächst nur von klimatischen Prozessen gesteuert (klimatogene Sukzession). Dabei handelt es sich bei den sich entwickelnden Gehölzformationen nicht um flächendeckend gleichartig ausgebildete Ökosysteme. Überregionale Vergleiche von mitteleuropäischen Pollenspektren belegen, daß regionale, edaphische und klimatische Unterschiede in unterschiedlich aufgebauten Pionierwäldern ihren Ausdruck fanden. Diese Pionierwälder blieben als regionale und überregionale Vegetationsgrenzlinien auch in den nachfolgenden Jahrtausenden weitgehend erhalten (KÜSTER 1993, 1995). In den nährstoffarmen Geestlandschaften des niedersächsischen Küstengebietes herrschten dementsprechend in der älteren Phase des Alleröds birken dominierte Wälder vor (BEHRE 1966, BARCKHAUSEN & MÜLLER 1984), wohingegen kiefernreiche Birkenwälder die intramontanen Lößlandschaften der niedersächsischen Mittelgebirge und die großen Lößgebiete Mitteldeutschlands prägten (FREUND 1994). Im rechtsrheinischen Schiefergebirge werden Sanddorn- und Krähenbeeren-arme Birken-Kiefernwälder als montane Ausbildungen silikatischer Standorte angenommen (SPEIER 1994). Im Übergangsbereich zwischen den Gebirgszügen des Wiehengebirges und den Niederungsbereichen der nördlich angrenzenden Geest ist in dieser Zeit aufgrund des hohen naturräumlichen Differenzierungsgrades dieses Gebietes von der Ausbildung sehr unterschiedlicher Waldökosysteme auf engem Raum auszugehen.

In der jüngeren Phase des Alleröd verschoben sich analog den naturräumlichen Vordifferenzierungen die Vegetationsverhältnisse zugunsten Kiefern-reicher Waldtypen, in denen die Wachstums- und Ausbreitungsmöglichkeiten der heliophilen Kältesteppelemente durch die allmählich dichter schließenden Wälder eingegrenzt wurden. Die kältezeitlichen Kräuter und Zwergsträucher konnten sich in diesen Waldformationen jedoch noch bis in das Präboreal (8300-7000 v.Chr.) behaupten. Durch häufige Brandereignisse und zyklische Regenerations- und Degenerationsvorgänge ergaben sich für sie offenbar immer wieder kleinflächige Besiedlungsmöglichkeiten (BURRICHTER & POTT 1987, SPEIER 1994, 1998). Mit einer Unterbrechung der allerödzeitlichen Erwärmungsphase begann um 8800 v. Chr. die jüngere Tundrenzeit, die von einer abermaligen Auflichtung der Wälder und einer erneuten Ausdehnung von Parklandschaft-ähnlichen Vegetationsstrukturen charakterisiert wird.

Im Präboreal (8300-7000 v.Chr.) blieben die für das Spätglazial noch charakteristischen säkularen Temperaturabsenkungen fortan aus, so daß als Folge dieses ökologischen Stabilisierungsprozesses die Elemente der subarktischen Steppenlandschaften zugunsten von

Waldökosystemen großflächig aus den mitteleuropäischen Landschaften verschwanden. Zugleich breiteten sich regional unterschiedlich differenzierte Birken-Kiefernwälder aus. Im Alpenvorland waren schon geringe Anteile an Hasel für diese frühen Wälder kennzeichnend. In den montanen Lagen Süddeutschlands traten dagegen stärker Birken hervor, wobei sich die Arve (*Pinus cembra*) und die Lärche (*Larix decidua*) an der Bildung der alpinen Waldgrenze beteiligten (POTT 1993a, KÜSTER 1995). In den Auenbereichen der Fließgewässer vermochte die Grünerle (*Alnus viridis*) ufersäumende Knieholzgebüsche aufzubauen (BURRICHTER & POTT 1987, CASPERS 1993). Im weiteren Verlauf des Präboreals gewannen zunehmend die Hasel sowie vereinzelt schon Eichen, Ulmen und Linden an Bedeutung.

Im Boreal (7000-6000 v.Chr.) fand im gesamten mitteleuropäischen Raum eine fortschreitende Differenzierung der Vegetation statt, die zur Ausbildung von Kiefernwäldern führte, denen mehr oder weniger starke Haselanteile beigemischt waren. Im nordwestdeutschen Raum entwickelten sich von der Ozeanität bzw. die Kontinentalität sowie auch durch edaphische Gegebenheiten geprägte haselreichere und haselärmere Regionen. In den regenreichen Hochlagen der Mittelgebirge (Harz, linksrheinisches Schiefergebirge) und in den schleswig-holsteinischen Jungmoränenlandschaften entstanden besonders haselreiche Waldtypen, während die sandreichen Altmoränenlandschaften sowie die rechtsrheinischen Silikatgebirge und die regenarmen Beckenlandschaften am Main nur sehr niedrige *Corylus*-Anteile aufwiesen (SPEIER 1994). Auch die nährstoffreicheren, basenhaltigen Böden des Wiehengebirges trugen in dieser Zeit haselreiche Kiefernwaldtypen, wie beispielsweise WIERMANN & SCHULZE (1986) zeigen konnten. Die kontinuierliche Wiedererwärmung erlaubte im Boreal zugleich eine Zuwanderung und Ausbreitung mesophiler wie auch mediterraner und submediterraner Kräuter, die sich in das Spektrum einer sich fortschreitend differenzierten Waldflora einfügten. Ein Großteil der heimischen Krautarten dürfte schon vor der menschlichen Einflußnahme Mitteleuropa erreicht haben (POTT 1996).

Mit dem beginnenden Atlantikum (6000-3200 v.Chr.) ging die Bedeutung der Hasel wie auch die der Kiefer wieder stark zurück. Die sukzessive in den norddeutschen Raum einwandernden Laubhölzer Eiche, Esche, Ulme, Ahorn und Linde eroberten nun die vormals von Kiefern-Birkenwäldern eingenommenen Standorte und bildeten entsprechend den unterschiedlichen Standortbedingungen räumlich differenzierte Laubmischwälder aus. Dabei wurden neben den Einwanderungsphasen besonders Anpassungsphänomene der Gehölze an verschiedene Bodenverhältnisse deutlich. Wie sich heute pollenanalytisch belegen läßt, formierten sich beispielsweise lindenreiche Eichenmischwälder mit geringen Buchenanteilen in der submontanen Stufe der zentraleuropäischen Lößlandschaften (POTT 1993a, POTT 1997, FREUND 1994). Mischwälder mit höheren Anteilen an Linde, Esche und Ulme sowie Ahorn waren typisch für die höheren Lagen der Mittelgebirge, insbesondere dort, wo schluchtwaldartige Reliefbedingungen vorherrschten.

So waren die Mittelgebirgslandschaften des Weserberglandes, namentlich der Teutoburger Wald, das Wiehengebirge und das Osnabrücker Hügelland, vor der Ausbreitung der Buche von Wäldern gekennzeichnet, in denen Eichen, Linden und Ulmen in unterschiedlichen Dominanzverhältnissen den Vegetationstyp bestimmten. Die armen Sandböden der nordwestdeutschen Geest zeichneten sich durch einen hohen Eichen- und Birkenanteil aus, während in den nährstoffreicheren Flußlandschaften der größeren Flüsse Ulmenreiche Auenwälder dominierten.

Während sich die Kiefer auf den ärmeren Sandböden des östlichen Mitteleuropas großflächig halten konnte, wurde sie im ozeanischen und subozeanischen Westen durch die Konkurrenz der Laubbäume weitgehend auf Sonderstandorte zurückgedrängt (MÜLLER 1953, BRANDE 1980, BURRICHTER 1982, HÜPPE et al. 1989). Sie bildete dort kleinere

Reliktstandorte aus, wie z. B. auf den pleistozänen Sanderflächen Nordwestdeutschlands und im Lagg-Bereich der im Atlantikum zahlreich entstandenen Hochmoore. Auf Dünenzügen innerhalb montaner und submontaner Kleinstmoore, wo die Kiefer noch bis zum mineralischen Untergrund zu wurzeln vermochte, konnte sie sich sogar innerhalb des Hochmoorkörpers behaupten, wie das Beispiel des Hiddeser Bentes bei Detmold zeigt (POTT 1982). Die Erle dagegen bestimmte seit dem Atlantikum die staufeuchten Mulden- und Senkenlagen sowie die Talauen entlang der kleineren Fließgewässer. Somit sind in den Niederungen der Kalkrieser-Niewedder Senke sowie entlang der kleineren Fließgewässer im Wiehengebirge seit etwa 8000 Jahren Erlenwälder und Erlen-Eschenwälder von Natur aus beheimatet.

Die Grenze zwischen dem Atlantikum und dem Subboreal um 3200 v. Chr. wurde durch einen markanten Umbruch in der Entwicklung der Wälder markiert, der sich in nahezu allen Pollendiagrammen Mitteleuropas in einer deutlichen Abnahme der Ulmenspektren („Ulmenfall“) äußerte und heute auf einen Faktorenkomplex aus menschlicher Einflusnahme und einer Infektion der Ulmen mit dem Ascomyceten *Graphium ulmi* zurückgeführt wird (RASMUSSEN 1989, PEGLAR 1993, RALSKA-JASIEWCZOWA & GEEL 1992).

In den jüngsten vegetationsgeschichtlichen Epochen des Subboreals (3200-1300 v.Chr.) und des Subatlantiks (1300 v.Chr. bis heute) etablierte sich die Buche in den nordwestdeutschen Landschaften und auch die Hainbuche wanderte ein. Die Vegetationsentwicklung ist in dieser Phase jedoch schon durch die menschlichen Siedlungsaktivitäten und die bäuerliche Landnutzung geprägt.

Schon seit dem Atlantikum (etwa ab 4500 v.Chr.) überlagerten sich zusehens natürliche vegetationsdynamische und anthropogene, landschaftsgestaltende Prozesse, so daß insgesamt seit dieser Zeit nicht mehr von einer ungestörten und natürlichen Vegetationsentwicklung die Rede sein kann.

1.2 Die Rolle des Menschen in der späteiszeitlichen und der frühen nacheiszeitlichen Naturlandschaft

Die Stabilisierung der Wälder ab dem Präboreal wird begleitet von einem gleichfalls stattfindenden kulturellen Umbruch in den steinzeitlichen Jäger- und Sammlerkulturen, der etwa ab 8000 v. Chr. vom Paläolithikum in das archäologisch durch sog. Mikrolithe geprägte Mesolithikum führt. Ab nun dominieren im menschlichen Werkzeuggebrauch vor allem „geschliffene“ Steinwerkzeuge wie etwa Beile und Äxte sowie kleine Spitzklingen. Die mesolithischen Kulturen Nordwestdeutschlands lebten noch um 8000 v. Chr. in Landschaften, die in der Nacheiszeit zunächst von Birken-Kiefernwäldern geprägt waren und sich durch mosaikartige Strukturen von Wald- und Offenlandelementen auszeichneten (s. Kap. D. 1.1). Die eiszeitlichen Großtiere und die an die offenen Landschaftsstrukturen der kältezeitlichen Steppentundren angepaßten Tiere waren schon in dieser Zeit entweder verschwunden, stark im Rückgang begriffen oder schon weit nach Norden und Nordosten Eurosibiriens abgedrängt worden. Ab 6000 v. Chr. veränderte sich mit dem Entstehen geschlossener Laubwälder in Mitteleuropa das Spektrum der jagdbaren Tiere abermals entscheidend, was auch eine ebenso grundlegende Veränderung der Jagdmethoden zur Folge hatte. Statt der Jagd in halboffenen und offenen Landschaften war es nun nötig, scheue Waldtiere wie Hirsch, Wildschwein und Elch zu erlegen. Als ein wichtiges Merkmal des Mesolithikums gilt dabei die zunehmende Hinwendung der Jagd auf Kleintiere. Knochen von Füchsen, Dachsen, Wildkatzen sowie von sämtlichen Marderarten und Vögeln aller Art lassen sich in den ehemaligen Feuerstellen und den Abfallhaufen dieser Zeit wiederfinden. Der Übergang zum Neolithikum ist durch die schwin-

dende Rolle der Jagd durch die Nutzung der aus dem Ackerbau stammenden Nahrungs- und Erwerbsmöglichkeiten gekennzeichnet. Diese Entwicklung führte zu einer weiteren Verbreitung der Fallenjagd. Fallgruben wurden weiterhin für die Jagd auf Wisent und Auerochse verwendet, ansonsten gewannen besonders kleinere Wildarten an Bedeutung, insbesondere Biber und Fuchs, Marder und sehr selten der Hase. Biber und Fischotter, aber auch Dachse und Füchse wurden mit Netzen gefangen (BÖHME 1991). Dennoch griff der Mensch in der Mittelsteinzeit nicht direkt in die Differenzierungsprozesse der damaligen Vegetationsentwicklung ein. Sein Einfluß auf das Aussterben einiger eiszeitlicher Großtiere wird allerdings heute vermehrt unter dem Gesichtspunkt früher, indirekter Landschafts- und Vegetationsbeeinflussungen gesehen, wobei sich einige Autoren nahezu ausschließlich auf paläozoologische Fundspektren stützen (BEUTLER 1997, BUNZEL-DRÜKE 1997). Insgesamt wird jedoch deutlich, daß der Einfluß der Großtiere auf die Vegetationsstrukturen der Nacheiszeit niemals das Ausmaß der Waldhude neolithischer Rinderherden hatte, deren landschaftsverändernder Charakter sich in ganz Europa in allen pollenanalytischen Untersuchungen wiederfinden läßt. Insgesamt läßt sich für das Mesolithikum somit das Bild einer vom Menschen weitgehend unbeeinflussten Naturlandschaft annehmen (POTT 1997a).

Für die Region am Nordrand des Wiehengebirges sind mesolithische Siedlungs- bzw. Rastplätze inzwischen archäologisch nachgewiesen und zeigen somit die Anwesenheit mittelsteinzeitlicher Jäger- und Sammlergruppen auch im Untersuchungsgebiet an. Die archäologischen Ausgrabungen in Kalkriese ergaben beispielsweise auch den Nachweis für frühe Siedlungsspuren, die bislang für diesen Raum nicht belegt waren. Sie stammen aus der etwa 12000 Jahre alten, spätpaläolithischen bis mesolithischen Federmessergruppe (SCHWABEDISSEN 1954). Diese prähistorische Kulturperiode ist archäologisch durch vereinzelte Funde der typischen Federmesser belegt, die eine retuschierte Längsseite besitzen und möglicherweise als Pfeilspitzen verwendet wurden. Außerdem konnte bislang ein Rückenmesser und eine kleine mikrolithische Feuersteinspitze entdeckt werden. (WILBERS-ROST 1991, ROST & WILBERS-ROST 1992). Das niedersächsische Institut für Denkmalpflege Hannover (I.f.D.) konnte im Frühjahr 1998 in Zusammenhang mit Grabungen zu den neolithischen Bohlenwegen zudem einen mesolithischen Lagerplatz im Campemoor ergraben, der ehemals etwa 40 m östlich des neolithischen Bohlenweges 32 (Pr) bestanden hat. Der mittelsteinzeitliche Stationsplatz ist nach den archäologischen Grabungsbefunden durch Flintklingen, Abschlüge und Schaber belegt. Einige dieser Geräte besitzen einen sogenannten Sichelglanz oder Patina, die sich beim Schneiden von Süß- und Sauergräsern an der Schnittfläche von Steinklingen bildet (TILLMANN 1992). Damit stellt sich die Frage, ob auch diese Menschen schon früh Riedgras und Schilf im Bereich der Niederungswälder oder entlang der Flüsse mit primitiven Steinklingen geschnitten haben, um ihre einfachen Laubhütten zu bauen. Der Einsatz von Schnittwerkzeugen zur Gewinnung von Riedgras wird im Gegensatz dazu bislang eher für spätere Kulturepochen wie die Eisenzeit (ab 800 v.Chr.) angenommen, da man zuvor eher von einem einfachen Grasrupfen ausging (KÖRBER-GROHNE 1993).

1.3 Die Entwicklung der atlantischen Laubmischwälder

Im Atlantikum (6000-3200 v.Chr.) formierten sich im gesamten mitteleuropäischen Raum Laubmischwaldökosysteme, die sich in ihrer Baumartenkomposition je nach den regionalen und lokalen Standortbedingungen unterscheiden. Dabei werden nahezu alle Flächen, die vormalig von borealen Kiefernwäldern bestanden waren, im Atlantikum von Laubmischwäldern erobert. Die Kiefer selbst wurde im nordwestdeutschen Raum auf

edaphische und klimatische Sonderstandorte zurückgedrängt. Auf der Basis pollenanalytischer Untersuchungen läßt sich zeigen, daß sich dabei schon sehr früh standörtlich differenzierte Laubwaldformationen ausbildeten, die sich in den verschiedenen Naturräumen des niedersächsischen Berg- und Hügellandes sowie in den Niederungslandschaften der Geest deutlich unterscheiden haben. In erster Linie bestimmten somit ab dem 6. Jahrtausend vor Christus Mischwälder aus Eiche, Linde, Ulme, Esche und Ahorn den Aspekt von nahezu flächendeckenden Waldlandschaften. Natürlich waldfreie Standorte blieben lediglich im Bereich der ombrotrophen Hochmoore, an den Felsgraten der Mittelgebirge sowie auf den salzbeeinflußten Küstendünen und in den Marschen und Flußalluvionen erhalten. Die Entstehung und Entwicklung dieser atlantischen Laubmischwälder vollzog sich in der Zeit zwischen 6000 und 4500 v. Chr., ohne daß der Mensch entscheidend auf ihre natürliche Entwicklungsdynamik einwirken konnte. Ab der Mitte des 5. Jahrtausend vor Christus wurde jedoch diese natürliche Entwicklung durch die Landnahme neolithischer Bauernkulturen der älteren und ältesten Linienbandkeramik immer stärker unterbunden. Durch die Hudenutzung der Wälder, durch die Brennholzentnahme, die Laubheugewinnung, die Mastnutzung und die Bauholzgewinnung wurde nicht nur die physiognomische Struktur dieser Wälder, sondern auch ihre natürliche Entwicklungsdynamik verändert (POTT 1993a, 1996, SPEIER 1998).

Die pollenanalytischen Ergebnisse aus dem Campemoor und aus dem Feldungel-See erlauben es, diese Entwicklungsprozesse nachzuzeichnen. Die Phase des Atlantikums ist im Profil Campemoor allerdings nur mit insgesamt 22 Proben im untersten Diagrammschnitt erfaßt, wobei die Basistorfe mit einer Radiocarbonatierung auf 4590 ± 130 v. Chr. datiert sind (s. Abb. 15, im Anhang). Demnach ist nicht der gesamte Zeitabschnitt des Atlantikums im Profil Campemoor verwirklicht. Die Moorbildung setzte in dem beprobten Teil des Großen Moores zu einer Zeit ein, in der sich die ersten Bauernkulturen im Raum des Kalkrieser Berges etablierten. Der auf 4680 ± 40 v. Chr. datierte, nahezu an der Moorbasis liegende Bohlenweg PR 32 zeigt, daß die jungsteinzeitlichen Menschen nahezu zeitgleich mit der Ausbildung des Campemoores begannen, diesen Naturraum in Besitz zu nehmen und zu verändern.

Dem Pollenbild im Diagramm „Campemoor“ entsprechend hatte zu Beginn der Moorbildung die Ausbreitung von *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus* und auch *Acer* bei geringen Haselanteilen bereits eingesetzt. Die Linde war während der Wärmezeit kontinuierlich im Waldspektrum der atlantischen Wälder vertreten, da sie im Pollendiagramm mit konstanten Frequenzwerten um 4 -5 % vertreten ist. *Ulmus* ist dagegen pollenanalytisch im Profil kontinuierlich mit höheren Werten als die Linde nachweisbar (s. Abb. 15, im Anhang). Sie erreicht jedoch nicht die hohen Prozentwerte, wie sie beispielsweise WIERMANN & SCHULZE (1986) für das Große Torfmoor bei Nettelstedt ermitteln konnten und auf der Basis ihrer Daten ulmenreiche Gebirgswälder im östlichen Wiehengebirge vermuteten. Hauptkonstituent der atlantischen Laubmischwälder am westlichen Nordrand des Wiehengebirges ist dagegen die Eiche. Pollen von *Quercus* sind im Diagramm Campemoor mit durchschnittlichen Werten von 20 %, z. T. sogar über 30 % vertreten (Abb. 16). Als natürliche Wuchsorte von eichenreichen Mischwäldern, wie sie auf der Grundlage dieser Daten nahe liegen, kommen im Untersuchungsgebiet sowohl die kalk- bzw. silikathaltigen Verwitterungsböden des Kalkrieser Berges in Frage als auch die pleistozänen Sandböden im Vorfeld des Kalkrieser Berges.

Linden und Ulmen dürften zu dieser Zeit schwerpunktmäßig auf den reicheren, basenhaltigeren Substraten gewachsen sein, so daß auf diesen Flächen am Nordrand des Wiehengebirges und insbesondere am Kalkrieser Berg die Etablierung linden- und ulmenreicher Eichenwälder angenommen werden kann. Der an *Ulmus* und an *Tilia* reiche atlantische Laubmischwald stellt in diesem Zusammenhang eine Waldformation dar, die vor allem

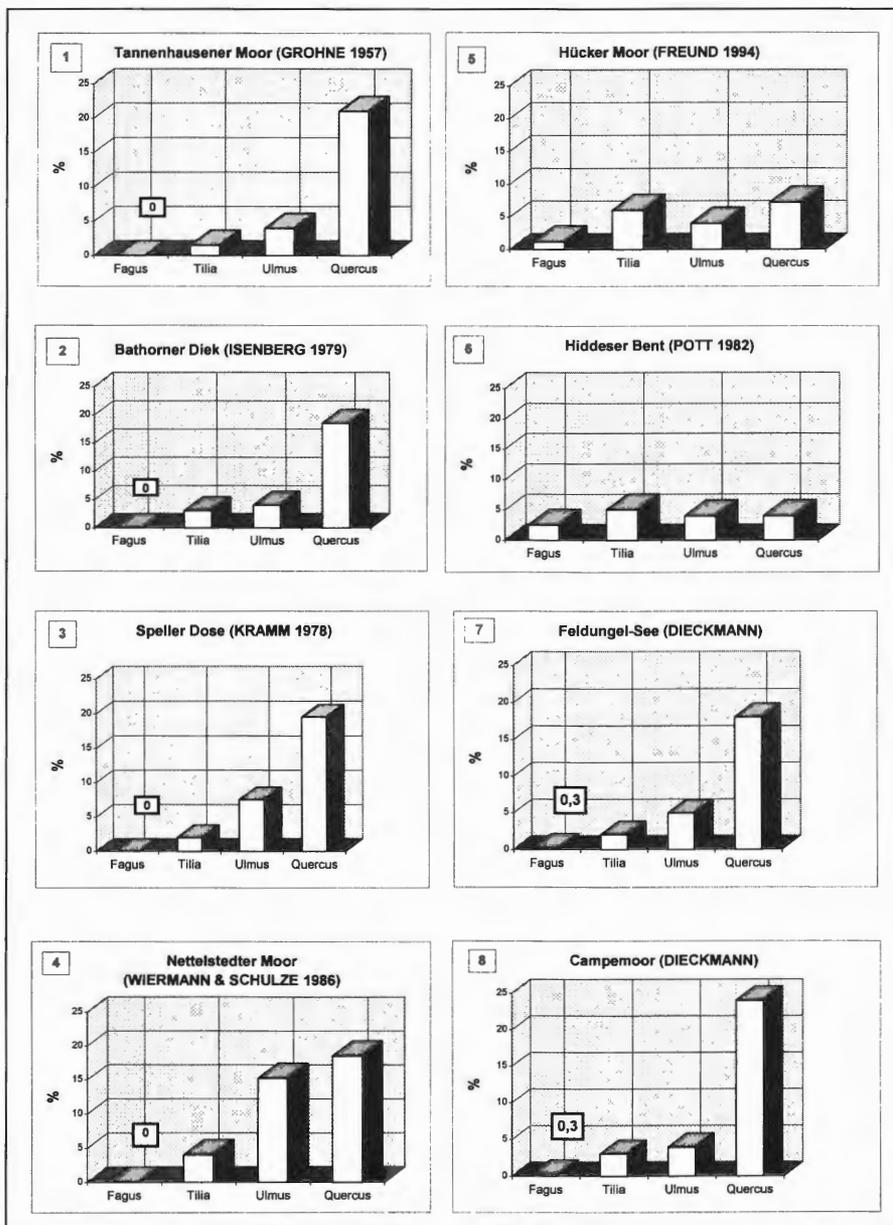


Abb. 16: Prozentuale Verteilung der Eichenmischwaldelemente im Pollendiagramm Campemoor im Vergleich zu der prozentualen Verteilung der Eichenmischwaldelemente aus benachbarten Naturräumen Norddeutschlands während des Atlantikums. Es bedeuten: 1-3 eichenreiche Wälder in den Geestlandschaften, 4 linden- und ulmenreiche Eichenwälder im Hügelland (kolline Stufe) auf Lößsubstraten, 5 lindenreiche Eichenwälder mit geringen Buchenanteilen im unteren Bergland (submontane Stufe) auf Löß, 6 linden- und ulmenreiche Eichenwälder mit Buche in der submontanen Stufe auf Löß im Grenzbereich zu Kreidekalken und 7-8 eichenreiche Wälder mit höheren Ulmen- und Lindenanteilen mit Buche im Übergangsbereich Geest/Berg- und Hügelland.

die lößreichen Standorte der collinen Hügel- und submontanen Mittelgebirgslandschaften kennzeichnete (POTT 1993a). Vergleichbare Waldtypen konnten von FREUND (1994) durch pollenanalytische Untersuchungen im Weserbergland gleichfalls belegt werden (Abb. 16).

Die Frequenzspektren von *Fraxinus* lassen auf ein regelmäßiges Auftreten der Esche in diesen atlantischen Wäldern schließen. Die Verbreitungsschwerpunkte der Esche waren wahrscheinlich sowohl die nährstoffreichen und lehmigen Feuchtböden der Geest als auch die Hangbereiche des Wiehengebirges, wo sich Eschen und Eichen zu Niederungswäldern zusammenschlossen. An den zertalten, steilen Nordhängen des Wiehengebirges könnten sie zusammen mit der Linde und dem Ahorn schluchtwaldähnliche Wälder ausgebildet haben (FREUND 1994, MOHR 1990, WIERMANN & SCHULZE 1986). Bestätigt wird diese Annahme durch Einzelpollenfunde des Ahorns im Diagramm Campemoor. Die Funde des *Acer*-Pollentyps bilden im Diagramm jedoch keine geschlossene Pollenkurve und verbleiben stets bei einem Niveau um 1 % des gesamten Baumpollenanteils. Eine dominierende Rolle des Ahorns im Baumpollenspektrum, wie sie von einigen Autoren in Analysen aus dem Bereich des Meißners, des Vogelberges oder des Harzvorlandes gefunden werden konnten, ist für den Nordrand des Wiehengebirges damit nicht nachzuweisen (CHEN 1988, STALLING 1983, STECKHAN 1961).

Die für den nordwestdeutschen Raum typische Massenentfaltung der Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) ist im Pollendiagramm Campemoor nicht so deutlich ausgeprägt, wie sie beispielsweise FREUND (1994) für das Weserbergland in den Pollendiagrammen „Belmer Bruch“ und „Hücker Moor“ beschreibt. *Alnus* erreicht im Campemoor zunächst geringe, wechselnde Anteile mit Werten zwischen 20 und 30 %. Ihr Anteil ist auf lokale Polleneinträge aus den feuchten bis sumpfigen Niederungsbereichen - wie z. B. die Kalkrieser-Niewedder Senke - zu erklären, in denen erlenreiche Eichen-Birkenwälder und Torfmoosbruchwälder ausgebildet waren.

Der Efeu (*Hedera helix*) ist im Diagramm mit einer nahezu geschlossenen Kurve, die Mistel (*Viscum album*) und die Stechpalme (*Ilex aquifolium*) mit Einzelpollenfunden vertreten. Das Vorhandensein dieser Arten bezeugt - wie verschiedene Pollenanalysen gezeigt haben - das Vorhandensein eines ozeanischen, wintermilden Klimas zu jener Zeit (IVERSEN 1944, OVERBECK 1975, LANG 1994, ZAGWIJN 1994). *Hedera* zeigt nach IVERSEN (1944) Januartemperaturen an, die wärmer als -1,5 bis -2 °C sind. *Viscum* ist im Unterschied zu *Hedera* wesentlich anspruchsvoller hinsichtlich der Höhe der Sommertemperaturen. So könnte das im Diagramm Campemoor zu verzeichnende Verschwinden der *Viscum*-Pollen ab dem frühen Subboreal vermutlich mit einer Abnahme der damaligen Sommertemperaturen zusammenhängen. Als atlantische Art ist *Ilex* an besonders warme Winter gebunden, wobei das durchschnittliche Januarmittel von -0,5 °C nicht unterschritten werden darf (HAFSTEN 1987).

In der atlantischen Klimaregion Nordwestdeutschlands konnte *Ilex* für das Atlantikum in zahlreichen Pollendiagrammen nachgewiesen werden (CASPERS 1993, KRAMM 1978, POTT 1982). *Ilex* gilt zugleich als Indikator für eine ehemalige Hudenutzung der Wälder und könnte somit auf eine frühe anthropo-zoogene Nutzung der atlantischen Laubmischwälder in der Kalkrieser Region hindeuten (POTT 1990).

Pollenkörner der Hainbuche (*Carpinus betulus*) sind in dieser Phase der Vegetationsentwicklung noch nicht präsent.

Die Eichenmischwald-Pollenspektren des Profils Campemoor lassen sich mit den palynologischen Bearbeitungen von FREUND (1994) aus dem Weserbergland verknüpfen. Es entsteht auf diese Weise ein regional und standörtlich differenziertes Bild der Ausbildung der atlantischen Laubmischwälder am Nordrand des Wiehengebirges (Abb. 16).

So erlaubt das in Abb.16 dargestellte Modell der Dominanzverhältnisse von Eichenmischwaldelementen eine Aufteilung in folgende Ausbildungen:

- 1-3 Eichenreiche Wälder in den Geestlandschaften.
- 4 Linden- und ulmenreiche Eichenwälder im Hügelland (kolline Stufe) auf Lößsubstraten.
- 5 Lindenreiche Eichenwälder mit geringen Buchenanteilen im unteren Bergland (submontane Stufe) auf Löß.
- 6 Linden- und ulmenreiche Eichenwälder mit Buche in der submontanen Stufe auf Löß im Grenzbereich zu Kreidekalken.
- 7-8 Eichenreiche Wälder mit höheren Ulmen- und Lindenanteilen mit Buche im Übergangsbereich Geest/Berg- und Hügelland.

Im Weserbergland haben sich nach FREUND (1994) lindenreiche Eichenwälder vor allem auf den aus Lößlehm entstandenen Böden im Ravensberger Hügelland herausgebildet. Die Mittelgebirgslandschaften des Weserberglandes, wie der Teutoburger Wald, das Wiehengebirge und das Osnabrücker Hügelland, waren dagegen von Wäldern gekennzeichnet, in denen Eichen, Linden und Ulmen in unterschiedlichen Dominanzverhältnissen die Waldbestände aufbauten. Im Osnabrücker Hügelland wird der atlantische Laubmischwald von Eichen dominiert, hier hatten Linde und Ulme nur eine untergeordnete Bedeutung. Die beherrschende Rolle der Eiche auf basenarmen Ton- und Sandsteinböden wird auch durch pollenanalytische Untersuchungen aus dem Eggegebirge und dem Solling bestätigt (TRAUTMANN 1957, SCHNEEKLOTH 1967). Der Anteil von Linde und vor allem der Ulme an der Waldzusammensetzung nahm im Teutoburger Wald zu (POTT 1982). Auch der Höhenzug des Wiehengebirges mit seinen basenreichen Braunerden war in Übereinstimmung mit WIERMANN & SCHULZE (1986) durch ein Überwiegen von Linde und Ulme ausgezeichnet. Die nährstoff- und kalkreichen Verwitterungsböden des Höhenzuges dürften das Vorkommen ulmenreicher Bergwälder begünstigt haben, die bereits für den Hohen Meißner, den Vogelsberg, den Harz und das Rothaargebirge beschrieben wurden (CHEN 1988, STALLING 1983, STECKHAN 1961, POTT 1985).

Neben den beschriebenen, naturräumlich differenzierten Gehölzartenkombinationen des Eichenmischwaldes vollzog sich am Nordrand des Wiehengebirges schon während des Atlantikums die beginnende Ausbreitung der Buche. Dies kann aufgrund pollenanalytischer Untersuchungen aus dem frühen Auftreten von *Fagus sylvatica* im Ravensberger Hügelland und dem Teutoburger Wald abgeleitet werden (FREUND 1994, POTT 1982).

In diesen Naturräumen dürften die lindenreichen Wälder gleichzeitig potentielle Wuchsorte von *Fagus sylvatica* gewesen sein. Nach FREUND (1994) gelten die Lößlehmdecken, lößüberwehte Standorte sowie die basenreichen Sandmisch- oder Lehmböden im Berg- und Hügelland als Ausgangspunkt der Buchenausbreitung im Weserbergland und seinen angrenzenden Naturräumen.

Die Abb. 16 zeigt in Übereinstimmung mit den pollenanalytischen Untersuchungen aus den Naturräumen der pleistozänen Sandlandschaften eine starke Dominanz von *Quercus* in der Zusammensetzung des Waldbildes, dagegen spielen Linde und Ulme eine untergeordnete Rolle. Auf den nährstoffarmen Sandböden des Geest waren anspruchsvollere Baumarten den Eichen und auch den Birken im Konkurrenzkampf unterlegen. *Quercus robur*, *Quercus petraea* und *Betula pendula* bildeten hier bodensaure Eichenmischwald-Gesellschaften aus.

Die palynologischen Untersuchungen im Campemmoor und im Feldungel, die die atlantischen Laubmischwälder im Übergangsbereich der nordwestdeutschen Tiefebene und des Berg- und Hügellandes reflektieren, bestätigen die hohen Eichenanteilen in den Wäldern der Geest. Im Unterschied zu dem von FREUND (1994) beschriebenen „Geesttyp“ zeichnen sich diese Wälder im Übergangsbereich Geest/Hügelland bei höheren Ulmen- und Lindenanteilen durch eine frühe Bucheneinwanderung aus.

1.4 Der Feldungel-See als Beispiel für die natürliche Entwicklung eines Erdfallsees

An der Entwicklung des Feldungel-Sees als Erdfallsee sind mehrere zeitlich gestaffelte Absenkungen mit immer wieder auftretenden randlichen Subrosionen beteiligt. Aufgrund mangelnder Grenzlinien im unteren Profilabschnitt erweist sich der stratigraphische Nachweis der unterschiedlichen Erdfälle als schwierig (s. Kap. A.2.2.2 und D.3). Dennoch lassen sich im Pollendiagramm Feldungel-See die einzelnen Subrosionen indirekt anhand dem Verlauf der unterschiedlichen Pollenfrequenzen nachzeichnen (s. Abb. 14 und 17, im Anhang).

Die Genese von Erdfallseen und ihrer Datierungen mit Hilfe pollenanalytischer Befunde hat SCHROEDER (1956) für das „Heilige Meer“ (Kreis Steinfurt, Westfalen) und LESEMANN (1968) für den „Maujahn“ im Wendland beschrieben.

Im Feldungel-See läßt sich pollenfloristisch eine 5-phasige Vegetationsentwicklung unterscheiden, die mit dem Subrosionsgeschehen in engem Zusammenhang steht (s. Abb. 17, im Anhang).

Im untersten Diagrammabschnitt des Diagramms Feldungel treten hohe Frequenzwerte von Kiefern-, Birken und Haselpollen bei zugleich hohen Frequenzen von Eichen, Ulmen und Linden auf. Die Phase 1 schließt mit einem Steilanstieg der *Alnus*-Kurve ab (s. Abb. 14 und 17, im Anhang). Diese pollenfloristischen Zeichen lassen auf eine Vermischung von borealen und atlantischen Sedimenten in den untersten Torfstraten schließen und spiegeln demnach den ersten Einbruch in der See-Genese wider, der zu einer Vermischung älterer und jüngerer Torfstraten führte.

Entsprechende Entwicklungen konnte KOCH (1936) auch für den Darnesee bei Bramsche beschreiben. Zugleich deuten die Nachweise von Wasserpflanzen wie beispielsweise dem Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), der Weißen Seerose (*Nymphaea alba*), dem Wechselblättrigen Tausendblatt (*Myriophyllum alternifolium*) und dem Laichkraut (*Potamogeton* spec.) auf die damalige Seesituation des Feldungels hin. Aus den Pollenfunden läßt sich dementsprechend das Vegetationsbild einer Ufervegetation mit mesotrophem Charakter ableiten, wo eine Röhrichtvegetation dominierte, die aus Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), Rohrkolben (*Typha latifolia*), Igelkolben (*Sparganium* spec.) und Schachtelhalm (*Equisetum* spec.) aufgebaut war.

Die Phasen 2 bis 3 beschreiben dagegen eine ungestörte Vegetationsentwicklung in der See-Genese. Die kontinuierlichen Kurvenverläufe von *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia* und *Fraxinus* spiegeln das Vegetationsbild eines atlantischen Laubmischwaldes in der Umgebung des Feldungels wider (s. Abb. 14, im Anhang). Die höheren Pollenfrequenzen der Cyperaceen, von *Typha*, von *Sparganium* und dem Sumpf-Lappenfarn (*Thelypteris palustris*) zum Ende der 2. Phase weisen zusammen mit den ersten Sporenfunden der *Sphagnaceae* auf einen feuchteren Abschnitt in der Verlandung des Feldungels hin. Regelmäßige Nachweise von *Pediastrum* (*Pediastrum* spec.) im gesamten Diagrammverlauf bestätigen die Lage der Probestelle im Bereich der damaligen Uferlage.

Die Pollenspektren der Erle, die im 2. Diagrammabschnitt Prozentwerte bis zu 40 % erreicht, lassen, zusammen mit den Kurvenverläufen der Farne (*Filices* ind. *Thelypteris*), einen farnreichen Erlenbruchwald im unmittelbaren Uferbereich des Feldungel vermuten.

Die Vegetations- und See-Entwicklung im 3. Diagrammabschnitt verläuft insofern unklar, als zum einen die hohen Prozentwerte der Kiefer bis zu 60 % auf einen erneuten See-Einbruch mit einer Vermischung atlantischer und präborealer Torfe hinweisen könnten. Zum anderen erscheint eine erneute Subrosion jedoch unwahrscheinlich, da sie pollenfloristisch nicht anhand der Kurvenverläufe der anderen Pollenspektren nachvollzogen wer-

den kann. Diese Kurvenverläufe zeigen demgegenüber eine ungestörte Vegetationsentwicklung in den ufernahen Bereichen.

Die hohen *Pinus*-Beimischungen im Pollenspektrum der 3. Phase können auch auf lokale Kiefernorkommen im Wuchsgebiet der Eichen-Birkenwälder der nahen Flugsand- und Dünenflächen sowie der randlichen Moorwälder im Umkreis des Feldungels hindeuten, wie sie HÜPPE et al. (1989) entsprechend für die pleistozänen Sandlandschaften der Senne nachweisen konnten. Zahlreiche pollenanalytisch-vegetationsgeschichtliche Untersuchungen belegen eine Kontinuität von autochtonen Kiefernorkommen im nordwestdeutschen Raum für die Zeit vom Boreal bis in das Subatlantikum (BURRICHTER 1982, HÜPPE et al. 1989, POTT 1982, 1984).

Liegt die Profilentnahmestelle im Feldungel in den Phasen 1-3 noch im unmittelbaren Bereich des Uferrandes, so endet in Phase 4a die sog. „Seephase“ mit dem Einsetzen einer Verlandungsserie, an deren Beginn die Ausbildung von hochstaudenreichen Seggenröhrichten steht. In diesem Zusammenhang sind vor allem die Cyperaceen zu nennen, die von einem Anteil von ca. 20% auf Werte bis zu 60 % im Pollenbild ansteigen. Zugleich tendieren die Frequenzspektren der Wasserpflanzen und der Helophyten gegen Null. Zunehmende Pollenfunde von *Caltha*, *Potentilla* und *Filipendula* und auch der lückenhafte Verlauf der Pediastron-Kurve deuten dagegen auf vermehrte Nährstoffeinträge in das Gewässer und die Entstehung eutropher Staudenfluren und Seggenrieder hin.

In dieser Phase der Vegetationsentwicklung geht die *Pinus*-Frequenz markant zurück. Möglicherweise steht der Rückgang der Kiefer auch hier in Zusammenhang mit einer anthropogenen Nutzung der autochtonen Kiefernorkommen durch den prähistorischen Menschen.

Die Phasen 4 und 5 werden durch eine erneute Subrosion getrennt, denn nahezu alle Pollenfrequenzen verzeichnen im Diagramm einen abrupten Anstieg oder Abfall. So steigen in Phase 5 die Kurvenverläufe von *Fagus*, *Carpinus*, *Calluna*, *Poaceae*, *Cerealia*, *Fagopyrum* und der siedlungsanzeigenden Pollentypen (*Artemisia*, *Chenopodium*, *Rumex*, *Plantago*, *Centaurea cyanus*, *Urtica*) ohne nennenswerte Vorläufe unvermittelt an, die Kiefern-, Ulmen-, Linden- und Eschen-Frequenzen setzen dagegen nahezu abrupt aus (s. Abb. 14, im Anhang). Das Subboreal fehlt daher im Pollendiagramm Feldungel.

Insgesamt läßt sich diese Phase der Vegetationsentwicklung pollenfloristisch ins Mittelalter datieren. Die Kurvenverläufe der *Cerealia* und der übrigen siedlungsanzeigenden Pollentypen weisen zusammen mit den hohen Prozentwerten von *Calluna* und der Poaceen im obersten Diagrammabschnitt auf eine mittelalterliche Landschafterschließung hin, in der neben ausgedehnten Ackerflächen vor allem *Calluna*-Heiden das Umfeld des Sees bestimmten. Stratigraphisch wird diese Phase von Sandeinlagerungen im Profil begleitet, die entweder als mittelalterliche Sandeinwehungen infolge einer anthropo-zoogenen Landschaftsöffnung verstanden werden können oder aber auch als Uferabbrüche im Verlauf der letzten Subrosionsphase interpretiert werden können.

Die vermehrten Pollenfunde von *Potentilla* und *Caltha* belegen in diesem Diagrammabschnitt die Existenz zunehmend eutropher Standortbedingungen im Uferbereich. In dieser Phase dominieren statt hochstaudenreicher Seggenfluren ausgedehnte Schilfröhrichte das Seeufer. In den entsprechen Torfstraten aus dieser Zeit lassen sich vereinzelt Blätter und Halme von *Phragmites communis* nachweisen. Pollenanalytisch spiegelt sich diese Phase der Verlandung in einem Rückgang der Cyperaceen und einem Anstieg der Poaceen wider.

Die Zunahme der Prozentwerte der Sphagnaceen im Pollendiagramm, bei einem gleichzeitig hohen Anteil der Erle an der Baumpollensumme, deutet auf ein Aufwachsen mine-rogener Sphagnen wie beispielsweise *Sphagnum palustre* und *Sphagnum fimbriatum* im

Erlenbruchwald des Feldungels hin. In dieser Phase entstehen ebenfalls im Übergangsbereich zwischen dem Erlenbruchwald und den Röhrichtigen Weiden- und Gagelgebüsch. Die Pollenspektren des 5. Diagrammabschnittes lassen höhere Werte von *Salix*- und *Myrica*-Pollen erkennen, die derartige Vegetationskomplexe vermuten lassen.

Diese letzte Phase der Verlandungsentwicklung kann in zwei Unterabschnitte gegliedert werden, die mit einer sphagnen-reichen Initialphase (Phase 5a) beginnt und einer sphagnen-armen aber *Typha*-reichen Phase (Phase 5b) abschließt. Auch diese Entwicklung könnte mit einer anthropogen bedingten Eutrophierung der Seeuferbereiche in Zusammenhang gebracht werden, die zu einer verstärkten Ausbreitung von Rohrkolben-Röhrichtigen führte. Dabei ist als Ursache an einen vermehrten Stoffeintrag zu denken, der durch die Vernichtung der umgebenden Wälder im Zuge der mittelalterlichen Heideentwicklung wesentlich erleichtert wurde. In diesem Zusammenhang sind eventuell auch die verschiedenen Sandlagen im Profil zu sehen.

Der synchrone Anstieg und Verlauf der *Myrica*-Kurve scheint an den Kurvenverlauf der siedlungsanzeigenden Pollentypen gekoppelt zu sein. Denkbar erscheint in diesem Zusammenhang eine anthropogene Förderung des Gagels (MOHR 1990).

Zusammenfassend lassen sich somit pollenfloristisch eindeutig zwei natürliche Subrosionen nachweisen. Als Besonderheit in der Vegetationsentwicklung des Feldungels fallen die hohen *Pinus*-Beimischungen im Pollenbild auf. Die Möglichkeit einer frühzeitigen Nutzung lokaler Kiefernorkommen durch den prähistorischen Menschen läßt auch im Feldungel die Vegetationsentwicklung im Sinne einer ungestörten Naturlandschaftsentwicklung fraglich erscheinen.

2. Die Entstehung der Kulturlandschaft unter dem Einfluß des Menschen

2.1 Allgemeine Aspekte der regionalen und überregionalen Buchenwaldentwicklung

Im Gegensatz zu den Laubmischwäldern, die im frühen Atlantikum eine weitgehend vom Menschen ungestörte und natürliche Entwicklung durchliefen, ist die Entstehung der Buchenwälder in Mitteleuropa ein Prozeß, der sich fast überall unter gleichzeitigen menschlichen Einflüssen vollzog. Im Verlauf der nacheiszeitlichen Klimaverbesserungen erreichte auch die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) bei der Wanderung aus ihren in Illyrien und dem Mediterranraum gelegenen Refugialgebieten im Atlantikum den mitteleuropäischen Raum (BOTTEMA 1974, BEUG 1975, GRÜGER 1975, ZOLLER 1960, SCHNEIDER 1978, JALUT & DELIBRIAS 1980). Die Wanderwege der Buche mit ihren westlichen und östlichen Provenienzen trafen sich im nördlichen Voralpengebiet. So läßt sich in Pollendiagrammen Süddeutschlands schon zwischen 5500 und 4300 v. Chr. eine empirisch geschlossene Buchenkurve beschreiben (KÜSTER 1988, POTT 1993a, LANG 1994). Zwischen 5000 und 4555 v. Chr. erreichte die Buche die Kalk- und Lößlandschaften der Mittelgebirge, die in Nordwestdeutschland Initialstandorte der Buchenwaldentstehung bildeten. Von diesen primären Siedlungsarealen aus vollzog sich ihre Ausbreitung in die Nachbarregionen der nordwestdeutschen Geest- und Silikatlandschaften, wie POTT (1982, 1985, 1992a, 1992b, 1993a, 1995a) ausführlich dargestellt hat. Pollenanalytische Untersuchungen aus dem Weserbergland, dem Osnabrücker und dem Ravensberger Hügelland, dem Rheinischen Schiefergebirge sowie Analysen aus dem lößreichen Harzvorland verzeichnen die ersten Nachweise für die Einwanderung der Rotbuche schon für das 5. Jh. v. Chr. (s. auch Abb. 18). Ihre Entfaltung in den Naturräumen Nordwestdeutschlands vollzog sich dabei jedoch regional nicht überall gleichzeitig, sondern zunächst schubweise in Abhängigkeit von den

geschilderten edaphischen Rahmenbedingungen. Während für die atlantische Einwanderungsphase der Buche in den Mittelgebirgen zunächst noch diese Grundbedingungen bestimmend waren, wurden ab dem mittleren Atlantikum mit der verstärkten Siedeltätigkeit des Menschen zunehmend anthropo-zoogene Faktoren in der Waldentwicklung entscheidend. In diesem Zusammenhang läßt sich bis in die frühe Eisenzeit eine Koinzidenz zwischen der verstärkten menschlichen Landnutzung und einer erhöhten Ausbreitungsdynamik der Buche feststellen.

Auffällig ist dabei, daß in den Mittelgebirgslandschaften des Siegerlandes und Rothaargebirges mit der Kolonisation der Mittelgebirge in der Bronzezeit und der Hallstatt-Periode sich auch die Buche verstärkt etablieren konnte (POTT 1985, 1992 b, 1993b 1995a, SPEIER 1997a, 1998). So läßt sich beispielsweise im siegerländischen Moor in Lützel sowie im Moor am Giller (POTT 1985) und im Moor in Weidelbach im Rothaargebirge (SPEIER 1994) zwischen 995 ± 90 v. Chr. und 1715 ± 285 v. Chr. eine deutliche Zunahme der Ausbreitungsdynamik von *Fagus* erkennen (Abb. 18). Auch in einigen Mooren wie dem Hücker Moor (FREUND 1994) und dem Belmer Bruch (SCHWAAR 1976, 1980, FREUND 1994) aus dem Bereich des Weserberglandes zeigt die Buche in der Zeit zwischen 995 ± 290 v. Chr. und 1755 ± 75 v. Chr. anhand ihrer Pollenfrequenzen, daß sie in den Wäldern dieser Mittelgebirgslandschaften eine zunehmend wichtige Rolle spielte.

Regional und überregional scheint der Beginn der Eisenzeit für die Buchenausbreitung ebenfalls bedeutsam gewesen zu sein. Pollenfloristisch macht sich in vielen Pollendiagrammen Nordwestdeutschlands der Beginn der Hallstatt-Periode durch einen Anstieg der Pollenkurven von *Fagus sylvatica* bemerkbar. Dies gilt beispielsweise für die genannten pollenanalytischen Untersuchungen aus dem südwestfälischen Bergland, wo sich die Buche mit dem Beginn einer verstärkten Binnenkolonisation durch eisenzeitliche Metallschmelzer und Hüttenleute zwischen 770 ± 70 v. Chr. und 715 ± 105 v. Chr. verstärkt in diesem Raum ausgebreitet hat. Um 850 ± 50 v. Chr. erfährt die Buche nördlich des Teutoburger Waldes eine Massenfaltung (SCHWAAR 1980). Dies läßt sich - wenn auch nicht ganz so markant - im Ravensberger Hügelland durch die Analysen von FREUND (1994) im Hücker Moor bestätigen. Auch in den Profilen Campemoor I und Campemoor II (MOHR 1990) verstärkt sich am Nordrand des Wiehengebirges der Umgestaltungsprozess in der Holzartenkombination der Wälder. Um 860 ± 70 v. Chr. etablieren sich in dieser Region die noch heute landschaftsbestimmenden Buchenwälder und Buchen-Eichenwälder endgültig (vergl. Abb. 18 und 19).

Ähnlich verlief der Einwanderungsprozess teilweise auch im nordwestlichen und nördlichen Niedersachsen, wo die Buche beispielsweise um 1800 v. Chr. die nördlichen Randbereiche der Geest erreichte sowie auf die kalkreicheren Endmoränen Schleswig-Holsteins vordrang. Nach pollenanalytischen Untersuchungen von KRAMM (1978) im Vinter Moor breitete sich die Buche in dem Bereich der westfälischen Geestlandschaften um 665 ± 75 v. Chr. aus. In anderen Landschaften der nordwestdeutschen Geest ist das Bild der Buchenwaldentstehung zeitlich divergierend und stark von den lokalen Bedingungen geprägt, wobei offenbar säkulare Siedlungsdiskontinuitäten die Etablierung von *Fagus* begünstigen konnten. So werden in einigen Landschaften wie der Stader Geest und der Lüneburger Heide erst in der vorrömischen Eisenzeit um 290 ± 80 v. Chr. bzw. in der Völkerwanderungsperiode um 203 ± 123 n. Chr. Kulminationen der Buchenpollenkurven deutlich (DÖRFLER 1989, ZICKERMANN 1994).

Fagus sylvatica profitierte somit vor allem im Subboreal nicht nur von einem allmählich kühler werdenden Klima, sondern konnte sich auch durch die Schwächung der Regenerationskraft der atlantischen und subborealen Laubmischwälder durch Waldweide, Laubheugewinnung und Borkennutzung durchsetzen. Andererseits schuf die fortlaufende Neubesiedlung von ehemaligen Waldarealen nach der Erschöpfung von ehemals bewirtschafteten Böden immer wieder neue Siedlungsareale, in denen sich die Buche vor allem auf

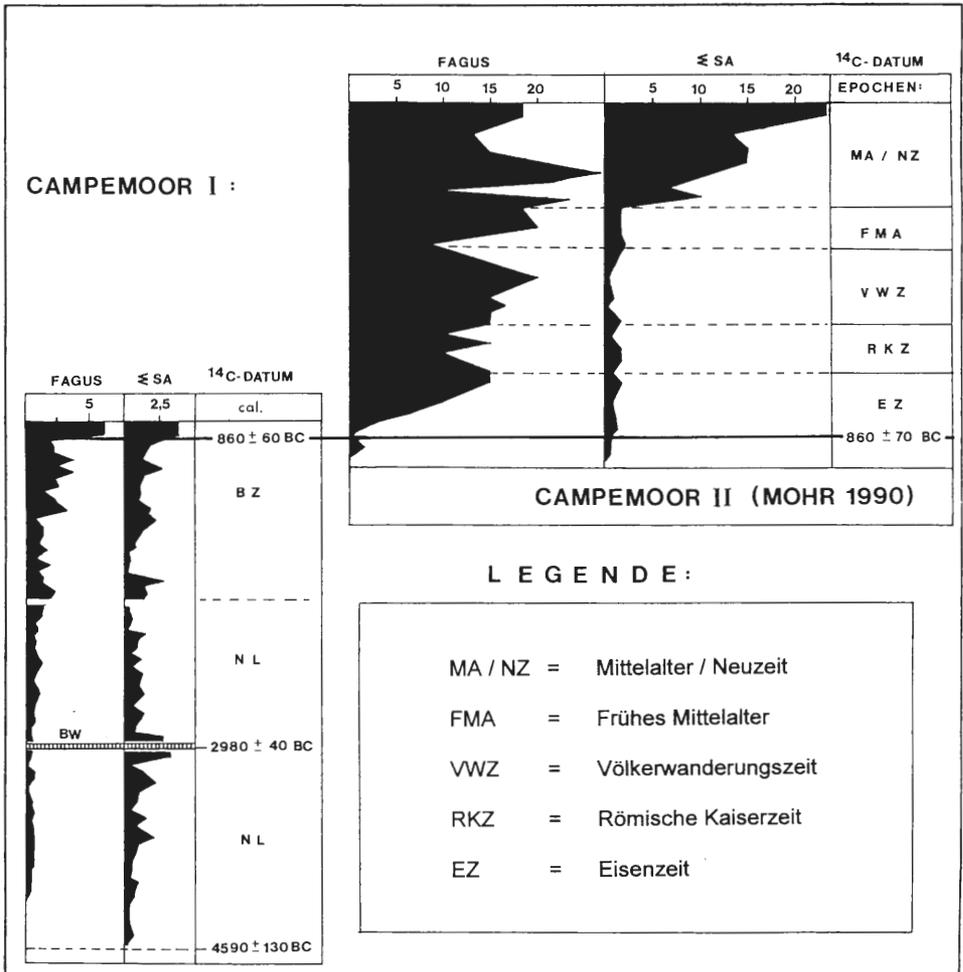


Abb. 19: Darstellung der Buchenwaldentwicklung und des Siedlungsverlaufs am Nordrand des Wiehengebirges anhand der Frequenzspektren der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und der Summe der siedlungsanzeigenden Pollentypen (*Cerealia*, *Fagopyrum esculentum*, *Centaurea cyanus*, *Rumex spec.*, *Chenopodium spec.*, *Artemisia spec.*) aus den Diagrammen Campemoor I (Pollenanalytische Untersuchung der Niedermoororte und des Schwarztorfes; BW = Bohlenweg, DIECKMANN) und Campemoor II (Pollenanalytische Untersuchung der Weißtorfaufgabe, nach: MOHR 1992).

Kosten der Linde und der Ulme ausbreiten konnte. Die zeitliche Inkonzistenz vieler prähistorischer Siedlungen hat offenbar indirekt die Binnenkolonisation und die hohe Ausbreitungsdynamik von *Fagus sylvatica* gefördert. Als Schattholzart ist *Fagus* dabei in ihrer Konkurrenzkraft nahezu allen anderen Laubbäumen auf den meisten Standorten überlegen (ELLENBERG 1996, LEUSCHNER 1998). So haben insgesamt sowohl lokale und klimatische als auch edaphische und siedlungsbedingte Faktoren zu beträchtlichen Differenzen in der zeitlich-räumlichen Besiedlung und der Massenausbreitung der Buche geführt. Demnach konnte die Rotbuche ihr potentiell Areal in den von neolithischen Siedlern erschlossenen Lößlandschaften und Pleistozänlandschaften nie völlig ausschöpfen, weil der Mensch

diese Standorte schon besiedelt hatte. Zusätzlich waren neben der Besiedlung potentieller Buchenwaldstandorte durch frühneolithische Kulturen im Bereich der Lößverbreitung auch die buchenfähigen Standorte des Altmoränengebietes bevorzugte Siedlungsgebiete. Es wird somit verständlich, daß damit gerade die Entwicklung der Buchen- und Buchenmischwälder während ihrer gesamten Entstehungsgeschichte einer starken anthropogenen Einflußnahme unterlag. In den folgenden Jahrhunderten wurden die Buchenwälder durch jagdliche, landwirtschaftliche und forstliche Nutzungen verändert. Ganze Landstriche wurden im Mittelalter und der Neuzeit außerdem weitgehend entwaldet und später teilweise wieder aufgeforstet. Als Folge dieser Nutzungen und Landschaftsumgestaltungen gibt es in Mitteleuropa keine natürlichen Buchenwälder mehr, allenfalls sind noch naturnahe Bestände vorhanden, die aus der Regeneration und forstlichen Schonung ehemals genutzter Buchenwaldareale hervorgegangen sind.

2.1.1 Die Entstehung und Entwicklung der Buchen- und Buchenmischwälder im Bereich des Wiehengebirges

Schon im Atlantikum formierten sich auf den lößreichen Randlagen des Weserberglandes regional lindenreiche Eichenwälder, die sich durch einen geringen Anteil an Buchen auszeichneten, wohingegen auf den Lößstandorten, die in Kontakt zu Kreidekalken standen, linden- und buchenreiche Eichen-Ulmenwälder etabliert waren. Die Geestlandschaften Nordwestdeutschlands wurden dagegen erst ab 3100 v. Chr. von der Buche besiedelt und lokal - wie erläutert - aber erst in der Völkerwanderungszeit und römischen Kaiserzeit erobert (FREUND 1994, POTT 1993a, ZICKERMANN 1994).

Die Pollenspektren im Diagramm Campemoor I und II sowie dem Feldungel-See machen deutlich, daß sich ab dem 4. vorchristlichen Jahrtausend auch die Vegetationsverhältnisse in dieser Region entscheidend änderten (s. Abb. 14 und 15, im Anhang). Kontinuierlich auftretende Pollenfunde der Rotbuche in den genannten Pollendiagrammen kündigen das allmähliche Vordringen von *Fagus sylvatica* in die bislang von atlantischen Laubmischwäldern beherrschten Regionen des Kalkrieser Berges und des Wiehengebirges zwischen dem 4. und 3. Jahrtausend v. Chr. an. Die Pollenfrequenzen der Buche verbleiben dabei jedoch über einen längeren Zeitraum auf geringem Niveau. Die zeitgleich nachgewiesenen Lindenpollen lassen aus vegetationsgeschichtlicher Sicht eine Koexistenz beider Arten auf den gleichen Standorten möglich erscheinen. In der Baumschicht dieser ehemaligen Wälder waren wahrscheinlich höhere Anteile an Eichen beigemischt, wobei im Unterwuchs dieser noch lichtreichen Wälder auch die Hasel vertreten war. Gleichzeitig treten in den Pollendiagrammen Campemoor und Feldungel jedoch auch die ersten Getreidepollenfunde auf, die auf eine ackerbauliche Tätigkeit jungsteinzeitlicher Bauern in der Region hinweisen. Die parallelen Pollenfunde von *Artemisia*, *Rumex*, *Pteridium* und *Plantago lanceolata* deuten zudem auf die Entstehung von Ruderalfluren und Weidesystemen hin, die nun anstelle der Laubwälder verstärkt in der Kalkrieser Region entstanden. Damit zeichnen sich auch am Nordhang des Wiehengebirges vergleichbare Prozesse der durch den Menschen indirekt geförderten Binnenkolonisation ab, wie sie bereits für andere Regionen beschrieben worden sind (s. Kap. D.2.1.). Mit dem Beginn des Subboreals wird die Buchenausbreitung von einer allmählichen Zurückdrängung von *Tilia* und *Ulmus* begleitet, wohingegen aber *Quercus* - wie der Verlauf der Frequenzspektren im Pollendiagramm Campemoor I zeigt - noch an Bedeutung gewinnt (Abb. 19).

Die Buchenausbreitung im Subboreal erfolgte demnach noch nicht zu Lasten der Eiche. Denkbar ist in diesem Zusammenhang die Ausbildung von Mischbeständen beider Waldbaumarten auf den lehmhaltigen Sandböden am Nordhang des Wiehengebirges, wo sich erstmals auf größerer Fläche Eichen-Buchenwälder entwickeln konnten. Dabei mied

Fagus sylvatica wahrscheinlich die besonders trockenen und nährstoffarmen Quarzsandböden der Flugsandflächen in der Kalkrieser-Niewedder Senke, die schon seit 6000 v. Chr. kontinuierlich von Eichen-Birkenwäldern besiedelt worden waren. Die in den Pollendiatogrammen Campemoor I und Feldungel-See ermittelten, vergleichsweise hohen Werte für den Eichenpollen können jedoch auch von Eichenmischwäldern auf solchen Flächen resultieren, die den Standortansprüchen der Buche nicht genügten. Allerdings muß auch bemerkt werden, daß die Eiche als Mast- und Schneitelbaum seit dem Neolithikum einer Förderung durch den Menschen unterlag. In der pollenanalytisch registrierten Erhöhung des Eichenanteils in den erfaßten Baumpollenspektren kann sich auch die Herausbildung von hudewaldähnlichen Strukturen in den Wäldern der Kalkrieser Region niederschlagen, denn das Ziel der bäuerlichen Mastproduktion war eine allgemeine Erhöhung des Blüh- und Fruchtansatzes der Eichen zur Eichelmast. Durch die gleichzeitige Auflichtung der Bestände als Folge der ausgeübten Waldhude wäre in diesem Zusammenhang zusätzlich an einen leichteren Transport des Pollen aus den Wäldern auf die Depositionsfläche des angrenzenden Hochmoores zu denken (ANDERSEN 1970, MOORE et al. 1993).

Zu Beginn ihrer Ausbreitung im Wiehengebirgsraum drang die Buche vermutlich zunächst vermehrt in die bereits anthropo-zoogen aufgelichteten, haselreichen Laubmischwälder des Kalkrieser Berges ein. Diese Parallelität zwischen der in den Pollendiatogrammen sichtbar werdenden, beginnenden Buchenausbreitung und einer vorangehenden Kulmination der Haselfrequenzen läßt sich für die Zeit des Subboreals in zahlreichen palynologischen Untersuchungen der benachbarten Naturräume nachweisen, wie aus dem Zwillbrocker Venn (BURRICHTER 1969), der Speller Dose (KRAMM 1978), dem Weeser Moor (FREUND 1994), dem Hiddeser Bent (POTT 1982) und dem Nettelstedter Moor (WIERMANN & SCHULZE 1986).

Hohe Haselanteile sind in diesem Zusammenhang kennzeichnend für extensiv genutzte Mittelwaldsysteme auf mäßig feuchten bis frischen Standorten mit einer besseren Basenversorgung, wo neben der Waldhude und Schneitelwirtschaft auch eine Stockausschlagnutzung zur Gewinnung von Hasel-Flechtruten und Stangenholz betrieben werden konnte. Der hohe Strukturreichtum solcher Waldformationen erlaubte durch seinen Lichtreichtum die Koexistenz von Laubbäumen (Linden, Eichen, Ulmen, Eschen) und zugleich von lichtliebenden Sträuchern wie zum Beispiel der Hasel. Bei einer Aufgabe solcher Wirtschaftsflächen konnte sich die Buche hier ausbreiten und nach einiger Zeit die heliophilen Sträucher sukzessive verdrängen. Es ist vorstellbar, daß die genannten Pollenspektren gerade diesen Prozess widerspiegeln (Abb. 20 und 21).

Die subatlantische Massenausbreitung der Buche wird im Diagramm Campemoor I nur noch mit den obersten Profilabschnitten erfaßt, da der Weißtorfkörper zur Zeit der Beprobung bereits dekapitiert war (Abb. 19 und 20). Die weitere Entwicklung kann allerdings anhand des Teildiagramms Campemoor II verfolgt werden, das von MOHR (1990) noch vor dem industriellen Abtrag der obersten Torfschichten beprobt werden konnte und das somit die Bereiche der heute fehlenden Weißtorfauflage erfaßt (Abb. 19 und 21). Die Radiocarbonatierungen der beiden Diagramme mit Daten von 860 ± 60 v. Chr. (Ende Campemoor I) und 860 ± 70 v. Chr. (Beginn Campemoor II) ermöglichen die unmittelbare zeitliche Konnektierung beider Histogramme. Das Aussetzen der *Tilia*-Kurve und der deutliche Abfall der *Ulmus*- und *Quercus*-Kurven im Teildiagramm Campemoor II fallen mit dem pollenfloristisch deutlich werdenden *Fagus*- und *Carpinus*-Steilanstieg zusammen, so daß neben der beschriebenen Auflichtung der Wälder ab der Eisenzeit auf eine unmittelbare Verdrängung dieser beiden Baumarten des atlantischen Eichenmischwaldes durch *Fagus sylvatica* geschlossen werden muß (Abb. 21). Dabei kann angenommen werden, daß die Rotbuche bevorzugt die buchenfähigen Standorte des Kalkrieser Berges und den südlich angrenzenden Mittelgebirgsrand des Wiehengebirges besiedelt hat. Hier ist sie auf den silikatischen wie auch auf den basenreichen Böden seit dem 9.

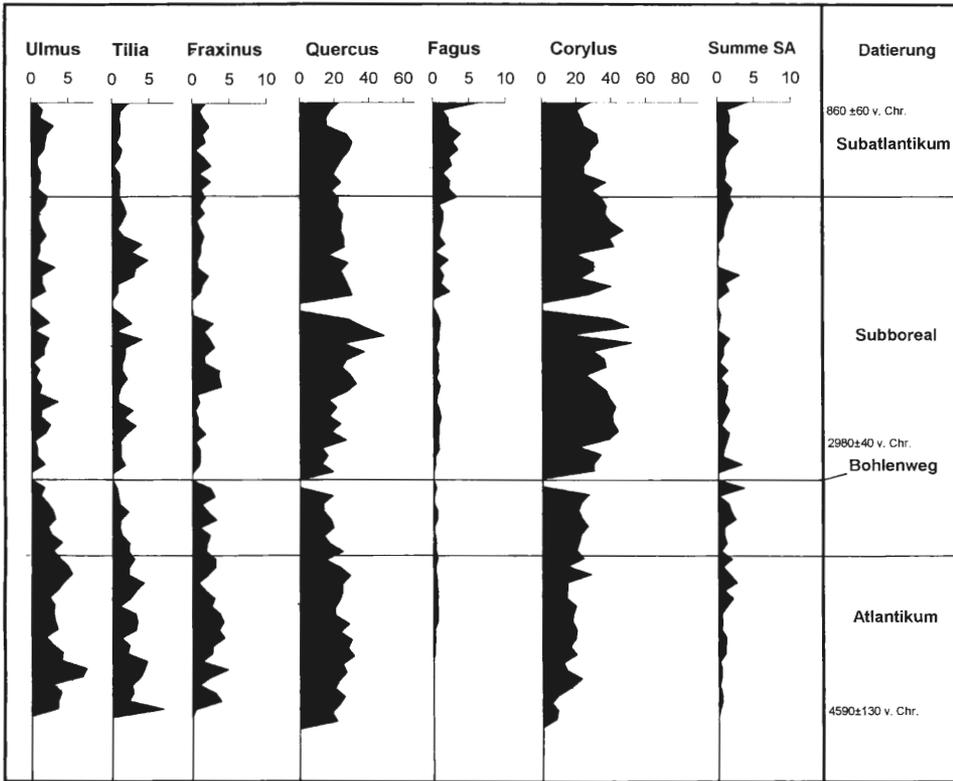


Abb. 20: Buchenausbreitung im Eichenmischwald am westlichen Nordrand des Wiehengebirges. Teildiagramm aus dem Campemoor I.

Jahrhundert v. Chr. in der Baumschicht der Wälder als dominante Baumart vertreten. Auf den lehmigen Geschieben über den Weißjurakalken des Kalkrieser Berges wird die Buche gleichfalls ideale Wuchsbedingungen vorgefunden haben. Im Verlauf der Herausbildung der Buchen- und Buchen-Eichenwälder veränderte sich nicht nur die gesamte Krautflora der Waldvegetation, sondern auch die Elemente der heliophilen Strauchformationen verschwanden zusehens.

Wie sich pollenanalytisch zeigen läßt, verlor dabei auch die Hasel infolge des sich entwickelnden, stark schattenden Kronendaches der Buche kontinuierlich an Wuchsraum. Ihr Anteil am Pollenspektrum der Sträucher nimmt vorübergehend von ca. 50 % auf 20 % im Diagramm Campemoor I deutlich ab; zugleich verringert sich der Anteil der Kräuter am Gesamtpollenspektrum deutlich. Ab 860 ± 70 v. Chr. drängt die Buche, anders noch als zur Zeit des späten Atlantikum und frühen Subboreal, die Eiche auf den buchenfähigen Standorten zurück (Abb. 21).

Während sich in dieser Phase die Buche am Nordrand des Wiehengebirges etablierte, wird sie in den nachfolgenden Zeiten durch menschliche Eingriffe in die Wälder immer wieder ausgedünnt. Nur in Epochen einer nachlassenden Landnutzung vermag sich die Waldvegetation wieder zu regenerieren. Der Zusammenhang von verstärkter Nutzung und einer Verminderung der Buchenwaldflächen wird in einem antagonistischen Verlauf der Buchenspektren und der Frequenzen der siedlungsanzeigenden Pollentypen (*Cerealia*, *Fagopyrum esculentum*, *Centaurea cyanus*, *Rumex spec.*, *Chenopodium spec.*, *Artemisia spec.*) deutlich (Abb. 19).

Zur absoluten Datierung des Diagrammes Campemoor II sind bis auf die basalen Torfschichten keine weiteren Radiocarbonaten ermittelt worden, so daß MOHR (1990) seine chorologische Einteilung lediglich auf pollenfloristischen Merkmalen aufbauen konnte. Demzufolge sind die nacheisenzeitlichen Phasen der Buchenwaldentwicklung nicht durch absolute Altersangaben gestützt. Dennoch wird deutlich, daß es in der Buchenwaldentwicklung eine Reihe von säkularen Schwankungen gegeben hat, die sich mit kulturhistorischen Epochen parallelisieren lassen, wenn man die allgemeine regionale und die lokale Siedlungsentwicklung dieses Raumes als Grundlage heranzieht (Abb. 19). So wird beispielsweise deutlich, daß in der römischen Kaiserzeit die Buchenwälder im Raum Kalkriese einer stärkeren Beanspruchung durch die germanischen Bauernkulturen unterlagen. Das Frequenzspektrum der Buche sinkt im Pollendiagramm Campemoor II in dieser Phase deutlich ab. Die von MOHR (1990) ermittelten, ansteigenden Kurvenverläufe von *Quercus*, *Carpinus* und *Corylus* sowie von *Urtica* und *Pteridium* demonstrieren in dieser Zeit stattdessen die Förderung von Waldformationen, in denen Eichen, Hainbuchen und nun wieder auch Ulmen eine steigende Bedeutung im Gehölzspektrum hatten. Es könnte sich hierbei durchaus bereits um frühe, germanische Eichen-Hainbuchen-Niederwaldsysteme oder um Mittelwälder handeln, die sich aufgrund einer gleichzeitig ausgeübten Waldweide durch einen hohen Anteil an Adlerfarn und Brennessel auszeichneten. Es wird insgesamt deutlich, daß in dieser Epoche die Buchenwälder keinen ursprünglichen Charakter mehr aufwiesen. Erst in der nachfolgenden Völkerwanderungszeit kam es unter dem nachlassenden Nutzungsdruck zu einer Regeneration und zu einer erneuten Ausdehnung der Buchenwälder und Buchen-Eichenwälder in der Region.

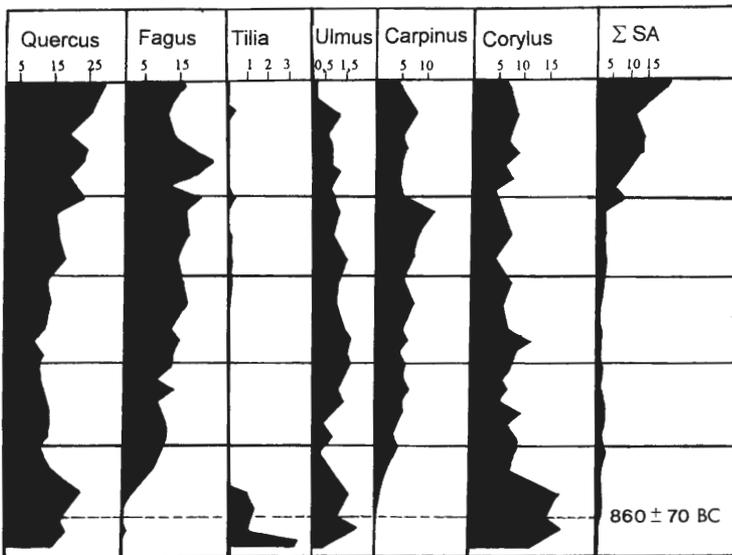


Abb. 21: Buchenausbreitung im Eichenmischwald am westlichen Nordrand des Wiehengebirges. Teildiagramm aus dem Profil Campemoor II; (verändert nach: MOHR 1992).

Die mittelalterlichen Siedlungsintensivierungen und der allgemeine früh- und hochmittelalterliche Landesausbau führten wiederum zu einer starken Zurückdrängung der Buchenwälder besonders aus den Hang- und Niederungsbereichen auf die Kuppenlagen des Kalkrieser Berges. An ihrer Stelle dominierten auf diesen Flächen seit dem Hochmittelalter vor allem Eichen-Birken- oder Eichen-Hainbuchen-Niederwälder das historische Kulturlandschaftsbild (s. Kap.D.2.8.1.1).

2.2 Der pollenanalytische Nachweis extensiver Landnutzungen

Die Veränderung der ursprünglichen Naturlandschaften und ihr Ersatz durch verschiedene anthropo-zoogene Landnutzungssysteme kann pollenanalytisch durch das Auftreten von verschiedenen Pollentypen im Pollendiagramm erkannt werden, welche als sog. Indikatorarten („anthropogenic indicators“) auf bestimmte Vegetationsformationen hinweisen, die in der Vergangenheit durch den Menschen direkt oder indirekt gefördert worden sind (BEHRE 1981, POTT 1986, POTT & HÜPPE 1991, POTT & SPEIER 1993). Als Grundlage für solche Rekonstruktionsansätze dienen nach dem aktualistischen Prinzip zum einen die Artenkombinationen, die man heute noch in bestimmten anthropo-zoogenen Vegetationstypen finden kann. Dabei wird aus den heutigen Artenspektren auf das Vorhandensein vergleichbarer Vegetationsstrukturen in der Vergangenheit geschlossen. Zum anderen sind es paläoethnobotanische Untersuchungen, die je nach der Fundlage und dem Erhaltungszustand Aufschluß über die in den damaligen Kulturlandschaften tatsächlich vorhandenen Pflanzenarten und ihre Verwendung geben können (WILLERDING 1992a). Aus pollenanalytischer Sicht ergeben sich dabei jedoch bestimmte Beschränkungen, da im Lichtmikroskop nicht alle Pollentypen bis zur Art bestimmt werden können (FAEGRI & IVERSEN 1989, MOORE et al. 1993).

Den sog. siedlungsanzeigenden Pollentypen (Σ SA) kommt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle zu. Sie liefern wertvolle Aufschlüsse über die Art der durchgeführten Wirtschaftsmaßnahmen. Durch den palynologischen Nachweis von Feldfrüchten wie Getreide (*Cerealialia*), Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) oder Lein (*Linum usitatissimum*) kann zunächst die Art der angebauten Feldfrüchte bestimmt werden. Funde von Elementen der Ackerunkrautfluren und der Ruderalfluren lassen erkennen, welche Formen des winterlichen oder sommerlichen Getreideanbaus bevorzugt durchgeführt wurden bzw. ob die Ackerflächen nach der Ernte intensiv beweidet wurden oder nicht (BEHRE 1981). So gilt beispielsweise *Plantago lanceolata* in den pleistozänen Sandlandschaften als ein sog. „Brachezeiger“ auf den aufgelassenen Ackerflächen, die nach der Ernte beweidet wurden. In den Mittelgebirgslandschaften ist der Spitzwegerich aber auch als hudegefördertes Florenelement in extensiv genutzten und aufgelichteten Wäldern zu verstehen. Insofern sind regionale Unterschiede in den einzelnen Naturräumen bei der Interpretation solcher Pollenkombinationen zu beachten (POTT 1986, 1988b).

Als typische Elemente der ackerbegleitenden Krautfluren können pollenanalytisch neben *Centaurea cyanus* auch *Scleranthus annuus*, *Agrostemma githago* und *Polygonum persicaria* sowie *Anagallis arvensis* erkannt werden und so Hinweise über die zeitlichen Dimensionen in der Entwicklung von prähistorischen und historischen Ackerunkrautfluren liefern. Verschiedene Ruderal- und Wiesenelemente wie z.B. *Urtica*, *Plantago major/media*-Typ und *Poaceae* sowie weide- und brandgeförderte Arten (z.B. *Rubus*, *Calluna*, *Juniperus*, *Pteridium*, *Sarothamnus*) zeigen durch ihr Auftreten anthropo-zoogen induzierte und durch Brand und Beweidung beeinflusste Offenlandflächen an. Synchron zum Kurvenverlauf der siedlungsanzeigenden Pollentypen verlaufende Pollenfrequenzen von Wildkräutern und Hochstauden (z.B. *Succisa*-Typ, *Thalictrum*-Typ, *Geranium*-Typ, *Erodium*-Typ, *Knautia*-Typ, *Lychnis*-Typ, *Potentilla*-Typ, *Sanguisorba officinalis*, *S. minor*, *Veronica*-Typ, *Valeriana*-Typ, *Lythrum salicaria*, *Mentha*-Typ, *Symphytum*-Typ, *Filipendula*, *Cirsium*-Typ) geben zusammen mit den Frequenzspektren der Süßgräser (*Poaceae*) und der Sauergräser (*Cyperaceae*) Hinweise auf die Entstehung und die Ausprägung von verschiedenen Grünlandformationen (SPEIER 1994, 1996).

Rodungen innerhalb ehemaliger Waldareale lassen sich dagegen im Pollendiagramm am vermehrten Auftreten von heliophilen Elementen wie beispielsweise *Corylus avellana*, den *Poaceen* und an einer Häufung von Waldkräutern aus den Familien der *Ranunculaceen*, *Brassicaceen*, *Apiaceen* oder *Asteraceen* erkennen. Meist treten Schlagflorelemente

wie *Digitalis* und *Epilobium* mit Kulminationen ihrer Frequenzspektren bei einer gleichzeitigen Verminderung der Baumpollen auf und belegen auf diese Weise pollenanalytisch die Etablierung von Schlagfluren in ehemaligen Waldlandschaften. In den pleistozänen Sandlandschaften Nordwestdeutschlands geben hohe Frequenzwerte von *Calluna*, *Erica*, *Vaccinium*, *Ilex*, *Rubus*, *Prunus* und *Juniperus* zusammen mit erhöhten Poaceen-Frequenzen Hinweise auf anthropogen induzierte Verheidungsphasen (BEHRE 1981, HÜPPE, POTT & STÖRMER 1989, POTT 1984, POTT 1986, POTT & HÜPPE 1991).

Bei der Interpretation dieser Pollenspektren ist jedoch zu berücksichtigen, daß von der Höhe der einzelnen Frequenzspektren nicht unmittelbar auf die Größe der ehemaligen Offenland- oder Nutzungsflächen geschlossen werden kann. Zum einen hängt die Reflexion anthropo-zoogener Landnutzungen in Pollendiagrammen von der Größe der untersuchten Moore sowie zum anderen von der Entfernung der landwirtschaftlich genutzten Flächen von der Depositionsfläche ab, wie beispielsweise BEHRE & KUCAN (1986) anhand von verschiedenen Beispielen im Bereich der Siedlungskammer Flügeln (Ostfriesland) demonstrieren konnten.

2.3 Neolithikum

Mit dem Einsetzen der bäuerlichen Siedlungstätigkeit ab dem Neolithikum (4500-1800 v.Chr.) dominierten zunehmend anthropo-zoogene Einflußfaktoren die Entwicklung der Vegetation, so daß man für diesen Zeitraum auch von anthropo-zoogen beeinflussten Sukzessionen von Offenlands- und Waldökosystemen sprechen kann (SPEIER 1997a). In diesem Zeitabschnitt des allgemeinen Landschafts- und Vegetationswandels bestimmte der Mensch mit seinem Weidevieh und seiner bäuerlichen Landnutzung nicht nur die Entwicklung der Wälder, sondern er förderte mit seinen Aktivitäten vor allem die Etablierung einer Fülle von Ersatzgesellschaften, die in den bisherigen Naturlandschaften nicht vorgekommen waren. Es entstanden in dieser Zeit die ersten, großflächigen Hudelandschaften mit typischen Strukturelementen wie Triften und Gehölzinseln sowie die Äcker, Brachen und hofnahen Gärten. Neue Pflanzengesellschaften, die an Tritt, Beweidung, Bodenverdichtung und hohen Stickstoffgehalt im Boden angepaßt waren, bildeten sich in dieser Zeit zum ersten Male aus (HÜPPE 1990, POTT 1992c, HÜPPE & POTT 1993). Viele Arten der kontinentalen Trockenrasen und der im subatlantischen Bereich befindlichen Felsgrate, die seit dem frühen Atlantikum dort auf Sonderstandorten isoliert waren, erfuhren durch die Landschaftsöffnung neue Besiedlungs- und Ausbreitungsmöglichkeiten (POTT 1995c, 1996a, 1996b).

Der neolithische Mensch unterschied sich durch seine produzierende Wirtschaftsweise deutlich vom Mesolithiker, der seine Ernährungsgrundlage durch den Fischfang, die Jagd und das Sammeln von Wildfrüchten sicherte. Der Wechsel von der aneignenden Wirtschaftsform des Jägers und Sammlers zur produzierenden Wirtschaftsform des Ackerbauern und des Viehzüchters gilt als einer der bedeutendsten Einschnitte der menschlichen Kultur- und Sozialgeschichte. Die durch den Menschen im Naturhaushalt hervorgerufenen Veränderungen sind so bedeutsam, daß in diesem Zusammenhang auch von der sog. „Neolithischen Revolution“ gesprochen wird. Im Zuge dieses wirtschaftlich-sozialen Umbruches zur seßhaften bäuerlichen Lebensweise begann zugleich die Umgestaltung der Natur- zur Kulturlandschaft. Dieser Wandel vollzog sich in Abhängigkeit von der regionalen und lokalen Siedlungsentwicklung weder zeitlich noch räumlich einheitlich. So zeigen sich in der Dauer und der Intensität sowie in den Auswirkungen der anthropogenen Beeinflussung große zeitliche und regionale Unterschiede zwischen den Geestflächen, den lößreichen Berg- und Hügelländern sowie den silikatischen Mittelgebirgsräumen, wie sie bereits schon in der Entwicklung der Buchenwälder deutlich werden.

So besiedelten die Bauernkulturen der ältesten linienbandkeramischen Kultur zunächst die lößreichen Gebiete am Nordrand der Mittelgebirge sowie die intramontanen Lößböden und Beckenlandschaften. Die frühesten Waldrodungen setzten dabei im Bereich der lindenreichen Eichenmischwälder ein. Rodungen späterer Kulturen griffen nachfolgend auf die angrenzenden Kalkhügellandschaften und die Mittelgebirge über. Die nordwestdeutschen Geestbereiche werden im Vergleich zu den Lößlandschaften mit großer zeitlicher Verzögerung erst ab etwa 3500 v. Chr. durch die Megalithgräberkulturen in Besitz genommen (POTT 1992a, POTT 1993a, POTT 1997).

In der Kalkrieser Region zeugen die Streufunde von Steinbeilen und Steinäxten der neolithischen Trichterbecherkultur und Einzelfunde von Hinterlassenschaften nachfolgender jungsteinzeitlicher Kulturen. Ein Großsteingrab der Megalithkultur belegt archäologisch die Etablierung neolithischer Bauernkulturen im Kalkrieser Raum (ROST & WILBERS-ROST 1992). Daneben konnte jüngst ein Pfostenhaus der Trichterbecherkultur im nahegelegenen Engter (Stadt Bramsche) ergraben werden. Auch der Oberesch von Kalkriese war nach jüngsten archäologischen Untersuchungen nachweislich während des Spätneolithikums besiedelt.

2.3.1 Die jungsteinzeitliche Vegetations- und Landschaftsentwicklung in der Region Kalkriese

Mit dem Einsetzen der bäuerlichen Siedlungstätigkeit veränderten sich - wie bereits betont - im Neolithikum die Waldlandschaften entscheidend. Durch die Anlage der Hof- und Ackerflächen entstanden zunächst inselartig lokale Kulturlandschaftsflächen, die sich bei ansteigender Siedlungskonzentration immer dichter zusammenschlossen. Durch die Auflichtung der Waldareale verminderte sich aber nicht nur der Anteil natürlicher Waldformationen, sondern das gesamte Artenspektrum der Wälder erfuhr im Verlaufe der Jahrhunderte eine tiefgreifende Umgestaltung. Einer der deutlichsten Veränderungsprozesse, die sich um 3200 v. Chr. in den Waldarealen Nordwestdeutschlands abspielten, war das teilweise Verschwinden der Ulmen aus den atlantischen Laubmischwäldern. Die Abnahme der Ulmenspektren an der Grenze zwischen dem Atlantikum und dem Subboreal („Ulmenfall“) ist in nahezu allen Pollendiagrammen Mitteleuropas nachweisbar. Frühere Annahmen, es handle sich bei diesem Ereignis um die Auswirkungen von klimatischen Veränderungen, haben sich nicht bestätigt (STECKHAN 1961, HEITZ-WENIGER 1976). Die Vorstellungen einer klimatisch bedingten Ulmendepression sind heute einem komplexen Bild, bestehend aus mehreren anthropo-zoogenen und endogenen Einflußfaktoren, gewichen. Neueste pollenanalytische Untersuchungen demonstrieren, daß wahrscheinlich ein Faktorenbündel aus Eingriffen des Menschen in die Struktur der ehemaligen Wälder und der infektiösen Einwirkung des Ascomyceten *Graphium ulmi* hier entscheidend war (GROENMAN-VAN WAATERINGE 1988, LITT 1992, RÖSCH 1985, SCHÄFER 1996). Dabei bildete vermutlich die Hudewirtschaft sowie die Laubheugewinnung in Form der Ast- und Stammschneitelung die Grundlage für eine verstärkte Ausbreitung des Pilzes. Die regelmäßige und fortwährende Verletzung der Gehölze durch die jährliche Schnittung läßt auf eine erhöhte Anfälligkeit der zur Laubheugewinnung genutzten Ulmen schließen, so daß eine großräumige Infektionswelle ganze Bestände in relativ kurzer Zeit vernichten konnte (RASMUSSEN 1989, PEGLAR 1993, PEGLAR & BIRKS 1993, POTT 1993a, RALSKA-JASIEWICZOWA & GEEL 1992).

Parallel mit dem Anstieg der siedlungsanzeigenden Pollentypen zeigen sich auch im Diagramm Campemoor I deutliche Veränderungen in den Gehölzspektren der frühen atlantischen Laubmischwälder, die auf die Einflüsse der im Untersuchungsgebiet sesshaft gewordenen jungsteinzeitlichen Siedler zurückgeführt werden können (s. Abb. 15, im Anhang).

Dabei sind in den Wäldern seit der neolithischen Landnahme vor allem die Linden- und Ulmenanteile in den Laubwäldern am Wiehengebirge rückläufig, wie aus den Pollenfrequenzen von *Tilia* und *Ulmus* hervorgeht. Der „Ulmenfall“ ist mit einer Radiocarbonatierung von 4380 ± 45 BP (= 3000 ± 100 v.Chr., cal. Alter) für die Probe 55 datiert und markiert im Profil Campemoor I pollenfloristisch die Grenze zwischen dem Atlantikum und dem Subboreal. Auch wenn es sich bei dem Ulmenabfall in Mitteleuropa um ein typisches Phänomen handelt, lassen die in den unterschiedlichen Landschaften ermittelten ^{14}C -Daten eine weite Streuung der Altersangaben erkennen (Tab. 2). SCHÄFER (1996) konnte bei pollenanalytischen Untersuchungen im Vogelsbergkreis in der Breungeshainer Heide den Ulmenabfall auf 5260 ± 50 BP datieren; in dem von ihr bearbeiteten Profil Forellenteiche ergab sich dagegen ein Alter von 5490 ± 60 BP. HAHNE (1991) stellte bei palynologischen Untersuchungen im Grabfeld (Profil Rappershausen) sogar ein Alter von 5610 ± 125 BP fest. In Nordwestdeutschland häufen sich dagegen Daten, die zwischen 4800 und 5200 BP angesiedelt sind (Tab. 2). Im Vergleich zu anderen Altersangaben ist das Datum aus dem Profil Campemoor sehr jung. Methodische Probleme der Radiocarbonatierung scheinen eine möglichst genaue Datierung der Ulmenfalls zu erschweren, vorausgesetzt, es handelt sich tatsächlich um ein zeitgleiches Phänomen und nicht um einen regional und zeitlich divergierenden Prozess.

Tab. 2: Übersicht über einige Radiocarbonatierungen des sogenannten Ulmenfalls in Mitteleuropa.

Moore:	Autoren:	Datierung Ulmenfall:
Herrenhof	Dörfler (1989)	4870 +/- 80 BP
Swienschuhle	Behre & Kucan (1986)	5190 +/- 95 BP
Königsmoor	Schwaar (1983)	5180 +/- 95 BP
Flögelner Holz	Behre & Kucan (1986)	4950
Rehornsmeer	Dörfler (1989)	4860 +/- 70 BP
Altes Moor	Dörfler (1989)	4950 +/- 75 BP
Tannenhausen	Grohne (1957)	4982
Berumerfehn	Mohr (1990)	4850 +/- 114 BP
Breungesheimer Heide	Schäfer (1996)	5260 +/- 50 BP
Forellenteiche	Schäfer (1996)	5490 +/- 60 BP
Oberharzmoore	Willutzki (1962)	5050 +/- 110 BP
Upstalsboom	Freund (1995)	4890 +/- 195 BP
Donaumoos	Kortfunke (1992)	4920 +/- 210 BP
Hiddeser Bent	Pott (1982)	4595 +/- 75 BP
Borkenberge	Pott (1984)	4850 +/- 170 BP
Zwillbrocker Venn	Burrichter (1969)	4315 +/- 120 BP
Campemoor I	Dieckmann	4380 +/- 45 BP

Der antagonistische Verlauf der *Corylus*-Kurve deutet auf eine Zunahme der lichtliebenden Hasel in den anthrozoogen geöffneten Wäldern hin, da sich die Wälder durch den Ausfall der Ulmen phasenweise stärker auflichteten. Damit werden im Neolithikum Entwicklungsprozesse deutlich, wie sie auch in der Gegenwart im Zuge des durch *Ceratomyces* (= *Graphium*) *ulmi* ausgelösten niederländischen Ulmensterbens beobachtet werden konnten.

Erste Pollenfunde von Getreiden (*Cerealia*) in den basalen Proben des Profils Campemoor I und der um 4680 ± 40 v. Chr. angelegte Bohlenweg 32 (Pr) belegen zweifelsfrei die Etablierung neolithischer Bauernkulturen im Untersuchungsgebiet. Diese Befunde markieren in der Region des Kalkrieser Berges zugleich den Beginn der lokalen Kulturlandschaftsentstehung. Damit setzt hier der menschliche Einfluß nahezu zeitgleich wie im

Teutoburger Wald ein, wo POTT (1982) den Beginn der bäuerlichen Siedlungstätigkeit ebenfalls sehr früh, um 4640 ± 95 v. Chr. (cal. Alter), determinieren konnte. Frühe Keimzellen der neolithischen Besiedlung lassen sich offenbar auch im Ravensberger Hügelland erkennen.

FREUND (1994) konnte im Pollendiagramm Hücker Moor das Einsetzen einer geschlossenen *Cerealia*-Kurve um 4500 v. Chr. nachweisen. Vergleichbare Tendenzen zeichnen sich mit dem Einsetzen jungsteinzeitlicher Siedlungsphasen auch im Weserbergland, etwa ab der Mitte des 5. Jahrtausends v. Chr. ab (SCHÜTRUMPF 1973).

Lokal scheint es im Umfeld des Wiehengebirge dabei zu größeren zeitlichen Unterschieden in der neolithischen Landnahme gekommen zu sein. So setzte nach WIERMANN & SCHULZE (1986) der Ackerbau auf den Moränen- und Lößlandschaften stellenweise nördlich des Wiehengebirges im Gegensatz zu den Verhältnissen in der Kalkrieser Region erst rund 800 Jahre später um 3800 v. Chr. ein (Abb 22).

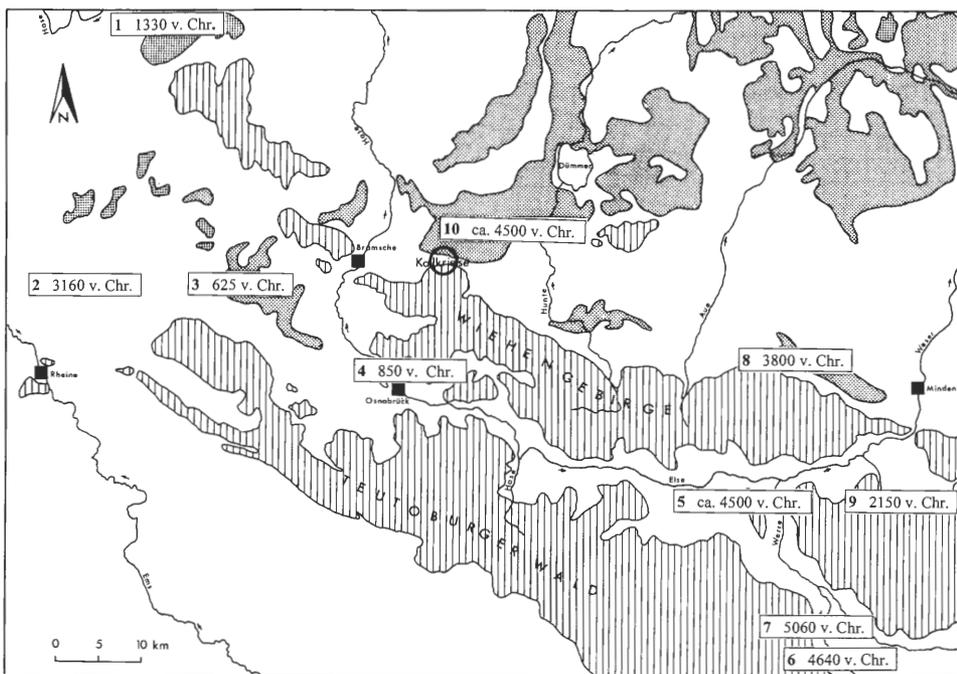


Abb. 22: Erste Getreidepollennachweise im Bereich der Geest und im Berg- und Hügelland an exemplarisch ausgewählten Standorten. Es bedeuten: schraffierte Flächen = Bergland und punktierte Flächen = Moor; 1 = Hahnenmoor (KRAMM 1978); 2 = Speller Dose (KRAMM 1978); 3 = Vinter Moor (KRAMM 1978); 4 = Belmer Bruch (SCHWAAR 1980); 5 = Hücker Moor (FREUND 1994); 6 = Hiddeser Bent (POTT 1982); 7 = Heidenoldendorf (SCHÜTRUMPF 1973); 8 = Nettelstedter Moor (WIERMANN & SCHULZE 1986); 9 = Fiekers Busch/Rinteln (GRÜGER 1980); 10 = Dümmer (SCHWAAR 1979); 11 = Campemoor I.

In den Naturräumen der pleistozän geprägten Geestlandschaften etablierten sich regional zu unterschiedlichen Zeiten die ersten steinzeitlichen Siedlungen, wobei sich im Vergleich zu den Lößlandschaften der einsetzende Ackerbau hier lokal jedoch um mehr als 1000 Jahre verzögerte. So dürften nach pollenanalytischen Befunden die trockenen Geestberei-

che erst zwischen 3500 und 3000 v. Chr. besiedelt gewesen sein (BURRICHTER 1969, KRAMM 1978, ISENBERG 1979, BEHRE & KUCAN 1986, DÖRFLER 1992, FREUND 1994).

Das Auftreten kulturbegleitender Arten wie *Plantago*, *Rumex*, *Urtica*, *Artemisia* und *Chenopodium* im Pollendiagramm Campemoor I und im Feldungel-See weisen ebenfalls auf eine neolithische Siedlungstätigkeit hin. Besonders auffällig ist in diesem Zusammenhang der deutliche Anstieg der Frequenzen einiger lichtliebender Kräuter sowie der Poaceen und der Getreide im Pollendiagramm Campemoor I. Dieser Befund weist im Vorfeld des Bohlenwegebaues um 2980 ± 40 v. Chr. auf eine intensivere Landnutzung hin, die auch die Notwendigkeit zum Bau eines moorüberbrückenden Weges erklären würde. Dieser Siedlungsausbau beginnt offenbar in der Nähe des Campemoores erst, als sich die lokalen hydrologischen Rahmenbedingungen grundlegend änderten. Um 3000 ± 100 v. Chr. setzte die lokale Verlandung des Gewässers ein, das seit Mitte des 5. Jahrtausend v. Chr. diesen Niederungsbereich noch beherrscht hatte.

Als potentielle Siedlungsplätze der jungsteinzeitlichen Siedler kommen nahe der Fernstraßenwege dabei die trockenen Hangsandbereiche des Kalkrieser Berges in Betracht. Zugleich treten Sporen des Adlerfarns (*Pteridium aquilinum*) auf, die im Pollendiagramm Campemoor I von Kulminationen der Frequenzspektren aerosoler Brand- und Holzkohlepartikel begleitet werden. Diese Fundspektren können mit neolithischen Landnutzungsprozessen in Zusammenhang gebracht werden, etwa mit einer durch Brandrodung verbundenen neolithischen Landnahme.

Das parallele Auftreten von Palynomorphen des Adlerfarns, der Stechhülse (*Ilex aquifolium*), der Brennessel (*Urtica dioica*) und von Rosenarten (*Rosa* spec.) lassen sich mit dem Bild einer durch Weidetätigkeit veränderten Strauch- und Krautschicht in Einklang bringen. Steigende Frequenzspektren der Poaceen bei einer gleichzeitigen Abnahme der Frequenzspektren von *Tilia* und *Ulmus* zeigen zudem, daß die Laubmischwälder in der Umgebung des Campemoores im Neolithikum einer zunehmenden Auflichtung unterlagen, die durch verstärkte Holzentnahme, Schneitelwirtschaft oder eine andauernde Hudetätigkeit erklärbar wird (BURRICHTER & POTT 1983, POTT & HÜPPE 1991, WILLERDING 1993).

Die neolithische Siedlungsphase im Umfeld des Campemoores verläuft jedoch nicht kontinuierlich bis in die bronzezeitliche Siedlungsperiode. Der zunächst lückenhafte Verlauf der *Cerealia*-Kurve gewinnt erst um 3000 v. Chr. an Konstanz und läßt über längere Zeiträume eine kontinuierliche Ackerbautätigkeit in der Region vermuten. In diesen Zeitabschnitt des Neolithikums fällt auch die Anlage des in etwa 100 cm unter der heutigen Flur liegenden Bohlenweges, der auf ein konventionelles Alter von 2980 ± 40 v. Chr. datiert wurde (vergl. Kap. D. 2.3.2).

Bei der Betrachtung der Gehölzspektren im Diagramm Campemoor I fällt der frühe pollenanalytische Nachweis der Walnuß (*Juglans regia*) auf, der sich nach den vorliegenden Ergebnissen in die Zeit zwischen 2980 ± 40 v. Chr. und 860 ± 60 v. Chr. stellen ließe. In einer Zusammenstellung palynologischer Nachweise des Walnußbaumes führt ISENBERG (1986) vereinzelte, eisenzeitliche Nachweise von *Juglans regia* für das Voralpenland, die Vogesen, das Emsland und West-Oldenburg an. Pollenanalytische Untersuchungen aus dem Rothaargebirge datieren den ältesten Fund von *Juglans*-Pollen auf die Zeit um 770 ± 165 v. Chr. (SPEIER 1994). Nach Untersuchungen von KUBITZKI (1961) in der Esterweger Dose und von KRAMM (1978) in der Speller Dose sowie im Hahnenmoor kommt *Juglans* bereits vor 3000 v. Chr. in Nordwestdeutschland vor. Daraus leitet KRAMM (ebenda) die Annahme ab, daß die Art in der Form *Juglans regia* var. *germanica* im Eichenmischwald des Emslandes vorgekommen sei. WERNECK (1953) vermutete in diesem Zusammenhang eine Ausbreitung des Walnußbaumes nördlich der Alpen bereits unter den klimatischen Bedingungen der mittleren Wärmezeit.

Auch für Süddeutschland ist der Nachweis der Walnuß bereits in vorrömischer Zeit belegt (KÜSTER 1988). Sollte diese Annahme zutreffen, stellt sich die Frage, inwiefern diese frühen Nachweise des Vorkommens von *Juglans* durch den Menschen bedingt sind oder ob es sich tatsächlich um natürliche, autochthone Elemente der frühen Laubmischwälder handelt. Denkbar ist durchaus, daß die Früchte bei den vor- und frühgeschichtlichen Wanderungen indogermanischer Volksstämme aus den östlich-mediterranen Regionen mitgeführt worden sind und auf diese Weise in den mitteleuropäischen Raum gelangten.

Häufiger sind in diesem Zusammenhang allerdings die Nachweise von Pollen und vor allem Großresten aus der römischen Kaiserzeit. In den römisch besetzten Gebieten und im Kontaktbereich zu den römischen Machtgrenzen lassen sich zahlreiche Nachweise für die Nutzung des Walnußbaumes erkennen, die mit der Einführung des Obstanbaus einen Aufschwung erfuhr, wohingegen sie in den germanischen Landesteilen offenbar keinen so hohen Stellenwert besaß (WILLERDING 1979a).

2.3.2 Untersuchungen zu Aufbau und Lage der neolithischen Bohlenwege 31 (Pr) und 32 (Pr) im Campemoor

Mit den beiden Bohlenwegfunden 31 (Pr) und 32 (Pr) sind für den Raum Osnabrück/Vörden wichtige Bodendenkmale aus dem Neolithikum vorhanden, die zeigen, daß man sich schon in der Jungsteinzeit bemüht hat, Mooregebiete mit Bohlen-, Pfahl-, Knüppel- oder Reisigwegen zu überbrücken. Archäologische Untersuchungen konnten für die Phase des Neolithikum einfache Holzkonstruktionen aus parallel angeordneten und wenig bearbeiteten Hölzern nachweisen. Neben diesen einfachen Möglichkeiten des Wegebaus wurden auch technisch aufwendigere Holzkonstruktionen der Moorüberquerung gebaut (Abb. 23).

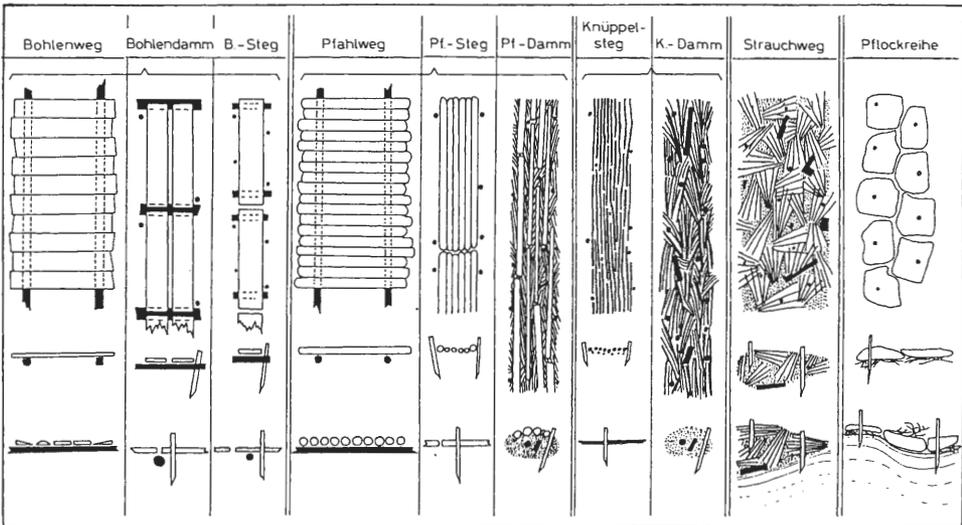


Abb. 23: Grundformen der hölzernen Moorwege; (aus: HAYEN 1960).

Bei den baulich aufwendigen Bohlenwegen handelte es sich um Anlagen aus gespaltenen Bohlen, bei denen die bearbeiteten Hölzer quer zur Laufrichtung lagen. Solche Holzkonstruktionen konnten sich in den Torfen der großen Moore unter Luftabschluß bis heute in situ erhalten. Sie liefern nicht nur Kenntnisse über vor- und frühgeschichtliche Wegebautechniken, sondern auch über die frühen Umweltverhältnisse zur Zeit des Wegebaus.



Abb. 24: Übersichtsplan zu den Bohlenwegen im Großen Moor am Dümmer; (I.f.D. Hannover 1998; Kartenausschnitt TK 1:200000 , CC 3910, Bielefeld Hannover 1995).

So wurden von HAYEN (1963,1979) hölzerne Moorwege im Lengener Moor, im Ipweger Moor, im Bourtangener Moor sowie in der Dümmer Geestniederung ergraben und umfassend untersucht. Im Großen Moor zwischen Lohne und Diepholz fand er dabei in fast allen Teilen des Moores hölzerne Wege (Abb. 24). Neben breiten Pfahl- und Bohlenwegen, die schmale Passagen der Moore überbrückten, gab es auch auch schmale hölzerne Fußwege, bei denen nicht die Funktion der Verkehrsanbindung im Vordergrund stand, sondern eher der frühe bäuerliche Torfstich. Die Dichte des Wegenetzes läßt Siedlungsräume in direkter Nähe zu den Verkehrsverbindungen vermuten, wie auch die bereits dargestellten Verhältnisse zur Zeit des Baus von 31 (Pr) und 32 (Pr) deutlich machen.

Die Funde aus dem Campemoor gliedern sich dabei in das Spektrum zahlreicher vor- und frühgeschichtlicher Wegebauten in der Diepholzer Moorniederung ein (HAYEN, 1957, 1960, 1963, 1977, 1979, 1980, 1985, KRÄMER 1992, METZLER 1991, REINHARDT 1973).

Nach archäologischen Untersuchungen von METZLER (1993) besaß der Weg 31 (Pr) typische, konstruktive Merkmale eines neolithischen Pfahlweges mit einer Lauffläche aus quer verlegten Kiefern-Rundhölzern über einem, in Längsrichtung verlaufenden Unterbau aus dem gleichem Material (Abb. 25). Zur Fixierung der gesamten Konstruktion waren in regelmäßigen Abständen randliche Sicherungspflöcke aus Birkenhölzern in den Untergrund gesetzt worden. Die obere Lage des Weges war aus massiven Kiefernstämmen mit Stammlängen von 2,50 bis 3,50 m aufgebaut. In der unteren Holzlage erreichten diese bis zu 20 cm im Durchmesser messenden Stämme noch eine Länge von annähernd 5 m. An den Enden der Hölzer waren mehrfach Hiebspuren einer Bearbeitung des Stammholzes zu beobachten. Vor der Verlegung sind die Kiefernstämmen entastet worden, wobei gelegentlich noch Aststümpfe bis zu 5 cm Länge erhalten geblieben sind. Der Weg lag ursprünglich in einer flachen Senke zwischen zwei Sandrücken, wo er eine Breite bis zu 5,50 m erreichte. Einen Anhaltspunkt für die Größe der ehemaligen Lauffläche von etwa 3,50 m bieten dabei die im Abstand von 3,20 m eingeschlagenen Randpflöcke und der auf etwa 1 m konstante Seitenabstand der Unterhölzer. Nur etwa 30 m östlich des Weges 31 (Pr) verläuft im Bereich der kiefernholzreichen *Phragmitis*-Niedermoortorfe parallel der fast 1500 Jahre jüngere Pfahlweg 32 (Pr). Im Gegensatz zu dem Bohlenweg 31 (Pr) verläuft diese Trasse auf einem etwa 140 cm höheren Niveau entlang eines Sandrückens, wohingegen 31 (Pr) im Randbereich in einer flachen Senke angelegt wurde (Abb 26).

Im Gegensatz zu dem älteren Bohlenweg, dessen Lauffläche stark gestört war und der auf geringmächtigen kiefernholzreichen Niedermoortorfen gebaut wurde, hatten die steinzeitlichen Erbauer des jüngeren Weges Bohlen durch einen noch zu damaliger Zeit bestehenden feuchten, schilfreichen Kiefernwald hindurch gebaut. Die einzelnen Bohlen



Abb. 25: Der Bohlenweg 31 (Pr) aus dem Campemoor im Landkreis Vechta. Eine dichte Lage von parallel angeordneten Kiefernstämmen bildete die Lauffläche des um 4680 ±40 v. Chr. angelegten Pfahlweges (Photo: I.f.D. Hannover 1992).

befanden sich zwischen den Wurzeltellern der Kiefern, die an der Basis des Profils noch als mächtige Kiefernstubben erhalten waren. Die Untersuchung der noch erhaltenen basalen Stamm- und Wurzelbereiche zeigte deutlich, daß die einzelnen Bäume infolge des im 5. vorchristlichen Jahrtausend vorherrschenden feuchten bis nassen Milieus sehr breite und flache Wurzelteller ausgebildet hatten. Diese Eigenschaft haben sich die Wegebauer zunutze gemacht, indem sie zur Stabilität des Weges die Hölzer zwischen den Wurzeln verkeilten (Abb. 27).

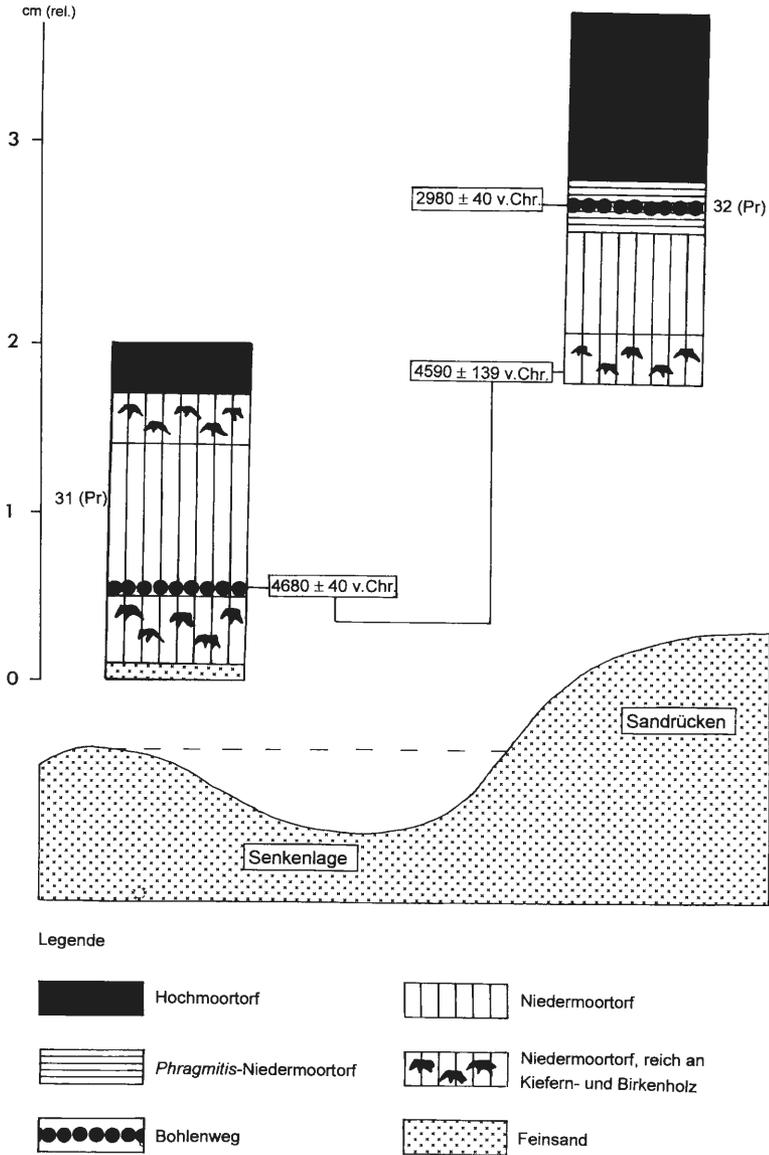


Abb. 26: Vereinfachte Darstellung der geomorphologischen und stratigraphischen Verhältnisse im Bereich der neolithischen Bohlenweges 31 (Pr) und 32 (Pr) aus dem südlichen Teil des Campemoores (Lkr. Vechta).



Abb. 27: Der Bohlenweg 32 (Pr) aus dem Campemoor im Landkreis Vechta. Der aus Kiefernholzern aufgebaute Weg wurde um 2980 ± 40 v. Chr. auf einem schmalen Sandrücken entlang einer flachen Senke angelegt, die im Hintergrund nach der Abtorfung des Moores als Wasserfläche sichtbar ist. (Photo: I.f.D. Hannover 1992).

Die Deckschicht aus dicht verlegten Stammsegmenten der Kiefer ruht auf einer Unterlage von 5 bis 6 Reihen von parallel angeordneten Stämmen aus Kiefern und Birken. Die Zwischenräume sind durch Äste, Zeige und Strauchwerk dicht ausgefüllt.

Parallel durchgeführte pollenanalytische Untersuchungen aus den Torfen mit einer gleichen Profillagerung geben einen Einblick in die lokalen Vegetations- und Landschaftsentwicklung im Umfeld solcher Wegebauten. Schon PFAFFENBERG (1936) und LINCKE & SCHRÖDER (1939) sowie KUCAN (1973) und MEURERS-BALKE (1992) haben mit Hilfe pollenanalytischer Altersbestimmungen prähistorische Bohlewege datiert und die während der damaligen Zeiten herrschenden Umweltverhältnisse rekonstruiert. Die pollen- und makrorestanalytischen Befunde zeigen allgemein, daß sich neben dem Wandel der Landschaft und der Vegetation auch im Moor geohydrologische Veränderungen nachweisen lassen (vergl. Kap. D.2.4).

2.3.3 Pollenanalytische Untersuchungen zu den neolithischen Bohlenwegen

Die pollenanalytischen Untersuchungen aus dem Profil Campemoor I wurden parallel zu den torfstratigraphischen Untersuchungen zum Bohlenweg 32 (Pr) durchgeführt. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß kurz nach der Anlage des Bohlenweges im Campemoor I das Frequenzspektrum der Kiefer im Pollendiagramm eine deutliche Depression erfährt und von vormals 40 % auf etwa 10 % absinkt. Da der Frequenzabfall der *Pinus*-Kurve im Pollendiagramm vermutlich mit einer Beseitigung mooreigener Kiefernwaldbestände im Zuge des Bohlenwegbaus in Zusammenhang steht, ist dies ein Beispiel für

einen anthropogenen Eingriff in den Naturhaushalt von Moorökosystemen schon in neolithischer Zeit. Inwiefern sich diese Maßnahmen auf die hydrologische Situation des gesamten Moorkörpers ausgewirkt haben, läßt sich nur schwer abschätzen. Tatsache ist, daß dieser Vorgang in eine Zeit fällt, in der sich das Moor hydrologisch stark veränderte (s. Kap.D.2.4).

Nach der Auflassung des Bohlenweges kam es zu einem kurzfristigen Kiefernaufwuchs auf der ehemaligen Lauffläche, der allerdings nach kurzer Zeit abbrach und von dem nach Südwesten transgredierenden Hochmoor überwachsen wurde. Auf dem ehemaligen Weg herrschten kurz nach seiner Aufgabe vorübergehend noch Bedingungen, die eine spontane Kadaververjüngung von *Pinus sylvestris* ermöglichten. Zahlreiche kleinere Kiefernstämmchen, die sich mit ihrem flachen Wurzelwerk auf der Oberfläche der Wegestämme verwurzelt hatten, sind als Relikte der Kadaververjüngung in den Hochmoortorfen bis heute erhalten geblieben.

MEURERS-BALKE (1992) konnte bei ihren pollenanalytischen Untersuchungen im nördlichen Teil des Großen Moores den dortigen Bohlenweg nach Radiocarbonaten auf 4020 ± 50 BP datieren (cal. Datum. 2565 ± 85 v.Chr.). Dieser Bohlenweg wurde damit etwa 300 Jahre früher als der im südlichen Campemoor angelegt. Im Gegensatz zum Campemoor spielte die Kiefer bei der Anlage des Bohlenweges in diesem Teilbereich des Großen Moores keine Rolle, hier wurden dagegen Erlenhölzer aus den Erlenbruchwäldern der Moorränder zum Bau des Weges verwendet. Auch bei den von MEURERS-BALKE (ebenda) vorgenommenen Pollenanalysen zeigt sich, daß nach der Errichtung des Weges kurzfristig das Frequenzspektrum der Erle einen tiefen Einbruch erfährt. Trotz unterschiedlich genutzter Holzarten wird sowohl im Campemoor als auch im nördlichen Teil des Großen Moores damit deutlich, daß in beiden Fällen lokale Waldbestände der Moorränder zum Wegebau genutzt wurden und vermutlich z.T. gänzlich abgeholzt wurden. Während sich die Erlenwaldbestände im nördlichen Bereich des Großen Moores in der Folgezeit wieder erholen konnten, führte die Errichtung des Bohlenweges 32 (Pr) durch den Holzeinschlag zu einer kleinflächigen, aber irreversiblen Zerstörung der umgebenden Kiefernwaldbestände. Mit leichten Schwankungen der *Pinus*-Kurve um 10 % wird im Diagramm Campemoor I deutlich, daß bis um 900 v. Chr. die Kiefer ihre vorherige Bedeutung in diesem Raum nicht wieder erlangen konnte.

Auch auf den Erlenhölzern des nördlich gelegenen Bohlenweges kam es zu einer Kadaververjüngung von *Pinus sylvestris* (!) auf dem Bohlenweg selbst. Dabei siedelten sich aus nahen Kiefernwaldbeständen der nördlichen Bruchwälder Jung-Kiefern auf den Erlenholzlaggen an. Ihre Stubben konnten bei archäologischen Untersuchungen ergraben werden. Insofern ergibt sich für die räumliche Verteilung der Kiefernbruchwälder im Gebiet des Großen Moores in der ersten Hälfte des 3. Jahrtausends v. Chr. eine räumlich unterschiedliche Situation mit natürlichen Kiefernwaldvorkommen im nördlichen Teil des Moores und irreversibel zerstörten Waldbeständen im südlichen Bereich.

Die Kiefer wuchs im Campemoor ursprünglich auf den höhergelegenen Sandrippen, die ab etwa 3000 v. Chr. vom transgredierenden Moor überfahren wurden. Infolge dieses Transgressionsvorganges starben die Kiefernbestände ab und wurden von den Torfmoosen überwachsen. Die Stubben dieser alten Kiefern bäume wurden an der Basis des Moores konserviert (Abb. 28).

PPAFFENBERG (1936) beschreibt analog den hier dargestellten Verhältnissen zahlreiche Kiefernstubben im abgetorften Randgebiet des Diepholzer Moores. BURRICHTER (1969, 1982) wies gleichfalls aufgrund von torfstratigraphischen und pollenanalytischen Untersuchungen in der Westfälischen Bucht nach, daß solche Funde auf ein natürliches Relikt-vorkommen der Kiefer hindeuten. Seine vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen im Zwillbrocker Venn (Westmünsterland) belegen durch zahlreiche fossile Kiefernstubben ehemalige boreale Waldrelikte.



Abb. 28: Nach Torfabbau freigelegte „fossile“ Kiefernstubben im Campemoor.

Die pollenanalytischen Untersuchungen aus dem Westmünsterland zeigen im Diagramm Zwillbrocker Venn eine Kiefernpollenkurve mit relativ hohen Werten bis in die geschichtliche Zeit. Hier schwankt die *Pinus*-Kurve während des Atlantikums und Subboreal zwischen 20 und 27 % der Baumpollensumme und bleibt auch im Subatlantikum mit über 10 % kontinuierlich erhalten. Aus dem Verlauf dieser Frequenzspektren kann die fortlaufende Existenz reliktsicher Kieferwaldvorkommen seit dem Boreal bis in die heutige Zeit abgeleitet werden. Ein Blick auf die Moorentwicklung im Campemoor macht deutlich, wie sich die Kiefer in die ehemaligen Vegetationskomplexe des transgredierenden Moorrandgebietes einfügte. *Pinus* ist mit Prozentwerten zwischen 10 % und 20 % durchgehend im Pollendiagramm Campemoor vertreten (s. Abb. 15, im Anhang). Dies ist ein Wert, der mit entsprechenden Pollenfrequenzen einhergeht, die BURRICHTER (1982) in mehreren Pollendiagrammen aus westfälischen Mooren bestimmen konnte und dementsprechend von der kontinuierlichen Besiedlung der Moorrandwälder durch die Kiefer ausgeht. Trotz der lokalen Vernichtung der Kiefernwaldbestände in der Umgebung des neolithischen Bohlenweges 32 (Pr) müssen nach den gemessenen Pollenfrequenzen von *Pinus* im weiteren Umfeld des Moores immer wieder Kiefernwaldderivate existiert haben, deren Polleneinträge sich in den Frequenzspektren des Diagramms Campemoor I niederschlagen. Im Zuge des Moorwachstums ist es demnach lediglich zu einer örtlichen Bestandsverlagerung der Kiefernbruchwälder im Vorfeld des Lagg-Bereiches gekommen. Dadurch treten zeitlich gestaffelte Abfolgen von Kiefernstubben in den Moorrandgebieten auf, die alle ein unterschiedliches Alter besitzen.

Demnach konnten im oberen Profilabschnitt des Campemoores, in der Phase der Hochmoortorfbildung keine Ablagerung von *Pinus*-Holz mehr erfolgen, weil sich das Areal der natürlichen Kiefern-Bruchwälder mit dem fortschreitenden Moorwachstum schon weiter nach Südwesten verschoben hatte (s. Kap. B. 2.2.3).

Die stratigraphische Bearbeitung der beiden neolithischen Bohlenwege und ihre Konnektierung zeigt in diesem Zusammenhang, wie sich die kleinräumigen Verhältnisse dabei im

Lauf der Jahrtausende verändert haben (s. Abb. 26). Beide Wegebauten wurden auf flachen Sandrippen errichtet, die eine tiefer gelegene Senke randlich begrenzten. Wie die pollenanalytischen Funde von Wasserpflanzen wie *Nymphaea* und *Utricularia* sowie von Sumpf- und Röhrichtpflanzen belegen, bestand bis in die Zeit um 3000 v. Chr. zwischen beiden Sandrippen ein flaches, nährstoffarmes Gewässer, das einer fortlaufenden Verlandung mit einer entsprechenden Niedermoororbildung unterlag (vergl. Kap. D.2.4). Während der frühneolithische Bohlenweg während dieses Verlandungsprozesses allmählich überwachsen wurde, legten die jungsteinzeitlichen Siedler um 2980 ± 40 v. Chr. einen zweiten Bohlenweg an. Dazu füllten sie lokale Kiefernbestände, die im Umfeld gestockt hatten. Die stratigraphische Übereinstimmung in der Abfolge der verschiedenen Torfstraten beider Profile läßt auch auf eine zeitliche Korrespondenz der verschiedenen Schichtbildungen schließen. Während die Kiefer nach der Anlage des mittelneolithischen Bohlenweges in den nachfolgenden Torfschichten nicht mehr vertreten ist, taucht sie 40 m weiter entfernt in den schilf- und kiefernholzreichen Niedermoororten des Profils 32 (Pr) nochmals auf, wie die in den Torfen eingebetteten Kiefernstubben belegen. Es ist durchaus denkbar, daß die Wegebauer dieses lokale Kiefernorkommen für die Errichtung des Bohlenweges frequentiert haben. Ab 3000 v. Chr. kommt es in diesem Teil des Großen Moores zur Bildung von Hochmoortorfen, die die gebildeten Niedermoororte und die Bohlenwege im Laufe der Zeit unter sich begruben.

Die Bohlenwege als größere bauliche Anlagen aus zahlreichen, massiven Kiefernholzstämmen müssen sehr große Holzmengen verbraucht haben, so daß es im Moorrandbereich des Campemoores, eventuell auch in den angrenzenden Flächen, zu intensiven Holzentnahmen aus solchen Kiefernwaldformationen gekommen sein muß. Für einen beispielsweise in der Wesermarsch ausgegrabenen 6,5 km langen Moorweg, der aus 80 000 Eichenbohlen gebaut wurde, bedurfte es etwa 10000 Eichenstämmen (KRÄMER 1992).

Ogleich die gesamte Länge des Bohlenweges 31 (Pr) und 32 (Pr) nach den bisherigen Untersuchungen noch nicht abgeschätzt werden kann, geben die genannten Zahlen eine ungefähre Vorstellung von der benötigten Stammzahl an Kiefern, die möglicherweise auch hier verbaut worden sind. Damit wird insgesamt aber deutlich, wie schon der neolithische Mensch um 4600 v. Chr. in die Moorrandwälder der Region eingegriffen und sie drastisch verändert oder stellenweise ganz vernichtet hat. Es wird evident, daß in den Randzonen des Campemoores die Moorgenese nicht unbeeinflusst von menschlichen Eingriffen vonstatten gegangen sein kann. Von einem Bildungsprozess des Moores im Sinne einer ungestörten Naturlandschaftsentwicklung kann somit auch im Falle der Hochmoorgenese im Großen Moor nicht die Rede sein.

2.4 Die Hochmoorentwicklung im Campemoor als Beispiel für eine vom Menschen beeinflusste Moorgenese

Die Bildung des Campemoores als Teilbereich des Moorkomplexes „Großes Moor“ vollzog sich in einer Epoche der generellen, ausgedehnten Moorbildung im nordwestdeutschen Raum, die zum Teil schon zum Ende des Spätglazial einsetzte und im Laufe des Atlantikums ihren Höhepunkt erreichte (OVERBECK 1975).

Mit dem ^{14}C -Datum von 4590 ± 130 v. Chr. (cal. Alter) der kiefern- und birkenholzreichen Basisniedermoororte läßt sich der Beginn der Vermoorung im Campemoor ins Atlantikum datieren. Am Aufbau dieser holzreichen Torfschichten, die auf erhöhten Sandschichtrippen gebildet wurden, sind im wesentlichen Birken und Kiefern beteiligt. Die Großrestanteile der lokalen Gehölze an den Niedermoororten spiegeln sich auch in den Pollenkurven wider, die sich durch Maximalwerte der *Pinus*- und *Betula*-Frequenzen

zwischen 40 und 30 % auszeichnen (s. Abb. 15, im Anhang). In den flachen Senken und Muldenlagen waren an der Basis der Moorentwicklung, wie schon J. TÜXEN et al. (1990) in den Moorkomplexen im Raum Hunteburg nachweisen konnten, auch in diesen Teilen des Großen Moores kleinere dystrophe Stillgewässer ausgebildet. Im Übergangsbereich zwischen den Bruchwäldern und den Röhrichten lassen sich Weiden- und Gagelgebüsche als kulissenhafte Vegetationsstrukturen vermuten, wie man sie noch heute im Verlandungsbereich dystropher Gewässer finden kann. Die Pollenspektren aus dem Profil Campemoor I lassen in den basalen Straten höhere Werte von *Salix*- und *Myrica*-Pollen erkennen, die auf derartige Vegetationskomplexe hinweisen.

Das ombrogene Stadium der Moorentwicklung ist im Campemoor nach der Dekapitierung der Weißtorfaufgabe nur noch auf die oberen 70 cm der Torfe beschränkt (Probe 1-36). Das Niedermoorstadium läßt sich pollenfloristisch in fünf Stadien einteilen (s. Abb. 29). In einem ersten Stadium treten in den Basaltorfen verstärkt Pollen von Cyperaceen auf, die auf die beginnende Niedermoororbildung hindeuten. In Phase 2 werden Änderungen in der Niedermoorflora deutlich, die allmählich zu farn- und staudenreichen Vegetationsaspekten führen, wohingegen die Cyperaceen in ihrer Bedeutung zurückgehen. Dominierte zunächst noch die Kiefer die unteren Baumpollenspektren (Phase 1), ist von nun an die Birke mit höheren Anteilen im Pollenspektrum der Gehölze vertreten. Holzfunde aus den korrespondierenden Straten des Moores demonstrieren die steigende Bedeutung von *Betula pubescens* in der Gehölzartenzusammensetzung der mooreigenen Bruchwälder.

Kennzeichnend für die Lage der untersuchten Profilstellen im Randbereich eines Stillgewässers sind die im Pollendiagramm Campemoor I gefundenen Nachweise von Wasserpflanzen wie beispielsweise *Nymphaea* und *Utricularia*. Der Kurvenverlauf von *Nymphaea* (Phase 4, Abb. 29) und die Einzelpollenfunde des Wasserschlauchs (*Utricularia spec.*) lassen auf die Existenz von ehemals offenen Wasserflächen schließen, die sich wahrscheinlich erst im Vorfeld des heranrückenden Hochmoores gebildet haben oder noch als Restseen eines spätglazialen Sees im Großen Moor zu interpretieren sind. TÜXEN et al. (1990) beschreiben auf der Grundlage von torfstratigraphischen und palynologischen Untersuchungen die Ufervegetation der damaligen Seen im Bereich des Großen Moores als ein Röhricht, gebildet aus *Equisetum cf. fluviatile* und *Typha angustifolia*. *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum alterniflorum* und *Hydrocharis morsus-ranae* kennzeichneten demnach neben Teichrosen (*Nymphaea spec.*) die Vegetation der offenen Wasserflächen.

Analog zu den Ergebnissen von TÜXEN et al. (1990) weisen im Pollendiagramm Campemoor I die hohen Prozentwerte der Cyperaceen, von *Typha*, *Sparganium*, *Lysimachia*, *Potentilla*, *Caltha*, *Lychnis*, *Menyanthes* und der Apiaceen in den Entwicklungsstadien 2-4 auf die Existenz staudenreicher Röhrichte im Uferbereich des ehemaligen Gewässers hin (s. Abb. 29). Zum Vegetationsbild dieser Versumpfungsphase gehörten neben Rohrkolben-Röhrichten und Fieberkleefluren auch hochstaudenreiche Seggenfluren, in denen beispielsweise der Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*) und das Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*) wuchsen. Ihre Anwesenheit in der ufersäumenden Flora läßt sich mit Einzelpollenfunden ebenfalls im Pollendiagramm Campemoor I nachweisen (s. Abb. 15, im Anhang). Die Pollenfunde von *Caltha* und *Lysimachia* deuten in diesem Zusammenhang auf die Existenz mesotropherer Standortbedingungen innerhalb des näheren Umfeldes hin. In einer 5. Entwicklungsphase, die etwa ab 3000 v. Chr. im Campemoor einsetzt, dominieren dagegen ausgedehnte Schilfröhrichte die Seeufer. In den Torfen, die in dieser Zeit abgelagert wurden, lassen sich die schwach zersetzten Reste der Blätter und Halme von *Phragmites communis* als dicht gepackte Lagen sowohl im Profil 31 (Pr) als auch im 40 m entfernten Profil 32 (Pr) wiederfinden. Pollenanalytisch manifestiert sich

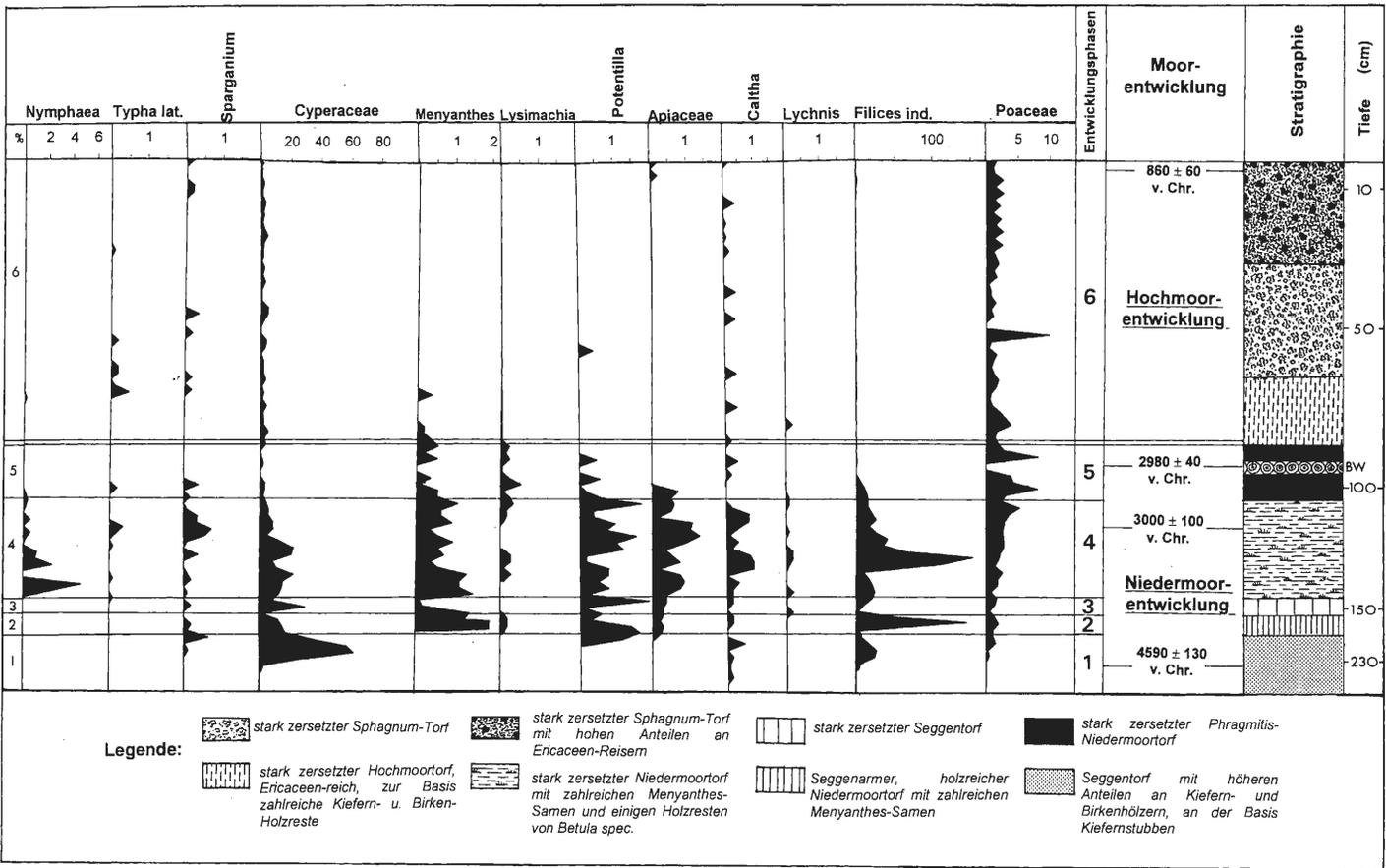


Abb. 29: Phasen der Niedermoorentwicklung im Campemoor, dargestellt an ausgewählten Frequenzspektren von einigen Niedermoorerelementen im Teildiagramm Campemoor I.

im Pollendiagramm Campemoor I diese Phase der Verlandung in einem allmählichen Verschwinden der Wasserpflanzenelemente sowie in einem deutlichen Rückgang der Stauden und Farne sowie des Fiebertrees und der Seggen. Der Anteil der Poaceen am Krautspektrum nimmt dagegen deutlich zu (Abb. 29).

Man darf sich also das Vegetationsbild in der Niedermoor-Phase des Moores als eine halb-offene, von Seggen beherrschte Sumpflandschaft vorstellen, in der auf rippenartigen Geländerhöhungen kleinere und für das nordwestdeutsche Flachland heute noch typische,

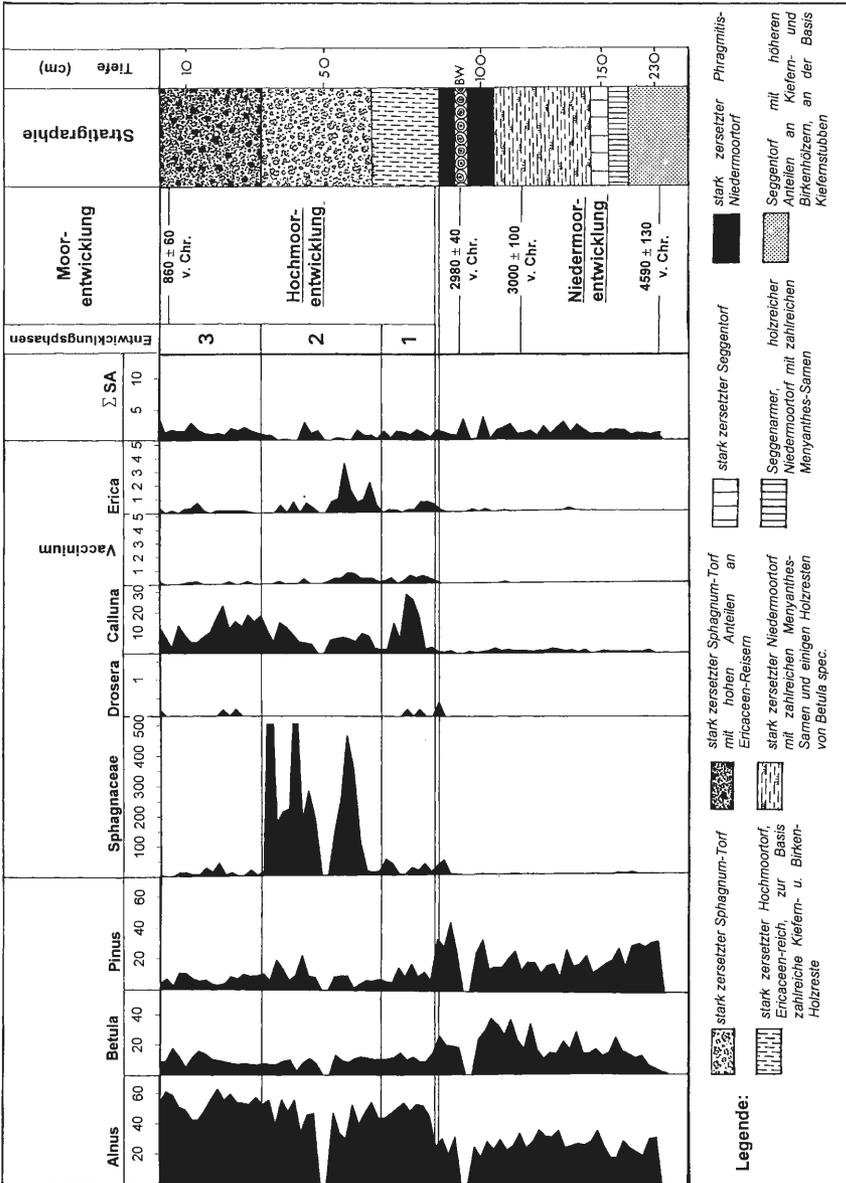


Abb. 30: Teilpollendiagramm Campemoor I: Hochmoorentwicklung.

kiefernreiche Moorbirken-Bruchwälder wuchsen. Die Torfe dieser Phasen sind als schwach bis stark zersetzte holzreiche Seggentorfe mit Fieberklee-Samen ausgebildet.

Entsprechend den ermittelten ^{14}C -Daten von 4590 ± 130 v.Chr. in der Phase 1 und 3000 ± 100 v.Chr. in Phase 4 beträgt die gesamte Dauer der Niedermoorphase im Campemoor etwa 1500 Jahre, bis die Hochmoorentwicklung einsetzt. Die im Niedermoorortorf nach oben zunehmende Oligotrophierung (Phase 1 in Abb. 30) wird nach pollenanalytischen Befunden durch eine zunehmende Verdrängung von Arten wie *Menyanthes*, *Potentilla*, *Lysimachia* und der Cyperaceen durch *Sphagnaceae* und *Ericaceae* angezeigt.

Dieser, in der Nachfolgezeit tiefgreifende Wechsel in der mooreigenen Vegetation führt zu Torfmoos- und Ericaceen-reichen Vegetationskomplexen. Die Strauchflora ist gleichfalls einer drastischen Veränderung unterworfen. Von nun ab sind es nicht mehr Weiden, die die Gebüschformation beherrschen, sondern vor allem der Faulbaum (*Rhamnus frangula*) und der Gagelstrauch (*Myrica gale*). Die erste Phase der Hochmoorentwicklung wird durch den in etwa 100 cm unter der heutigen Flur liegenden Bohlenweg stratigraphisch unterbrochen.

Während in der einsetzenden Hochmoorbildung die Niedermooorelemente im Pollendiagramm nahezu völlig zurücktreten, dominieren in den Frequenzspektren der Kräuter (Phase 1-3 in Abb. 30) neben den Sphagnaceen und Einzelpollenfunden von *Drosera* nunmehr Zwergsträucher wie *Erica*, *Calluna* und *Vaccinium*.

Die vermutlich zunächst trockenen Bedingungen auf der Mooroberfläche nach dem neolithischen Wegebau förderten das Wachstum der Zwergsträucher. Ein markanter Gipfel im Pollenspektrum von *Calluna* mit 30 % in Phase 1 der Hochmoorentwicklung weist auf eine stark verheidete Mooroberfläche hin. Ein erneuter Wechsel der lokalen hydrologischen Verhältnisse in Phase 2 wird durch das Absinken der Pollenkurve von *Calluna* und dem gleichzeitigen, abrupten Anstieg der *Sphagnum*-Kurve angezeigt. Der steile *Sphagnum*-Anstieg und der insgesamt plötzliche Abfall der Niedermoorzeiger sprechen für ein schnelles „Überfahren“ der Profilentnahmestelle durch das transgredierende Hochmoor. Zusammen mit den Pollenfunden von *Betula* und *Myrica* läßt sich ein Vegetationsbild entwerfen, das einer heutigen Hochmoorvegetation mit zonenartig angeordneten Komplexen aus Hochmoorbultgesellschaften, *Myrica gale*-Gebüschern und Moorbirken-Bruchwäldern entsprechen könnte.

Durch den neuzeitlichen Torfabbau und die damit verbundene Dekapitierung des Torfprofils im Campemoor läßt sich nur eine Hochmoorentwicklung bis ins ältere Subatlantikum (860 ± 60 v.Chr., Phase 3 in Abb. 30) nachvollziehen.

2.5 Bronzezeit

Die Entwicklung metallzeitlicher Technologien und das Aufkommen von Werkzeugen und Geräten aus Bronze stellte einen wichtigen Abschnitt in der Kulturgeschichte dar. Nach Nordwestdeutschland gelangte die Bronze in der ersten Hälfte des 2. Jahrtausends v. Chr. in Form fertiger Gegenstände aus Regionen, die bereits über Traditionen in der Bronzeverarbeitung verfügten (METZLER & WILBERTZ 1991).

Der Übergang von der Steinzeit zur Bronzezeit vollzog sich in einer allmählichen Übernahme endneolithischer Becherkulturen durch bronzezeitliche Kulturen. Die zahlreich archäologisch belegten Grab- und Hortfunde in den Fürstenauer Bergen und im Osnabrücker Berg- und Hügelland geben einen Einblick in die Besiedlungs- und Kulturgeschichte der Bronzezeit (2000 v.Chr.-700 v.Chr.) im Untersuchungsgebiet (Abb. 31).

Auch wenn eine eigene bronzezeitliche Kultur für den Ems-Hunte-Raum archäologisch bislang nicht nachgewiesen wurde, so kann doch aufgrund entsprechender Funde aus dem

20 km entfernten Bersenbrück sowie aus Bissendorf und Anikum auf eine Anwesenheit frühbronzezeitlicher Siedler am Nordrand des Wiehengebirges geschlossen werden (SCHLÜTER 1979).

Auf weitreichende Kulturverbindungen könnte darüber hinaus der Fund einer kleinen anthropomorphen Bronzeplastik aus Venne-Borgwede hinweisen, die Ähnlichkeiten mit Bronzen der ersten Hälfte des 1. vorchristlichen Jahrhunderts aus Nordeuropa zeigt (ROST & WILBERS-ROST 1992).

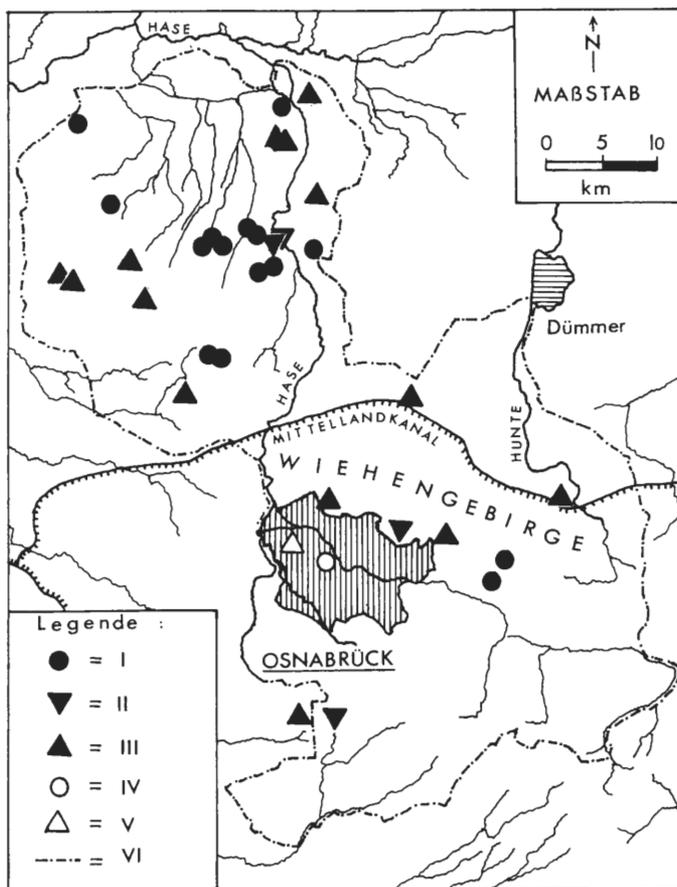


Abb. 31: Fundstellen der frühen und älteren Bronzezeit in der Stadt und im Landkreis Osnabrück; (verändert nach: SCHLÜTER 1979).

2.5.1 Die bronzezeitliche Vegetations- und Landschaftsentwicklung in der Region Kalkriese

Wie bereits im Neolithikum bevorzugten die bronzezeitlichen Siedler in dieser Region zur Anlage der Ackerflächen weiterhin die Buchen-Eichenwälder der Hangsandfläche, während sich im Bergland die Siedlungsflächen im Bereich der linden- und ulmenreichen Waldtypen konzentrierten. Die bronzezeitliche Bevölkerung lebte, wie die vorliegenden archäologischen Funde zeigen, in diesen Landschaften nicht in geschlossenen Dörfern, sondern in lockeren Streusiedlungen (AUST 1976).

Palynologische und siedlungsgeschichtliche Untersuchungen aus dem nördlichen Wiehengebirgsvorland und aus den hochmoorreichen Niederungen zwischen Hase und Hunte belegen ebenfalls bronzezeitliche Siedlungsphasen für diese Region (KRAMM 1978, MOHR 1990, SCHWAAR 1976, SUDHOLZ 1964, WIERMANN & SCHULZE).

Im Verlaufe der Bronzezeit tritt walddeschichtlich die Buche immer mehr in Erscheinung, kommt aber je nach den lokalen edaphischen und siedlungsgeschichtlichen Verhältnissen - wie in Kapitel D.2.1.1 schon ausführlich dargestellt - in unterschiedlichen Zeiten zur Massenausbreitung. Der anthropogene Einfluß auf die Waldlandschaft zwischen 2000 und 800 v. Chr. findet im Diagramm Campemoor I und II seinen Niederschlag in einem allgemeinen Anstieg der siedlungsanzeigenden Pollenspektren sowie in verschiedenen sakulären Schwankungen der Baumpollenkurve (Abb. 15, im Anhang und Abb.32).

Die Getreidepollen sind wie in vergleichbaren Diagrammen zwar in nahezu geschlossener Kurve, aber insgesamt doch nur spärlich (0,5- max. 1 %) vertreten (s. KRAMM 1978, MOHR 1990). Die parallelen Kurvenverläufe der siedlungsanzeigenden Arten, der Wildgräser und der Ericaceen sprechen für erste, anthropo-zoogen bedingte kleinräumige Verheidungen, die zu Lasten der atlantischen Laubmischwälder gingen (BEHRE 1981, BEHRE & KUCAN 1986, HÜPPE 1993, HÜPPE 1996, WATERBOLK 1954). Hinweise für eine bronzezeitliche Heidentstehung finden sich auch in den archäologischen Befunden dieser Zeit. So sind die charakteristischen Grabhügel der Bronzezeit häufig aus Heidesoden aufgebaut (BEHRE 1988). Teilweise finden sich unter den bronzezeitlichen Gräberfeldern sogar Podsolbildungen, die mit den pedologisch-archäologischen Befunden zur Zeitstellung der Heidentstehung durch VAN GIFFEN (1941, 1943) und WATERBOLK (1951) übereinstimmen.

Die sich ausbreitenden, bronzezeitlichen Siedler griffen verstärkt in die Wälder in Form von Rodungen, Schneitelung und Waldhude ein. Dies schlägt sich in der ausgehenden Bronzezeit in einem abrupten Rückgang der Linden- und Ulmen-Frequenz im Teildia-gramm Campemoor II nieder (Abb. 32). Dieser Befund wird verständlich, wenn man an eine zunehmende Nutzung von Linden und Ulmen als Laubheulieferanten denkt, die sich an der Wende von der Bronzezeit zur Hallstatt Periode intensiviert haben könnte. Allgemein geht man in der Spätbronzezeit und der frühen Eisenzeit von einer stärkeren Hinwendung zur Viehaufstallung aus, die mit den verschlechterten klimatischen Rahmenbedingungen des ausgehenden Subboreals und des Subatlantikums begründet wird (JAHN-KUHN 1969). Eine ganzjährige Hutung der Tiere im Freien war aufgrund der strengeren Winter offenbar nicht mehr möglich. Daraus leitet sich aber auch die Notwendigkeit einer Vorratshaltung für die winterliche Fütterung der Tiere ab, die zu einem erheblichen Teil aus Laubheu bestand (BURRICHTER & POTT 1983, HAAS & RASMUSSEN 1993). Der pollenanalytisch sichtbar werdende Rückgang der Pollenfrequenzen von *Tilia* und *Ulmus* im Diagramm Campemoor II könnte mit diesem Wirtschaftsumbruch in Zusammenhang gebracht werden.

Die *Corylus*-Pollenfrequenz verzeichnet in dieser Phase eine augenfällige Zunahme und belegt zusammen mit den vermehrten Nachweisen des Adlerfarns und anderer heliophiler Kräuter die zunehmende anthropo-zoogen bedingte Auflichtung der Wälder in der Kalkrieser Region.

2.6 Vorrömische Eisenzeit

Wie die Übernahme der Bronzeverarbeitung durch die bäuerlich geprägte Kultur des Neolithikums war auch die Einführung der Eisentechnologie im nordeutschen Raum für die hiesige kulturgeschichtliche Entwicklung ein wichtiger Einschnitt. Während in Süddeutschland und auch in den Mittelgebirgslandschaften des rechtsrheinischen Schieferge-

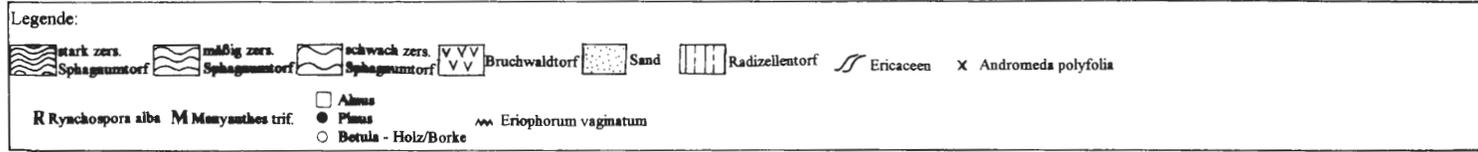
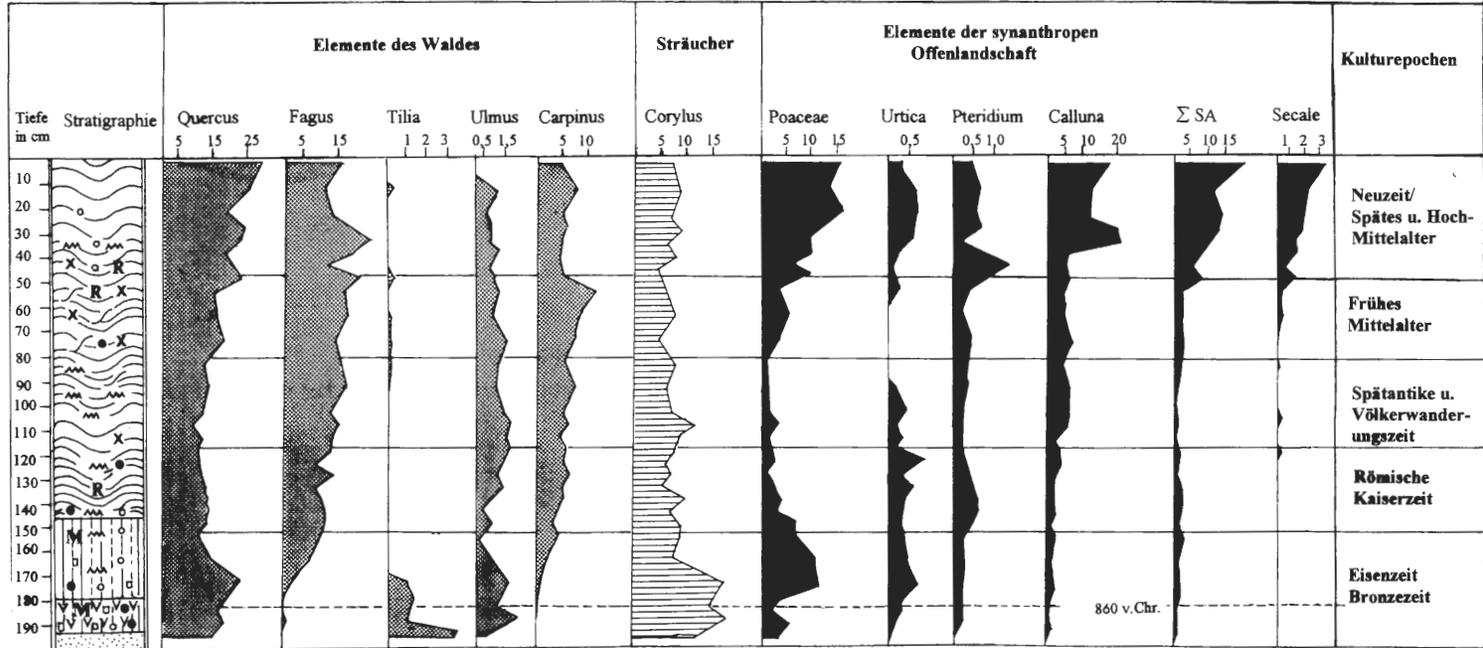


Abb. 32: Teildiagramm Campemoor II: Auszug aus dem Pollendiagramm „Kalkrieser Moor“ mit der Gegenüberstellung der Frequenzspektren einiger Waldbildner (*Quercus*, *Fagus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Carpinus*) und *Corylus* sowie einiger heliophiler Elemente der synanthropen Offenlandschaft (*Poaceae*, *Urtica*, *Pteridium*, *Calluna*) und den Kulturspektren der Summe der siedlungsanzeigenden Arten und der *Cerealia*; (verändert nach: MOHR 1992).

birges die Bevölkerungsgruppen der Hallstattkultur die neue Technologie bereits im 9. und 8. vorchristlichen Jahrhundert intensiv nutzten, werden die ältesten Eisenfunde in Nordwestdeutschland in die Zeit des 7./6. Jahrhunderts v. Chr. datiert, wie beispielsweise zwei importierte Eisenschwerter aus Bohlsen, Landkreis Uelzen, belegen. Mit solchen Importen wird die Kenntnis der Eisenverarbeitung in das norddeutsche Flachland vermittelt worden sein (HÄBLER 1991).

Reichhaltige Siedlungs- und Grabfunde am Nordrand des Wiehengebirges sprechen für die weitreichende Kontinuität der damaligen eisenzeitlichen Besiedlung (NORTMANN 1983, SCHLÜTER 1979). Neben den Gräbern sowie den vereinzelt vorkommenden Hortfunden bilden vor allem die Siedlungen eine bedeutende Erkenntnisquelle für die Rekonstruktion der damaligen Lebensbedingungen. Weit verbreitet waren in der vorrömischen Eisenzeit Streusiedlungen mit einfach strukturierten bäuerlichen Wirtschaftsbetrieben, die in der Regel aus einem Wohnstallhaus und einem zugeordneten Speicher bestanden. Diese Siedlungsformen umfaßten sowohl Einzelhöfe als auch Kleinsiedlungen mit zwei bis vier Höfen. Die Standorte dieser lockeren Gehöftgruppen wurden in Verbindung mit den zugehörigen Ackerfluren jedoch nach relativ kurzer Zeit verlagert (DONAT 1992, WATERBOLK 1982). Bei den auch als „celtic fields“ bezeichneten Ackerfluren handelte es sich um unregelmäßig-rechteckige Parzellen von unterschiedlichster, mehrheitlich doch zwischen 1000 - 6000 qm messender Größe. Mehrere Meter breite, ungenutzte Flachraine zwischen den Parzellen wuchsen durch die Ablage gerodeter Stubben, Wurzeln und Steine zu den charakteristischen Randwällen, die sich in Gebieten mit großflächig ausgeübter Weidewirtschaft wie beispielsweise in weiten Teilen Englands bis in die Gegenwart erhalten haben (FRIES 1995). Die „celtic fields“ entstanden am Beginn der vorrömischen Eisenzeit und blieben bis zum ausgehenden 2. Jahrhunderts n. Chr. in Nutzung (JAHNKUHN 1969, MÜLLER-WILLE 1979).

In Holsten-Mündrup, Stadt Georgmarienhütte, konnte neben einigen kleineren Nebengebäuden auch der Grundriß eines zweischiffgen Wohnstallhauses aus der älteren vorrömischen Eisenzeit freigelegt werden (VOGT 1986). Im Zuge der archäologischen Ausgrabungen auf dem sog. „Engter Esch“, der ca. sechs Kilometer westlich des Kalkrieser Berges liegt, wurden neben Silexartefakten und tiefstichverzierten Scherben große Teile einer Siedlung der ausgehenden vorrömischen Eisenzeit ergraben (PAPE 1993, ROST & WILBERS-ROST 1992). Im Gebiet um Engter verbreitern sich die dem Nordhang des Wiehengebirges vorgelagerten Hangsande und boten hier ein ackerbaulich gut nutzbares Gelände.

2.6.1 Die eisenzeitliche Vegetations- und Landschaftsentwicklung in der Region Kalkriese

Pollenanalytisch zeichnet sich die eisenzeitliche Kulturperiode im Teildiagramm Campeemoor II in einem geringfügigen Anstieg der siedlungsanzeigenden Pollenspektren ab (s. Abb 32). Die Kulmination der Poaceen-Kurve läßt sich zusammen mit dem parallelen Auftreten der Palynomorphen des Adlerfarns (*Pteridium aquilinum*), der Stechhülse (*Ilex aquifolium*) und der Brennessel (*Urtica dioica*) mit dem Bild einer durch Weidetätigkeit veränderten Strauch- und Krautschicht gut in Einklang bringen. Das parallele Aussetzen der *Tilia*-Kurve zeigt zudem, daß die Laubmischwälder in der Umgebung des Campeemoors einer zunehmenden Auflichtung durch eine verstärkte Holzentnahme, Schneitelwirtschaft oder einer andauernden Hudetätigkeit unterlagen. Der prägnante Rückgang der *Tilia*-Kurve und der deutliche Abfall der *Ulmus*- und *Quercus*-Kurven fallen mit einem *Fagus*- und *Carpinus*-Steilanstieg zusammen, so daß neben der beschriebenen Auflichtung der Wälder parallel auf eine unmittelbare Verdrängung der Baumarten des Eichen-

mischwaldes durch *Fagus* geschlossen werden kann (s. Kap. D.2.1.1). Bei einer erneuten Wiederbewaldung aufgegebenen Siedlungsflächen konnte die Buche in diese Areale eindringen und sich dort auf Kosten von Linde und Ulme ausbreiten.

Die direkten Spuren einer bäuerlichen germanischen Besiedlung reichen am Nordhang des Kalkrieser Berges bis in die Hälfte des 1. Jahrhunderts v. Chr. zurück. Auf dem sog. „Oberesch“ am Hangfuß des Kalkrieser Berges konnte durch die Ausgrabung von Keramikscherben, Abfall- und Vorratsgruben sowie von Pfostenlöchern, die zu Wohnhäusern und Speichergebäuden gehörten, eine eisenzeitliche Besiedlung aus vorrömischer Zeit belegt werden. Diese eisenzeitliche Siedlung erstreckte sich zwischen zwei Bachläufen vom Hang eines Spornes des Kalkrieser Berges bis an die Niederung (WILBERS-ROST 1991). Durch ihre terrassenorientierte, hochwasserfreie und geschützte Lage, bei unmittelbarer Nähe zu einem Fließgewässer, ist sie ein typisches Beispiel für die prähistorische Siedlungsnahme (BURRICHTER 1969, GRINGMUTH-DALLMER 1972).

2.6.2 Die Pflanzenfunde aus den eisenzeitlichen Vorratsgruben im Bereich des Obereschs

Aus den eisenzeitlichen Vorratsgruben auf dem Oberesch von Kalkrieser wurden verkohlte Reste von Getreiden des altgermanischen Ackerbaus geborgen. Neben Körnern von *Hordeum vulgare* ssp. *vulgare* wurde ein Samenkorn vom Einkorn (*Triticum monococcum*) sowie eine Anzahl nicht näher bestimmbarer Getreidebruchstücke und ein Same der Viersamigen Wicke (*Vicia tetrasperma*) gefunden. Zahl, Zusammensetzung und Größe der Samen und Körner für die einzelnen Vorratsgruben sind in der Fundtabelle aufgeführt (Tab.3).

Tab. 3: Zahl, Zusammensetzung und Größe der Pflanzenfunde aus den verschiedenen Pfostengruben der vorrömischen Eisenzeit vom Oberesch von Kalkrieser.

	Anzahl	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)
Fund Nr. 13798				
Hordeum vulgare ssp. <i>vulg.</i>				
Körner	6	6,6	2,9	2,2
		6,7	2,8	2,5
		5,7	2,3	1,6
		4,5	2,3	2
		5,9	2,5	2
		3,8	3	2,4
Durchschnitt		5,53	2,63	2,12
Minimum		3,8	2,3	1,6
Maximum		6,7	3	2,5
Cerealia undet.				
Getreidebruch	10			
Triticum monococcum				
Körner	1	4,8	2,2	2,2
Vorratsgrube, vorrömische Eisenzeit				

	Anzahl	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)
Fund Nr. 13797				
Hordeum vulgare ssp. <i>vulg.</i>				
Körner	7	5,4	2,5	2
z.T. beschädigt		4,3	3,1	2,3
		4,5	3	2,5
		4	2,5	2,3
		4	3,5	2,7
		4,9	2,9	2,5
		4,4	2,5	2,3
Durchschnitt		4,5	2,86	2,37
Minimum		4	2,5	2
Maximum		5,4	3,5	2,7
Cerealia undet.				
Getreidebruch	6			
Vicia tetrasperma				
Samen	1	1,8	1,5	
Vorratsgrube, vorrömische Eisenzeit				

2.6.2.1 Spelzgerste (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*)

Der Erhaltungszustand der verkohlten, entspelzten Spelzgerste (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*) war gut. Die gefundenen Körner weisen eine charakteristische flachrhombische Form auf, die v-förmige Bauchfurche sowie die dorsalen Spelzeneindrücke. Die Spelzgerste ist mit dieser Form ein breites, flaches Korn mit relativ breiter +/- kantig begrenzter flacher Furche.

2.6.2.2 Einkorn (*Triticum monococcum*)

Einkorn (*Triticum monococcum*) ließ sich nur mit einem Fund belegen. Das verkohlte Korn zeigt jedoch die charakteristische vorgewölbte Bauchseite bei einem hohen, gratähnlichen Rücken und schmal zulaufenden Kornenden.

2.6.2.3 Viersamige Wicke (*Vicia tetrasperma*)

Im eisenzeitlichen Fundspektrum des Obereschs Kalkriese tritt als alleinig nachgewiesene Wildkrautart die Viersamige Wicke (*Vicia tetrasperma*) auf. Sie ist nur mit einem verkohlten Samen vertreten. Der ca. 2 mm lange, linsenförmige bis fast kugelige Same besitzt einen etwa $\frac{1}{4}$ des Umfanges einnehmenden Nabel (0,85 mm).

2.6.3 Eisenzeitliche Getreidenutzungen

Die Vorratsgruben aus der vorrömischen Eisenzeit gewähren aufgrund des geringen Fundspektrums nur einen eingeschränkten Einblick in die Getreidenutzungen des eisenzeitlichen Ackerbaus im Umfeld des Kalkrieser Berges.

Die Gerste (*Hordeum vulgare*) zählte während der jüngeren vorrömischen Eisenzeit zu den wichtigsten Getreidearten Mitteleuropas. Für die Germania libera galt das auch in der römischen Kaiserzeit. Wenngleich schon seit der Jungsteinzeit bekannt, spielt die Gerste erst seit der Eisenzeit eine beherrschende Rolle im Getreideanbau mitteleuropäischer Landschaften (WILLERDING 1979a, 1996). So ist es die Gerste, die sich neben Lein (*Linum usitatissimum*), Leindotter (*Camelina sativa*) und der Pferdebohne (*Vicia faba*) in den norddeutschen Fundplätzen Boomberg und Oldendorf (Unterems) als häufigste Kulturpflanze herauskristallisiert (BEHRE 1970, BRANDT & BEHRE 1976). In Archsum auf Sylt war Spelzgerste neben Nacktweizen die einzige Getreidesorte der älteren Eisenzeit überhaupt (KROLL 1987).

Die Auswertung einer großen Anzahl von Fundstätten im Niederrhein-Gebiet belegt gleichermaßen eine Bevorzugung von Gerste neben Emmer, dennoch nimmt der Anbau von Dinkel (*Triticum spelta*) in der jüngeren Eisenzeit zu und ist dann in ca. 60 % aller Siedlungsplätze wiederzufinden (KNÖRZER 1991).

Der schon seit dem Neolithikum durch vereinzelt Funde relativ früh nachweisbare Dinkel erlangte erst in der Bronzezeit und vor allem in der Eisenzeit eine größere Bedeutung als Getreideanbaufucht (WILLERDING 1969). Dieser hexaploide Spelzweizen gehörte während der römischen Kaiserzeit, insbesondere in den römischen Kolonialgebieten nördlich der Alpen, zu den wichtigsten Kulturpflanzen. Dabei spiegelt nach KREUZ (1993) seine vergleichsweise späte Bevorzugung die Notwendigkeit des Einsatzes eines zusätzlichen, eher anspruchslosen Spelzweizens in den edaphisch und klimatisch ungünstigeren Regionen Mitteleuropas wider. In den niedersächsischen Mittelgebirgslandschaften macht Dinkel schon 11 % der Körnerfunde aus (WILLERDING & WOLF 1990).

In den nordwesteuropäischen Oppida der Niederlande, Nordfrankreichs und Luxemburgs wurde dagegen kein Dinkel gefunden, aber eine Bevorzugung von Einkorn und wiederum Gerste festgestellt.

Im Gegensatz zu den ältesten, bandkeramischen Ackerbaukulturen, die im wesentlichen auf den zwei Getreidearten Emmer (*Triticum dicoccum*) und Einkorn (*Triticum monococcum*) basierten, ging mit dem Beginn der Bronzezeit der Einkorn-Anbau überall in Mitteleuropa zurück. In Deutschland konnte Einkorn beispielsweise nur an 6 von 30 auswertbaren Fundstellen nachgewiesen werden. Der Rückgang dauerte auch während der vorrömischen Eisenzeit an. Ausnahmen aus römischer Zeit sind nur wenige bekannt, wie beispielsweise im römischen Bad Mergentheim (Main-Tauber-Kreis), wo in einer Siedlungsgrube des 2. Jahrhunderts etwa 40 % des Getreides aus Einkorn bestanden (KÖRBER-GROHNE 1994). Mit dem Ende der Eisenzeit kommt Einkorn in entsprechenden Fundspektren so nur noch spärlich vor und ist wohl meist als Unkraut aufzufassen. Die mit dem jeweiligen Hauptgetreide geernteten Körner dieses Spelzweizens wurden zwar mitgenutzt, hatten aber als Nahrung keine wesentliche Bedeutung (WILLERDING 1996).

Leider enthalten die oben beschriebenen Vorratsgruben der vorrömischen Eisenzeit bis auf die Viersamige Wicke (*Vicia tetrasperma*) keine weiteren Unkrautarten, die Einblicke in die ackerbaulichen Verhältnisse geben könnten. Die Viersamige Wicke wächst heute in Getreideäckern, vor allem in Roggenfeldern, als Unkraut der reinen Wintergetreidearten (*Secalietea*) und ist hier besonders auf den kalkarmen Böden verbreitet (OBERDORFER 1990). Sie ist seit der jüngeren Steinzeit durch entsprechende Makrorestfunde nachgewiesen. Die Auswertung des Spektrums ackerbegleitender Wildkräuter aus dem Rheinland (KNÖRZER 1973, 1975) und den niedersächsischen Mittelgebirgen (WILLERDING 1966, 1980, 1981, 1989, WILLERDING & WOLF 1990) konnten in diesem Zusammenhang eine Fülle niedrigwüchsiger Unkräuter (z.B. *Anagallis arvensis*, *Scleranthus annuus*, *Spergula arvensis*, *Thlaspi arvense* etc.) aufzeigen, die den Übergang von der primär ausgeübten Ährenerte zur bodennahen Ernteweise in der Eisenzeit belegen (WILLERDING 1979a). Die Verwendung eiserner Sicheln und Sensen sowie die Möglichkeit des Einsatzes eisenbeschlagender Pflüge hat ganz offenbar eine tiefgreifende Änderung der landwirtschaftlichen Feldbearbeitung und Getreideernte erlaubt, die das voreisenzeitlich dominierende Hackfrucht-Unkrautspektrum entscheidend veränderte. Mit den Eisensicheln konnten die hochwüchsigen Getreide Gerste und Dinkel nun dicht am Boden geschnitten werden, so daß niedrigwüchsige Unkräuter sowohl ins Ernte- als auch Saatgut gelangten und somit größere Verbreitungsmöglichkeiten erhielten (KNÖRZER 1971). Parallel differenzierten sich erstmals in der Eisenzeit Unkrautgesellschaften der Sommer- und Wintergetreidefelder aus, in denen durch Lichtkonkurrenz bevorzugt wiederum hochwüchsige Wintergetreide-Unkräuter einerseits gefördert, niedrigwüchsige Herbstkeimer dagegen stärker gefährdet waren (WILLERDING 1989, POTT 1992 b). Bekannt ist, daß es in der Vorrömischen Eisenzeit, d.h. vor der Ausbreitung des Roggenbaus, vielfach nur einen Sommergetreideanbau gab, wie beispielsweise die Makrorestanalysen der eisenzeitlichen Siedlung in Rullsdorf bei Lüneburg (BEHRE 1990) und in Langenbek bei Hamburg (KUCAN 1986) zeigen.

Mit dem Übergang zur Römischen Kaiserzeit wird der Roggen (*Secale cereale*) in den Naturräumen des Untersuchungsgebiet als neue Feldfrucht nachweisbar (FREUND 1994, KRAMM 1978, MOHR 1990). Mit dem Nachweis erster Roggenpollenkörner ist allerdings nicht immer direkt auf eine Reinkultur dieser Getreideart zu schließen, da *Secale cereale* eine vielfach höhere Pollenproduktion aufweist als andere Getreidearten. Die geringe eisenzeitliche Verbreitung bestätigt, daß sich der Roggen zunächst als Getreideunkraut langsam nach Nordwesten ausgebreitet hat und nicht bewußt gesät, zunächst wohl aber mitgeerntet wurde (BEHRE 1992). Die dominierende Rolle des Roggens als Hauptbrotgetreide wird allerdings erst während der mittelalterlichen Siedlungsperiode erreicht (s. Kap. D.2.8.1.2).

2.7 Römische Kaiserzeit

Die paläobotanischen Untersuchungen zu den römerzeitlichen Pflanzenfunden aus den archäologischen Ausgrabungen zur „Varus-Schlacht“

2.7.1 Der kulturhistorische Kontext

Der archäologische Begriff „Römische Kaiserzeit“ beschreibt einen Zeitraum der Kulturgeschichte, der um Christi Geburt begann und um 375 n. Chr. endete. Zwar hat der größte Teil Nordwestdeutschlands nie zum römischen Weltreich gehört, doch Importfunde belegen Handelsverbindungen zwischen dem römischen Imperium und dem freien Germanien. Römer und Germanen gerieten in engeren Kontakt, als es Gaius J. Caesar zwischen 58 und 52 v. Chr. gelang, Gallien zu erobern und damit die Grenze des römischen Imperiums an den Rhein zu verlegen. Kaiser Augustus (31 v. -14 n. Chr.) unternahm nach der Stabilisierung seiner Herrschaft den Versuch, das römische Herrschaftsgebiet bis zur Elbe auszudehnen und eine germanische Provinz zu schaffen (SCHWARZ 1991). Nach der Niederlage des römischen Statthalters Publius Quinctilius Varus wurde dieses Ziel jedoch endgültig aufgegeben. Ein Täuschungsmanöver lockte 9 n. Chr. ein römisches Heer unter dem Befehl des Varus in einen Hinterhalt. Drei Legionen, drei Alen und sechs Kohorten wurden von den Cheruskern und anderen germanischen Stämmen unter der Führung des Arminius vernichtend geschlagen. Nach dem heutigen archäologischen Forschungsstand gilt der Kalkrieser Berg als historischer Schauplatz dieser militärischen Auseinandersetzungen (SCHLÜTER 1993, SCHLÜTER 1996).

Im Zuge dieser Niederlage blieb Nordwestdeutschland ein Bestandteil der *Germania libera*, und die nördliche Rheinlinie wurde für die nächsten vier Jahrhunderte zur Grenze zwischen dem römischen Weltreich und dem freien Germanien. Die kulturgeschichtliche Entwicklung verlief seit diesem historischen Ereignis in sehr unterschiedlichen Bahnen.

Während die nordwestlichen germanischen Stammesgebiete rechts des Rheins keinen Anteil an dem beginnenden wirtschaftlichen Aufschwung hatten, setzte im römischen Teil Germaniens eine allgemeine Wirtschaftsbelebung ein, die eine umfassende Landschafterschließung und Landschaftsumgestaltung zur Folge hatte. Diese wurde beispielsweise von zahlreichen römischen Stadtgründungen und der Anlage fester Verkehrswege sowie vor allem von der Einführung neuer Landwirtschafts- und Produktionstechniken in Form des sog. *Villa Rustica*-Systems gekennzeichnet. Dennoch gab es auch in den folgenden Jahrhunderten zahlreiche Kontakte und Beziehungen zwischen Römern und Germanen, in deren Spannungsfeld auch erstmals in größerem Umfang ethnographische und geographische Berichte antiker Autoren über das rechtsrheinische, germanische Gebiet entstanden.

Wertvolle Aussagen über die Landschaftsverhältnisse und landwirtschaftlichen Produktionsverhältnisse im römischen Kernraum der *Romana magna* aus der Zeit vom 1. Jahrhundert v. Chr. bis zum 5. Jahrhundert n. Chr. liefern die Schriften der römischen Agrarschriftsteller wie Tacitus, Columella, Cato und Plinius. Aus dem Bereich der *Germania libera* fehlen entsprechende Schriftquellen; so ist über die Landschaftsstruktur und Siedlungsdichte der *Germania libera* besonders im nordwestdeutschen Raum bislang wenig bekannt (HÖVERMANN 1990). Die historischen Nachrichten antiker Gelehrter über das „entfernt liegende, schwer zu bereisende und weitgehend unbegreifliche barbarische Land“ sind zumindest lückenhaft und politisch gefärbt (SCHWARZ 1991).

Grundlage des germanischen Siedlungswesens waren in Nordwestdeutschland offenbar kleine bäuerliche Gemeinwesen oder Einzelhofsiedlungen, wie sie beispielsweise in den Siedlungen von Ülsby, Archsum oder der Feddersen Wierde deutlich werden (KÖRBER-GROHNE 1967, KROLL 1980, KROLL 1987). Über die germanischen Siedlungsformen in

den Mittelgebirgslandschaften, ihre räumliche Dichte und Vernetzung ist dagegen kaum etwas bekannt (WILLERDING 1992a).

Die Vegetations- und Siedlungsentwicklung im niedersächsischen Bergland und den benachbarten Gebieten zur Römischen Kaiserzeit wird bislang fast ausschließlich durch palynologische Untersuchungen erfaßt (FREUND 1994, KRAMM 1978, MOHR 1992, POTT 1982, 1984, SCHWAAR 1976, 1980, WIERMANN & SCHULZE 1986).

Die archäologischen Ausgrabungen auf dem „Engter Esch“ erbrachten den Nachweis einer Siedlung der Römischen Kaiserzeit, die vermutlich auch zur Zeit der römisch/germanischen Auseinandersetzungen am Kalkrieser Berg existiert hat. Die vorrömische eisenzeitliche Siedlung auf dem „Oberesch“ in Kalkriese ist dagegen ein halbes Jahrhundert vor den militärischen Auseinandersetzungen mit den Römern erloschen (ROST-WILBERS-ROST 1992, WILBERS-ROST 1991).

In Zusammenhang mit den archäologischen Ausgrabungen zur „Varus-Schlacht“ in Kalkriese konnten 2000 Jahre alte Pflanzenreste geborgen werden, die hinsichtlich ihres guten Erhaltungszustandes aus paläoethnobotanischer Sicht eine Besonderheit darstellen. Die Fundumstände und der kulturhistorische Kontext der archäologischen Grabungen sind für die Interpretation des Fundgutes und für die Rekonstruktion der römischen und germanischen Umwelt bedeutsam, so daß im folgenden näher auf diese archäologischen und kulturhistorischen Zusammenhänge eingegangen werden soll.

2.7.2 Der archäobotanische Forschungsstand

Die paläoethnobotanische Untersuchung von prähistorischen Pflanzenresten, die oftmals bei archäologischen Grabungen geborgen werden, bilden die Grundlage für die Rekonstruktion der Geschichte von verschiedenen Kulturpflanzen und ihrer Nutzung, wobei auch Erkenntnisse zur Geschichte der Unkräuter sowie zur Entstehung und Entwicklung der prähistorischen und historischen Landwirtschaft gewonnen werden (WILLERDING 1992b).

Allerdings ist bei der Auswertung von fossilen Funden abzuwägen, in welchem Umfang das Fundbild der zugrundeliegenden, tatsächlichen Umwelt entspricht. Das jeweilige Fundbild ergibt sich dabei aus einem vielfältigen Gefüge von unterschiedlichsten Faktoren. Hier spielen spezifische Eigenschaften der Pflanzen wie z.B. die Diasporenanzahl, die Wuchshöhe und die ortsspezifischen Standortansprüche eine ebenso wichtige Rolle wie die speziellen Anbau- und Ernteverfahren der verschiedenen bäuerlichen Kulturen. Die Interpretationsmöglichkeiten werden in diesen Zusammenhang jedoch oftmals durch die am Entstehungsort bzw. Ablagerungsort gegebenen Erhaltungsbedingungen, die Erhaltungsfähigkeit der Pflanzenreste, die angewendeten Erntetechniken und die möglichen Reinigungsverfahren des Erntegutes eingeschränkt (WILLERDING 1971, 1988a, 1991).

Allgemein ergeben sich günstige Erhaltungsbedingungen überall dort, wo die Lebensbedingungen remineralisierender Mikroorganismen durch Sauerstoffmangel, meist infolge eines Überangebotes von Wasser, stark eingeschränkt werden. Aber auch bei vollständigem Fehlen von Wasser können Pflanzenreste erhalten bleiben, wie beispielsweise Funde aus ariden Gebieten oder die in trockenem Baumaterial zu findenden Pflanzenreste in den Fachgewerken mitteleuropäischer Holz- und Fachwerkhäuser zeigen (SCHOSKE et al. 1992, WILLERDING 1991).

Die Anwesenheit biozid wirksamer Metallionen bietet ebenfalls günstige Voraussetzungen für die Erhaltung von Pflanzenresten, wie die Pflanzenrestfunde aus Kalkriese veranschaulichen. In den Ablagerungen linienbandkeramischer Trockenbodensiedlungen fin-

Autor	Ort/Anlage	Angab. d. Autoren z. Probenmaterial	zeitl. Einordnung	Erhaltungszustand	Auswahl aus dem römerzeitlichen Fundspektrum/Besonderheiten
Baas, 1951	Saalburg, Kastell	Brunnenverfüllung	RKZ	unverkohlt	Nachweis der römischen Obstkultur
Baas, 1971	Mainz, Siedlung	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Baas, 1974	Rottweil, Vicus	Brunnenverfüllung	1.-2. Jh.n.Chr.	unverkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Baas, 1979	Butzbach, Limeskastell	Brunnenverfüllung	RKZ	unverkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Behre, 1970	Boomburg/Hatzum, Siedlung	Siedlungshorizonte	RKZ	unverkohlt	Makrorest- u. Pollenanalyse
Behre, 1972	Jemgumkloster/Ems Wurtensiedlung	Mistlagen, Siedlungsablagerung	um Chr. Geb.	unverkohlt	Spuren d. Kulturpfl. <i>Linum usitatissimum</i> , <i>Vicia faba</i> , <i>Triticum dicoccum</i> , <i>Camelina sativa</i>
Behre, 1976 b	Tofting/Eider, Warft	Siedlungshorizont	2-5. Jh.n.Chr.	unverkohlt	<i>Vicia faba</i> als wichtigste Kulturpflanze erfasst
Behre, 1977	Bentumer Siel Flachsiedlung Pogum	Siedlungsablagerung	1.-2. Jh.n.Chr.	unverkohlt/ verkohlt	s. Behre 1972, keine Spuren von Winterviehhaltung
Bertsch, 1940	Bregenz, Siedlung	X	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
Dieckmann, 1997	Kalkriese, Schlachtfeld	Bodenschichten	1. Jh.n.Chr.	unverkohlt	einzigartige Trockenkonservierung: <i>Avena sativa</i> , <i>Pisum sativum</i> , Untersuchungen noch nicht abgeschlossen
Frahm et al, 1987	Krefeld-Hüls, Siedlung	Brunnenverfüllung	RKZ	verk./unverk.	Getreidevorräte
Frank u. Stika, 1988	Ellingen bei Weißenburg, Kastell, Sablonetum	Brunnenverfüllung	2-3. Jh.n.Chr.	unverkohlt	s. Körber-Grohne u. Piening 1983, Erstnachweis von Kernen der Zuckerrübe (<i>Cucumis melo</i>)
Fröschele, 1988	Osterburken, Weihebezirk	X	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
Hinz, 1951,1954	Westerrohrstedt	X	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
Hofmann, 1983/84	Straubing-Mader, Hafen	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Hopf, 1963	Altkalkar	X	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
Hopf, 1966	Lampoldshausen, Siedlung	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Hopf, 1979	Passau, Kastell	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Hopf, 1982	Mainz, Siedlung	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Hopf, 1982	Haltern, Legionslager	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Hopf u. Schiemann 1952	Xanten, röm. Stadt	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Jäger, 1969	Klein-Kedingshagen	Bodenschichten	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
Knörzer, 1966	Essen-Überruhr	Bodenschichten	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
Knörzer, 1967b	Aachen, röm. Stadt	Bodenschichten	RKZ	verk./unverk.	Kultur- und Wildpflanzen
Knörzer, 1970	Neuss, Legionslager	verkohlt. Bodensch.	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Knörzer, 1971	Kiesgrube Friesheim, Landkr. Euskirchen, Villa rustica	Bodenschichten, Druschabfall	3. Jh.n.Chr.	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Knörzer, 1973	Butzbach, Limeskastell	Brunnenverfüllung	RKZ	verk./unverk.	Kultur- und Wildpflanzen
Knörzer, 1979 a	Dormagen, Reiterlager	Mistlagen	2. Jh.n.Chr.	verkohlt	Nachweis hochwüchsiger Wiesenpflanzen
Knörzer, 1979 b	Harff/Kaster, Villa rustica	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Knörzer, 1981	Xanten, röm. Stadt	Bodenschichten	1. Jh.n.Chr.	verkohlt	1. Roggenfund, Reste von Heupflanzen, Getreidevorräte
Knörzer, 1987	Köln, milit. u. zivile Anlage	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Knörzer u. Meurers-Balke	Hambach, Villa rustica	Brunnenverfüllung	2. Jh.n.Chr.	unverkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
König, 1989	Piesport/Mosel	Brunn./Grubenmat.	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
König, 1991	Wederath, Gräberfeld	Grubenmaterial	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen, u.a. Erbse und Saathafer
Körber-Grohne, 1967	Feddersen-Vierde, Wurtensiedlg.	Siedlungsablagerung	1. Jh.v.Chr. 4./5.Jh.n.Chr.	unverkohlt/ verkohlt	Nachweis von Färberwaid (<i>Isatis tinctoria</i>)
Körber-Grohne u. Piening	Bondorf, Villa rustica	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Körber-Grohne u. Piening	Welzheim, Limeskastell	Brunn./Grubenmat.	2.-3. Jh.n.Chr.	verkohlt	Nachweis von Arten des Wirtschaftsgrünlandes
Körber-Grohne u. Rösch,	Mainhardt, Lagerdorf des Limeskastell	Brunnenverfüllung	RKZ	unverkohlt	Nachweis von Grünlandpflanzen

Tab. 4: Ausgewählte Fundorte römerzeitlicher Pflanzenreste in Deutschland; es bedeuten: verk. = verkohlt; unverk. = unverkohlt; x = keine Angaben.

Autor	Ort/Anlage	Angab. d. Autoren z. Probenmaterial	zeitl. Einordnung	Erhaltungszustand	Auswahl aus dem römerzeitlichen Fundspektrum/Besonderheiten
Kroll, 1980	Ülsby	Vorratsgrube	1. Jh.n.Chr.	verkohlt	Getreidevorräte
Kroll, 1980, 1987	Archsum/Sylt, Siedlung	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Nachweis von Gerste, Hafer, Lein <i>Camelina sativa</i> , <i>Linum usitatissimum</i> , <i>Triticum dicoccum</i>
Küster, 1989	Oberstimm, Kastell und Hafenanlage	Uferbefestigung, torfiges Material	1.-2. Jh.n.Chr.	unverkohlt	Makrorest- und Pollenanalysen
Küster, 1992	Langenhain, Lagerdorf	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Küster, 1995	Oberndorf, Siedlung	Brunnenverfüllung	RKZ	verk./unverk.	Nachweis v. Breitsame (<i>Orlaya grandiflora</i>)
Küster, 1995	Kellmünz, Siedlung	Brandhorizont	spätromisch	verkohlt	fundreiche Getreideproben
Küster, 1995	Weißenberg, Siedlung	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	archäobot. Untersuchungen noch nicht abgeschlossen
Küster, 1995	Großsohrheim, Siedlung	Bodensch./Grubenfg.	2. Jh.n.Chr.	verk./unverk.	Nachweis von Färberwaid (<i>Isatis tinctoria</i>)
Küster, 1995	Oettingen, Siedlung	Brunnensedimente	2. Jh.n.Chr.	verk./unverk.	Kultur- und Wildpflanzen
Maier, 1988	Köngen, Kastell	Brunnenverfüllung	2. Jh.n.Chr.	unverkohlt	Nachweis d. röm. Obst- u. Gartenkultur
Neuweiler, 1935	Weissenfelde, Flachsiedlung	Backofen	um Chr. Geb.	verkohlt	Getreidevorrat
Piening, 1982	Lampoldshausen, Siedlung	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Piening, 1982	Oberkochen, Siedlung	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Piening, 1986	Büchel b. Cochem, Grabhügel	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Piening, 1988 b	Bad Dürkheim, Gutshof	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Getreidevorräte
Scheer, 1955	Tofting/Eider, Warft	Siedlungshorizont	2.-5. Jh.n.Chr.	unverkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Schiemann, 1957	Frehne	Siedlungshorizont	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Schiemann, 1957	Kablow	Siedlungshorizont	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Schroeder, 1971	Bitburg-Prümm, Siedlung	Brunnenverfüllung	1.-2. Jh.n.Chr.	unverkohlt	1. Fund d. Heilpflanze <i>Chrysanthemum parthenium</i> , Makrorest- und Pollenanalyse
Stika, 1996	Baden Baden, Stadt	Bodenschichten	1. Jh.n.Chr.	verk./unverk.	Kultur- und Wildpflanzen, unverkohlte Holzreste
Stika, 1996	Mundelsheim, Villa rustica	Brunn./Grubenmat.	2. Jh.n.Chr.	verk./unverk.	Kultur- und Wildpflanzen
Stika, 1996	Gerlingen, Villa rustica	Bodenschichten	2. Jh.n.Chr.	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Stika, 1996	Nürtingen-Oberensingen, Villa rustica	Bodenschichten	2.-3. Jh.n.Chr.	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Stika, 1996	Rainau-Buch, Kastellvicus	Brunnenverfüllung	2.-3. Jh.n.Chr.	verk./unverk.	Kultur- und Wildpflanzen
Stika, 1996	Riegel, Handwerksbetrieb	Brunnenverfüllung	2.-3. Jh.n.Chr.	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Stika, 1996	Rottweil, Vicus	Brunnenverfüllung	1.-2. Jh.n.Chr.	unverkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Stika, 1996	Sindelfingen	Brunnenverfüllung	2.-3. Jh.n.Chr.	unverkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Stika, 1996	Stettfeld, Vicus	Brunnenverfüllung	2.-3. Jh.n.Chr.	verk./unverk.	Kultur- und Wildpflanzen
Stika, 1996	Waldürn, Vicus	Brunn./Grubenmat.	2.-3. Jh.n.Chr.	verk./unverk.	Kultur- und Wildpflanzen
Werneck, 1954	Lorch, Lauriacum, Vicus	X	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
Werneck, 1956	Stellfelder, Vicus	X	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
Werneck, 1956	Weyregg	X	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
van Zeist, 1967	Wijster, Siedlung	X	RKZ	X	Kultur- und Wildpflanzen
Willerding, 1960	Göttingen	Kiesgrube/Auelehm	331 v.Chr.-24 n.Chr.	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Willerding, 1966	Göttingen	Abfallgruben	3.-1.Jh. v.Chr.	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Willerding, 1978	Kempten, Gräberfeld	Bodenschichten	RKZ	verkohlt	Kultur- und Wildpflanzen
Willerding, 1987	Nersingen, Kleinkastell	X	RKZ	verkohlt	Holzkohlen

den sich dagegen meist nur verkohlte Pflanzenreste (KNÖRZER 1967a, KARG 1988, MEYER & WILLERDING 1961, WILLERDING 1988b), wie auch in Vorratsgruben unterschiedlichster Zeit (PIENING 1988A, SCHULZE-MOTEL & KRUSE 1965).

Besonders erhaltungsgünstige Ablagerungsbedingungen für unverkohltes Pflanzenmaterial bieten die Marschen- und Wurtensiedlungen der Nordsee und des küstennahen Bereiches. Untersuchungen von KÖRBER-GROHNE (1967), VAN ZEIST (1974) und BEHRE (1972, 1976b) haben wesentlich zur Erforschung der mit dieser Siedlungsform verbundenen Landnutzung beigetragen.

Brunnenverfüllungen, Kloaken oder Abfallgruben als punktuelle Feuchtablagerungsplätze mitten im urbanen Siedlungsbereichen bieten ebenfalls günstige Nachweismöglichkeiten für eingelagerte Pflanzenreste (KNÖRZER 1975).

Die Tabelle 4 gibt einen kurzen Überblick über ausgewählte Fundorte römischer Pflanzenreste in Deutschland. Es lassen sich deutliche Fundschwerpunkte im Rheinland und in Süddeutschland entlang des Limes und der Donau erkennen. Nur wenige Fundpunkte liegen außerhalb der *Germania romana*. Ebenso finden sich die Fundorte der Pflanzenreste vielfach in Zusammenhang mit römischen Kastellen oder römischen Landgütern (*Villa rustica*). Unverkohltes Pflanzenmaterial stammt in den meisten Fällen aus Gruben- und Brunnenverfüllungen; bei Funden aus Bodenschichten liegt das Pflanzenmaterial ausschließlich im verkohlten Zustand vor.

Kalkriese ist der einzige Fundpunkt in der *Germania libera*, in dem trockenkonservierte, römische Pflanzenreste geborgen werden konnten, die mit römisch-germanischen Kampfhandlungen in Zusammenhang stehen.

2.7.3 Der archäologische und archäobotanische Fundzusammenhang der Kalkrieser Pflanzenfunde

Neben den inzwischen fast 2600 geborgenen, römischen Fundobjekten wurde bei den archäologischen Ausgrabungen zur „Varus-Schlacht“ auf dem sog. Oberesch von Kalkriese auch eine künstliche Anschüttung ergraben, die als Teil einer germanischen Wallanlage gedeutet wird. Nach der archäologischen Rekonstruktion des Grabungsbefundes bestand diese Anlage aus einem etwa 5 m breiten und 2 m hohen Sodenwall, der offenbar an einem topographisch günstigen Vorsprung des Kalkrieser Berges angelegt worden war, wo die vorgegebene natürliche Engpaßsituation von den Germanen militärisch ausgenutzt werden konnte (WILBERS-ROST 1993). Die römischen Funde liegen heute unter einem etwa 1 m mächtigen, braunen Plaggenesch mit einem 10 bis 20 cm starken Podsolierungshorizont (s. Kap. B.3.2.1), der als ehemalige römische Bodenoberfläche interpretiert wird (SCHLÜTER 1991).

Im direkten Vorfeld dieses germanischen Walls wurden bei den Ausgrabungen die Skelettreste eines römischen Zugtieres freigelegt, die nach osteologischen Untersuchungen als Maultierknochen identifiziert werden konnten. Neben Teilen der ehemaligen Anschirung enthielt das Fundensemble auch eine aus Bronze gefertigte Metallglocke, die aufgrund des Fundzusammenhangs und der am Metallobjekt erkennbaren Schleifspuren und Flickstellen archäologisch als sekundäre Abdeckung einer schadhaft gewordenen Wagendeichsel gedeutet wurde (ROST & WILBERS-ROST 1993).

Der Innenraum dieser Metallhülse war randlich mit Pflanzenmaterial ausgefüllt, das vermutlich als Umwicklung für die hölzerne Spitze einer Wagendeichsel diente (Abb. 33, im Farbteil). Diese Deichsel ist, wie auch alle übrigen Teile des römischen Wagens, nicht erhalten.

Ursprünglich handelte es sich bei der Metallhülse um eine Tierglocke, die man, ähnlich wie in späteren Zeiten, Pferden oder Rindern um den Hals hängte. Inseitig konnten noch am unteren linken Ecke des Glockenrandes Eisenreste des ehemaligen Klöppels gefunden werden (Abb. 33, im Farbteil). Offensichtlich wurde die Tierglocke einer Sekundärverwendung zugeführt. Eine Verwendung des Pflanzenmaterials als Stopfmittel zur Unterdrückung der Glockentöne, wie von DRESCHER (1998) beschrieben, erscheint angesichts der geschilderten Fundumstände sowie aufgrund der kreisrunden, schichtweisen Anordnung der Pflanzenreste im peripheren Bereich der Metallglocke als unwahrscheinlich. Das Pflanzenmaterial war vor seiner Entnahme eng an den Rand der Bronzeglocke gepreßt; der zentrale Bereich ist völlig frei von größeren Halmen und Stengeln geblieben (Abb. 33 und 35, im Farbteil).

Aus paläobotanischer Sicht ist dies nur möglich, wenn sich in diesem Hohlraum ehemals ein länglicher Gegenstand befand, der das Nachrutschen des Pflanzenmaterials in den Innenraum verhinderte. Insofern erscheint die archäologische Rekonstruktion einer Verwendung der Tierglocke als Abdeckung einer Deichsel durchaus plausibel.

Bei den archäologischen Konservierungsarbeiten der Bronzeglocke wurden die Pflanzenreste herauspräpariert, die vor allem durch die Einwirkung biozid wirkender Kupferionen fast 2000 Jahre in der Glocke erhaltengeblieben sind (Abb. 34, im Farbteil). Der strohartige Charakter dieser trockenkonserviert wirkenden Pflanzenteile erinnert dabei an Erhaltungsbedingungen, wie sie ansonsten eher im vorderasiatischen sowie im mediterranen Raum zu finden sind. Unter den humiden Klimabedingungen Nordwestdeutschlands stellen die Pflanzenfunde von Kalkriese somit eine Rarität dar.

Nach den schon erwähnten bodenkundlichen Untersuchungen von LIENEMANN & TOLKSDORF-LIENEMANN (1992) war die Umgebung dieser Fundstätte zu römischer Zeit gänzlich anders gestaltet, als dies heute der Fall ist. Die erstellte Rekonstruktion der ehemaligen Bodenoberfläche aus tiefeingeschnittenen Bachtalungen, kleineren Erosionsrinnen und flachen Mulden zeigt, daß die damalige Geländesituation für einen geordneten militärischen Truppendurchmarsch offensichtlich ungeeignet war. Zusätzliche Hindernisse entstanden in römischer Zeit auch durch die damaligen staunassen Böden, die die Ausläufer des Kalkrieser Berges bedeckten und sich zwischen den Bachtälern weit in die Niederungen vorschoben. Daneben erschwerten die schluffgefüllten Senken, die aus dem Bereich der Niederung in die schräg einfallenden Hangsandflächen hineinragten, zusätzlich die Bewegungsmöglichkeiten der römischen Heereskontingente. Diese Bereiche der Kalkrieser-Niewedder Senke sind seit dem späten Mittelalter starken anthropogenen Veränderungen unterworfen gewesen, die vor allem mit der bis ins frühe Hochmittelalter zurückreichenden Plaggenwirtschaft in Zusammenhang stehen. Infolge des mittelalterlichen Bodenauftrages ist das natürliche und ehemals reich strukturierte Kleinrelief weitgehend nivelliert worden (vergl. Abb. 6).

Der germanische Wall war hinsichtlich seiner Lage, parallel zum Nordhanggefälle des Kalkrieser Berges, strategisch in diese schon beschriebenen naturräumlichen Gegebenheiten eingepaßt, um den römischen Truppen den Durchgang durch das nur schwer befahrbare Gelände zusätzlich zu versperren (vergl. Abb. 7). Im Verlaufe des Kampfgeschehens stürzte nach den bisher vorliegenden archäologischen Untersuchungen das römische Zuggespann im Vorfeld des Walles um und wurde von überkippendem Bodenmaterial begraben. Dadurch gelangten Teile des Zugtieres und die unfunktionierte Bronzeglocke rasch unter Luftabschluß und konnten auf diese Weise erhalten bleiben. Im Innenraum der Glocke, in dem sich ehemals der Schaft der hölzernen Wagendeichsel befand, bildete sich ein sanderfüllter Raum aus, nachdem die Deichsel selbst herausgezogen worden war (ROST & WILBERS-ROST 1993).

Neben Blättchen, Wurzelresten und Stengelfragmenten sind in der Pflanzenumwicklung auch vollständige Blütenstände und eine Vielzahl von Samen erhalten geblieben. Insgesamt ist das Artenspektrum mit 9 verschiedenen Spezies aber sehr eingeschränkt; auffällig ist jedoch der hohe Anteil an hochwüchsigen und windenden Arten, wie beispielsweise die gefundenen Pflanzenreste von Saathafer (*Avena sativa*) und Erbse (*Pisum sativum*) sowie von Ackerwinde (*Polygonum convolvulus*) belegen. Man kann aufgrund dieses eingegengten Fundspektrums vermuten, daß bewußt solche hochwüchsigen und windenden Pflanzen zur Umwicklung der Holzdeichsel verwendet worden sind. Zusammen mit den Pflanzenteilen des Saathafers und der Erbse gelangten auch die Samen und Blütenreste niedrigwüchsiger Ackerunkräuter wie solche des Ackerknäuelkrautes (*Scleranthus annuus*) oder Samenreste von Vogelknöterich (*Polygonum aviculare*) in das Fundgut (vergl. Tab. 5).

2.7.4 Die archäobotanischen Fragestellungen zu den Kalkrieser Pflanzenfunden

Das geborgene Pflanzenmaterial stellt vor dem Hintergrund der erläuterten Fundumstände nur einen recht zufälligen und eingeschränkten Ausschnitt aus der Vegetation dieser Zeitepoche dar. Insofern sind die Ergebnisse, die hier vorgestellt werden, nur bedingt mit den oft umfangreichen, paläoethnobotanischen Fundspektren von systematischen Bodengrabungen vergleichbar, wie sie bereits vielfach in Kulturschichten von römischen Kastellen oder von Villa rustica-Anlagen durchgeführt worden sind. Auf der Grundlage der Fundspektren aus solchen Grabungen können beispielsweise Erkenntnisse zur Ernährungssituation der römischen Soldaten gewonnen werden oder gar mediterrane Importe von Gewürzen und Gemüsen nach Mitteleuropa nachgewiesen werden (KUCAN 1981, KUCAN 1984, KUCAN 1992, KÖRBER-GROHNE & PIENING 1983, KNÖRZER 1987, KÜSTER 1994).

Im Gegensatz zu solchen Pflanzenrestfunden, die meist aus verkohlten oder unverkohlten Früchten und Samen bestehen, liegen bei den Pflanzenresten aus Kalkriese aber nicht nur die Diasporen, sondern mehrfach die nahezu vollständig erhaltenen Pflanzen selbst vor.

Die Qualität der Kalkrieser Pflanzenreste erlaubt nicht nur eine Fülle von paläobotanischen Detailbeobachtungen, sondern berührt auch grundsätzliche Fragestellungen wie etwa nach dem Anbau von verschiedenen Kulturpflanzen zur Zeit der römischen Expansionsphase in Nordwestdeutschland. So stellt sich beispielsweise auch die Frage, welchen Stand die römische und germanische Agrarwirtschaft jeweils um Christi Geburt in Mitteleuropa erreicht hatte. Hier interessieren Fragen nach dem Kulturpflanzenanbau und mögliche Formen einer Grünlandwirtschaft. Das römische Landwirtschaftssystem wird allgemein wegen seiner nachweislich hochwertigen Futterproduktion und Viehwirtschaft als wesentlich leistungsfähiger und effektiver als die germanische Subsistenzwirtschaft eingeschätzt (PETERS 1993). Bei einer Vollbesetzung der Reitereinheiten und des Offizierscorps ist immerhin mit vielen Hundert Pferden zu rechnen, die mit dem Heer mitgeführt wurden. Die hier gefundenen subfossilen Pflanzenreste stehen somit in einem engen Zusammenhang mit der römischen oder der germanischen Landwirtschaft. Die erstere gilt wegen ihrer hochwertigen Futterproduktion nicht nur als Grundlage für den Erfolg des römischen Ackerbaus und einer leistungsstarken Viehzucht, sondern sie ist auch als Basis für die militärische Stärke der römischen Kavallerie und des Heeres insgesamt zu sehen. Desweiteren sind mit den Funden Fragen verbunden, die mit der naturräumlichen Ausstattung des Schlachtfeldes und dem kulturhistorischen Umfeld in Zusammenhang stehen:

- Wie sind die Arten hinsichtlich ihrer heutigen Wuchsorte einzuordnen?

- Kann das Fundspektrum der Pflanzenreste Hinweise auf den Entnahmezeitpunkt geben?
- Lassen sich die gefundenen Pflanzenreste in einen kulturgeschichtlichen Zusammenhang einordnen, der vielleicht einem typisch germanischen oder römischen Kulturpflanzengut entspricht?
- Kann die Frage nach der naturräumlichen Herkunft der Pflanzenreste mit den angewandten naturwissenschaftlichen Methoden beantwortet werden?
- Geben die paläobotanischen Untersuchungen Hinweise auf den römerzeitlichen Landschaftszustand?
- War die Landschaft um Kalkriese um das Jahr 9 n.Chr. eher eine unberührte Naturlandschaft oder eine Kulturlandschaft?
- Welcher Zusammenhang läßt sich zwischen den Kulturpflanzenfunden und dem römischen Kavallerietroß herstellen?

2.7.5 Die Pflanzenfunde aus der Bronzeglocke

Aus der Verteilung der Pflanzenreste in der Füllung der Bronzekappe geht hervor, daß sich die Hauptmasse der größeren Pflanzenteile kreisförmig am Innenrand des Metallgehäuses konzentrierte (Abb. 33, im Farbteil).

Die kleineren Blattfragmente hingegen, die Halm- und Stengelbruchstücke sowie die Mehrzahl der Samen und Samenbruchstücke befanden sich vor der Entnahme des Pflanzenmaterials vorwiegend in der zentral gelegenen Sandschüttung. Eine genaue Rekonstruktion von unterschiedlichen Wicklungsprozessen war leider nicht möglich, da das strohige Pflanzenmaterial bei der archäologischen Präparation als Ganzes aus der Bronzehülle entfernt und vermischt worden war.

Die Hauptmenge des Umwicklungsmaterials besteht aus Halmen und Blättern des Saathafers (*Avena sativa*) sowie aus Stengeln und Nebenblättern der Erbse (*Pisum sativum*) (vergl. DIECKMANN, SPEIER & POTT 1998, SPEIER, DIECKMANN & POTT 1998). Einige Pflanzenfragmente waren ehemals fest mit der korrodierten Innenseite des Metallgehäuses verbacken, so daß nach ihrer Entfernung aus der Bronzekappe kleine Metallstücke an dem organischen Material haften geblieben sind.

In der Sandschüttung, vor allem aber im Umwicklungsmaterial, fanden sich sowohl zerbrochene als auch vollständige Blütenstände des Froschlöffels (*Alisma plantago-aquatica*). Neben Teilen dieser quirlig-rispig aufgebauten Blütenstände sind auch Fragmente des Blütenbodens mit kranzförmig angeordneten Samen erhalten. Außerdem befinden sich unter den Pflanzenbestandteilen, die *Alisma plantago-aquatica* zugeordnet werden konnten, vereinzelt Rispenstengel mit jeweils drei parallelnervigen Perianthblättern. Blattreste vom Froschlöffel konnten nicht gefunden werden.

Unter den kleineren Pflanzenfragmenten befanden sich mehr als 600 Bruchstücke von Farnwedeln des Frauenfarns (*Athyrium filix-femina*). Auf der Unterseite größerer Bruchstücke der Fiederblättchen ließen sich noch die halbmondförmigen Indusien über den länglich bis hufeisenförmig gehäufteten Sporangien erkennen. Die noch erhaltenen, größeren Fiederblätter sind meist spiralförmig eingerollt.

In der Sandschüttung waren neben diesen Farnwedel-Fragmenten auch die Spelzenreste sowie die meist vollständig erhaltenen Karyopsen des Saathafers enthalten. Daneben ließen sich die Samen verschiedener Wildkräuter wie *Polygonum convolvulus* und *Polygonum aviculare* sowie von *Galium aparine* und *Chenopodium album* auslesen. Das einjährige Ackerknäuelkraut (*Scleranthus annuus*) konnte in dem Fundspektrum anhand eines allerdings vollständig erhaltenen Blütenkelches nachgewiesen werden (vergl. Tab. 5).

Tab. 5: Ausgewählte Pflanzenreste aus der Bronzekappe von Kalkriese; es bedeuten: v = verkohlt; uv = unverkohlt.

Pflanzenarten:	Pflanzenreste:	Anzahl:	Erhaltungszustand:	Zeitstellung:
Bronzekappe (Römisches Zuggespann):				
	Karyopsen (bespelzt)	33	uv	9 n. Chr.
	Spelzenreste	7	uv	9 n. Chr.
	Rispenstacheln	14	uv	9 n. Chr.
<i>Avena sativa</i>	Halmbasen/Wurzelreste	4	uv	9 n. Chr.
	Halmfragmente: L= 5 - 10 cm	22	uv	9 n. Chr.
	Halmfragmente: L= 10 - 15 cm	5	uv	9 n. Chr.
	Halmfragmente: L > 15 cm	1	uv	9 n. Chr.
	Halmfragmente mit Internodienknoten	3	uv	9 n. Chr.
	Blattfragmente: L = 5 - 10 cm	40	uv	9 n. Chr.
	Blattfragmente: L= 10 - 14 cm	9	uv	9 n. Chr.
<i>Pisum sativum</i>	Samen	3	uv	9 n. Chr.
	Samenschalenfragmente	20	uv	9 n. Chr.
	Hülsenfragmente	35	uv	9 n. Chr.
	Stengelfragmente: L= 0 - 1 cm	10	uv	9 n. Chr.
	Stengelfragmente: L= 1 - 5 cm	48	uv	9 n. Chr.
	Stengelfragmente: L= 5 - 10 cm	26	uv	9 n. Chr.
	Stengelfragmente: L= 10 - 13 cm	13	uv	9 n. Chr.
	Blattfragmente: L= 1 - 2 cm	26	uv	9 n. Chr.
<i>Chenopodium album</i>	Blattfragmente: L= 2 - 4 cm	4	uv	9 n. Chr.
	Blattfragmente: L= 4 - 6 cm	2	uv	9 n. Chr.
<i>Polygonum convolvulus</i>	Samen	2	uv	9 n. Chr.
<i>Polygonum convolvulus</i>	Samen	4	uv	9 n. Chr.
<i>Galium aparine</i>	Same	1	uv	9 n. Chr.
<i>Polygonum aviculare</i>	Samen	4	uv	9 n. Chr.
<i>Sciranthus annuus</i>	Blütenkelch	1	uv	9 n. Chr.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Samen	111	uv	9 n. Chr.
	Blütenstände	59	uv	9 n. Chr.
<i>Athyrium filix-femina</i>	Fiederblattreste: < 0,5 cm	ca. 650	uv	9 n. Chr.
	Fiederblattreste: 0,6 - 1,0 cm	27	uv	9 n. Chr.
	Fiederblattreste: 1,0 - 2,0 cm	15	uv	9 n. Chr.
	Sporotrophophyllreste: 2 - 4 cm	4	uv	9 n. Chr.

2.7.6 Beschreibung der im Fundgut von Kalkriese vertretenen Arten

2.7.6.1 Saathafer (*Avena sativa*)

Der Saathafer ließ sich mit zahlreichen Pflanzenresten nachweisen (Tab.6 und Tafel 1, im Farbteil):

- Karyopsen (bespelzt)
- Spelzenreste
- Rispenstachel
- Halmbasen mit Wurzelresten
- Halmfragmente unterschiedlicher Größe
- Halmfragmente mit Internodienknoten
- Blattfragmente unterschiedlicher Größe

Die durchschnittlichen Maße der bespelzten Ährchen mit 9,1 mm Länge und 2,2 mm Breite fallen ganz in die Größenordnung, die für vor- und frühgeschichtliche Funde genannt werden (KÖRBER-GROHNE 1967).

Tab. 6: Meßwerte für die Längen-, Höhen- und Breitenmaße der Saathafer-Funde aus dem Fundgut von Kalkriese.

	Anzahl (insges.)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)		Anzahl (insges.)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)
Avena sativa					Avena sativa				
Karyopsen, (bespelzt)	33				Spelzenreste	7			
		8,8	1,9	1			6	1,5	0,3
		9,5	2,3	1,2			8	1,6	0,1
		10	2,6	1			8,9	1	0,2
		10,9	1,7	0,9			4,5	2,3	0,2
		8,8	2	0,9			6,6	1,5	0,1
		8	3	0,8			5,3	2,7	0,2
		8,8	2	1			8,4	1	0,2
		9,5	2	1,5	Durchschnitt		6,81	1,66	0,19
		11	3	1,7	Minimum		4,5	1	0,1
		8,1	2,8	1,5	Maximum		8,9	2,7	0,3
		9,1	2	1,5					
		10	2,5	2	Avena sativa				
		11,6	3,6	1,7	Rispenspindel	14	2,4	1	0,8
		10,4	2,7	1			3,8	1	0,8
		6,3	1,6	0,9			3	1	0,7
		10	2,8	1,2			3,2	1	0,8
		10,2	1,6	1,1			2,5	0,9	0,7
		8,5	2,7	1			2,5	0,9	0,7
		8,4	2	1			2,7	1	0,8
		7,4	1,5	1,3			2	0,7	0,5
		8,7	1,9	1,4			1,7	0,9	0,7
		10,1	2,6	1			1,8	0,8	0,5
		11,8	2	1,9			1,5	0,9	0,7
		9,4	2,2	0,9			1,8	0,9	0,7
		7,2	1,6	1,1			2,5	1	0,8
		10	2,3	1,4			2,5	1	0,8
		7,5	2,3	1	Durchschnitt		2,42	0,93	0,71
		9,2	1,6	1,1	Minimum		1,5	0,7	0,5
		8	2	0,9	Maximum		3,8	1	0,8
		7,3	1,5	1					
		8,6	2	1	Avena sativa				
		8,6	2	1,2	Halmbasen mit	4			
		9	1,4	1	Wurzelresten		120		
Durchschnitt		9,11	2,17	1,18			64		
Minimum		6,3	1,4	0,8			50		
Maximum		11,8	3,6	2			71		
Avena sativa cf.					Halm- u. Blattfrag-	sehr häufig max. 14 u. 16 cm lang und kleiner			
Karyopsen (bespelzt)	6				mente, Halmfrag- mit Internodial-				
		5,5	1,3	1	knoten				
		7,4	1,8	1					
		6,2	1,6	0,6					
		7,5	1,7	0,7	Internodial-	3	3		
		10,4	2,5	1,1	knoten		3		
		5	2,5	0,6			4		
Durchschnitt		7	1,9	0,83					
Minimum		5	1,3	0,6					
Maximum		10,4	2,5	1,1					

Der Saathafer ist die einzige, heute in Mitteleuropa angebaute Getreideart, bei der die Körner nicht in dichten Ähren stehen, sondern in langen Rispen hängen. Die Rispe ist normalerweise allseitswendig locker ausgebreitet und etwa 15-30 cm lang. Die Stengel der heute angebauten Hafersorten sind am Grunde meist büschelig verzweigt, oberwärts allerdings unverzweigt, aufsteigend oder aufrecht. Die aufgebaute Wurzelmasse erscheint im Verhältnis zu der bis zu 150 m großen Haferpflanze relativ klein, wobei selbst die Hauptwurzeln nur wenige cm lang sind und recht kompakt wirken.

Aus den untersuchten Fragmenten der Haferpflanzen konnten basale Halmbruchstücke selektiert werden, an denen sich kurze Wurzelreste befinden (Abb. 36, im Farbteil). Insbesondere dieser Befund verweist auf die Tatsache, daß die Pflanzen als ganzes aus dem Boden herausgerissen und noch im frischen Zustand in die Bronzetülle gelangt sein müssen.

In dem Umwicklungsmaterial fallen die stark gerieften Halmfragmente des Saathafers besonders auf. Sie sind bei der Entnahme des Materials aus der Metallhülse in Bruchstücke bis zu etwa 16 cm Gesamtlänge zerfallen. Die bei frischen Haferpflanzen glatt, kahl und glänzend erscheinenden Halme zeigen im getrockneten Zustand tiefe Längsriefungen, die auf das deutliche Hervortreten der peripheren, sklerenchymatischen Festigungsgewebe beim Austrocknungsprozeß zurückzuführen sind. Neben knotenlosen Halmfragmenten treten aber auch Bruchstücke mit verdickten und deutlich gerieften Internodialknoten auf, die meist am Knotenwulst abgebrochen sind. Im Fundgut von Kalkriese sind zudem 14 Fragmente der Rispenstiel von *Avena sativa* erhalten, von denen einige am oberen Halmende noch Rispenstielchen tragen.

Die Ährchen des Saathafers sind meist 2-, seltener 3-blütig. Die 7- bis 11-nervigen Hüllspelzen sind in der Regel länger als die Blüten. Die Deckspelze kann im frischen Zustand gelblichweiß bis gelbbraun gefärbt sein, wobei Nuancen nach Rot oder gar Schwarz auftreten können.

Zur Unterscheidung von Kornfunden der drei in Mitteleuropa vorkommenden Haferarten (Saathafer - *Avena sativa*, Flughafers - *A. fatua*, Sandhafer - *A. strigosa*) ist die Begrannung der Ährchen von besonderer Bedeutung. Unter den ausgelesenen Ährchen und Spelzen sind entsprechend den von KÖRBER-GROHNE (1994) vorgeschlagenen Unterscheidungsmerkmalen zwischen Saat- und Flughafers nur solche, die aufgrund der vorgefundenen Eigenschaften *Avena sativa* zugeordnet werden können (Abb. 37).

Während die bespelzten Ährchen des Saathafers in der Regel unbegrannnt sind, ist im Falle des Flughafers an beiden Körnern eines Ährchens eine rückständige Granne vorhanden. Zusätzlich tragen die Spelzen steife Borsten, die bei den Spelzen des Sandhafers wiederum fehlen. Allerdings ist die Begrannung hier ähnlich wie bei *Avena fatua* (vergl. HEGI 1965). Die typischen anatomischen Erkennungsmerkmale wie etwa die fehlende oder kurze Begrannung der Deckspelzen und die fehlende borstige Behaarung der Spelzenbasis sowie auch der muschelartige Bruch der Rispenstielbasen ließen die sichere Bestimmung von Saathafer zu. Saathafer und Sandhafer brechen ohne Sonderbildungen von der Rispenstiel ab, die Bruchstelle beim Saathafer dagegen ist breit oval und liegt unmittelbar unterhalb des Deckspelzenansatzes (Abb. 38).

Alle drei Haferarten (Saathafer - *Avena sativa*, Flughafers - *A. fatua*, Sandhafer - *A. strigosa*) können in unterschiedlichen Kombinationen unter der Ausbildung von Zwischenformen in paläobotanischen Fundspektren vorkommen. So konnte KÖRBER-GROHNE (1967) aus den römischen Pflanzenspektren der Feddersen Wiede sowohl Saat- als auch Flughafers mit den entsprechenden Zwischenformen identifizieren. Die Saathaferfunde aus der Feddersen Wiede waren nicht begrannnt bzw. nur mit dünner, seltener mit dicker Granne versehen. Hinweise auf die in prähistorischen und historischen Haferfunden häufige Beimischung von Flughafers (*Avena fatua*) liegen im Fundgut von Kalkriese

nicht vor. Ebenso ist aufgrund der morphologisch-anatomischen Merkmale der stets bespelzten Körner die Beimengung von Sandhafer (*Avena strigosa*) auszuschließen, wie sie beispielsweise in mittelalterlichen Getreidefunden von Middels in Ostfriesland (BEHRE 1973) oder von Archsum auf Sylt (KROLL 1987) festgestellt wurde. Der Saathafer von Rullsdorf aus der vorrömischen Eisenzeit, in der Literatur (KROLL 1980) als frühester Haferfund (2.-1. Jh. v.Chr.) beschrieben, war überwiegend begrannt.

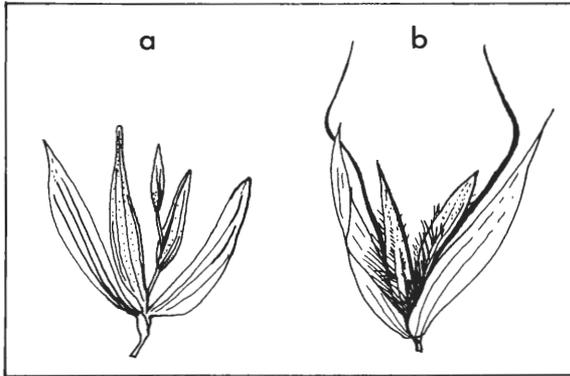


Abb. 37: Ährchen von a: Saathafer (*Avena sativa*); die Deckspelzen der Einzelblüten sind unbegrannt; b: Flughafers (*Avena fatua*); die Deckspelzen der Einzelblüten sind mit borstigen Haaren und gekniet Grannen versehen.

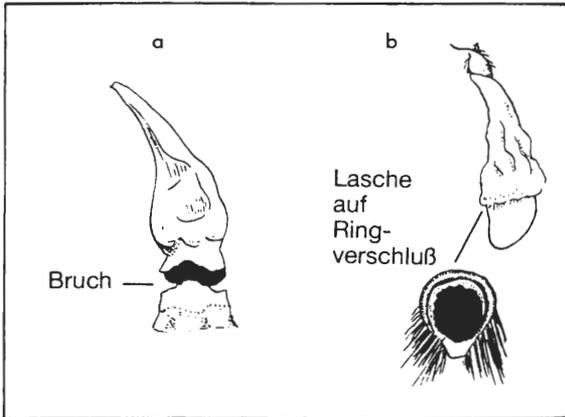


Abb. 38: Befestigungsmechanismus des Ährchens am Rispenstiel; a: Saathafer (*Avena sativa*), muschelartige Bruchstelle; b: Flughafers (*Avena fatua*), Ringverschluß mit Lasche.

2.7.6.2 Erbse (*Pisum sativum*)

Unter den Kulturpflanzenfunden von Kalkriese sind auch viele trockenkonservierte Reste von Erbsenpflanzen (*Pisum sativum*) (Tab. 7, Tafel 2, im Farbteil):

- Samen
- Samenschalenfragmente
- Hülsenfragmente
- Stengelfragmente unterschiedlicher Länge

- Stengelreste mit gefalteten Blattresten
- Blattfragmente unterschiedlicher Länge:
 - Nebenblätter, z.T. stark gefaltet mit netzförmiger Nervatur
 - Fragmente von eingerollten Blattranken
 - Kelchblätter

Tab. 7: Meßwerte der Erbsen-Funde aus dem Fundgut von Kalkriese.

	Anzahl	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)		Anzahl	Länge (cm)	Breite (cm)	Höhe (cm)
<i>Pisum sativum</i>					<i>Pisum sativum</i>				
Samen	3				Hülsenfragmente	35	0,9		
z.T. beschädigt		4,2	3,6	2,5	z.T. mit Resten		1,4		
		4,4	4,3	2,2	der Scheidewand,		1,2		
		3,5	2,1	0,5	Palenresten, Kelch-		0,9		
Durchschnitt		4,03	3,33	1,73	blättern, Hülsen-		0,8		
Minimum		3,5	2,1	0,5	basis		0,9		
Maximum		4,4	4,3	2,5			1,1		
							1		
Größe des Nabels		1,1	0,6				0,9		
		0,9	0,5				0,6		
		1	0,5				0,5		
Durchschnitt		1	0,53				0,9		
Minimum		0,9	0,5				0,6		
Maximum		1,1	0,6				0,9		
							0,4		
<i>Pisum sativum</i>							0,3		
Bruchstücke von	2						0,3		
Samenschalen							0,4		
mit Nabel							0,2		
Größe des Nabels		1	0,5				0,4		
		1	0,6				0,5		
Durchschnitt		1	0,55				0,6		
Minimum		1	0,5				0,4		
Maximum		1	0,6				0,2		
							1		
<i>Pisum sativum</i>							1		
Bruchstücke von	18						1,2		
Samenschalen							1,3		
ohne Nabel							1		
							0,7		
<i>Pisum sativum</i>							0,6		
Blattranken		sehr häufig bis zu max. vier Windungen					0,9		
							0,6		
<i>Pisum sativum</i>							0,5		
Reste der							1,2		
Nebenblätter		sehr häufig max. 5 cm lang u. kleiner			Durchschnitt		0,75		
					Minimum		0,2		
<i>Pisum sativum</i>					Maximum		1,4		
Stengel-									
fragmente		sehr häufig max. 13 cm lang u. kleiner			<i>Pisum sativum</i>				
					Kelchblätter	5			
<i>Pisum sativum</i>							0,3		
Blattranken, die		häufig max. 3,5 cm lang u. kleiner					0,3		
um das Fragment							0,5		
eines Haferstengels							0,6		
gewickelt sind							0,6		
					Durchschnitt		0,46		
					Minimum		0,3		
					Maximum		0,6		

Neben insgesamt 35 Hülsenfragmenten traten sowohl zwei vollständig erhaltene Erbsensamen als auch eine Vielzahl von zerbrochenen Samenschalen im Fundgut auf. Die Identifikation ist an dem bäuchlings deutlich erkennbaren, oval bis kreisrunden Nabel (= Hilum) leicht zu führen. Ein Same ist an der abgeflachten Seite halbseitig aufgerissen, der andere ist zentral bis median schlitzförmig geöffnet. Die Oberfläche ist jedoch weitgehend glatt und nur leicht grubchenförmig eingedellt (Tafel 2, im Farbteil). Die durchschnittlichen Maße der Samen mit 4,0 mm Länge und 3,6 mm Breite fallen ganz in die Größenordnung von Angaben für vor- und frühgeschichtliche Funde (s. hierzu: SCHIEMANN 1957, WILLERDING 1966). Die Größe dieser Samen erreicht nur etwa ein Viertel der durchschnittlichen Samengröße heutiger Kulturformen von *Pisum sativum*. Trotz insgesamt nur weniger Einzelfunde könnte dies jedoch ein Hinweis auf den Anbau primitiverer, kleinsamiger Erbsenrassen während der römischen Kaiserzeit sein, wie ihn auch KNÖRZER (1992) auf der Basis von vergleichenden Untersuchungen eisenzeitlicher Leguminosenfunde des Rheinlandes vermutet.

Die Erbse (*Pisum sativum* L.) weist im frischen Zustand einen kahlen, bläulich-grünen bis bereift wirkenden Stengel auf, dessen zwei- bis dreipaarige Fiederblätter in eine ästige Wickelranke auslaufen. Auffällig sind die großen, halbherzförmigen Nebenblätter, die zwischen 4 und 10 cm lang und 2 bis 4 cm breit werden können und damit die einzelnen Fiederblättchen an Größe übertreffen. Der untere Blattrand ist entfernt gezähnt oder ausgebuchtet (HEGI 1965). Im Gegensatz zu den meisten anderen Hülsenfrüchtlern sind diese Nebenblätter faltig eingerollt, wobei die charakteristische Netzaderung noch stärker hervortritt (Abb. 39).

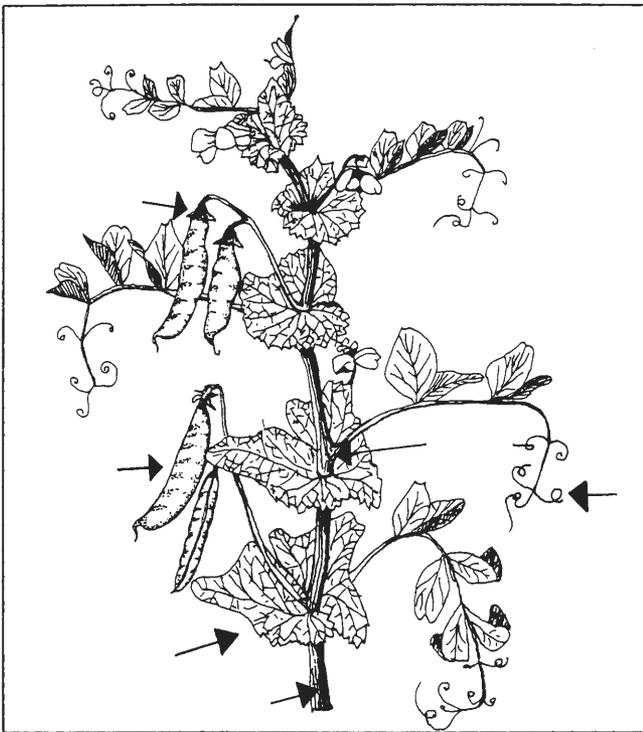


Abb. 39: Oberer Teil einer Gartenerbse (*Pisum sativum* ssp. *sativum*) mit reifen Hülsen, Nebenblättern und Blatffiederranken. Die Pfeile deuten auf die im Fundgut von Kalkriesee gefundenen Pflanzenreste der Erbse.

Im Fundspektrum von Kalkriese sind mehrere solcher trockenkonservierter Nebenblätter enthalten, die eingerollt-gepreßt oder mehrfach gefaltet vorliegen, stets jedoch an der stark hervortretenden Nervatur erkannt werden können. In einigen Fällen ist die Zähnung am Blattgrund noch erkennbar (Tafel 2, im Farbteil). Einige dieser Blattreste weisen eine Länge von 4 bis 6 cm auf. Kleinere und kleinste Bruchstücke solcher Blattreste sind vor allem in der Sandschüttung aufgetreten.

Einige Blätter sind offensichtlich bei der Entnahme des Materials zur Konservierung der Bronzekappe zerbrochen, so daß eine ganze Anzahl kleinerer Bruchstücke vorliegt.

Unter den erhaltengebliebenen Fragmenten von Blattranken, sind mehrfach gerollte Rankenfragmente mit zwei und drei Windungen keine Seltenheit. In einem Fall konnte noch das Bruchstück einer Blattranke gefunden werden, das um das Fragment eines Haferstengels gewickelt war (Abb. 40, im Farbteil).

Dieser Befund belegt, daß die Erbsen tatsächlich mit dem Hafer auf einem Feld gewachsen sein müssen. Offenbar war auch in römischer Zeit eine gemeinsame Aussaat von Hafer und Erbse gebräuchlich. Es liegt nach der bisherigen Fundlage nahe, anzunehmen, daß das Material unmittelbar aus einer Anbaukultur herausgerissen wurde, um als Umwicklungsmaterial für die Holzdeichsel zu dienen, wie auch die Funde von Wurzeln und basalen Halmbruchstücken des Saathafers belegen.

Neben einigen Samen und Samenbruchstücken liegt eine Vielzahl von Stengelfragmenten vor, die maximal bis zu 13 cm Länge aufweisen können. Die deutlich gerieften und verzweigten Stengel tragen vielfach noch die Reste von Nebenblättern, so daß sie leicht von den Halmen des Saathafers unterschieden werden können.

Vergleichbar gut erhaltene Makrorestfunde von Leguminosen sind auch aus der prähistorischen Wurtensiedlung Feddersen Wierde bekannt geworden. Die dort entdeckten Pflanzenteile stammen aus fast 2000 Jahre alten Siedlungsschichten, die in die Zeit zwischen dem 1. und dem 2. Jahrhundert n. Chr. datiert werden. Es handelt sich dabei im Gegensatz zu den Leguminosenfunden von Kalkriese jedoch um Überreste der Ackerbohne (*Vicia faba*). Neben großen Mengen von unverkohltem Bohnenstengelbruch konnten dort bis zu 7 cm große Hülsen sowie mehr als 100 verkohlte Bohnensamen geborgen werden (KÖRBER-GROHNE 1967). Die hervorragende Erhaltung der Pflanzenfunde in den organischen Wurtenschichten geht in erster Linie auf die besonderen Konservierungsbedingungen unter den feuchten und luftabschließenden Marschkleischichten zurück, die von den prähistorischen Siedlern der Feddersen Wierde zu künstlichen Wohnhügeln aufgeschichtet worden waren. Stellenweise erwiesen sich die Erhaltungsbedingungen als so gut, daß sich sogar Blütenblätter erhalten haben. Sogar das Blattgrün der Blätter oder die Farbstoffe in der Fruchtwand von Beeren ließen sich hier noch erkennen.

Größere Mengen an Bohnenstroh wurden auch in den frühmittelalterlichen Schichten der Wurtensiedlung Elisenhof an der Eidermündung (Schleswig-Holstein) entdeckt. Auch hier sind zahlreiche zerbrochene Stengel der Pferdebohnen, teils noch mit den anhaftenden Wurzelresten, sowie mehrere hundert unversehrte Hülsen von *Vicia faba* erhalten geblieben (BEHRE 1976b). Derart gut erhaltene und vor allem unverkohlte Pflanzenreste von *Pisum sativum* sind - außer den Funden aus Kalkriese - kaum gefunden worden, obwohl sich Erbsensamen über Jahrtausende im verkohlten Zustand in zahlreichen Fundplätzen Mitteleuropas erhalten können. Eine weitere Ausnahme bilden in diesem Zusammenhang vielleicht die Erbsenfunde aus der jungneolithischen Feuchtbodensiedlung Twann am Bieler See (Schweiz). Unter den verkohlten Dreschabfällen von Getreiden konnten dort die gleichfalls verkohlten Reste von Hülsenbruchstücken, von Kelchblättern und von Hülsenstengeln der Erbse sowie eine Anzahl von Nabelsträngen bestimmt werden (PIENING 1981). Vor dem Hintergrund dieser Fundlage stellen die unverkohlten,

trockenkonservierten Pflanzenreste von Kalkriese aus paläoethnobotanischer Sicht dennoch eine Seltenheit dar.

2.7.6.3 Ackerunkräuter

Zusammen mit den bislang beschriebenen Pflanzenteilen gelangten auch die Samen und Blütenreste niedrigwüchsiger Ackerunkräuter in das Fundgut (Tab. 8).

Der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*) kann im Fundgut durch zwei Samenfunde belegt werden. Die linsenförmigen Nüßchen weisen eine deutlich ausgebildete Kante auf und sind bis auf die leicht überstehende Keimwurzel in Aufsicht kreisrund. Die Griffel-seite zeigt in ihrem Zentrum eine warzenförmige Griffelnarbe. Die Gegenseite weist eine deutliche Furche auf, die bis zu deren Mitte reicht. Die schwarzglänzende Oberfläche ist beiderseits radial gerieft (KNÖRZER 1970).

Das Acker-Knäuelkraut (*Scleranthus annuus*) ließ sich ausschließlich durch einen Fruchtkelch-Fund nachweisen. Der Fruchtkelch weist zehn Furchen auf, die Kelchzähne sind dreieckig spitz, mit einem schmalen und bis zu 0,1 mm breiten Hautrand. Das Acker-Knäuelkraut ist heute ein weit verbreitetes, niedrig fruchtendes Getreideunkraut auf kalkarmen, sandigen Äckern. Nach BEHRE (1993) baut *Scleranthus annuus* eine sehr alte, heute vom Aussterben bedrohte Pflanzengesellschaft vom Typ des *Teesdalia-Arno-seridetums* auf. Aufgrund der Wuchsweise des Acker-Knäuelkraut konnte dieser Pflanzenrest nur bei einem tiefen Ernteschnitt erfaßt und in das Fundgut mit eingetragen worden sein (KNÖRZER 1992)

Das Kletten-Labkraut (*Galium aparine*) konnte mit einer rundlichen, mehr als 2 mm messenden Teilfrucht mit kreisrunder Grubenöffnung, die weniger als die Hälfte der Bauchfläche einnimmt, identifiziert werden. Der Durchmesser > 2 mm und vor allem das charakteristische dorsale Zellnetz sind nach dem Bestimmungsschlüssel von LANGE (1979) typisch für *Galium aparine*.

Tab. 8: Meßwerte der Ackerunkraut-Funde aus dem Fundgut von Kalkriese.

	Anzahl (insges.)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)		Anzahl (insges.)	Länge (mm)	Breite (mm)	Höhe (mm)
Chenopodium album					Polygonum convolvulus				
Samen	1,5				Samen	4			
		1,3	1,2	0,3			5,7	2	1,8
		1	0,9	0,2			2,2	1,7	1,5
							5,4	1,8	0,5
Galium aparine							2,5	1,5	1
Samen	1				Durchschnitt		3,95	1,75	1,2
		2,2	1,9	1,8	Minimum		2,2	1,5	0,5
					Maximum		5,4	1,8	1,2
Polygonum aviculare					Scleranthus annuus				
Samen	4				Kelch	1			
		2,1	1	0,8	ohne Kelchzähne		4	3	
		1,8	1	1	mit Kelchzähne		5	3	
		1,7	1	0,7					
		1,9	1,2	0,8					
Durchschnitt		1,88	1,05	0,83					
Minimum		1,7	1	0,7					
Maximum		1,9	1,2	0,83					

Der Windende Knöterich (*Polygonum convolvulus*) ließ sich unter den Pflanzenrestfunden mit vier Samenfunden nachweisen. Die schwarzen, gleichmäßig dreiseitigen Früchte sind in der Mitte am breitesten. Bei den hier unverkohnten Früchten sind die Seitenflächen konkav ausgebildet und zeigen eine raue Oberfläche, bei der Wäzchen auf leicht erhabenen Längsstrukturen angeordnet sind.

Der Vogel-Knöterich (*Polygonum aviculare*) ist mit vier Samen im Fundgut vertreten. Die ungleichmäßig dreiseitigen Früchte sind im basalen Teil am breitesten und laufen dann in eine apikale Spitze aus. Die unverkohlt dunkelbraune Oberfläche zeigt vorwiegend in Längsrichtung angeordnete Wäzchen (SCHOCH et al. 1988). An der Basis der Samen sind häufig die Reste der Hüllblätter erhalten.

2.7.6.4 Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*)

Sowohl in der Sandschüttung der Deichselkappe als auch im Umwicklungsmaterial der ehemaligen Holzdeichsel fanden sich Pflanzenreste des Froschlöffels (*Alisma plantago-aquatica*), (Tafel 3, im Farbteil):

- Reste der quirlig-rispigen Blütenstände, z.T. mit Resten der kelchartigen Perianthblätter
- Fragmente des Blütenbodens mit kranzförmig angeordneten Samen
- vereinzelt Rispenstengel mit jeweils drei parallelnervigen Perianthblättern
- zahlreiche Samen

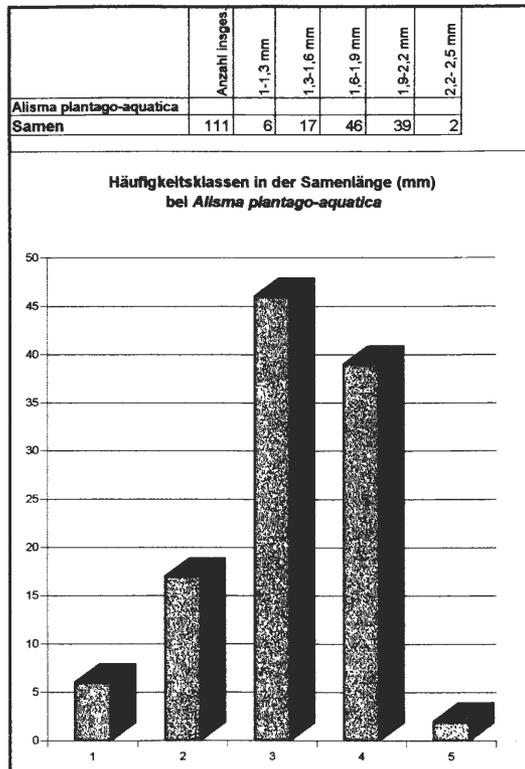


Abb. 41: Häufigkeitsklassen in der Samenlänge (mm) bei *Alisma plantago-aquatica*.

Die keilförmigen Samen von *Alisma* bestehen aus einer flachen Bauchseite mit scharfer Kante; die Rückenseite ist dagegen dicker ausgebildet und längsgefurcht, die untere Spitze ist leicht eingekerbt. Neben diesen typischen Merkmalen besitzen die Samen eine auffallende Oberflächenstruktur aus verhältnismäßig großen, in Längsreihen angeordneten hexagonalen Zellen. Entsprechend der angegebenen durchschnittlichen Samengröße von 1,2-2,0 x 0,3-0,6 x 0,3-0,7 mm, fanden sich im Fundgut von Kalkriese die meisten Samen in der Größenklasse 1,6 - 1,9 mm Länge (Abb. 41).

Die Blüte von *Alisma* ist in der Regel zwittrig und strahlig ausgebildet; gewöhnlich enthält sie sechs Staubblätter im äußeren Kreis, die paarweise vor den breiteiförmigen, stumpflichen Kelchblättern angeordnet sind. Der Fruchtknoten ist oberständig mit sechs bis vielen freien, zyklisch oder schraubig gestellten Fruchtblättern. Die Staub- und Fruchtblätter sind in mehreren Wirteln oder auch schraubig angeordnet. In einem reifen Gynaeceum sind die zahlreichen 1-samigen Nußfrüchte schraubig angeordnet und die einzelnen Früchtchen schließen keilförmig aneinander.

Aus dem Fundgut von Kalkriese ließ sich der trockenkonservierte Rest eines Stempels mit Fragmenten der kelchartigen Perianthblättern auslesen. Das Perianth der *Alisma*-Blüte ist 6-blättrig und meist in drei äußere kelchartige, grüne und drei innere kronblattartige, weiße Blätter aufgeteilt. Der aufrecht, pyramidal aufgebaute quirlig-rispige Blütenstand des Froschlöffel ist in mehrere Stockwerke gegliedert, wobei die einzelnen Quirle bis 20 cm voneinander entfernt sein können und die einzelnen Blüten auf 2 cm langen, schlanken Stielchen sitzen (HEGI 1965). Reste dieser Pflanzenteile ließen sich ebenfalls im Fundgut finden.

2.7.6.5 Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*)

Der Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*) ließ sich im Fundgut von Kalkriese mit zahlreichen kleineren Pflanzenbruchstücken nachweisen (Tab. 5, Abb. 42, im Farbteil):

- Fiederblattreste unterschiedlichster Größe
- Stengelreste des Blattwedels
- Fiederblattreste mit Sori

Die Blattspreite des Sporotrophophylls des Frauenfarns (*Athyrium filix-femina*) ist im Umriß eiförmig-lanzettlich und nach dem Grund hin verschmälert. Dabei ist die Blattspreite 2-3fach gefiedert; die Fiedern 2. Ordnung sind bis zwei cm lang, 2,5-3mal so lang wie breit und spitz, aber ohne grannenartige Zähne. Unter den Fiederblattresten fanden sich ca. 650 Fragmente, die kleiner als 0,5 cm waren, nur wenige dieser Reste sind größer als 1 cm. Die Sporotrophophyllreste trugen die für den Frauenfarn typischen länglich, hakenförmig bis geraden Sori, die bis zur Sporenreife vom einem Schleier, dem Indusium, bedeckt sind (Abb. 42, im Farbteil).

2.7.7 Die Kulturgeschichtliche Bedeutung der Pflanzenfunde von Kalkriese

Nach der geschilderten Fundsituation liegt somit die Annahme nahe, daß die Erbsen ehemals zusammen mit dem Hafer auf einer Feldflur gewachsen sind, so daß hieraus auf eine gemeinsame Aussaat beider Kulturpflanzen in der römischen Kaiserzeit geschlossen werden kann. Demnach wurden die Pflanzen, wie auch die Wurzelreste des Hafers zeigen, unmittelbar aus einer Feldflur herausgerissen, um als Umwicklungsmaterial für die Holzdeichsel zu dienen. Der hohe Anteil an sklerenchymatischem Festigungsgewebe in den Halmen und Stengeln beider Kulturpflanzen verhinderte offenbar das vorzeitige Einreißen der Pflanzenumwicklung und garantierte für einige Zeit den Halt der Gesamtstruktur aus der Bronzepakke und der Wagendeichsel (Abb. 35).

2.7.7.1 Die Rolle von Erbse und Hafer im römischerzeitlichen Kulturpflanzenpektrum

Samen und Samenbruchstücke von *Pisum sativum* haben sich in verkohltem Zustand in den Ablagerungen von zahlreichen prähistorischen und historischen Fundstätten nachweisen lassen (KÖRBER-GROHNE 1994). Für die römische Zeit konzentrieren sich solche Erbsenfunde hauptsächlich auf die Gebiete des besetzten Germaniens. So lassen sich Makroreste von *Pisum sativum* vom 1. bis ins 4. Jahrhundert n. Chr. sowohl in den Kulturschichten von ehemaligen militärischen Anlagen als auch von zivilen Siedlungen belegen (Tab. 9).

Tab. 9: Ausgewählte Fundplätze römerzeitlicher Getreide- und Leguminosenfunde in Mitteleuropa. Es bedeuten: Volle Kreise = sichere Artbestimmung; offene Kreise = Bestimmungen mit Unsicherheiten behaftet (cf.).

Fundplätze (Autor/Jahr)	Zeitstellung	Archäol. Befund	<i>Avena sativa</i>	<i>Avena spec.</i>	<i>Triticum spelta</i>	<i>Triticum dicoccum</i>	<i>Triticum monococcum</i>	<i>Triticum aestivum</i>	Hordeum vulgare	Hordeum spec.	Secale cereale	<i>Pisum sativum</i>	<i>Lens culinaris</i>	<i>Vicia faba</i>
Hafer- und Erbsenfunde in der Germania libera														
Kalkreise	9 n. Chr.	Schlachtfeld	●									●		
Ülsby (Kroll 1980)	1. Jh. n. Chr.	Siedlung	●	●					●					
Kedingshagen (Jäger 1969)	RKZ	Siedlung	●		●		●		●					
Göttingen (Willerding 1960)	4.-1. Jh v. Chr.	Siedl.-ablag.	○		○	○		●	●					
Feddersen Wierde (Körber-Grohne 1967)	1. Jh. v. Chr. - 4. Jh. n. Chr.	Wurten-siedlung	●		●		●	●						●
Weissenfelde (Neuweiler 1935)	Chr. Geburt	Flachsiedlung	●		●									
Kablow (Schiemann 1957)	RKZ	Siedlung			●				●		●	●	●	●
Göttingen (Willerding 1966)	3.-1. Jh. v. Chr.	Siedlung			●	●		●				○		
Hafer- und Erbsenfunde in der Germania romana														
Xanten (Hopf & Schieman 1952, Knörzer 1981)	RKZ	Oppidum	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Neuss (Knörzer 1970)	2.-3. Jh. n. Chr.	Legionslager	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Wederath (König 1991)	RKZ	Gräberfeld	●		●	●	●	●	●			●	●	●
Bregenz (Bertsch 1940)	RKZ	Kastell	●		●	●	●	●	●			●	●	
Lorch (Werneck 1954)	RKZ	Vicus	●		●	●	●	●	●			●	●	●
Altkalkar (Hopf 1963)	RKZ	Siedlung	●		●	●	●	●	●		●			
Dormagen (Knörzer 1979 a)	2. Jh. n. Chr.	Reiterlager	○	●	●	●			●					
Rottweil (Stika 1996)	1.-2. Jh. n. Chr.	Vicus	●		●	○	●							●
Kellmünz (Küster 1995)	4. Jh. n. Chr.	Vicus	●	●		●	●	●	●					●
Stellfelder (Werneck 1956)	RKZ	Vicus												●
Butzbach (Knörzer 1973)	2. Jh. n. Chr.	Limeskastell			●		●		●				●	
Friesheim (Knörzer 1971)	3. Jh. n. Chr.	Villa rustica			●	●	●		○			●	●	
Bondorf (Körber-Grohne & Piening 1979)	2.-3. Jh. n. Chr.	Villa rustica		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bad Dürkheim (Piening 1988)	1.-4. Jh. n. Chr.	Villa rustica			●	●	●	●	●		●	●	●	
Mundelsheim (Stika 1996)	2. Jh. n. Chr.	Villa rustica											●	
Gerlingen (Stika 1996)	2. Jh. n. Chr.	Villa rustica			●	●	●	○	●		●	●	●	●
Nürtingen/Ensing (Stika 1996)	2.-3. Jh. n. Chr.	Villa rustica		●	●	●	●	○	●			●	●	●
Stettfeld (Stika 1996)	2.-3. Jh. n. Chr.	Oppidum			●							●	●	●
Straubing (Küster 1995)	1.-2. Jh. n. Chr.	Hafen		●	●	●	○	●	●		●	○	●	●

Verkohlte Samen und Samenfragmente wurden beispielsweise in dem Legionslager Neuss (KNÖRZER 1975) und in dem Limeskastell Butzbach in Südhessen (KNÖRZER 1973) gefunden. Ebenfalls verkohlte Erbsensamen stammen aus den Kulturhorizonten von ehemaligen landwirtschaftlichen Siedlungen des 2. und 3. Jahrhunderts n. Chr., wie etwa aus Nürtingen-Oberensingen, aus Mundelsheim oder aus Gerlingen (STIKA 1996). KÖRBER-GROHNE und PIENING (1979) konnten Überreste von *Pisum sativum* auch unter den Pflanzenresten aus Bondorf identifizieren, die aus dem Grabungsmaterial eines Gutshofes der späten römischen Kaiserzeit stammen. Makrorestanalytische Nachweise von Hafer fehlen unter den römerzeitlichen Pflanzenfunden aus Bondorf.

Auch in ehemaligen städtischen Siedlungen, wie etwa dem römischen Stettfeld in Baden-Württemberg (STIKA 1996) oder in den Fundhorizonten einer Hafenanlage im bayrischen Straubing (KÜSTER 1995), konnten Überreste von Erbsenpflanzen geborgen werden. Außerhalb der ehemaligen römischen Einflußsphäre sind bislang jedoch nur wenige Erbsenfunde gemacht worden (vergl. Abb. 43). So sind zum Beispiel Samenreste von *Pisum sativum* aus einer ostgermanischen Siedlung nahe dem heutigen Kablow bei Königs-Wusterhausen bekannt geworden, die man zwischen den Überresten von Getreidespeichern aus dem 3. bis 4. Jahrhundert gefunden hat. Nach den makrorestanalytischen Untersuchungen bestand die Ernährungsgrundlage der dortigen germanischen Dorfgemeinschaft vor allem aus Gerste, Roggen und Hirse. Für den Anbau von *Pisum sativum*, *Lens culinaris* und *Vicia faba* wird dagegen zu römischer Zeit eine eigene Gartenkultur innerhalb der germanischen Siedlung angenommen (SCHIEMANN 1957). Erbsenreste treten beispielsweise auch in Siedlungsschichten des 3. bis 1. vorchristlichen Jahrhunderts auf, die in Göttingen geborgen worden sind (WILLERDING 1966). KÖRBER-GROHNE (1994) erwähnt zudem einen südlich von Hamburg gelegenen, aber nicht näher bezeichneten Fundort, der zeitlich in die römische Kaiserzeit eingeordnet wird.

Der Anbau von Hafer verstärkte sich offenbar erst in der späten Bronzezeit und in der vorrömischen Eisenzeit, nachdem er ähnlich wie der Roggen vormals die Rolle eines Unkrautes in den Getreidefeldern gespielt hatte. In Norddeutschland, in den Niederlanden und in Dänemark ist *Avena sativa* offenbar erst vergleichsweise spät in Kultur genommen worden, denn von wenigen Funden aus der älteren Eisenzeit abgesehen, gelingen die regelmäßigen Nachweise erst in den Fundspektren der römischen Eisenzeit (WILLERDING 1970, VAN ZEIST 1970, KÖRBER-GROHNE 1967). Der Nachweis für den eigenständigen Reinanbau von Saathafer gelang erstmals anhand von Getreidefunden aus Rullsdorf (Lkr. Lüneburg), wo in der Größe eines dreischiffigen Langhauses aus dem 1. Jahrhundert v. Chr. ein Saathafervorrat von 12124 verkohlten Körnern entdeckt wurde (KROLL 1980). Aus den römerzeitlichen Funden von Xanten leitet auch KNÖRZER (1966) einen Reinanbau von Hafer ab, da er unter den dort gemachten *Avena*-Funden lediglich Körner des Saathafers identifizieren konnte. Hinweise auf den Anbau von Hafer im freien Germanien sind aber auch aus antiken Schriftquellen bekannt. So berichtet der römische Schriftsteller Plinius (23-79 n. Chr.) in Zusammenhang mit den im Nordsee-Küstengebiet lebenden germanischen Stämmen, daß „die germanischen Völker den Hafer säen und keinen anderen Brei als Haferbrei“ verzehrten. Im Mittelmeerraum scheint Hafer nach Schilderungen von Galenus (190 n. Chr.) nur in Notzeiten zum Brotbacken verwendet worden zu sein, ansonsten kam ihm eher die Rolle als Grün- oder Heufutter für Tiere zu .

Der Saathafer läßt sich paläobotanisch sowohl in Fundstellen der *Germania libera* als auch in der *Germania romana* nachweisen. Interessant erscheint in diesem Zusammenhang, daß mit Ausnahme der Funde von Kalkriese bislang kein eindeutiger Nachweis für den gemeinsamen Anbau von Saathafer und Erbse in einer Feldflur gelungen ist (Abb. 43).

In der Mehrzahl der römischen Getreidefunde in Mitteleuropa dominieren vor allem die verschiedenen Getreide wie der Saatweizen (*Triticum aestivum*), der Dinkel (*Triticum spelta*) oder der Emmer (*Triticum monococcum*).

Größere Bedeutung erlangte der Saathafer im Mittelalter und in der Neuzeit, wo er zunehmend auch als Viehfutter angebaut wurde. Aufgrund der speziellen Fundverteilung von verschiedenen Getreiden im Fundgut der wikingerzeitlichen Siedlung Elisenhof nimmt BEHRE (1976b) an, daß Hafer im Frühmittelalter als Vorfrucht vor dem Anbau von Gerste verwendet wurde. Daneben sei aber auch ein gelegentlicher, absichtlicher Anbau von Hafer und Gerste im Gemenge denkbar.

Zahlreiche historische Dokumente und Aufzeichnungen belegen, daß für Futterzwecke eine Mischung aus Sommergetreiden und Linsen, Wicken oder Ackerbohnen noch bis in die jüngste Zeit gebräuchlich gewesen ist.

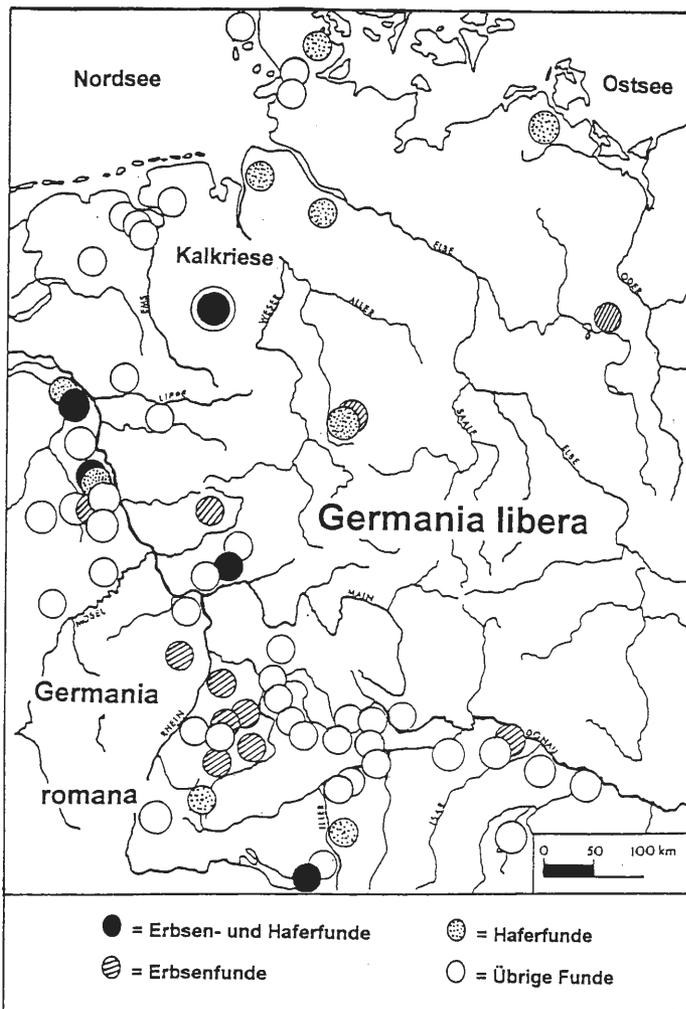


Abb. 43: Ausgewählte römische Funde von Saathafer (*Avena sativa*) und von Erbse (*Pisum sativum*) in Zentraleuropa.

So geht beispielsweise aus einem von 1832 stammendem Bericht über die Versuche zur Bodenertragssteigerung im ehemaligen Fürstentum Lüneburg hervor, daß in dieser Region Mischsaaten von Gerste, Roggen und Hafer zusammen mit Wicken oder Erbsen ausgesät worden sind (WEYHE 1836). Nach KNÖRZER (1966) ist die Verwendung von Saathafers für Futterzwecke schon für die römische Kaiserzeit anzunehmen. Wie sich aufgrund der zahlreichen römerzeitlichen Makrorestfunde von *Vicia faba* schließen läßt, scheint allerdings die Verfütterung von Pferdebohnen gebräuchlicher gewesen zu sein. Allgemein eignen sich aber auch Erbsen als Futtererbsen (*Pisum sativum* var. *arvense*) für die Viehernährung. Dies gilt nicht nur für das getrocknete Erbsenstroh, sondern auch für die Erbsensamen, wenn sie geschrotet oder gequollen werden und in der Mischung mit Heu verfüttert werden. Das Erbsenstroh konnte vermutlich vorübergehend als vollwertiger Ersatz für Wiesenheu oder als Kraftfutter für schwer arbeitende Pferde und Rinder verwendet werden. HEGI (1965) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß zumindest in der Neuzeit der gemeinsame Anbau von Futtererbsen mit Hafer zur Produktion von Kraftfutter für Zug- und Arbeitstiere betrieben wurde.

2.7.7.2 Die Pflanzenfunde von Kalkriese im Kontext der römerzeitlichen Landwirtschaft

Es liegt nahe, im Kontext mit den bisher dargestellten Fundumständen einen Zusammenhang der Hafer- und Erbsenfunde von Kalkriese mit der Ernährung von Pferden und Maultieren zu sehen, die als Zug- oder Reittiere in den Kavallerieeinheiten kurzfristig mit einem Kraftfutter effektiv zu ernähren waren. Dabei ist wohl eher eine Zufütterung wahrscheinlich, bevor die Tiere in den Feldzügen eingesetzt wurden. Die übliche Ernährung der Viehbestände im Einzugsbereich der damaligen militärischen Stützpunkte oder Siedlungen erfolgte im Normalfall wohl mit Grasheu, das auf den einschürigen Streu- und Mähwiesen gewonnen werden konnte. Nachweislich existieren in römischer Zeit in den Talauen entlang der Fließgewässer schon Streuwiesen, wohingegen auf den trockenen bis frischen Standorten Kunstwiesen angelegt worden waren (KÖRBER-GROHNE 1979, POTT 1992c, POTT 1995c, POTT 1996b, SPEIER 1996). Dabei sind Zulieferungen aus dem landwirtschaftlich geprägten Umland der Stützpunkte als wahrscheinlich anzunehmen. Auf den Heereszügen dagegen erscheint die unmittelbare Ernährung der mitgeführten Tiere auf den Offenlandflächen und Hutungen des Durchzugsgebietes sinnvoller.

Der hohe Stand der damaligen römischen Grünlandwirtschaft läßt sich allgemein aus antiken Schriftquellen erschließen, wie zum Beispiel aus den Beschreibungen der römischen Agrartechniken des Moderatus Columella, die aus der Zeit des 1. nachchristlichen Jahrhunderts stammen. Columella gibt dort nicht nur genaue Anleitungen zur Wiesenheupflege und zur Wiesenbewässerung, sondern er erläutert auch ausführlich die Aussaat von eiweißreichen Leguminosen zur Gewinnung von hochwertigem Viehfutter. Aus diesen Schilderungen Columellas wird auch deutlich, daß verschiedene Klee- und Wickensorten zur qualitativen Verbesserung des Futterbaus ausgesät wurden. In der römischen Landwirtschaft war der Anbau von proteinhaltigen Leguminosenfrüchten und kohlenhydratliefernden Gras- und Getreidesorten offensichtlich weit verbreitet. Vergleichbare Produktionstechniken werden in den germanischen Ackerbautraditionen bislang wenig vermutet.

Vor diesem Hintergrund wird die Frage nach der Herkunft der Kalkrieser Pflanzenfunde evident. Angesichts der Tatsache, daß nur wenige Erbsenfunde aus der Germania libera zu verzeichnen und die Kombination beider Kulturpflanzen eher im Bereich der Germania romana anzusiedeln sind, kann man die Herkunft des Materials in der römischen Einflußsphäre vermuten. Ob die Umwicklung bereits aus dem Umfeld der römischen Legionslager des Rheingebietes oder aus den Lipper Heerlagern stammt, läßt sich nach dem heutigen Forschungsstand kaum feststellen, zumal das agrarische Umfeld - insbesondere der ostrheinischen Legionslager - bis heute nicht geklärt ist. Für den Bereich der Germa-

nia romana galten in Bezug auf die Strukturierung des ländlichen Umfeldes sicherlich andere Verhältnisse als im germanischen Gebiet, da hier das klassische römische Landwirtschaftssystem der Villa rustica schon etabliert war. Der Begriff bezeichnet einen Gutshof, der außerhalb einer geschlossenen Ortschaft inmitten der von ihm bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen angesiedelt ist. Der römische Gutshof besteht aus einem repräsentativen Herrenhaus, Nebengebäuden für das Personal, Viehställen, Vorrats- und Gerätegebäuden sowie einer Umfriedung. Die Wirtschaftsfläche betrug im Mittel etwa 50 - 100 ha, was nach der Flächengröße etwa der heutigen EG-Norm entspräche. Ebenso wie die heutigen Landwirte waren die römischen Gutsbesitzer auf eine möglichst rationelle Produktion angewiesen, um Gewinne zu erwirtschaften (KUHNEN 1992). In einem solchen Umfeld wäre eine hochwertige Futterproduktion, wie man sie aus den Kalkrieser Funden ableiten kann, sicherlich zu suchen. Die verkohlten Pflanzenreste aus einem Stall des römischen Reiterlagers im rheinländischen Dormagen enthielten beispielsweise einen reinen Haferfund (*Avena sativa/Avena fatua*), der von KNÖRZER (1979a) als „Futtermittel für Pferde“ interpretiert wird und möglicherweise auf besonderen Haferfeldern geerntet worden war. Allerdings stellte die reine Haferfütterung in den Militärlagern anscheinend eine Besonderheit dar, denn neben dem Hafer treten in den Fundspektren regelmäßig auch Funde von Gerste (*Hordeum vulgare*) auf.

Über die Frage, ob auch im Umfeld der Lippelager vergleichbare Feldfluren vorhanden waren, aus denen Hafer- und Erbsenstroh geliefert wurde, läßt sich nur spekulieren. Von einer Agrarstruktur im Sinne eines großflächig verbreiteten Villa rustica-Systems ist sicherlich nicht auszugehen.

2.7.7.3 Zur Herkunft der Pflanzenmaterialien von Kalkriese

Vor dem Hintergrund der geschilderten Zusammenhänge stellt sich zunächst die Frage, ob der Fundort der Kalkrieser Pflanzenreste mit dem ehemaligen Wuchsort der identifizierten Arten identisch ist oder nicht. Eine Betrachtung des Fundspektrums macht deutlich, daß die im Fundgut vertretenen Pflanzen von sehr verschiedenen Standorten stammen müssen, wenn man voraussetzt, daß sich die ökologischen Ansprüche der Arten nicht verändert haben (Tab. 10).

Avena sativa und *Pisum sativum* sind, wie die bisherigen Untersuchungen gezeigt haben, ehemals nachweislich zusammen auf einer Feldflur gewachsen. Die Möglichkeit, daß die ebenfalls im Fundgut enthaltenen Pflanzenreste von *Chenopodium album* und *Galium aparine* sowie von *Polygonum convolvulus* und *Polygonum aviculare* oder von *Scleranthus annuus* aus damaligen Ruderalfluren stammen, erscheint eher unwahrscheinlich. Vielmehr könnten sie die Überreste von Unkrautfluren darstellen, welche zur römischen Zeit solche Kulturaussaaten aus Hafer und Erbsen begleitet haben. Offenbar sind einige Diasporen dieser Unkräuter bei der Entnahme der Hafer- und Erbsenpflanzen zufällig mit in die Umwicklung gelangt. Dafür spricht die Tatsache, daß mit Ausnahme eines Blütenkelches von *Scleranthus annuus* alle nachgewiesenen Ackerunkräuter nur durch wenige Samenfunde im Fundgut repräsentiert sind. Von *Avena* und *Pisum*, die zudem die Hauptmasse des Umwicklungsmaterials ausmachen, sind dagegen nahezu alle Pflanzenteile vorhanden.

Der Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*) und der Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) sind in derartigen Anbaukulturen aufgrund ihrer völlig andersartigen ökologischen Standortansprüche mit Sicherheit nicht vertreten gewesen. Der Frauenfarn ist heute sowohl in Naß- und Bruchwäldern vom Typ des *Alno-Padion* als auch in frischen Buchenwäldern und Eichen-Hainbuchenwäldern zu finden. Der Froschlöffel hingegen wächst in den Röhrichten und Seggenriedern entlang langsam fließender oder stehender Gewässer, die sich

Tab. 10: Einteilung der im Fundgut von Kalkriese vertretenen Arten nach ihren heutigen Wuchsorten.

Arten:	Standorte:	Acker	Ruderalflächen	Uferbereiche, Röhrichte	Naß- und Bruchwälder	frische Buchen- u. Hainbuchenwälder
<i>Avena sativa</i>		■				
<i>Pisum sativum</i>		■				
<i>Chenopodium album</i>		■	■			
<i>Polygonum convolvulus</i>		■	■			
<i>Galium aparine</i>		■	■			
<i>Scleranthus annuus</i>		■	■			
<i>Polygonum aviculare</i>		■	■	■		
<i>Alisma plantago-aquatica</i>				■	■	
<i>Athyrium filix-femina</i>					■	■

durch einen geringen Schlammbodenanteil auszeichnen. *Alisma plantago-aquatica* kommt aber auch an Gräben und im Uferbereich von verlandeten Altwässern im natürlichen Wuchsbereich von fließwasserbegleitenden Auenwäldern vor. Beide Arten können demnach auch gemeinsam in feuchten bis nassen Auenwäldern zu finden sein.

Im Einzugsbereich des Kalkrieser Berges sind entsprechende Vegetationsformationen von Natur aus verbreitet (s. Kap. B.5 u. B.6). Demnach ist nicht auszuschließen, daß die in der Bronzekappe vorgefundenen Pflanzenreste von *Athyrium* und *Alisma* aus Auen-, Buchen- oder Eichen-Hainbuchenwäldern entsprechend der potentiellen natürlichen Vegetation stammen, die den heutigen Waldbeständen vergleichbar sind, die sicherlich auch zur römischen Kaiserzeit in der Umgebung des Kalkrieser Berges vorgekommen sind. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß gerade an den untersuchten Pflanzenresten des Froschlöffels kleinere Metallteilchen hafteten, die den über lange Zeit engen Kontakt des Pflanzenmaterials mit der Metallhülse belegen. Diese Tatsache könnte auch ein Indiz dafür sein, daß sich die zuletzt vorgenommene Umwicklung aus den Farnwedeln von *Athyrium filix-femina* und den Blütenständen von *Alisma plantago-aquatica* zusammengesetzt hat.

Die Hafer- und Erbsenreste dokumentieren ihrerseits, daß jedoch schon vor dieser Befestigung aus Farn- und Röhrichtpflanzen eine weitere Umwicklung angefertigt worden sein muß, bei der man das Material aus einer Feldkultur mit der Ansaat beider Kulturpflanzen entnahm. Die Frage, ob dieses Material aus der Umgebung von Kalkriese stammen könnte, läßt sich weitaus schwieriger beantworten. Dazu muß kurz auf landwirtschaftlichen Produktionsverhältnisse in beiden Teilen Germaniens zur Zeit der römischen Okkupationsphase eingegangen werden.

Die Verteilung der bisher in Mitteleuropa nachgewiesenen römerzeitlichen Hafer- und Erbsenfunde macht deutlich, daß beide Arten gemeinsam bislang nur in den von Rom besetzten oder beeinflussten Gebieten nachgewiesen werden konnten (s. Abb. 44). Dies

läßt als Herkunftsgebiet für das Material aus Kalkriese zunächst eine Region vermuten, die durch eine römische Ackerbautradition geprägt wird. Für den Bereich der *Germania romana* galten in Bezug auf die Strukturierung des ländlichen Umfeldes nämlich andere Verhältnisse als in den freien germanischen Gebieten. In der *Germania romana* prägte bereits das klassische, römische Wirtschaftssystem die Landwirtschaft. In den rechtsrheinischen Provinzen kennt man diesbezüglich neben zahlreichen kleineren und mittleren römischen Gutsanlagen auch die *Villa rustica*-Höfe, die Flächen zwischen 50 und 300 ha bewirtschafteten. Oftmals übten diese Großbetriebe für die im Umland liegenden kleineren Höfe mit einer Größe von etwa 5 ha Produktionsfläche eine zentralwirtschaftliche Funktion aus. Der Bau von *Villae rusticae* im Grenzhinterland war für die Infrastruktur dieser Gebiete äußerst wichtig, da die militärischen Stützpunkte vorwiegend durch regelmäßige Nahbereichstransporte aus den ländlichen Gebieten mit Lebensmitteln versorgt werden mußten. In den obergermanischen Provinzen waren nach heutiger Kenntnis der Ackerbau und die Viehwirtschaft sowie der Anbau von Obst und Gemüse die landwirtschaftliche Grundlage, wobei im römischen Süddeutschland in erster Linie die Getreide Dinkel, Emmer und Weizen angebaut wurden. In anderen, für den Getreideanbau weniger günstigen Regionen, wie beispielsweise auf den Hochflächen der Schwäbischen Alb und den Bereichen der Flußlandschaften, spielte die Viehzucht dagegen eine größere Rolle (KUHNEN & RIEMER 1994). In einem solchen Umfeld wäre eine hochwertige Futterproduktion, wie man sie aus den Kalkrieser Funden ableiten kann, zu suchen. Allerdings stellte die reine Haferfütterung in den Militäranlagen anscheinend eine Besonderheit dar, denn neben dem Hafer treten in den Fundspektren regelmäßig auch Funde von *Hordeum vulgare* auf (vergl. Tab. 9).

Tatsächlich ist jedoch das agrarische Umfeld, insbesondere der ostrheinischen Legionslager, bis heute nicht geklärt. Im Kontext mit dem Zug der römischen Truppen durch die scheinbar befriedeten Teile Germaniens erscheint aber auch der Transport von Futterheu für viele Hundert Pferde über große Distanzen hinweg aufgrund der dafür benötigten, hohen Transportkapazitäten eher unwahrscheinlich. Daß die Umwicklung für die Deichselkappe aus vom Heer mitgeführten Hafer-Erbsenstroh angefertigt wurde, muß in diesem Zusammenhang somit wohl ausgeschlossen werden. Einschränkend muß aber auch bemerkt werden, daß dieser militärische Aspekt der römischen Futterwirtschaft bis heute kaum erforscht ist. So kommt auch die Möglichkeit in Frage, daß zumindest das Hafer-Erbsengemisch schon in den Rheinprovinzen geerntet und in der Metallhülle bis in die Kalkrieser Region transportiert wurde. Betrachtet man die Blüh- und Fruktifikationszeiten der einzelnen Arten, so kommen dafür nur die Monate Juli und August in Frage, wenn das Nebeneinander von Blütenresten und reifen Samen den vorgefundenen Verhältnissen in dem Fundgut entsprechen soll (Tab. 11).

Nur in dieser Zeitspanne blühen sowohl der Froschlöffel und das Ackerknäulkraut als auch der Saathafer; zugleich können in diesen Monaten die Erbse sowie die genannten Ackerunkräuter zur Samenreife gelangen. Setzt man voraus, daß zwischen beiden Umwicklungen eine größere zeitliche Distanz liegt, so könnte die aus Hafer und Erbsen hergestellte Wicklung frühestens im Juni des Jahres 9 n. Chr. angefertigt worden sein, der zweite Umwicklungsprozess aus Froschlöffel und Frauenfarn könnte dagegen noch im September, also unmittelbar vor Beginn der Kampfhandlungen, am Kalkrieser Berg erfolgt sein.

Demnach besteht die Möglichkeit, daß die erste Umwicklung im Einflußbereich der römischen Einflußsphäre hergestellt wurde. Die zweite Befestigung dagegen erfolgte vermutlich aus zusätzlich aufgewickelter Pflanzenmaterial, das unmittelbar aus der Umgebung der Kalkrieser-Niewedder Senke stammen könnte.

Tab. 11: Blüh- und Fruktifikationszeiten der im Fundgut von Kalkriese vertretenen Pflanzenarten

Monat:	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Arten:	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November
<i>Avena sativa</i>			■	■	■	■		
<i>Pisum sativum</i>		■	■	■	■	■		
<i>Chenopodium album</i>		■	■	■	■	■	■	
<i>Polygonum aviculare</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Polygonum convolvulus</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Galium aparine</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Scleranthus annuus</i>		■	■	■	■	■	■	■
<i>Alisma plantago-aquatica</i>		■	■	■	■	■	■	
<i>Athyrium filix-femina</i>				■	■	■	■	

Sollten die Erbsen- und Haferfunde doch aus entsprechenden Anbaukulturen einer germanisch geprägten Agrarlandschaft stammen, so wäre dies aus paläoethnobotanischer Sicht sicherlich eine neue Befundlage. Letztlich kann jedoch das Herkunftsproblem nur mit Hilfe weiterer naturwissenschaftlicher Untersuchungen gelöst werden. Der gute Erhaltungszustand der trockenkonservierten Kulturpflanzenreste eröffnet in diesem Zusammenhang beispielsweise die Möglichkeit, an dem Pflanzenmaterial molekulargenetische DNA-Analysen durchzuführen.

Diese könnten helfen, auf der Basis vergleichender, genetischer Verwandtschaftsbeziehungen verschiedene geographische Rassen von römischen und germanischen Hafer- und Erbsenkulturen zu differenzieren. Auf der Basis solcher Untersuchungen könnte die tatsächliche Herkunft der Pflanzenreste sicher geklärt werden.

2.7.7.4 Zur Frage des Offenlandcharakters der Kalkrieser Landschaft zur römischen Kaiserzeit

Alle diskutierten Varianten schließen bisher die Möglichkeit aus, daß die Kulturpflanzen Saathafer und Erbse auch im freien Germanien angebaut wurden und damit unmittelbar aus der Region stammen. Darüber hinaus macht auch die geschilderte Fundverteilung der römerzeitlichen Pflanzenreste in Mitteleuropa nach heutiger Kenntnis diese Annahme bislang eher unwahrscheinlich. Dennoch stellt sich grundsätzlich die Frage, ob es zur Zeit der Varus-Schlacht hier überhaupt Ackerflächen gegeben hat, aus denen diese Kulturpflanzen stammen könnten. Angeregt durch die historischen Überlieferungen, herrschte über lange Zeit die Vorstellung vor, die Landschaft um den Kalkrieser Berg sei zu Beginn des 1. Jahrhunderts n. Chr. eine von dichten Wäldern geprägte Naturlandschaft gewesen, so daß die Existenz einer offenen Kulturlandschaft bislang wenig in Betracht gezogen wurde. Die pollenanalytischen Untersuchungen aus dem nördlich zum Kalkrieser Berg angrenzenden Campemoor sowie die neusten Ergebnisse archäologischer Prospektionsarbeiten aus der Region widersprechen diesem Bild vom römerzeitlichen Landschaftszustand jedoch eindeutig. Vielmehr war die Landschaft am Nordrand des Wiehengebirges seit dem Neolithikum mehr oder weniger kontinuierlich besiedelt und unterlag schon seit mindestens 6500 Jahren dem menschlichen Einfluß.

Abb. 44 demonstriert, daß eine kontinuierliche Repräsentanz von siedlungsanzeigenden Pollentypen (*Cerealia*, *Fagopyrum*, *Rumex*, *Plantago*, *Artemisia*, *Chenopodium*) sowie

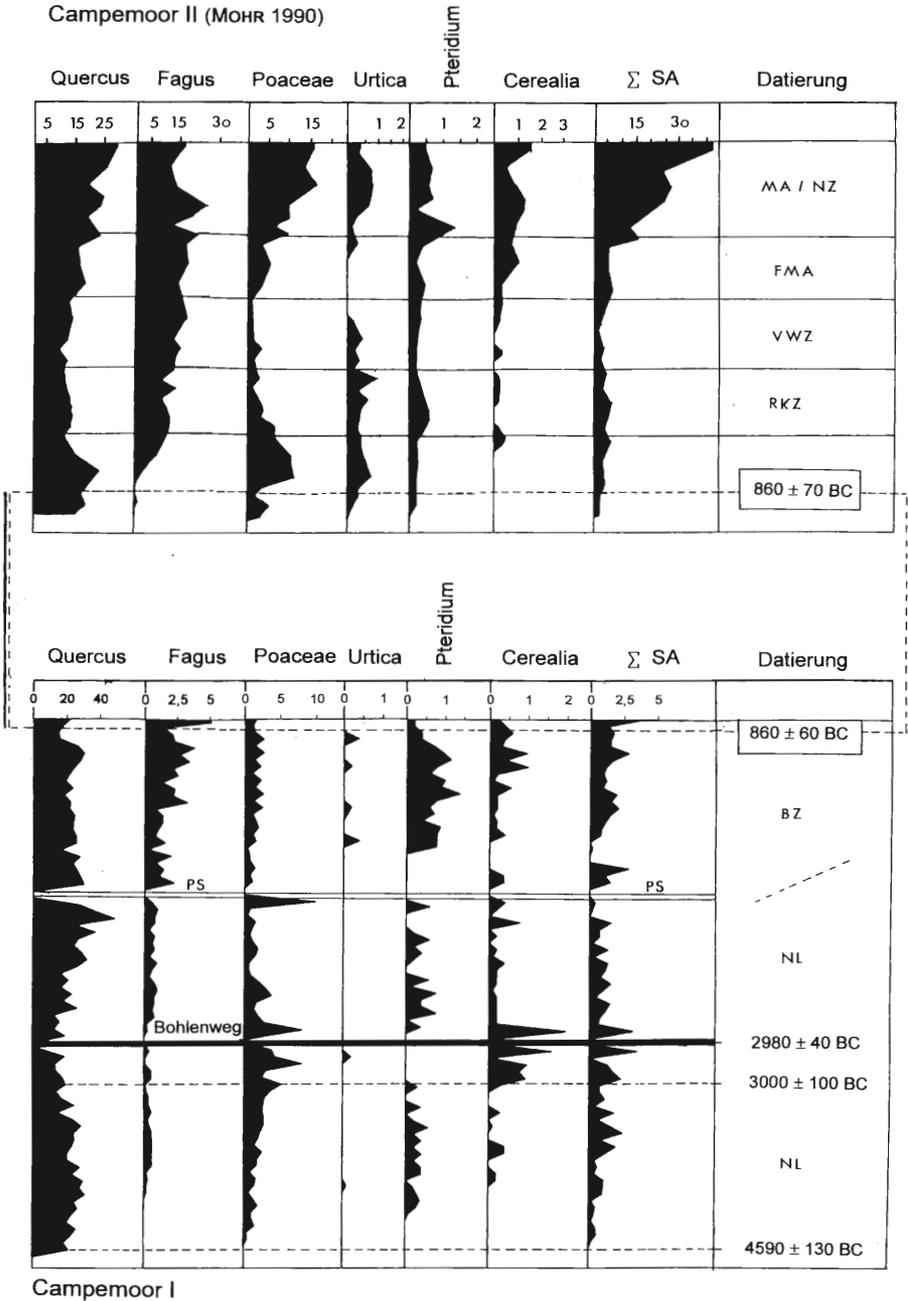


Abb. 44: Gegenüberstellung der Frequenzspektren von *Quercus*, *Fagus*, der siedlungsanzeigenden Pollentypen (Σ SA), der *Cerealia* sowie einiger Florenelemente, die durch Beweidung gefördert werden (*Poaceae*, *Urtica*, *Pteridium*) aus den Diagrammen Campemoor I (Dieckmann) und Campemoor II (MOHR 1990). Es bedeuten: MA/NZ = Mittelalter/Neuzeit, FMA = Frühes Mittelalter, VWZ = Völkerwanderungszeit, RKZ = Römische Kaiserzeit, BZ = Bronzezeit, NL = Neolithikum, PS = pollenfreie Straten.

von durch Waldweide und Brand geförderten Florenelementen (*Poaceae*, *Urtica*, *Pteridium*) in den Pollendiagrammen Campemoor I und Campemoor II gegeben ist. Dadurch wird deutlich, daß Menschen diesen Landschaftsraum schon seit der Jungsteinzeit dauerhaft besiedelt und durch die Anlage von Ackerflächen und die Schaffung von offenen Hudelandschaften, Triften und Weiden verändert haben, wie dies auch für andere nordwestdeutsche Landschaften nachgewiesen ist (POTT & HÜPPE 1991).

Der Verlauf der Frequenzspektren von verschiedenen Waldbildnern (*Fagus*, *Quercus*) gibt zugleich Hinweise auf eine sukzessive Auflichtung und lokale Veränderung der ehemaligen atlantischen Laubmischwälder, der späteren Buchenwälder und der Eichen-Buchenwälder im Untersuchungsgebiet. Um 2980 ± 40 v. Chr. wurde im Campemoor ein Bohlenweg angelegt, der - wie bereits ausgeführt - zu einer lokalen Vernichtung der Moorrand-Kiefernwälder führte. Offenbar bestand schon im mittleren Neolithikum die Notwendigkeit für den Bau eines Verkehrsweges in diesem steinzeitlichen Siedlungsumfeld.

Wie die Abb. 44 veranschaulicht, bestand auch während der Bronzezeit bis zum Beginn der vorrömischen Eisenzeit um 860 ± 60 v. Chr. eine Siedlungskontinuität. Während der römischen Kaiserzeit kommt es sogar zu einer leichten Siedlungsintensivierung. Pollenanalytisch wird diese Phase von einsetzenden Getreidefunden in entsprechenden Torfstraten markiert. Frequenzsteigerungen der weidegeforderten Elemente wie beispielsweise *Pteridium* und *Urtica* lassen auf eine verstärkte Weidetätigkeit in der Region schließen. In der Völkerwanderungszeit kommt es, wie die Frequenzspektren der siedlungsanzeigenden Pollentypen demonstrieren, zu einer vorübergehenden Siedlungsdepression. In dieser Zeit können sich die Buchenwälder und Buchen-Eichenwälder kurzfristig wieder erholen. Pollenfloristisch markiert der Kurvenanstieg der *Fagus*- und *Quercus*-Frequenzen diese Entwicklungstendenzen.

Demnach wird insgesamt deutlich, daß die Landschaft am Wiehengebirge zur römischen Kaiserzeit keineswegs siedlungsleer gewesen ist, sondern auch zur Zeit der Varus-Schlacht besiedelt war.

Die Tatsache, daß der germanische Wall auf dem ehemaligen Schlachtfeld aus Grassoden aufgebaut war (s. Kap. B.3.2.1), belegt, daß es im Umfeld des Obereschs um 9 n. Chr. Offenlandsflächen gegeben haben muß, aus denen Grassoden-Plaggen zum Aufbau der Wallanlage gestochen wurden. Auch archäologisch sind bäuerliche Siedlungen für das 1. Jh. v. Chr und n. Chr. am Kalkrieser Berg nachgewiesen (s. Kap. D.2.7.1). Die Existenz einer vom Menschen unbeeinflussten Naturlandschaft, in der geschlossene Urwälder flächendeckend vorherrschten, kann aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse somit ausgeschlossen werden. Die vom Neolithikum an beständig hohen Anteile der Pollenkörner von lichtliebenden Kräutern und Sträuchern in den Diagrammen Campemoor I und II sind vielmehr Belege für eine über Jahrtausende von bäuerlicher Siedlungstätigkeit geprägte und geformte Kulturlandschaft.

Die paläobotanischen Untersuchungsergebnisse werden auch von den archäologischen Funden kulturhistorisch gestützt und kennzeichnen den Nordrand des Wiehengebirges als eine alte prähistorische Siedlungslandschaft am Übergang von der Mittelgebirgszone zum Norddeutschen Tiefland.

2.8 Völkerwanderung

Die Ereignisse der Völkerwanderungszeit bewirkten in der Kalkrieser Region wie auch in weiten Teilen Nordwestdeutschlands einen Rückgang der Besiedlung. Archäologisch lassen sich für den Zeitraum 450 bis 750 n. Chr. weder eindeutige Grab- noch Siedlungsfunde belegen (SCHLÜTER 1979). Die nachlassende Siedlungstätigkeit schlägt sich paly-

nologisch neben einem reduzierten Nachweis von Getreidepollen in einem Rückgang der siedlungsanzeigenden Pollentypen im Pollendiagramm Campemoor II nieder (s. Abb. 32). Entsprechende Nachweise der Siedlungsdepression im Verlauf der Völkerwanderungszeit veranschaulichen auch Pollendiagramme aus den benachbarten Naturräumen (FREUND 1994, KRAMM 1978, SCHWAAR 1976, WIERMANN & SCHULZE 1986).

Eine völlige Siedlungsleere der Kalkrieser Region erscheint jedoch aufgrund der zwar geringen, aber doch kontinuierlichen Nachweise der *Cerealia* und der siedlungsanzeigenden Pollentypen unwahrscheinlich.

2.9 Mittelalter

Die Belegung des siedlungsgeschichtlichen Geschehens im Vorland des Wiehengebirges ist im frühen Mittelalter verknüpft mit dem Vordringen der Sachsen des Elbe-Weser Raums nach Süden und Westen sowie mit der Eroberung und Neuorganisation des sächsischen Landes im ausgehenden 8. Jh. durch die Franken unter Karl dem Großen.

Seinen archäologischen Niederschlag hat dieser Vorgang sowohl in den Siedlungs- und Grabfunden als auch in den Befestigungsanlagen gefunden. Ring- und Burgwälle als Befestigungsanlagen des frühen Mittelalters finden sich meist in natürlich geschützten Höhenlagen und sind im Gelände an einem System von Wällen mit vorgelagerten Gräben erkennbar. In der Regel werden diese Anlagen als Fluchtburgen interpretiert, d.h. als nicht ständig bewohnte, sondern nur in Zeiten kriegerischer Unruhen von der Bevölkerung der Umgebung aufgesuchte befestigte Plätze.

Aus der Kalkrieser Region bzw. dem nördlichen Wiehengebirge sind beispielsweise die Wittekindsburg bei Rulle, die Wittekindsburg im Frankensundern bei Engter und die Schnippenburg bei Schwagsdorf als solche mittelalterlichen Fluchtburgen bekannt. Die Siedlungsplätze dieses Zeitabschnittes, beispielsweise die Gemeinde Rieste auf den Flugsandflächen westlich des Campemoores und der Ort Haaren bei Ostercappeln im Wiehengebirge, sind vorwiegend durch Oberflächenfunde von Scherben ei- und kugelförmiger Töpfe, der charakteristischen Tonware der spätsächsisch-karolingischen Zeit in Norddeutschland, belegt (SCHLÜTER 1979). In Engter sind bei archäologischen Ausgrabungen Grubenhäuser freigelegt worden, die sich durch die kennzeichnende Keramik in das 8./9. Jh. datieren lassen (PAPE 1993).

Im frühen Mittelalter vollzog sich ein tiefer Wandel in der Siedlungsstruktur (DONAT 1987). Mit der Aufgabe der „celtic fields“ im 2. Jahrhundert n. Chr. erlangten die bäuerlichen Siedlungen eine größere Ortsfestigkeit, die nur noch im Verlaufe von Wüstungsprozessen aufgegeben wurden. Die frühmittelalterlichen Dorfsiedlungen, aufgebaut aus weiträumigen umzäunten Hofanlagen, bildeten sich als lockere Dorfsiedlungen mit umgebendem Ackerland und an der Peripherie liegendem Weideland heraus. Diese lockeren, unregelmäßig geformten Gruppensiedlungen aus drei bis acht Gehöften, nach MÜLLER-WILLE (1944) als „Drubbel“ bezeichnet, besitzen eine im Gemenge liegende langstreifig parzellierte Eschflur und eine ausgedehnte Gemarkung. Unter Esch versteht ROTHERT (1923) größere geschlossene Ackerflächen, die in zahlreiche schmale Streifen zerlegt sind, von denen mehrere in Gemengelage den einzelnen Höfen zustehen. Neben der gestreuten Lage von Besitzparzellen gehören ebenso die meist hofnahen eingehetzten, blockförmigen Kämpfe zur typischen Siedlungsform des Drubbel (NIEMEIER 1968). Die Drubbelstruktur der Kalkrieser Region ist in den heutigen Bauernschaften noch wiederzuerkennen. Im Vorland des Kalkrieser Berges erstreckt sich zudem eine ehemals lockere Reihung von Einzelhöfen, die parallel zum eigentlichen Ackerland am unteren Hang des Kalkrieser Berges verlief. Die Einzelhöfe des Bergvorlandes lagen sämtlich unterhalb des Ackerlandes, das in den Wald hinein gerodet worden ist (WARNECKE 1958).

Das Hoch- und Spätmittelalter ist durch einen weiteren Landesausbau gekennzeichnet, in dessen Verlauf kirchliche und landesherrliche Ortsgründungen in großer Anzahl angelegt wurden, wie das Kirchspiel Engter oder die im 12./13. Jahrhundert errichtete ehemalige Wasserburg Alt Barenaue. Die erste stadtartige Siedlung im weiteren Umfeld des Wiehengebirges, die „Ältere Domburg Osnabrück“, entstand gegen Ende des 8. Jh., als die Missionszelle in einen Bischofssitz umgewandelt wurde.

2.9.1 Die mittelalterliche Landschaftserschließung und Agrarwirtschaft

Mit dem zunehmenden Bevölkerungsdruck im Hochmittelalter kam es zu einem verstärkten Siedlungsausbau und damit verbundener Rodungstätigkeit. Die gleichzeitige Intensivierung der Landwirtschaft führte allmählich vom sog. prähistorischen „Waldbauerntum“ zum historischen „Heidebauerntum“, welches die Plaggenwirtschaft einführte und so die Kulturlandschaft zunehmend prägte.

Die vom 11. bis zum 13. Jahrhundert andauernde Ausweitung der Siedlungen spiegelt sich in den Profilen der Kalktuffquelle und des Obereschs wider. Aufgrund der chronostratigraphischen Einordnung des Pollendiagramms Kalktuffquelle durch pollenfloristische Merkmale sowie eine ^{14}C -Datierung 1135 ± 125 n. Chr zu Beginn der Moorbildung ist die Bildung des Torfkörpers im späten Subatlantikum als gesichert anzusehen (s. Abb. 45, im Anhang). Pollenkörner der Rotbuche treten schon in den basalen Torfschichten mit Werten um 40 % auf, gleichzeitig erscheinen nahezu alle kulturbegleitenden Florenelemente (Getreide, Ruderalelemente, weide- und brandgeförderte Florenelemente) mit hohen Frequenzen im Pollendiagramm der Kalktuffquelle. Gleichzeitig sind Kulminationen in den Frequenzspektren der Brand- und Holzkohlepartikel zu erkennen, die durch die Kurve des Adlerfarns in gleicher Weise nachvollzogen werden. Die antagonistisch verlaufenden Schwankungen in den Kurvenverläufen von *Quercus* und *Fagus* machen dabei einen verstärkten Zugriff auf die Buchen- und Buchen-Eichen-Wälder am Nordkamm des Wiehengebirges deutlich, wobei offenbar Brandrodungsprozesse zu einer Verminderung der Waldareale führten. Die hohen Prozentwerte der Brandpartikel und der Verlauf der *Pteridium*-Kurve zeigen diese Brandrodungsprozesse im unteren Diagrammabschnitt (Probe 97-124) an.

Im Anschluß an diese Phase kann die Entwicklung eines Erlenwaldes nach der Rodungsperiode nachvollzogen werden. Hohe Anteile an *Corylus*-, *Rubus*-, *Cirsium*-, *Calluna*-, *Urtica*- und *Plantago medialis/major*-Pollen sowie Einzelfunde der Stechhülse (*Ilex aquifolium*) belegen jedoch auch in dieser Phase eine intensive Beweidungstätigkeit im Umkreis der Kalktuffquelle, die aufgrund ihrer geringen Größe vorwiegend den Polleneintrag der umgebenden Vegetation erhielt. Durch eine zunehmende Vernässung, die durch die Kurvenverläufe der krautigen Elemente wie beispielsweise *Mentha*, *Scrophulariaceae*, *Caltha* nachgezeichnet wird, etabliert sich nun ein typischer Erlenwald. Der obere Diagrammabschnitt (ab Probe 60) der Kalktuffquelle spiegelt eine vermehrte Beweidung und Holzentnahme im Umfeld der Quelle wider. Die Pollenfrequenzen der Erle nehmen nun ab, dagegen steigen die Frequenzspektren von *Corylus* und der heliophilen Kräuter an. Da die Florenelemente aus dem feuchten Spektrum keine lokale Vernässung nachzeichnen, handelt es sich bei diesen Entwicklungen vermutlich um Auflichtungsprozesse im vorherrschenden Waldbild. Die anschließende Abnahme der Erlenpollenfrequenz (ab Probe 32) ist vermutlich neben einer verstärkten anthropozogen bedingten Nutzung der Niederungswälder mit einer Veränderung der hydrologischen Verhältnisse verbunden. LIENEMANN & TOLKSDORF-LIENEMANN (1992) diskutieren nach geologischen Untersuchungen eine Bachbettverlegung des Fisse-Baches, der ehemals direkt der Kalktuffquelle entsprang und den heutigen „Oberesch“ durchfloß (s. Kap. B.3.2.1).

In der lokalen Krautvegetation dominieren am Anfang der Vermoorung der Kalktuffquelle Seggen und Torfmoose, Frauen- und Wurmfarne sowie Bärlappgewächse. Pollenfunde von *Mentha*, *Sparganium*, *Alisma*, *Lythrum*, *Caltha*, *Succisa* und *Valeriana* belegen ein Mosaik aus quellig-nassen und sumpfigen Standortverhältnissen. Die Kurvenverläufe der *Lycopodiaceae* und *Sphagnaceae* fügen sich in dieses Bild ein.

Auf den frischen bis nassen Flächen im Abflußbereich der Kalkquelle stockten Laubmischwaldbestände aus Erlen, Ulmen, Eichen und Hainbuchen. Das parallele Auftreten von weide- und trittgeförderten Florenelementen (*Pteridium*, *Calluna*, *Vaccinium*, *Cirsium*, *Rubus*, *Ilex*, *Plantago media*, *P. major*) sowie von Nitrophyten wie *Sambucus* und *Urtica* spricht dabei für Bestände mit hudewaldartigem Charakter (POTT 1982, BURRICHTER & POTT 1983, POTT & HÜPPE 1991). Dieser aus den Pollenspektren deutlich werdende Charakter der lokalen Waldbestände scheint sich in der Folge sukzessive verstärkt zu haben, wobei zum einen heliophile Krautelemente stetig an Bedeutung zunehmen, zum anderen sich jedoch die Gehölzartenzusammensetzung ändert. Während anfänglich die Erle verstärkt im Baumpollenspektrum vertreten ist, erreicht ab Probe 61 die Hasel ihre höchsten Prozentwerte. Hainbuche und Eiche unterliegen dagegen einer Verminderung ihrer Frequenzspektren. Dieser Prozeß wird durch einen sukzessiven Anstieg der Kurvenverläufe von *Rubus*, *Cirsium* und *Ilex* begleitet. Spitzenwerte in den Pollenfunden von *Digitalis* repräsentieren die Ausweitung von Schlagfluren in den Hudewäldern. Offenbar haben Hude- und Schneitelwirtschaft sowie eine intensive Holzentnahme zu einer allmählichen Degradierung der Waldbestände geführt, die die Ausbreitung heliophiler Strauch- und Krautkomponenten und eine Verbuschung förderte.

Inwieweit die Abnahme der Erlen-Frequenz im oberen Diagrammabschnitt in Zusammenhang mit der Entstehung von Grünlandgesellschaften in den Niederungsbereichen des Kalkrieser Bergs steht, ist palynologisch nur schwer abzuschätzen. Die Abnahme der *Alnus*-Kurve wird nur von einem synchronen Anstieg der Brassicaceen- und Ligulifloren-Frequenz begleitet. Die Cyperaceen zeigen dagegen keinen nennenswerten Anstieg in ihrem Kurvenverlauf und geben somit keinen Hinweis auf die Existenz von Seggenriedern und Hochstaudenfluren im Umfeld der Kalktuffquelle.

Im Diagrammverlauf des Oberesch und der Kalktuffquelle tritt auch der Pollen der Walnuß (*Juglans regia*) in Erscheinung (s. Abb. 45 und 47, im Anhang). Im Gegensatz zur lückigen Pollenkurve des Oberesch, verdichten sich die Pollenfunde der Kalktuffquelle nahezu zu einer geschlossenen Pollenkurve. Zahlreiche palynologische Untersuchungen bestätigen die mittelalterliche Kulmination der Pollenfrequenzen des Wallnußbaumes, die das Mittelalter als Zeit maximaler Walnußverbreitung ausweisen (WILLERDING 1979b).

2.9.1.1 Die mittelalterliche Niederwaldnutzung

Die Brennholzgewinnung war neben der bereits beschriebenen Waldweide, der Laubheu- und Bauholzentnahme eine wichtige Holznutzung im Walde (KÜSTER 1998, POTT 1990a, WILLERDING 1993). Wie die pollenanalytischen Untersuchungen gezeigt haben, haben die Waldungen des Kalkrieser Berges mit dem Umfang und der Häufigkeit dieser verschiedenen Nutzungen immer mehr ihr ursprüngliches Bild verändert. Die bäuerlichen Niederwälder unterlagen einem turnusmäßigen Abtrieb ganzer Waldparzellen, der in der Regel alle 10 bis 25 Jahre stattfand. Diese extensive Wirtschaftsform hat sich in der Holzartenzusammensetzung der Niederwälder weitaus stärker niedergeschlagen als die Waldhude. Der turnusmäßige Abtrieb führte je nach den standörtlichen Gegebenheiten, der Bewirtschaftungsintensität und dem unterschiedlichen Regenerationsvermögen der Gehölze zu einer Umwandlung der ehemaligen Buchen- und Buchen-Eichenwälder in Eichen-Birken-Niederwälder, Eichen-Hainbuchen-Niederwäldern und Hasel-Niederwälder (POTT 1981, 1985).

Im Bereich der potentiellen Wuchsgebiete des Buchen-Eichenwaldes gibt es in der Kalkrieser Region noch heute kleinere Waldparzellen, die auf diese ehemalige extensive Bewirtschaftung im Stockausschlagbetrieb hindeuten. Stellenweise lassen sich hier anstelle der ehemaligen Waldmeister-Buchenwälder des Kalkrieser Berges Relikte hainbuchen-reicher Buchen-Eichen-Niederwälder finden (s. Kap. B.6.2.3.). Die langandauernde Holznutzung im bäuerlichen Stockausschlagbetrieb hat die Hainbuche in ihrer Ausbreitung gegenüber der Buche begünstigt, so daß im Gegensatz zu den natürlichen Hochwäldern *Carpinus betulus* neben den ausschlagkräftigen Eichenarten das Waldbild beherrschen kann. Diese Veränderung der Gehölzzusammensetzung in derartigen Waldformationen wird auch als „Hainbuchen-Effekt“ bezeichnet (POTT 1981, 1985, 1993a).

Diese Veränderungen der Gehölzzusammensetzung ehemaliger Buchenwaldformationen läßt sich palynologisch nachvollziehen und spiegelt sich direkt im Pollendiagramm wider. Palynologische Untersuchungen im Eggegebirge und im Siegerland (POTT 1985) sowie in der Nachbarregion des Lahn-Dill-Berglandes (SPEIER 1994) demonstrieren den allmählichen Wandel von ehemaligen Silikat-Buchenwäldern hin zu Eichen- und Birken-dominierten Waldbeständen und die Umwandlung von Kalkbuchenwäldern in haselreiche Eichen-Hainbuchen-Niederwälder.

Die palynologischen Untersuchungen von POTT (1984) in der Bühlheimer Heide (Paderborner Hochfläche) zeigen, daß bei anthropogen bedingten Schwankungen in den Kurvenverläufen von *Fagus*, *Quercus* und *Carpinus* die Buchenanteile im Pollenbild immer zugunsten der Eichen- und Hainbuchenanteile abnehmen.

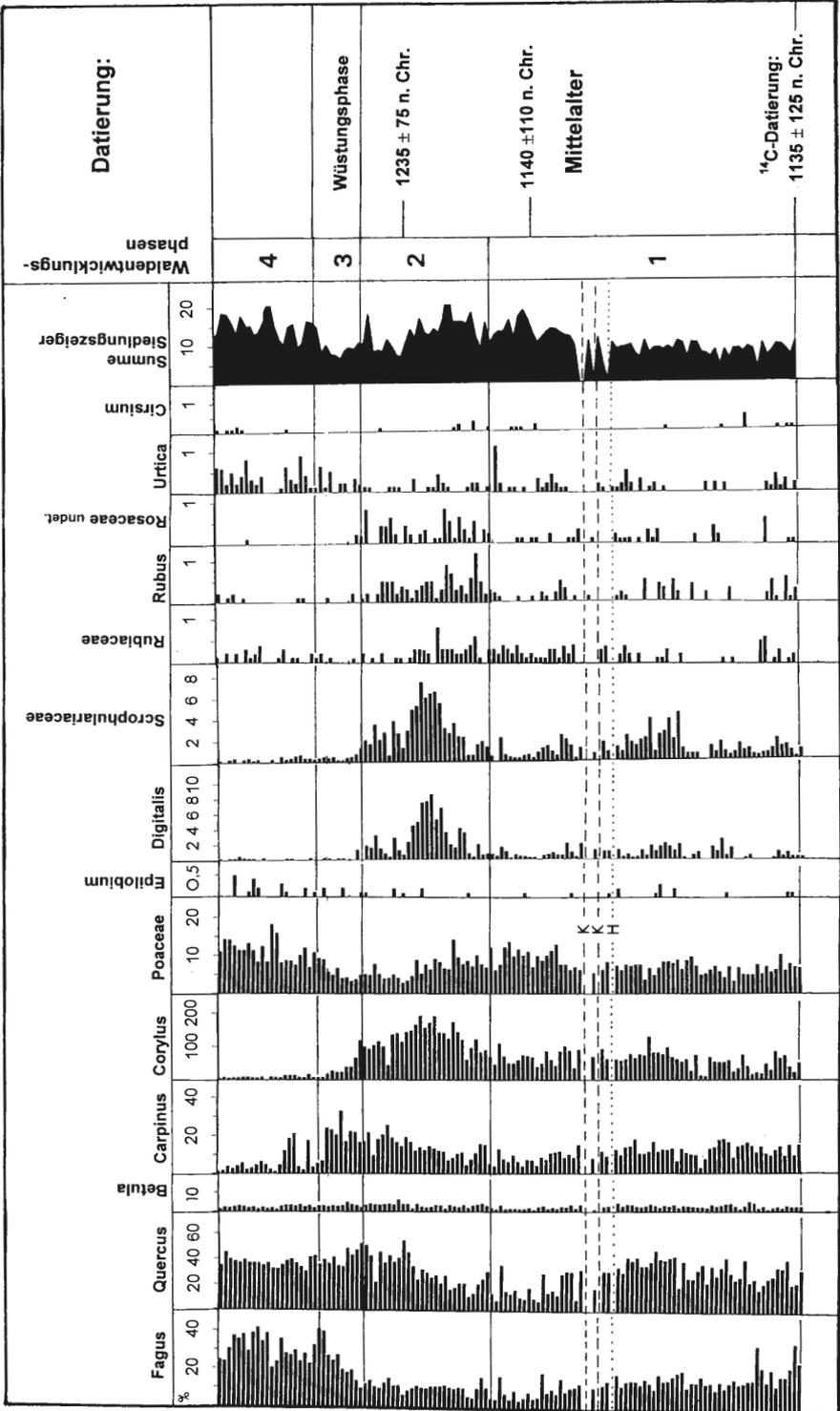
Ähnliche Effekte lassen sich auch im Pollendiagramm der Kalktuffquelle wiederfinden (Abb. 45, im Anhang und Abb. 46)

Die konträre Entwicklung im Kurvenverlauf von *Fagus* zeigt in der 1. Phase des Teildiagramms Kalktuffquelle, daß die mittelalterliche Waldnutzung vor allem zu Lasten der Buchenwälder ging (Abb. 46). Zeitgleich nehmen die Frequenzspektren von Linde und Ulme im Pollenbild ab (Abb. 45, im Anhang). Da *Tilia* und *Ulmus* als Schneitelbäume zur Laubheugewinnung herangezogen wurden, erfuhren sie eine ständige Verminderung ihrer Laubmasse und damit auch ihrer reproduktiven Organe. Bei ohnehin geringer Pollenproduktion wird ihr palynologischer Nachweis durch die Schneitelung in den Histogrammen erschwert (ANDERSEN 1970).

Der Rückgang von *Fagus* im Diagramm Kalktuffquelle signalisiert ein Zurückdrängen der Buchenwälder am Kalkrieser Berg zugunsten anthropogener Ersatzformationen. Die synchronen Anstiege der Eichen- und Hainbuchenfrequenzen kündigen die zunehmende Umwandlung potentieller Buchenwaldstandorte in Eichen-Hainbuchen-Niederwälder an. Begleitet wird dieser Prozess von den Nachweisen einer Vielzahl heliophiler Kräuter im Pollendiagramm wie beispielsweise den Scrophulariaceen, den Rubiaceen, den Poaceen, den Rosaceen, der *Compositae*, *Urtica* und *Cirsium*. Einzelpollenfunde des Wald-Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), verbunden mit erhöhten Pollenfrequenzen des Roten Fingerhutes (*Digitalis purpurea*), lassen auf Verlichtungsgesellschaften innerhalb der Wälder des Kalkrieser Berges schließen. Obwohl *Digitalis* und *Epilobium* entomogame Arten sind, gelingt ihr pollenanalytischer Nachweis in kleinen Vermoorungen wie der Kalktuffquelle, die unmittelbar in den beschriebenen Waldarealen liegt.

Zum Ende der 1. Waldentwicklungsphase im Teildiagramm Kalktuffquelle markiert der Anstieg der Siedlungsanzeigerpollenspektren eine Siedlungsausweitung, die ihren Niederschlag in einer verstärkten Auflichtung der Wälder des Kalkrieser Berges findet.

Die zeitgleiche Abnahme der *Quercus*-Frequenz im Diagramm ist vermutlich in einem Holzabtrieb in den Niederwaldbeständen des Kalkrieser Berges begründet.



Palynologisch ließe sich die synchrone Kulmination der Poaceen-Kurve mit Vergrasungsercheinungen der Niederwaldparzellen erklären. Süßgräser wie beispielsweise *Avenella flexuosa*, *Agrostis tenuis* und *Danthonia decumbens* breiten sich auf lichtgestellten Waldböden sehr rasch aus (POTT 1984). Die verstärkte Ausbreitung von Schlag- und Verlichtungsflächen erreicht in der 2. Phase ihren Höhepunkt. Die Kulmination der *Digitalis*-Frequenz belegt zusammen mit den Pollenfunden des Weidenröschens, bei einer gleichzeitigen Verminderung der Baumpollen, die Etablierung von Schlagfluren in der ehemaligen Buchenwaldlandschaft. Diese Fingerhut-Weidenröschens-Schlaggesellschaften bedecken als Staudenfluren im 2. und 3. Jahr nach dem Holzabtrieb die nachwachsenden Niederwaldparzellen (POTT 1984). Die Auflichtung der Wälder findet palynologisch ebenfalls ihren Niederschlag in einem Anstieg der *Corylus*-Kurve und vermehrten Nachweisen des Faulbaums (*Rhamnus frangula*) und von *Rubus*, die als Pioniergehölze die Waldregeneration einleiten.

Die gleichzeitig ausgeübte Waldweide dieser lichten Waldbestände äußert sich in den regelmäßigen Funden von *Pteridium*-, *Urtica*-, *Calluna*-, *Vaccinium*- und *Rubiaceen*-Pollenen. Zusammen mit den Pollenfunden der Stechpalme (*Ilex aquifolium*) und vielen anderen heliophytischen Arten zeigen die Kurvenverläufe der weidegeförderten Elemente auf die verstärkte Hude hin. Noch heute bestimmen dichte *Ilex*-Gebüsche den Unterwuchs der ehemaligen Niederwaldhutungen und der hofnahen Wälder in der Umgebung des Kalkrieser Berges (s. Kap. B.6.2).

Eine Erholung der Wälder des Kalkrieser Berges zeichnet sich zum Ende der Phase 2 ab, wobei der Anteil an Hasel, Brombeere und Rosenarten in Phase 3 zugunsten von Eichen und Hainbuchen wieder stark zurückgeht. Die parallel zu beobachtende Depression der Poaceen-Kurve spricht für stärker geschlossene Waldbestände, obgleich nitrophytische und verbißresistente Strauch- und Krautarten weiterhin im Florenspektrum vertreten sind, wenn auch auf niedrigerem Niveau. Da die Getreide-Kurve in dieser Phase nach einer jeweils kurzfristigen Erholung mehrfach abnimmt, könnten Wüstungsprozesse für eine Verminderung des Nutzungsdruckes verantwortlich gewesen sein.

Im Anschluß an diese Phase kommt es im Diagrammabschnitt 4 offenbar zu einer Förderung der Rotbuche, die vor allem zu Lasten der Hainbuche geht. Während das *Fagus*-Spektrum stark ansteigt, unterliegt *Carpinus* in ihrem Kurvenverlauf einer deutlichen Depression. Die Eiche blieb dagegen unverändert ein fester Bestandteil der Wälder des Kalkrieser Berges. Diese palynologischen Befunde stimmen mit den Beschreibungen von WARNECKE (1958) überein, nach denen die Nordseite des Kalkrieser Berges im 17. und 18. Jahrhundert mit ausgedehnten Buchenbeständen bewachsen gewesen sein soll.

2.9.1.2 Die Plaggenwirtschaft

Zu den mittelalterlichen Extensivnutzungen gehörte neben den erläuterten Waldnutzungen auch das Plaggenstechen und die Streuentnahme im Wald bzw. in den Heideflächen. Aus der einfachen frühhistorischen Feldgraswirtschaft, in der die Brachezeit länger als die Bestellzeit war, entwickelte sich vorwiegend im süd- und mitteldeutschen Raum die Dreifelderwirtschaft (DONAT 1990). Auf den nährstoffarmen Quarzsandböden der nordwestdeutschen Geest dagegen war eine ackerbauliche Nutzung nur durch eine kontinuierliche

Abb. 46: Teildiagramm Kalktuffquelle: Gegenüberstellung der Buchen-, Eichen-, Birken-, Hainbuchen-, Hasel- und Siedlungsanzeigerpollenspektren sowie der Pollenspektren heliophiler Arten (*Poaceae*, *Epilobium*, *Digitalis*, *Scrophulariaceae*, *Rubiaceae*, *Rubus*, *Rosaceae*, *Urtica* und *Cirsium*).

Düngung möglich. Vor der Einführung des Mineraldüngers bildete sich als besondere Form der Düngergewinnung die sog. Plaggenwirtschaft und die Anlage von Auflageböden in Form von Eschfluren als ein wesentliches Wirtschaftssystem heraus (BEHRE 1976a, 1980). Die nachhaltige Nutzung der Sandböden bedeutete einen hohen Humus- und Mineralbedarf. Die Plaggen wurden entweder direkt oder aber meist gemischt mit Stallung auf die Äcker gebracht. Neben Heideplaggen verwandte man auch gesammelte und kompostierte Streu von Laub, Schilf oder Moosen sowie Soden aus Gras und Torf zur organischen Düngung der Sandböden (POTT 1996a). Mit dem Übergang zur Plaggenwirtschaft, die den Daueranbau von Roggen erlaubte, vollzog sich auch eine durchgreifende Ausweitung des Ackerbaus (BEHRE 1976a, DONAT 1992).

Der Roggen (*Secale cereale*) gehört zu den Kulturpflanzen, die seit der vorrömischen Eisenzeit bis in die Neuzeit hinein erstmals große Bedeutung in Anbau und Ernährung bekommen hatten (BEHRE 1992). Bei dieser ursprünglich aus dem vorderen Orient stammenden Art handelt es sich um eine sog. sekundäre Kulturpflanze. Sie war mit anderen, bereits kultivierten Getreidearten zunächst als Unkraut nach Mitteleuropa gelangt und wurde hier in der Zeit um Christi Geburt in Kultur genommen. Das geschah nach BEHRE (1992) in Zusammenhang mit dem Übergang zur bodennahen Ernteweise. Anders als bei der früher üblichen, bodenfernen Ährenernte wurde dadurch der zunächst nicht geerntete Unkrautroggen mit erfaßt. Auf diese Weise gelangte er ins Erntegut und somit auch zur Aussaat. Infolge seiner besonders großen Konkurrenzkraft entwickelte sich der Roggen gut, setzte sich allmählich durch und wurde schließlich separat angebaut. Der Roggenbau muß nach seiner Einführung zunächst als Sommerkultur stattgefunden haben. Dies wird aufgrund von paläoökologischen Untersuchungen im Elbe-Weser-Dreieck von BEHRE & KUCAN (1994) angenommen, wonach in der Römischen Kaiserzeit und in der Völkerwanderungszeit der Roggen bereits kultiviert wurde. So gehörte der Roggen beispielsweise im 2. Jahrhundert n. Chr. in der Geest-Siedlung Flögeln-Eekhöltjen neben der Gerste zum Hauptgetreide. Dies läßt sich ebenso aus entsprechenden Untersuchungen von Makrorestfunden ableiten, die in dieser Siedlungskammer des Elb-Weser-Dreiecks gemacht wurden und zeitlich in die Völkerwanderungszeit gestellt werden (BEHRE & KUCAN 1994). In anderen Teilen des freien Germaniens ist der Roggen während der Römischen Kaiserzeit vereinzelt angebaut worden, wie entsprechende Funde aus Kablow (SCHIAMANN 1957) exemplarisch belegen.

Eine starke absolute Zunahme erfuhr der Roggenanbau auf den Altmoränengebieten Nordwestdeutschlands und benachbarter Gebiete im Frühmittelalter mit der großflächigen Einführung der Plaggenwirtschaft, die die Roggenkultur als Wintergetreideanbau im Dauerfeldbaubetrieb ermöglichte („ewiger Roggenanbau“) (BEHRE 1976a, 1980).

Pollenanalytisch läßt sich die regionale Ausdehnung des Roggenanbaus in verschiedenen Pollendiagrammen Nordwestdeutschlands anhand einer deutlichen Zunahme im Frequenzspektrum des *Secale*-Pollentyps nachvollziehen. KRAMM (1978) wies beispielsweise einen Anstieg der *Secale*-Kurve im Vinter Moor für das 11. Jahrhundert (1030 ± 40 n. Chr.) nach. Im Diagramm Speller Dose läßt sich das Einsetzen des Roggenanbaus auf einen Zeitraum um 960 ± 50 n. Chr. datieren.

Diese mittelalterliche Ausweitung des Ackerbaus findet ihren palynologischen Niederschlag auch in den Pollendiagrammen der Kalktuffquelle von Kalkriese und des Obereschs (s. Abb. 45 und 47, im Anhang). Mit zunehmender Getreidepollenfrequenz übernimmt *Secale* die dominierende Rolle innerhalb des Getreidepollenspektrums. Die unterschiedlichen Getreidearten des *Hordeum*-Typs und des *Secale*-Typs sind nicht als getrennte Kurven in den Diagrammen aufgeführt, sondern unter dem *Cerealialia*-Typ summiert.

Durch die neuartige Feldbauweise des „ewigen Roggenanbaus“ mit einer permanenten Düngung in Form des Plaggenauftrages konnte der Roggen mehrere Jahre nacheinander

auf ein- und derselben Feldflur (Einfelderwirtschaft) angebaut werden. Zu Beginn der Entwicklung des Heidebauerntums wurde der Roggen insgesamt in 7 Fruchtfolgen angebaut, um dann den Acker fünf Jahre liegen zu lassen. Zum Teil gab es einzelne Äcker in der Kalkrieser Region mit Roggenfolgen bis zu zwölf Jahren. Daneben traten vereinzelt auch Roggenfolgen im Wechsel mit Hafer und Buchweizen auf, wobei zu dieser Zeit vorwiegend Winterroggen, seltener Sommerroggen angebaut wurde (SPRENGEL 1834, WARNECKE 1958). Im Laufe der Fortentwicklung des Heidebauerntums hat sich nach PETERS (1862) jedoch eine zyklische Fruchtfolge herausgebildet, die einen 9-jährigen oder auch 7-jährigen Anbauzyklus enthält. Dieser Anbauzyklus beinhaltete insgesamt 4 Jahre des Roggenanbaus und 2 Jahre der Buchweizeneinsaat. Nach insgesamt 6 Jahren der Feldbestellung wurde die Ackerfläche als Weide, „Dreesch“ oder „Legde“ liegen gelassen, so daß eine 3-jährige Regenerationsphase den Anbauzyklus abschloß. Der Plaggenauftrag erfolgte innerhalb eines Bewirtschaftungszyklus in den ersten 4-5 Jahren des Buchweizen- und Roggenanbaus (Abb. 48).

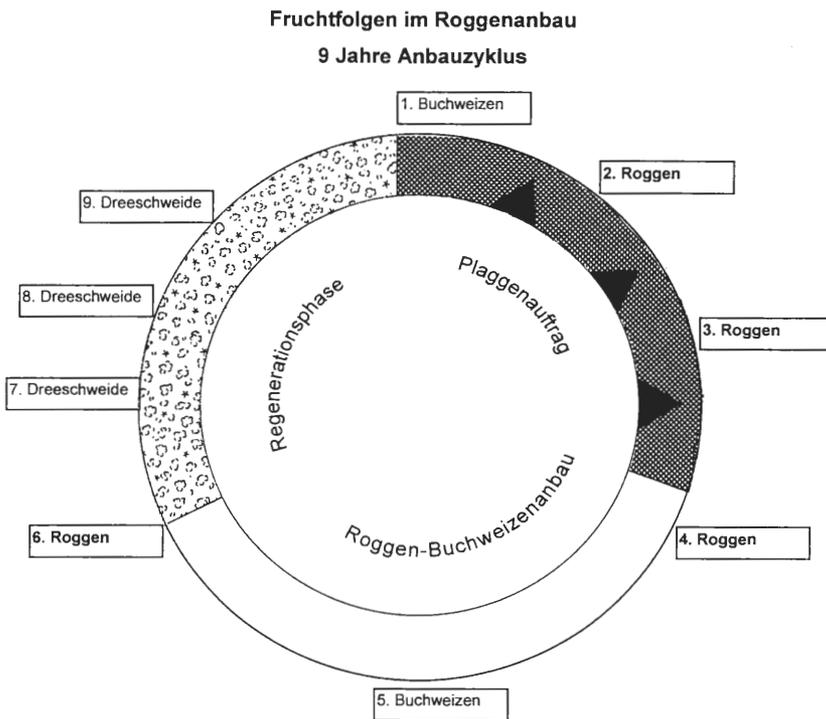


Abb. 48: Fruchtfolge im Roggenanbau im 9-jährigen Anbauzyklus.

Dieser prägnante Wechsel der Wirtschaftsweise von den frühgeschichtlichen Formen der Feldbestellung zu den verschiedenen Formen des „ewigen Roggenanbaus“ formte ab dem Hochmittelalter entscheidend auch das Landschaftsbild der Kalkrieser Region. Infolge der intensiven Akkumulation von organischem und anorganischem Material durch den Plaggenauftrag wurde im Laufe der Jahrhunderte eine künstliche Auftragshöhe auf den Äckern von bis zu 110 cm Mächtigkeit erreicht. Dies ist noch heute in der Landschaft zu erkennen. So lassen sich beispielsweise im Bereich der Ortschaften Venne („Venner Esch“), Kalkriese („Oberesch“) und Engter („Engter Esch“) zahlreiche solcher aufgewölbten Ackerfluren beobachten (s. Abb. 11 und Kap.B. 6.2).

Die Ergebnisse der Pollenanalyse des Obereschs von Kalkriese spiegeln im wesentlichen die lokalen Verhältnisse auf dem Oberesch selbst und die der näheren Umgebung wider. Dabei ergibt sich ein Mischspektrum aus dem Pollenniederschlag der auf dem Esch angebauten Arten einschließlich der begleitenden Ackerunkräuter einerseits und aus dem Inhalt der aufgetragenen Plaggen andererseits.

Verschiedene Pollenfunde können Hinweise auf die unterschiedliche Herkunft der Eschaufgabe geben. Am augenfälligsten ist dabei im Pollendiagramm des Obereschs die *Calluna*-Frequenz; da bekanntlich der *Calluna*-Pollen durch den Wind nicht weit getragen wird, erscheint die Verwendung von Heideplaggen am wahrscheinlichsten. Aber auch die Verwendung von Torfsoden spiegelt sich im Pollenbild anhand der hohen Sphagnen-Anteile im Diagramm wider. Pollennachweise von Elementen feuchter bis nasser Standorte wie beispielsweise *Filipendula*, *Caltha*, *Succisa*, *Cyperaceae*, *Typha latifolia*, *Alnus*, *Salix* und *Fraxinus* deuten auf Feuchtwiesen, Seggenrieder und Erlenbruchwälder als Herkunftsquelle des Plaggenmaterials hin. Ob Streumaterial auch in den umliegenden Wäldern des Eschs gewonnen wurde, läßt sich anhand der nachgewiesenen Pollenfunde von *Fagus*, *Quercus* und *Betula* nur schwer beurteilen. Jedoch könnte die *Pteridium*-Frequenz auf adlerfarnreiche Wälder als Streulieferant hinweisen.

Der Beginn des Plaggenauftrages auf dem Oberesch fällt zusammen mit einer Kulmination der Brandpartikel in den Proben 8 -10 mit über 1000 % , (s. Abb. 47, im Anhang). Vermutlich wurde die ehemalige Oberfläche vor dem Eschauftrag durch Brand auf die zukünftige Ackernutzung vorbereitet.

Bereits in den untersten Proben des Diagramms beginnt das Spektrum der Getreidepollen, begleitet von Pollenfunden der übrigen Siedlungsanzeiger. Pollenfunde von *Centaurea cyanus*, *Scleranthus annuus* und *Rumex spec.* deuten auf einen bestehenden Winterge-

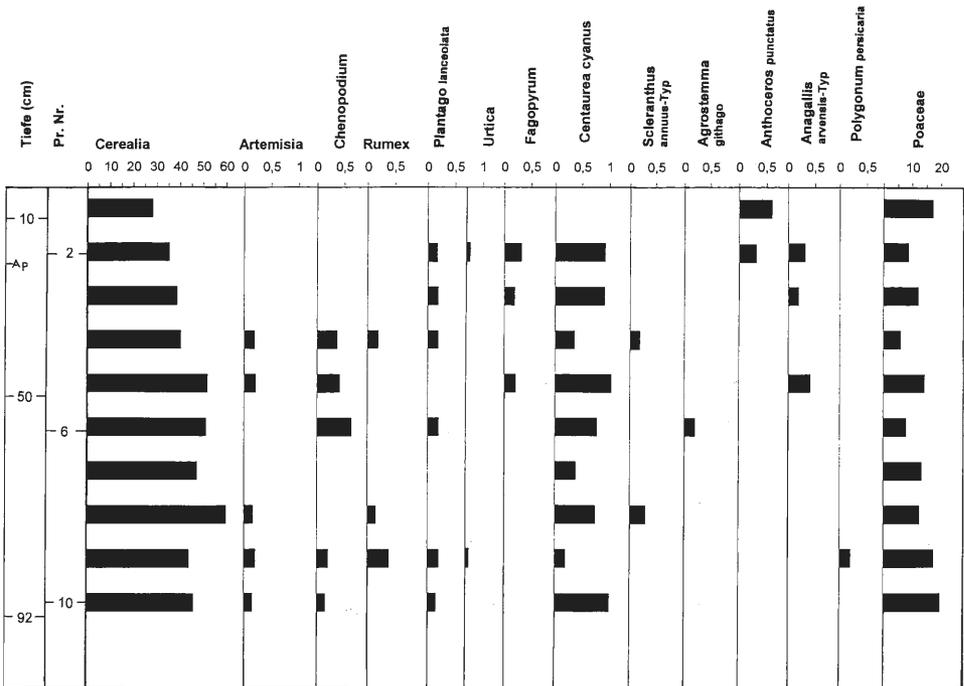


Abb. 49: Teildiagramm der Kultur- und kulturbegleitenden Arten im Profil Oberesch.

treideanbau hin (Abb. 49). *Centaurea cyanus* erfährt, wie aus zahlreichen pollenanalytischen Untersuchungen in den Geestlandschaften Nordwestdeutschlands hervorgeht, erst im Hochmittelalter im Zuge des verstärkten Landausbaus eine Massenentfaltung auf den Ackerfluren. Die vergleichsweise hohen Frequenzwerte des *Centaurea cyanus*-Typs in den basalen Proben des Profils „Oberesch“ lassen eine zeitliche Entstehung der Ackerflur während des Hochmittelalters vermuten. Scherbenfunde hochmittelalterlicher Keramik, die in diesen Schichten gemacht wurden, bestätigen diesen Befund. Die Pollenanalyse aus dem Auftragsboden des Oberesch zeigt zudem sehr hohe *Cerealia*-Werte, wie sie auch bei anderen palynologischen Untersuchungen in verschiedenen Eschböden der niedersächsischen Geest ermittelt werden konnten (DREWES & POTT 1993).

Unter den bestimmten Getreidepollenkörnern befanden sich auch überwiegend solche von *Secale*. Da der Anteil stark zersetzter Pollenkörner aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes sehr hoch war und oftmals eine sichere Trennung der verschiedenen Typen nicht möglich war, ist auf eine Differenzierung der *Cerealia* verzichtet worden.

Die Zusammensetzung der kulturbegleitenden Pollentypen während der hochmittelalterlichen Siedlungsperiode zeigt im Diagramm der Kalktuffquelle neben den üblichen Nachweisen von *Artemisia* und *Chenopodiaceae* auch einen zunächst synchronen Verlauf der *Rumex*- und *Plantago lanceolata*-Kurven, die in den oberen Diagrammabschnitten in ein zugunsten von *Rumex* verschobenes *Plantago lanceolata* : *Rumex*-Verhältnis übergeht (Abb. 50). Ähnliche Verhältnisse der *Rumex*- und *Plantago*-Kurvenverläufe beschreiben KRAMM (1978), ISENBERG (1979), BEHRE (1980), DÖRFLER (1989) und MOHR (1990) in ihren pollenanalytischen Untersuchungen.

Neben FREUND (1994) wies schon KRAMM (1978) bei Untersuchungen im Ems-Hase-Gebiet auf den Zusammenhang zwischen der Öffnung einer Landschaft und einem synchron verlaufenden Anstieg der *Rumex*-Pollenfrequenz hin

Ökologisch gesehen ist der Kleine Sauerampfer (*Rumex acetosella*) ein Element azidophytischer Ackerunkrautgesellschaften, aber er spielt auch als Besiedlungspionier auf frisch abgeplagten Heideböden eine wichtige Rolle (HÜPPE 1986).

Die erhöhten *Rumex*-Nachweise sind aber auch in Zusammenhang mit der Einführung des Wintergetreidefeldbaus sowie der damit verbundenen Plaggendüngung zu sehen. Der Roggenanbau im Dauerfeldbaubetrieb, verbunden mit der Abkehr vom Wechsellandssystem, förderte in den Ackerunkrautfluren vor allem die annuellen Elemente, wohingegen mehrjährige Arten wie der Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) sukzessive zurückgedrängt wurden. *Plantago lanceolata* gilt nach BEHRE (1981) als Brachezeiger auf Ackerflächen, die nach der Ernte beweidet werden.

Seit dem Mittelalter konnte sich auch in Verbindung mit dem Wintergetreideanbau eine charakteristische Winterroggen-Ackerunkraut-Gesellschaft der armen Sandböden herausbilden, die nach BEHRE (1993) mit der heute beschriebenen Gesellschaft des *Teesdalio-Arnoseridetum* weitgehend übereinstimmt. Für das Hohe und Späte Mittelalter sind Hinweise auf das Vorkommen vergleichbarer Pflanzengesellschaften vor allem durch die Funde von verkohlten Kulturpflanzenresten aus ostfriesischen Kirchen nachgewiesen (KUCAN 1979).

Das entomogame, niedrigwüchsige Acker-Knäuelkraut (*Scleranthus annuus*) tritt mit Einzelpollenfunden in den Diagrammen des Oberesch und der Kalktuffquelle in Erscheinung (Abb. 49 und 50). Die Charakterarten des Wintergetreideanbaus, die Kornrade (*Agrostemma githago*) und die Kornblume (*Centaurea cyanus*), lassen sich in diesen Diagrammen ebenfalls pollenanalytisch nachweisen. Da die vergleichsweise schweren Pollenkörner der Kornblume nur selten durch den Wind über die eigentlichen Ackerflächen hinaus

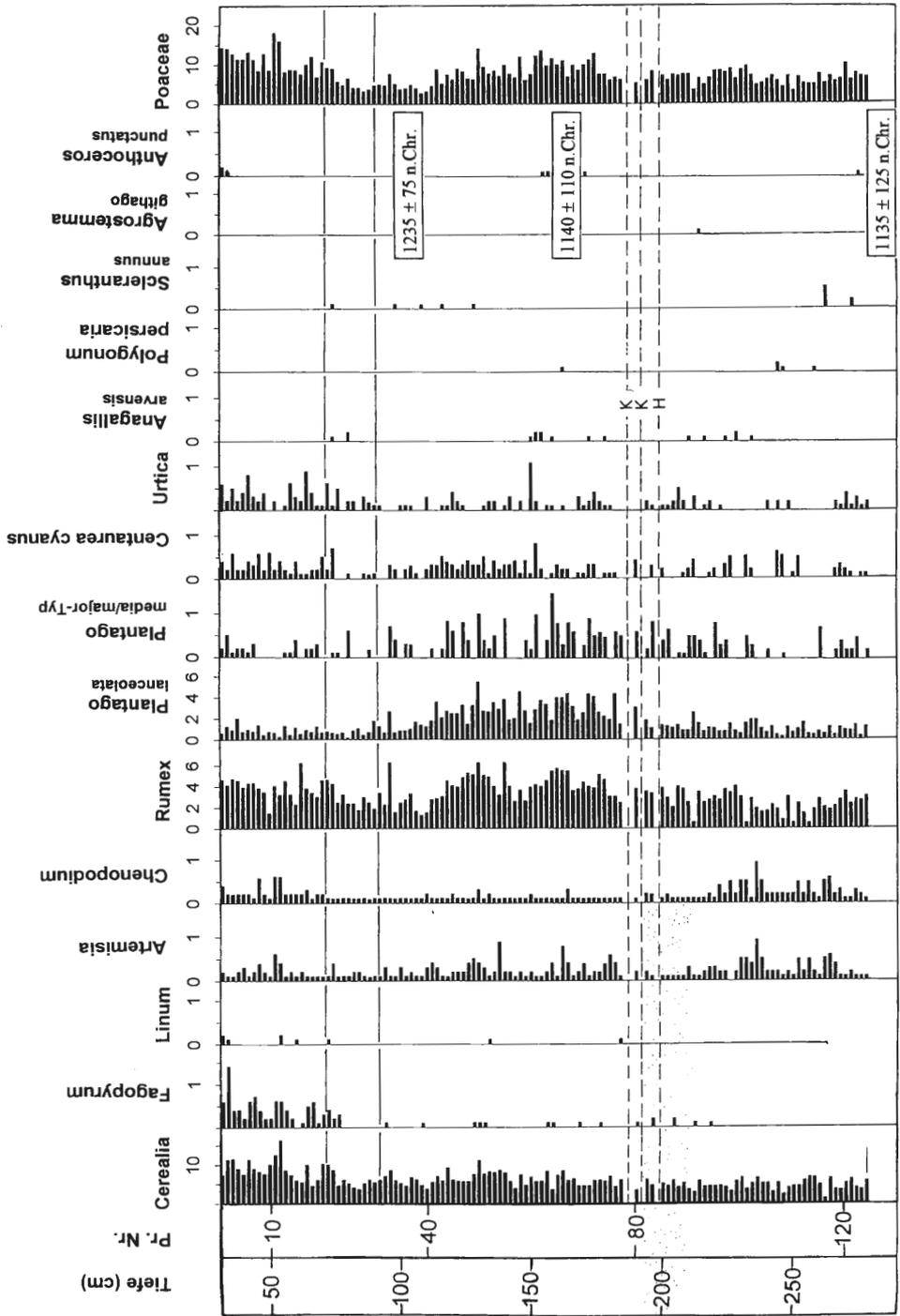


Abb. 50: Teildiagramm der Kultur- und kulturbegleitenden Arten im Profil Kalktuffquelle Kalkriese.

vertragen werden, verdeutlicht der Nachweis von *Centaurea cyanus*-Pollen die Nähe potentieller Anbauflächen (BEHRE & KUCAN 1986).

Gleichzeitig treten vereinzelt Sporen des thallösen Lebermooses *Anthoceros punctatus* in den Torfstraten und Sedimenten auf, die im Zuge des mittelalterlichen Ackerbaus vermehrt in entsprechenden pollenanalytischen Untersuchungen gefunden werden können und als Indikator feinerereicher, kalkfreier Löß- und Lehmäcker gelten (CASPER 1993, FREUND 1994, WILLERDING 1960).

Neben den genannten Elementen der hochmittelalterlichen Ackerunkrautflora *Centaurea*, *Scleranthus* und *Agrostemma* sowie verschiedenen Ruderalelementen aus den Familien der Chenopodiaceen und Asteraceen wird das Spektrum der Ackerunkrautfluren durch den Pfirsichblättrigen Knöterich (*Polygonum persicaria*) und den Acker-Gauchheil (*Anagallis arvensis*) bereichert.

Auch wenn sich aus den palynologischen Befunden keine direkten Schlüsse auf verschiedene Ackerunkrautgesellschaften im heutigen Sinne schließen lassen, so weisen sie doch im Vergleich mit entsprechenden Pollenspektren prähistorischer Kulturphasen durch ihren höheren Anteil an verschiedenen Kräuter-Pollen auf einen Differenzierungs- und Bereicherungsprozeß hin, der die mittelalterlichen Ackerunkrautfluren kennzeichnete.

2.9.1.3 Der mittelalterliche Ackerbau

Mit dem mittelalterlichen Landausbau beginnt, wie oben beschrieben, die Zeit des intensiven Roggenanbaus. In allen bisher publizierten palynologischen Untersuchungen der Geest und des Weser-Berglandes erreichen die Frequenzspektren der *Cerealialia* während dieser Periode ihre maximalen Werte.

Auch die anderen angebauten Feldfrüchte finden vermehrt ihren Niederschlag in den jeweiligen Pollendiagrammen. So konnten neben Getreide weiterhin Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) und Lein (*Linum usitatissimum*) als Kulturpflanzen in den Pollenprofilen des Obereschs und der Kalktuffquelle aufgezeigt werden (Abb. 49 und 50).

Der Nachweis des Buchweizen-Pollens gilt für den nordwestdeutschen Raum als sicherer Nachweis mittelalterlichen Ackerbaus. Der Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*), ein ehemals in den Steppen und Gebirgsländern Ostasiens beheimatetes Knöterichgewächs, gelangte, wie zahlreiche Untersuchungen belegen, im 13. und 14. Jahrhundert nach Nordwestdeutschland und wurde seit dieser Zeit als Feldfrucht angebaut (LOSERT 1953, BEHRE 1976a, 1976c, KNÖRZER 1979b, KÖRBER-GROHNE 1994). Früher datierte Funde des Buchweizens liegen aus dem Osten Europas vor. Hier wird eine Kultivierung schon seit dem 6. Jahrhundert vermutet (WASYLIKOWA 1984, RYBNICKOVA 1974). Palynologische *Fagopyrum*-Nachweise für die nordwestdeutschen Geestbereiche aus den Mooren „Im Jewitt“ (MOHR 1990) und dem „Vinter Moor“ (KRAMM 1978), die römerzeitlich zu datieren sind, lassen aber auch die Zeitstellung des Buchweizenanbaus für den nordwestdeutschen Raum fraglich erscheinen. Da auf vielen Mooren der Geest häufig Buchweizen nach der Moorbrandkultur kultiviert wurde, ist es nicht eindeutig zu klären, ob es sich in den Untersuchungen von KRAMM (1978) und MOHR (1990) um autochtone *Fagopyrum*-Vorkommen oder um verschleppte Polleneinträge handelt.

Die ärmsten Sandböden der Geest, die Plaggenesche, sowie die durch die mittelalterliche Moorbrandkultur urbar gemachten Hochmoore boten Standorte der intensiven mittelalterlichen Buchweizenkultivierung (BEHRE 1976a). Dagegen waren die fruchtbaren, lehmigen Ackerböden des lößreichen Berg- und Hügellandes nie bevorzugte Buchweizenanbaugebiete (Abb. 51).

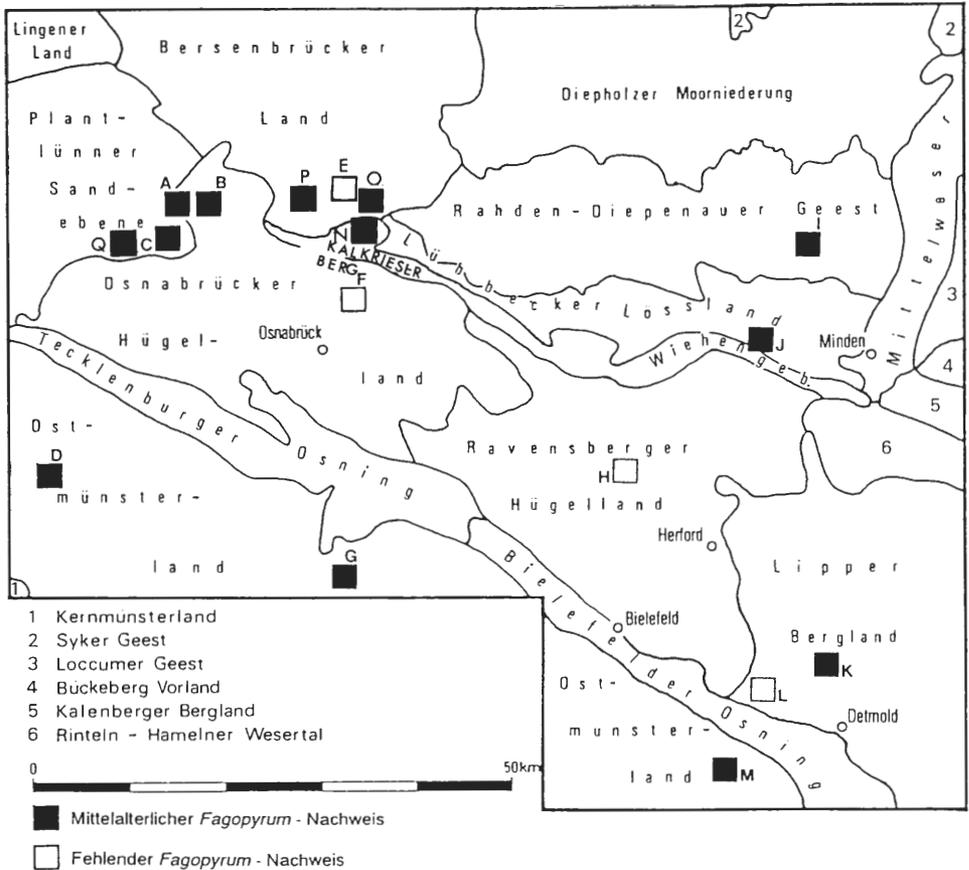


Abb. 51: Mittelalterliche *Fagopyrum*-Nachweise im Übergangsbereich der norddeutschen Tiefebene und des Berg- und Hügelland und angrenzenden Bereichen. Es bedeuten: A = Weeser Moor (FREUND 1994), B = Im Jewitt (MOHR 1990), C = Vinter Moor (KRAMM 1978), D = Sinninger Venn (FREUND 1994), E = Kalkrieser Moor (MOHR 1990), F = Belmer Bruch (FREUND 1994), G = Heppeldüne (BURRICHTER 1982), H = Hücker Moor (FREUND 1994), I = Nordeler Moor (FREUND 1994), J = Nettelstedter Moor (WIERMANN & SCHULZE), K = Hardisser Moor (FREUND 1994), L = Heidenoldendorf (SCHÜTRUMPF 1973), M = Rahmkebach, Furlbach (HÜPPE et al. 1989), N = Kalktuffquelle (DIECKMANN), O = Oberesch (DIECKMANN), P = Malgarten (DREWES & POTT 1993), Q = Weese (DREWES & POTT 1993); (verändert nach: FREUND 1994).

In den pleistozän geprägten Naturräumen tritt der Buchweizenpollen regelmäßig in den Frequenzspektren der palynologischen Untersuchungen auf (BURRICHTER 1982, KRAMM 1978, MOHR 1990). Im Osnabrücker Hügelland, im Lößverbreitungsgebiet des Ravensberger Hügellandes sowie im Lipper Bergland konnte FREUND (1994) in seinen palynologischen Untersuchungen hingegen keinen *Fagopyrum*-Anbau nachweisen.

Nördlich des Wiehengebirges gelang MOHR (1990) im Kalkrieser Moor kein *Fagopyrum*-Nachweis. Doch ist für den Kalkrieser Berg der Buchweizen-Anbau durch Pollenfunde im Profil der Kalktuffquelle belegt sowie durch die palynologische Untersuchung der mittelalterlichen Eschaufrüchte des Obereschs.

Für die Plantlünner Sandebene und das Bersenbrücker Land können DREWES & POTT (1993) ebenfalls *Fagopyrum*-Pollenfunde in mittelalterlichen Plaggenaufträgen belegen.

Im Zuge der systematischen Moorkultivierung im Mittelalter und in der Neuzeit zur Nutzung und Besiedlung der großen Moorflächen, wie beispielsweise das Große Moor im Vorfeld des Kalkrieser Berges, wurde der Buchweizen zur Hauptanbauf Frucht (DOBELMANN 1979, MÜLLER 1843).

Die meist randlichen Moorbrände spiegeln sich auch in den Kurven der Brandpartikel in den Diagrammen Oberesch und Kalktuffquelle wider (s. Abb. 45 und 47, im Anhang). Der *Fagopyrum*-Anbau spielte, wie bereits erwähnt, eine wichtige Rolle als Fruchtfolge im Roggenanbau auf den Eschfluren (s. Abb. 48). Dieser Zeitabschnitt spiegelt sich im Pollendiagramm der Kalktuffquelle als eine Phase des intensiven Anbaus von Buchweizen wider (Abb. 50). Synchron ansteigende Kurvenverläufe des Getreidepollens bestätigen die Intensivierung der ackerbaulichen Tätigkeiten.

Der Lein (*Linum usitatissimum*) tritt durch Einzelpollenfunde als weitere wichtige Kulturpflanze im Pollendiagramm der Kalktuffquelle auf. Die Herkunft dieser Nutzpflanze ist im Vorderen Orient zu suchen. Von hier gelangte der Lein mit bandkeramischen Kulturen schon früh auf die Lößflächen Mitteleuropas. Dort lagen, neben den Marschengebieten der Nordseeküste, die wichtigsten Anbauggebiete des Flachses in Nordwestdeutschland. Palynologische Belege für den Anbau von *Linum usitatissimum* liegen schon für die neolithische Zeit vor und belegen eine frühe Nutzung dieser Kulturpflanze (BERTSCH & BERTSCH 1949, JANKUHN 1969). Aber auch für die nachfolgenden Zeitepochen geben pollenanalytische und paläoethnobotanische Funde von *Linum usitatissimum* Hinweise auf eine lange zeitliche und kulturelle Kontinuität des Lein-Anbaus in Mitteleuropa (KÖRBERGROHNE 1967, BEHRE 1972, BEHRE 1973, BEHRE 1976c, KRAMM 1978, POTT 1984, POTT 1985, WILLERDING 1986, DÖRFLER 1989).

Obwohl der Lein aufgrund seiner vergleichsweise geringen Pollenstreuung palynologisch schwer zu erfassen ist, treten immer wieder vereinzelt Pollenkörner im Diagramm Kalktuffquelle auf. In der Kalkrieser Region erreichte der Leinanbau jedoch niemals eine größere Bedeutung, wie sie FREUND (1994) beispielsweise für das Ravensberger Hügelland als einem der bedeutendsten Leinanbauggebiete im Weserbergland beschreibt. Im Raum Kalkriehe behielt der Flachs anbau kleinflächig seine wirtschaftliche Bedeutung bis zur Einführung der Baumwolle gegen Ende des 19. Jahrhunderts bei.

2.9.1.4 Die Entstehung und Entwicklung mittelalterlicher Heidelandschaften

Im Zuge dieser mittelalterlichen Landnutzungen kam es zu einer verstärkten Ausbreitung von Heideflächen, die im Gegensatz zu den prähistorischen Heiden auf den im Heidebauernum angewandten Bewirtschaftungsmethoden beruhte (HÜPPE 1993). Die Ausdehnung der Sandheide-Gesellschaften ging vor allem zu Lasten der nur schwer regenerierbaren Eichen-Birken-Wälder und Buchen-Eichen-Wälder. Dabei ist der Lebenszyklus dieser Sandheiden optimal an die Bewirtschaftungsmethoden des Heidebauernums angepaßt. Die Besenheide (*Calluna vulgaris*) reagiert auf die geregelten, zeitlich aufeinander abgestimmten, anthropo-zoogenen Eingriffe durch Plaggenhieb, Beweidung, Mahd, Brand, Imkerei mit optimaler Verjüngung, so daß eine Wiederbewaldung verhindert wird (BUCHWALD 1984, HÜPPE 1993, POTT & HÜPPE 1991).

Der Umfang der Plaggenwirtschaft und die damit verbundene Heideentstehung hatte nach WARNECKE (1923) in der Kalkrieser Region seit dem 16. Jahrhundert stark zugenommen.

Der Verlauf der *Calluna*-, *Lycopodiaceae*- und *Poaceae*-Kurven in den Pollendiagrammen Oberesch und Feldungel (s. Abb. 14 und 47, im Anhang) dokumentieren das Vorhandensein von Heideflächen im Untersuchungsgebiet, wie beispielsweise das „Witte

Feld“ und die „Krumme Heide“, die als Plaggenlieferanten für die Eschauflage genutzt worden sein dürften (s. Abb. 11). Die regenerationsschwachen Eichen-Birkenwälder und Buchen-Eichenwälder wurden durch die mittelalterlichen Landnutzungssysteme zu *Calluna*-Heiden degradiert. Im Bereich ehemaliger Buchenwälder und Niederwälder weisen dagegen die Frequenzspektren von *Calluna* im Diagramm der Kalktuffquelle auf lichte Waldsysteme hin (s. Abb. 45, im Anhang).

Im Diagramm Campemoor ist die Heideentwicklung nur eingeschränkt ablesbar, weil hier *Calluna* zum mooreigenen Arteninventar gehört und bei der Interpretation der *Calluna*-Frequenzen immer ein mooreigener *Calluna*-Anteil berücksichtigt werden muß.

Neben den Heideflächen dienen auch oligotrophe Sumpfliegen im Randbereich des Großen Moores als Streulieferant für die Plaggen. Heidegesellschaften vom Typ des *Ericetum tetralicis* besiedeln die feuchten bis nassen Sandböden und sind durch das Vorkommen charakteristischer *Sphagnum*-Arten gekennzeichnet wie beispielsweise *Sphagnum molle* und *Sphagnum compactum*. Nach ELLENBERG (1996) wurden gerade diese feuchten Heiden als Plaggenlieferanten geschätzt. Im Pollendiagramm Oberesch (s. Abb. 47, im Anhang) wird diese Situation durch die *Sphagnum*- und Cyperaceen-Kurve repräsentiert. Auch vereinzelte Funde von *Erica*-Pollen verweisen auf feuchte Heidegesellschaften als Plaggenquelle.

Die Heiden entstanden aus einem großflächig, auch überregional sichtbaren Waldver-nichtungsprozess, in dessen Verlauf die Wälder immer weiter degradierten, bis nur noch Heideflächen das damalige Landschaftsbild prägten. Dieser Prozess läßt sich auch anhand historischer Landschaftsbeschreibungen ablesen.

WARNECKE (1958) beschreibt beispielsweise die Höhenzüge um Engter mit inselhaften Waldbeständen: „Buchenbuschwerk und Heiden zogen sich über das gesamte Bergland“. Die Waldgebiete in Evinghausen wurden als „wenig Holz und schlecht“ bezeichnet. In den Privatwäldungen einzelner Bauern war „nicht mal so viel vorhanden, daß die Gebäude davon unterhalten werden können“.

Schon 1671 versuchte der Bischof Ernst August I. sich für eine Aufforstung der Ödländereien einzusetzen. Seine Holzgerichtsordnung scheiterte am Widerstand der Landstände. Erst Ernst August II. gelang es, den Baumbestand in den Marken zu vergrößern. In einer Instruktion aus dem Jahre 1717 heißt es ausdrücklich:

„...durch Heide- oder Plaggenmähen dem jungen Aufschlag von Holz etwas zum Schaden vorgenommen wird, soll er solches in Zeiten untersagen....“

„...auch soll kein unnötiges Holz geschlagen werden, wenn für Eigenbehörige Bauholz nötig wäre, dann sollte dies nur mit Vorwissen und Gutbefinden des Beamten geschlagen werden.....“ (zitiert nach: WARNECKE 1958).

Seit dem 18. Jahrhundert wurden im Fürstentum Osnabrück verstärkt landesherrliche Verordnungen erlassen zur Bekämpfung dieser auf Übernutzung durch Plaggenhieb und Schafbeweidung entstandenen Sandweh- und Heideflächen. Neben Nadelhölzern (vorwiegend *Pinus sylvestris*) wurden aber auch Eichen, Birken und Erlen zur Aufforstung verwendet (BEHR 1964, HESMER & SCHRÖDER 1963). Der Anstieg der *Pinus*-Kurve in den oberen Diagrammabschnitten Oberesch (Probe 1) und Kalktuffquelle (Probe 1-22) repräsentiert die forstlichen Bemühungen zur Eindämmung der offenen Sand- und Heideflächen im pleistozänen Vorfeld des Kalkrieser Berges zu Beginn des 18. und 19. Jahrhunderts.

2.9.1.5 Die spätmittelalterliche Wüstung

Die wechselnden Perioden von intensiven Siedlungserweiterungen und Kulturdepressionen reflektieren sich in den Pollendiagrammen je nach Stärke der Nutzungsintensität als

Wechselspiel zwischen Phasen der Waldregeneration sowie einer erneuten Waldvernichtung. Pollenanalytisch zeigen sich diese Vorgänge durch Kulminationen bzw. Depressionen der Baumspektren, vor allem der *Fagus*-Spektren einerseits sowie durch eine erhöhte oder nachlassende Präsenz von Siedlungsanzeigern, Ruderaelementen und Wiesenelementen als auch heliophilen Gehölzen andererseits (POTT 1985, SPEIER 1994).

Ausgepögte, mehrphasige Wüstungsphasen sind für die Region des Kalkrieser Berges archivalisch nicht belegt; so konnten bislang keine dörflichen Wüstungen in der Region festgestellt werden. In den mittelalterlichen Quellen finden sich jedoch noch eine Reihe von Höfen und Kotten, die später nicht mehr verzeichnet werden. Da wüste und vakante Höfe häufig ganz oder teilweise wiederbesetzt wurden und bei dieser Gelegenheit wohl auch Umbenennungen stattfanden, ist eine archivalische Feststellung der Dauerwüstungen schwierig (PRINZ 1939, WARNECKE 1958). Dennoch läßt sich pollenanalytisch ein relativ kurzer Siedlungsrückgang im Pollendiagramm der Kalktuffquelle nachweisen (s. Probe 20-30, Abb. 45, im Anhang und Abb. 46). Da die Getreidekurve in diesem Diagrammabschnitt um die Hälfte reduziert ist und auch die übrigen Siedlungsanzeiger synchron verlaufen, könnten kurzfristige Wüstungsprozesse für eine Verminderung der Ackerbautätigkeit vermutet werden. Während dieser Phase zeichnet sich synchron eine Erholung der Wälder ab, wobei der Anteil an *Corylus*, *Rubus* und den Rosaceen-Arten zugunsten von *Quercus* und *Carpinus* stark zurückgeht. Die parallel zu beobachtende Depression der Poaceen-Kurve spricht für stärker geschlossene Waldbestände. Nitrophytische und verbißresttente Strauch- und Krautarten sind allerdings weiterhin im Pollenspektrum vertreten, wenn auch auf niedrigerem Niveau. Dies läßt vermuten, daß die Wälder trotz einer vorübergehenden Erholung auch weiterhin als Hudewälder genutzt worden sind und sich entsprechende Vegetationsstrukturen aus Waldinseln und Gebüschstadien erhalten haben. Auch der Verlauf der Brandpartikel veranschaulicht durch einen deutlichen Rückgang im Frequenzverlauf zu dieser Zeit eine Verminderung der Holznutzung.

Die pollenanalytisch nachweisbare Siedlungsdepression während des Hochmittelalters leitet eine kurzfristige Regeneration des Buchenwaldes ein, die sich im Pollendiagramm in einer Frequenzverstärkung von *Fagus* (Probe 20-25) widerspiegelt. Die synchrone Depression der Hasel- und Hainbuchenspektren veranschaulicht die Überführung der hasel- und hainbuchenreichen Eichen-Buchen-Niederwälder in Buchenhochwälder. Im Anschluß an diese Phase kommt es offenbar zu einer Förderung der Rotbuche, die vor allem zu Lasten der Hainbuche geht. Während das *Fagus*-Spektrum stark ansteigt, unterliegt *Carpinus* in ihrem Kurvenverlauf einer deutlichen Depression.

Im Anschluß an den kurzfristigen Siedlungsrückgang setzt, wie oben beschrieben, auf den Kulturflächen im Umfeld der Kalktuffquelle wiederum ein intensiver Anbau von Buchweizen ein; verstärkt wird offenbar auch Lein (*Linum usitatissimum*) als Kulturfrucht genutzt. Ansteigende Kurvenverläufe der Getreide weisen zudem auf eine erneute allgemeine Intensivierung der ackerbaulichen Tätigkeiten hin.

Die mittelalterliche Siedlungsphase ist demnach im Entwicklungsprozess der Kulturlandschaft durch unterschiedlich intensive Vorstöße in der Landschafterschließung und -umgestaltung gekennzeichnet.

E. Zusammenfassung

Durch die Anwendung und Kombination geobotanischer Arbeitsmethoden der Palynologie und der Makrorestanalyse fossiler Pflanzenreste konnten natürliche und anthropogene Vegetations- und Landschaftsveränderungen am Nordrand des Wiehengebirges über

die Jahrtausende hinweg rekonstruiert werden. Unter Einbindung archäologischer und kulturhistorischer Befunde ist es möglich, die Entwicklung der Naturlandschaft zur Kulturlandschaft nachzuzeichnen.

Die palynologisch untersuchten Sedimente stammen aus der Zeit zwischen dem frühen Atlantikum und dem jüngeren Subatlantikum. Die pollenanalytischen Befunde zeigen, daß der atlantische Laubmischwald als einheitlicher Waldtyp im Untersuchungsgebiet nicht bestanden hat. Der Nordrand des Wiehengebirges mit dem vorgelagerten Kalkrieser Berg war durch linden- und ulmenreiche Mischwälder gekennzeichnet, in denen die Buche bereits im frühen Atlantikum einwandern konnte. Im Übergangsbereich zwischen dem Berg- und Hügelland und der nordwestdeutschen Tiefebene hat sich somit der eichenreiche atlantische Laubmischwald mit höheren Anteilen an Ulme und Linde bereits vor 3000 ± 100 v. Chr. als eigenständige Waldformation neben den atlantischen Löß- und Geesttypen ausgebildet.

Hinsichtlich der Entwicklung der Buchenwälder können an Hand der palynologischen Untersuchungen naturräumlich unterschiedliche Entwicklungsmuster aufgezeigt werden. Im Bereich der pleistozänen Sandlandschaften kam es zur Ausbildung von Buchen-Eichenwäldern; das Berg- und Hügelland zeigt dagegen eine Ausbildung reiner Buchenwälder. Jedoch vollzog sich die Einwanderung und Ausbreitung der Rotbuche zeitgleich mit dem Eingriff neolithischer Kulturen in das Landschafts- und Vegetationsgefüge.

Der Prozess der Entwicklung der Kulturlandschaft beginnt im Umfeld des Wiehengebirges demnach mit den ersten Eingriffen neolithischer Bauern der Rössner Kultur (4800-4500 v.Chr.) in die ursprüngliche Waldlandschaft (Abb. 52).

Mit der Anlage eines Bohlenweges 31 (Pr) um 4680 ± 40 v. Chr. im Campemoor zeigt sich die frühzeitige Einflußnahme des neolithischen Menschen auf die Entwicklung des Hochmoorkomplexes. So unterlagen nicht nur das Campemoor, sondern auch die Flächen im Einzugsbereich des Moores einer anthropo-zoogenen Einwirkung. Der Bau des zweiten Bohlenweges 32 (Pr) um 2980 ± 40 v. Chr. hat nachweislich zu einer irreversiblen Zerstörung lokaler Kiefernwaldbestände im Moorrandbereich des Campemoores geführt.

Am Beispiel des Feldungel-Sees kann die natürliche und vom Menschen beeinflusste Entwicklung eines Erdfallsees rekonstruiert werden. Demnach erfolgte ein erster Einbruch im Atlantikum, ein weiterer im Subatlantikum. Entlang dieses Subrosionsprozesses entwickelte sich ein mesotrophes Gewässer.

Verschiedene Röhrichtgesellschaften mit zeitgleich divergierender Dominanz an Seggen, Rohrkolben und Igelkolben sowie Sumpffarnen, Fieberklee und Schachtelhalmen kennzeichnen die allmähliche Verlandung der Uferbereiche bis hin zur Entstehung von Erlen- und Birkenbruchwäldern. Seit dem Mittelalter bildeten sich im Uferbereich des Feldungel Gagegebüsch und torfmoosreiche Bruchwälder aus.

Während sich die Nachweise bronzezeitlicher Landschaftserschließung hauptsächlich auf eine Auflichtung der Waldareale des Kalkrieser Berges konzentrieren, wird mit der beginnenden vorrömischen Eisenzeit der Landesausbau durch verstärkte Eingriffe des Menschen sichtbar. Die Spuren einer bäuerlichen germanischen Siedlungstätigkeit reichen am Nordhang des Kalkrieser Berges bis in die 1. Hälfte des 1. Jahrhundert v. Chr. zurück. So belegen beispielsweise fossile Pflanzenrestfunde von Gerste und Einkorn, daß auf dem Oberesch von Kalkrieße schon in vorrömischer Zeit Ackerbau betrieben worden ist.

In Zusammenhang mit den Ausgrabungen zur „Varus-Schlacht“ auf dem Oberesch konnten in einer römischen Bronzeglocke 2000 Jahre alte Pflanzenreste geborgen werden, die hinsichtlich ihres guten trockenkonservierten Erhaltungszustandes aus paläoethnobotanischer Sicht für Mitteleuropa eine Besonderheit darstellen. Die Untersuchung des Pflan-

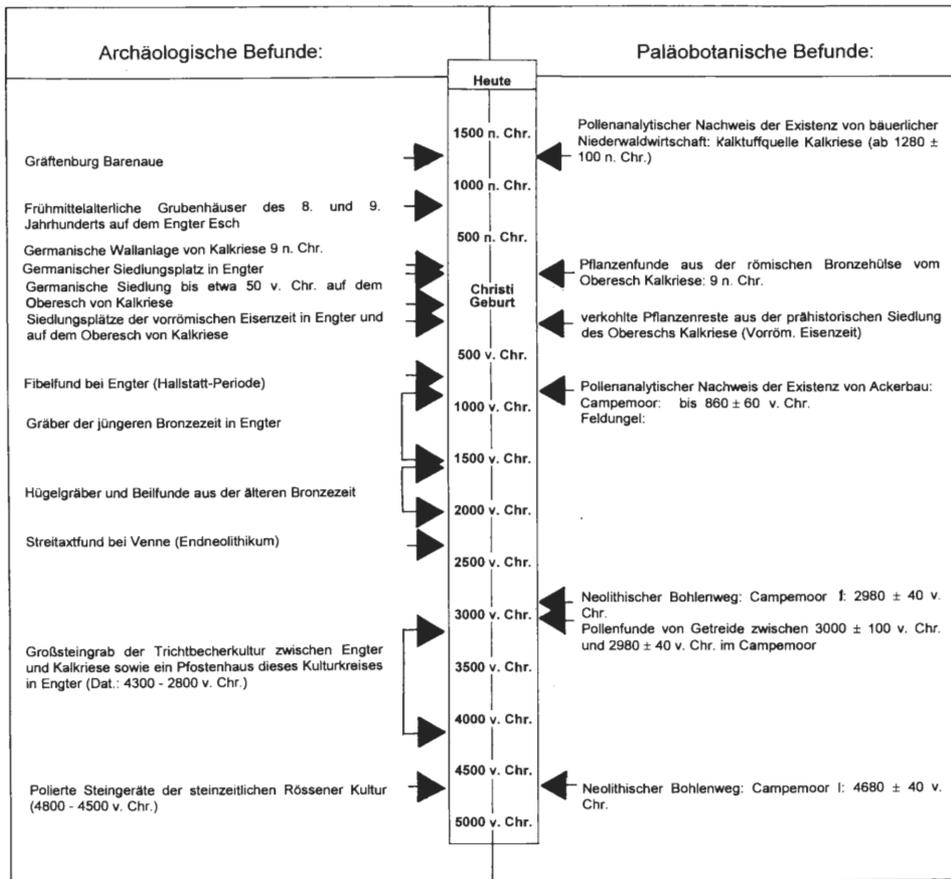


Abb. 52: Überblick über die Entstehung der Kulturlandschaft am Nordrand des Wiehengebirges nach archäologischen und paläobotanischen Befunden.

zenmaterials ergab, daß es sich um Hafer- und Erbsenstroh (*Avena sativa*, *Pisum sativum*) sowie um Samen verschiedener Ackerunkräuter (*Polygonum aviculare*, *P. convolvulus*, *Galium aparine*, *Chenopodium album*, *Scleranthus annuus*) handelt. Daneben traten Reste von Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*) und Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) auf. Dabei kann der erste sichere Nachweis für den gemeinsamen Anbau von Saathafer und Erbse in Mitteleuropa für die römische Kaiserzeit erbracht werden. Auf der Basis der Anordnung der Pflanzenreste in dem Metallgehäuse und des archäologischen Fundzusammenhangs wird die ursprüngliche Verwendung des Pflanzenmaterials als Umwicklung einer Wagendeichsel zur Befestigung der Bronzeglocke diskutiert. Es kann gezeigt werden, daß verschiedene Herkünfte für die Pflanzenfüllung in Frage kommen, die zum einen aus Saathafer und Erbse aus einer Feldkultur sowie zum anderen aus Froschlöffel und Frauenfarn bestehen. Für letztere kommen lokale Bruch- und Naßwälder der Kalkrieser Region in Frage. Durch den Vergleich mit den Fundspektren einer Vielzahl von römerzeitlichen Pflanzenresten aus Mitteleuropa wird die Herkunft des Pflanzenmaterials im römischen Umfeld vermutet.

Die mittelalterlichen Wirtschaftsformen der Waldhude, der Plaggenwirtschaft und der Niederwaldnutzung formierten am Kalkrieser Berg ein kleinräumiges Landschaftsmosa-

ik aus Eschfluren, Triften, Heideflächen, Schlagfluren, Hude- und Niederwäldern. Während des Mittelalters entstehen an den Hängen des Kalkrieser Berges hasel- und hainbuchenreiche Buchen-Eichen-Niederwälder.

Die Existenz einer vom Menschen unbeeinflussten Naturlandschaft zur römischen Kaiserzeit, in der geschlossene Urwälder flächendeckend die Landschaft beherrschten, kann aufgrund der vorliegenden paläoökologischen Untersuchungsergebnisse ausgeschlossen werden. Diese Ergebnisse werden durch bodenkundliche Untersuchungen im Umfeld des ehemaligen Schlachtfeldes und durch archäologische Grabungsbefunde im Umfeld des Kalkrieser Berges bestätigt.

Der Nordrand des Wiehengebirges als Übergang von der Mittelgebirgszone zum Norddeutschen Tiefland stellt sich als eine alte, prähistorische Siedlungslandschaft mit einer Jahrtausende währenden Siedlungskontinuität dar.

F. Literaturverzeichnis

- ALTEHAGE, K. (1965): Die Naturschutzgebiete des Landkreises Bersenbrück. Heimat gestern und heute. - Mitt. Kreisheimatb. Bersenbrück **13**: 1-10.
- AMMANN, B. et al. (1981): Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann **14**: Botanische Untersuchungen. Bern.
- ANDERSEN, S. T. (1970): The relative pollen productivity and pollen representation of the North European trees, and correction factors for the tree pollen spectra. - Danm. Geol. Unders. **96**: 1-99, Kopenhagen.
- ANDERSEN, S. T. (1979): Identification of wild grass and cereal pollen. - Danm. Geol. Unders. Arborg 1978: 69-92, Kopenhagen.
- AUST, H. (1976): Die Bronzezeit im westlichen Elb-Weser-Dreieck - Landkreis Wesermünde, Kreis Land Hadeln. - Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern **29**, Das Elb-Weser-Dreieck, Teil I, Einführende Aufsätze, 136-155.
- BAAS, J. (1951): Die Obstarten aus der Zeit des Römerkastells Saalburg/Taunus. - Saalburg-Jb. **10**: 14-28.
- BAAS, J. (1971): Pflanzenreste aus römerzeitlichen Siedlungen von Mainz-Weisenau und Mainz-Innenstadt und ihr Zusammenhang mit Pflanzenfunden aus vor- und frühgeschichtlichen Stationen Mitteleuropas. - Saalburg-Jb. **28**: 61-87.
- BAAS, J. (1974): Kultur- und Wildpflanzenreste aus einem römischen Brunnen von Rottweil-Altstadt. - Fundber. Bad.-Württ. **1**: 373-416.
- BAAS, J. (1979): Kultur- und Pflanzenreste aus einer römischen Grube in Butzbach und ihr Zusammenhang mit Pflanzenfunden aus anderen römischen Fundstätten. - Saalburg-Jb. **36**: 45-82.
- BARCKHAUSEN, J. & H. MÜLLER (1984): Ein Pollendiagramm aus der Leybucht. - Probl. Küstenforsch. i. südl. Nordseegeb. **15**: 127-135.
- BEHR, H.-J. (1964): Obrigkeitliche Maßnahmen zur Förderung der Agrikultur und Viehzucht im Fürstentum Osnabrück im 18. Jahrhundert. - Osnabrücker Mitt. **72**: 84-102.
- BEHRE, K.-E. (1966): Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands. - Eiszeitalter und Gegenwart **17**: 69-84.
- BEHRE, K.-E. (1970): Die Entwicklungsgeschichte der natürlichen Vegetation im Gebiet der unteren Ems und ihre Abhängigkeit von den Bewegungen des Meeresspiegels. - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **9**: 13-48.
- BEHRE, K.-E. (1972): Kultur- und Wildpflanzenreste aus der Marschgrabung Jemgumkloster/Ems (um Christi Geburt). - Neue Ausgr. u. Forsch. **7**: 164-184.
- BEHRE, K.-E. (1973): Mittelalterliche Kulturpflanzenfunde aus der Kirche von Middels (Stadt Aurich/Ostfriesland). - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **10**: 29-47.
- BEHRE, K.-E. (1976a): Beginn und Form der Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland nach pollenanalytischen Untersuchungen in Ostfriesland. - Neue Ausgr. u. Forsch. **10**: 197-224.

- BEHRE, K.-E. (1976b): Die Pflanzenreste aus der frühgeschichtlichen Wurt Elisenhof. - Studien z. Küstenarchäol. Schles.-Holst. Reihe A. 144 S., Neumünster.
- BEHRE, K.-E. (1976c): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte bei Flögeln im Ahlenmoor (Elbe-Weser-Winkel). - Probl. d. Küstenforsch. südl. Nordseegeb. **11**: 101-118.
- BEHRE, K.-E. (1977): Acker, Grünland und natürliche Vegetation während der römischen Kaiserzeit im Gebiet der Marschensiedlung Bentumersiel/Unterems. - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **12**: 67-84.
- BEHRE, K.-E. (1980): Zur mittelalterlichen Plaggenwirtschaft in Nordwestdeutschland und angrenzenden Gebieten nach botanischen Untersuchungen. - Abh. Akad. d. Wiss. Göttingen. **3**: 30-44.
- BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. - Pollen et spores **23**: 225-245.
- BEHRE, K.-E. (1985): Die ursprüngliche Vegetation in den deutschen Marschengebieten und deren Veränderungen durch prähistorische Besiedlung und Meeresspiegelschwankungen. - Verh. Ges. Ökol. **13**: 86-96.
- BEHRE, K.-E. (1988): The role of man in European vegetation history. - In: B. HUNTLEY, & T. WEBB (Hrsg.): Vegetation history. 633-672, Dordrecht.
- BEHRE, K.-E. (1990): Kulturpflanzen und Unkräuter der vorrömischen Eisenzeit aus der Siedlung Rullsdorf, Ldkr. Lüneburg. - Nachr. a. Nieders. Urgesch. **59**: 141-165, Hildesheim.
- BEHRE, K.-E. (1992): The history of rye cultivation in Europe. - Veget. Hist. Archaeob. **1**: 141-156, Heidelberg.
- BEHRE, K.-E. (1993): Die tausendjährige Geschichte des *Teesdalia-Arnoaseridetums*. - Phytocoenologia **23**: 449-456.
- BEHRE, K.-E. & D. KUCAN (1986): Die Reflexion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendiagrammen verschiedener Entfernung - Beispiel aus der Siedlungskammer Flögeln, Nordwestdeutschland. - In: BEHRE, K.-E. (Hrsg.): Anthropogenic indicators in pollen diagrams. 95-114, Rotterdam.
- BEHRE, K.-E. & D. KUCAN (1994): Die Geschichte der Kulturlandschaft und des Ackerbaus in der Siedlungskammer Flögeln, Niedersachsen, seit der Jungsteinzeit. - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **21**: 227 S.
- BEIJERINCK, W. (1976): Zadenatlas der Nederlandsche Flora ten Behoeve van de Botanie, Palaeontologie, Bodencultuur en Warenkennis. - Backhuys & Meesters, 315 S., Amsterdam.
- BEINLICH, B. (1996): Die mitteleuropäische Kulturlandschaft als jeweiliges Abbild der Nutzungsansprüche des Menschen an seine Umwelt. - Natur- und Kulturlandschaft **1**: 120-124, Höxter.
- BERGER, F. (1996): Kalkriese I. Die römischen Fundmünzen. - Röm.-Germ. Forsch. **55**, Berlin.
- BERTSCH, K. (1940): Römische Pflanzenreste aus Bregenz. - Jb. d. Vorarlberg. Museumsver. Bregenz. 16-19.
- BERTSCH, K. (1941): Früchte und Samen, Ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorge-schichtlichen Zeit. - Stuttgart.
- BERTSCH, K. & F. BERTSCH (1949): Geschichte unser Kulturpflanzen. - 2. Aufl., 273 S., Wissenschaftl. Verlags-ges., Stuttgart.
- BEUG, H.-J. (1961): Leitfaden der Pollenbestimmung. - 1. Lieferung, Stuttgart.
- BEUG, H.-J. (1975): Changes of climate and vegetation belts in the mountains of Mediterranean Europe during the Holocene. - Bull. Geol. (Warsawa) **19**: 101-110.
- BEUTLER, A. (1992): Die Großtierfauna Mitteleuropas und ihr Einfluß auf die Landschaft. - In: DUHME, F. et al. (Hrsg.): 25 Jahre Lehrstuhl für Landschaftsökologie in Weihenstephan mit Prof. Dr. Dr. h. c. Haber: 49-69, Eigenverlag München.
- BÖHME, K. (1991): Vom Steinwurf des Vormenschen zum Waidwerk der Antike. - Verlag J. Neumann-Neudamm, 235 S., Melsungen.
- BOTTEMA, S. (1974): Implications of a pollen diagram from the Adriatic sea. - Geol. en Mijnbouw **53**(6): 401-405.
- BRANDT, K. & K.-E. BEHRE (1976): Eine Siedlung der älteren vorrömischen Eisenzeit bei Oldendorf (Unterems) mit Aussagen zu Umwelt, Ackerbau und Sedimentationsgeschehen. - Nachr. aus Nieders. Urgesch. **45**: 447-458, Hildesheim.
- BRANDE, A. (1980): Pollenanalytische Untersuchungen im Spätglazial und frühen Postglazial Berlins. - Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg **115**: 21-72, Berlin.

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. - 3. Aufl., Wien.
- BURRICHTER, E. (1969): Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **31**(1): 60 S., Münster.
- BURRICHTER, E. (1977): Vegetationsbereicherung und Verarmung unter dem Einfluß des prähistorischen und historischen Menschen. - Natur und Heimat **37**(2): 46-51.
- BURRICHTER, E. (1982): Torf-, pollen- und vegetationsanalytische Befunde zum Reliktorkommen der Waldkiefer (*Pinus silv.*) in der Westfälischen Bucht. - Ber. Dtsch. Bot. Ges. **95**: 361-373.
- BURRICHTER, E. (1984): Baumformen als Relikte ehemaliger Extensivwirtschaft in Nordwestdeutschland. - Drosera **84**: 1-18.
- BURRICHTER, E. & R. POTT (1983): Verbreitung und Geschichte der Schneitelwirtschaft mit ihren Zeugnissen in Nordwestdeutschland. - Tuexenia **3**: 43-452.
- BURRICHTER, E & R. POTT (1987): Zur spät- und nacheiszeitlichen Entwicklungsgeschichte von Auenablagerungen im Ahse-Tal bei Soest (Hellwegbörde). - In: KÖHLER, E. & N. WEIN (Hrsg.): Natur- und Kulturräume - Münstersche Geogr. Arb. **27**: 129-135, Paderborn.
- BURRICHTER, E., POTT, R. & H. FURCH (1988). Die potentielle natürliche Vegetation von Westfalen. Geograph. Kommission für Westfalen Landschaftsverband Westfalen-Lippe, Geograph.-landesk. Atlas von Westfalen. Liefg. 3. Doppelblatt: Potentielle natürl. Veg. Text- und Kartenteil, Westf. Vereinsdruckerei, 42 S., Münster.
- CASPERS, G. (1993): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Flußauenentwicklung an der Mittelweser im Spätglazial und Holozän. - Abh. Westf. Mus. Naturkde. **55**(1): 101 S., Münster.
- CHEN, S. H. (1988): Neue Untersuchungen über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte im Gebiet zwischen Harz und Leine (BRD). - Flora **181**: 147-177.
- DAHM-ARENS, H. (1989): Bodengesellschaften des Teutoburger Waldes und seines Vorlandes. - Decheniana **142**: 137-146.
- DANISCH, E. (1960): Eine Quelle mit Kalktuff Ringwall in Kalkriese (Wiehengebirge). - Veröff. d. Naturw. Ver. Osnabrück **29**: 57-63, Osnabrück.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (1953-1983): Deutsches Meteorologisches Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland, Offenbach am Main.
- DIECKMANN, U. & R. POTT (1993): Archäobotanische Untersuchungen in der Kalkrieser-Niewedder Senke. - In: SCHLÜTER, W. (Hrsg.): Kalkriese - Römer im Osnabrücker Land. - Archäologische Forschungen zur Varusschlacht: 81-105, Bramsche.
- DIECKMANN, U., SPEIER, M. & R. POTT (1998): Die Kulturpflanzenfunde aus dem Fundgut der archäologischen Ausgrabungen zur „Varus-Schlacht“ bei Kalkriese (Lkr. Osnabrück). - Natur u. Heimat **57**(3): 73-94.
- DIERSCHKE, H (1975): Die Vegetation des Langholter- und Rhauer Meeres und seiner Randgebiete. - Mittl. flor.-soz. Arbeitsgem. NF **18**: 157-202. Göttingen.
- DIERSSEN, K.(1982): Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. - 382 S., Genève.
- DOBELMANN, W. (1979): Der Altkreis Bersenbrück. Teil III. - Mitt. Kreisheimatbundes Bersenbrück **22**: 1-222, Quakenbrück.
- DÖRFLER, W. (1989): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Süden des Landkreises Cuxhaven, Niedersachsen. - Probl. Küstenforsch. **17**: 1-75.
- DÖRFLER, W. (1992): Landscape development about 6500 B.P. and about 500 A. D. in Kosel, Schleswig-Holstein. - In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Evaluation of land surfaces cleared from forests by prehistoric man in Early Neolithic times and the time of migrating Germanic tribes. - Paläoklimaforschung **8**: 161-167.
- DONAT, P. (1992): Zur Entwicklung und Wandlung der Siedlungs- und Wirtschaftsräume bei den Germanen. - In: BRACHMANN, H. (Hrsg.): Mensch und Umwelt. - Akademie Verlag, 67-72, Göttingen
- DREWES, C. & R. POTT (1993): Naturräumlich differenzierter Aufbau von Plaggenböden im nördlichen Teil des Landkreises Osnabrück. - Telma **23**: 21-37.
- ECKELMANN, W. (1980): Plaggenesche aus Sanden, Schluffen und Lehmen sowie Oberflächenveränderung als Folge der Plaggenwirtschaft in den Landschaften des Landkreises Osnabrück. - Geol. Jb., Reihe F, **10**. 95 S.
- ELLENBERG, H. (1937): Über die bäuerliche Wohn- und Siedlungsweise in NW - Deutschland in Beziehung zu Landschaft, insbesondere zu Pflanzendecke. - Mitt. Flor. -soz. Arbeitsgem. Niedersachsens **3**: 204-235, Hannover.

- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - 5. Aufl., 1095 S., Ulmer Verlag, Stuttgart.
- ERDTMANN, G. (1954): An introduction to Pollen Analysis. - 239 S., Stockholm.
- FAEGRI, K. & J. IVERSEN (1989): Textbook of pollen analysis. - 4. Aufl., John Wiley & sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. I Allgemeine Waldgeschichte. - 480 S., Jena.
- FRAHM, J.-P., FRIEDRICH, H., KNÖRZER, K.-H., REHAGEN, H.-W., REHNELT, K. & CH. REICHMANN (1987): Die Umwelt eines römischen Brunnens erschlossen durch archäologische und naturwissenschaftliche Analysen des Brunnensediments. - Bonn. Jb. **187**: 505-538.
- FRANK, K.-S. & H.-P. STIKA (1988): Bearbeitung der makroskopischen Pflanzen- und einiger Tierreste des Römerkastells Sablonetum (Ellingen bei Weißenburg i. Bayern). - Materialhefte Bayer. Vorgesch. A 61. Kellmünz.
- FRIES, J. C. (1995): Vor- und frühgeschichtliche Agrartechnik auf den Britischen Inseln und dem Kontinent. Eine vergleichende Studie. - Intern. Archaeol. **26**, 265 S. und 161 Tafeln.
- FREUND, H. (1994): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsentwicklung im westlichen Weserbergland. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **56**(1): 103 S. Münster.
- FREUND, H. (1995): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsentwicklung im Moor am Upstalsboom, Ldkr. Aurich (Ostfriesland, Niedersachsen). - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **23**: 117-152.
- FRÖSCHLE, B. (1988): Der römische Weihebezirk von Osterburken im Kirnautal in botanischer Sicht. - Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. in Bad.-Württ. **5**: 1-15.
- GEISER, R. (1992): Auch ohne Homo sapiens wäre Mitteleuropa eine von Natur aus halboffene Weidelandschaft. - Ber. ANL, Laufen/Salzach: 22-34.
- GERKEN, B. (1996): Einige Fragen und mögliche Antworten zur Geschichte der mitteleuropäischen Fauna und ihrer Einbindung in ein Biozönozespektrum. - Natur- und Kulturlandschaft (1): 7-15.
- GIFFEN, A. E. VAN (1941): De tijd van vorming van heidepodzol-profielen aan de hand van archeologische waarnemingen. - Bespreken over het heidepodzolprofiel: 12-23.
- GIFFEN, A. E. VAN (1943): Opgavingen in Drente. - In: POORTMAN, J. (red.): Drente, een handboek voor het kennen van het Drentsche leven in voorbije eeuwen. deel I. Meppel.
- GRINGMUTH-DALMER, E. (1972): Zur Kulturlandschaftsentwicklung in frühgeschichtlicher Zeit im germanischen Gebiet. - Z. f. Archäol. **6**: 64-90.
- GROENEMANN VAN WAATERINGE, W. (1988): New trends in Palynoarchaeology in Northwest Europe or the frantic search for local pollendata. - BAR Int. Ser. **416**: 1-19, Oxford.
- GROHNE, U. (1957): Zur Entwicklungsgeschichte des ostfriesischen Küstengebietes auf Grund botanischer Untersuchungen. - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **6**: 46 S.
- GRÜGER, E. (1975): Pollenanalyse spätpleistozäner und holozäner Sedimente aus der Adria. - Geol. Jb. A **29**: 3-32.
- GRÜGER, E. (1980): Das Alter des Quell-Erlenwaldes Fiekers Busch bei Rinteln an der Weser nach pollenanalytischen Untersuchungen. - Mitt. Flor. soz. Arbeitsg. N. F. **22**: 139-144.
- HAAS, N. & P. RASMUSSEN (1993): Zur Geschichte der Schneitel- und Laubfutterwirtschaft in der Schweiz - Eine alte Landwirtschaftspraxis kurz vor dem Aussterben. - Diss. Bot. **196**: 453-489, Berlin, Stuttgart.
- HÄBLER, H.-J. (1991): Vorrömische Eisenzeit. - In: HÄBLER, H.-J. (Hrsg.): Ur- und Frühgeschichte in Niedersachsen, Theiss Verlag, 592 S., Stuttgart.
- HAFSTEN, U. (1987): Palaeo-ecological studies in South-Eastern Norway, with special reference to the Post-Weichselian Climatic Optimum. - Erdwiss. Forsch. **13**: 282-296.
- HAHNE, J. (1992): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im nordöstlichen Bayern (Bayrisches Vogtland, Fichtelgebirge, Steinwald). - Flora **187**: 169-200.
- HASEL, K. (1985): Forstgeschichte. - 258 S., Verl. P. Parey, Hamburg, Berlin.
- HAYEN, H. (1957): Zur Bautechnik und Typologie der vorgeschichtlichen, frühgeschichtlichen und mittelalterlichen hölzernen Moorwege und Moorstraßen. - Oldenburger Jb. **56**: 83-170.
- HAYEN, H. (1960): Moorwege und Moorstraßen aus fünf Jahrtausenden. - Die Umschau **6**: 177-180.
- HAYEN, H. (1963): Zwei hölzerne Moorwege aus dem Fundgebiet Ipweger Moor, Kreis Ammerland in Oldenbg. - Sonderdruck aus Neue Ausgr. u. Forsch. Nieders.: 113-131.
- HAYEN, H. (1969): Ein Kieferwaldhorizont im Südteil des Ipweger Moores (Gemeinde Moorriem, Kreis Wesermarsch). - Neue Ausgr. u. Forsch. Nieders. **4**: 329-347.

- HAYEN, H. (1977): Bohlenwege in den Großen Mooren am Dümmer. - Heimatchronik des Kreises Vechta. *Archiv für deutsche Heimatpflege* **45**: 33-48.
- HAYEN, H. (1979): Der Bohlenweg VI (Pr) im Großen Moor am Dümmer. - Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Nieders. (15): 20-31.
- HAYEN, H. (1980): Durch das Moor hinlaufende Blockwege in der Gegend von Lohne. - Sonderdruck aus „Lohne (Oldenburg) 980-1980“: 48-63.
- HAYEN, H. (1985): Bergung wissenschaftlicher Untersuchung und Konservierung moor-archäologischer Funde. Vorbericht zu einem Forschungsunternehmen. - *Archäolog. Mitt. aus Nordwestd.* **8**: 1-43.
- HEGI, G. (1964): *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. - IV. Band 3. Teil.: 1610-1619, München.
- HEGI, G. (1965): *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. - I. Band 1. Teil.: 215-218 und 344-346, München.
- HEITZ-WENIGER, A. (1976): Zum Problem des mittelholozänen Ulmenabfalls im Gebiet des Zürichsees (Schweiz). - *Bauhinia* **5**(4): 215-229, Basel.
- HESMER, H. & F.-G. SCHRÖDER (1963): Waldzusammensetzung und Waldbehandlung im Niedersächsischen Tiefland westlich der Weser und in der Münsterischen Bucht bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. - *Decheniana Beihefte* **11**: 306 S., Bonn.
- HINZ, H. (1951): Eine Siedlung der Kaiserzeit von Westerohrstedt. - *Offa* **9**: 57-62.
- HÖVERMANN, J. (1990): Landschaft und Landschaftsentwicklung in Germanien zur Römerzeit nach antiken Quellen. - *Mitt. d. Geogr. Ges. Hamburg* **80**: 253-266.
- HOFFMEISTER, J. & F. SCHNELLE (1945): *Klimaatlas von Niedersachsen*. - Oldenburg.
- HOFMANN, R. (1983/84): Die vegetabilischen vor- und frühgeschichtlichen Funde aus Niederbayern und der Oberpfalz südlich der Donau im Rahmen der Siedelgeschichte. - *Ber. Bayer. Bodendenkmalpfl.* **24/25**: 112-156.
- HOFMEISTER, W. (1963): Bericht von zeitlich verschiedenen Probeentnahmen aus dem Feldungel-See am 16.3.63. - *Vivarien Bote*. 182-197, Osnabrück.
- HOFMEISTER, W. (1965): Wasserzu- und -abflusssmengen des Feldungel-See bei Kalkriese und ihre Messungen. - *Hydrobiologie und Vivaristik* **5**-11, Osnabrück.
- HOFMEISTER, W. (1970): Tätigkeitsbericht der Arbeitsgemeinschaft für Hydrobiologie mit praktischen Beispielen von Arbeiten und Teilergebnissen am Feldungel-See. - *Veröff. naturwiss. Ver. Osnabrück* **33**: 323-327, Osnabrück.
- HOPF, M. (1963): Die Untersuchung von Getreideresten und anderen Feldfrüchten aus Alt-Kalkar, Kreis Kleve und Xanten, Kreis Moers. - *Bonner Jb.* **163**: 416-423.
- HOPF, M. (1966): Ein neuer Fund von Dinkel in Württemberg. - *Jb. RGZ Mainz*. **3**: 287-291.
- HOPF, M. (1979): Verkohlte Kulturpflanzen im Horreum. p. 108-109 mR. Christlein. Das spätrömische Kastell Boiotro zu Passau-Innstadt. - *Bayer. Landesamt f. Denkmalpfl. Abt. Vor- u. Frühgesch. Außenstelle Landshut*. - In: HOPF, M. (1982): Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzen aus dem nördlichen Deutschland. *RGZ*. **22**: 1-108.
- HOPF, M. (1982): Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzen aus dem nördlichen Deutschland. - *Kataloge vor- und frühgeschichtlicher Altertümer* **22**, 108 S. Mainz.
- HOPF, M. & E. SCHIEMANN (1952): Untersuchung von Pflanzenresten aus der Kernsiedlung der Colonia Traiana bei Xanten. - *Bonner Jb.* **152**: 159-161.
- HÜPPE, J. (1986): Die Ackerunkrautgesellschaften der Westfälischen Bucht. - *Abh. Westf. Mus. f. Naturk.* **49**(1): 119 S., Münster.
- HÜPPE, J. (1990): Die Genese moderner Agrarlandschaften in vegetationsgeschichtlicher Sicht. - *Verh. Ges. Ökol.* **19**(11): 424-432.
- HÜPPE, J. (1993): Entwicklung der Tieflands-Heidegesellschaften Mitteleuropas in geobotanisch-vegetationsgeschichtlicher Sicht. - *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* **5**: 49-75.
- HÜPPE, J. (1996): Zur Bronzezeit in Nordwestdeutschland. - *Die Kunde N.F.* **47**: 13-20.
- HÜPPE, J. & R. POTT (1993): Perspektiven moderner Agrarlandschaften unter Berücksichtigung vegetationskundlicher Aspekte. - *Z. f. Kulturtechnik u. Landentw.* **34**: 233-242, Berlin, Hamburg.
- HÜPPE, J., POTT, R. & D. STÖRMER. (1989): Landschaftsökologisch-vegetationsgeschichtliche Studien im Kiefernwuchsgebiet der nördlichen Senne. - *Abh. Westf. Mus. f. Naturk.* **51**(3): 77 S., Münster.
- ISENBERG, E. (1979): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Gebiet der Grafschaft Bentheim. - *Abh. Westf. Mus. f. Naturk.* **41**(2): S. 55, Münster.

- ISENBERG, E. (1986): Der pollenanalytische Nachweis von *Juglans regia* L. im nacheiszeitlichen Mitteleuropa. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **48**(2/3): 457-469., Münster.
- IVERSEN, J. (1944): *Viscum, Hedera, and Ilex* as Climate Indicators. - Geol. Föreningen Stockholm Förhandl. **66**: 463-483, Stockholm.
- JACOMET, S. (1986): Kulturpflanzenfunde aus der Neolithischen Seeufersiedlung Cham-St. Andreas (Zugersee). - Jahrb. d. Schweiz. Ges. f. Ur- u. Frühgesch. **69**: 55-61.
- JAHN, G. (1996): Von der ursprünglichen zur heutigen potentiellen Vegetation. - Natur- und Kulturlandschaft (1): 16-20.
- JAHNKUHNS, H. (1969): Vor- und Frühgeschichte vom Neolithikum bis zur Völkerwanderungszeit. - Deutsche Agrargeschichte Bd. 1, 309 S., Stuttgart.
- JÄGER, K.-D. (1969): Überreste von Holz und Getreide aus der kaiserzeitlichen Siedlung von Klein Kedingshagen, Kreis Stralsund. - Bodendenkmalpfl. in Mecklenburg, Jb. 1967, 276-269.
- JALUT, G. & G. DELIBRIAS (1980): 21000 years of forest history in the Pyrénées: the peat bog of Freychinede (Arrège, south of France). - Abstr. 5th Intern. Palyn. Conf, 178 S.
- JANSEN, C. R. (1979): Pollenassoziation als Ausdruck der Vegetation. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): „Wenden und Vergehen von Pflanzengesellschaften“, Ber. Int. Symp. IVV: 253-261, Vaduz.
- KAISER, H. & R. ASHRAF (1979): Gewinnung und Präparation fossiler Sporen und Pollen sowie anderer Palynomorphen unter besonderer Berücksichtigung der Siebmethode. - Geol. Jb. A **25**: 85-114; Hannover.
- KARG, S. (1988): Pflanzenreste aus zwei Bodenproben der frühmittelbronzezeitlichen Siedlung Uhingen-Römerstrasse 91 (Kreis Göppingen). - Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Bad.-Württ. **31**: 231-237.
- KLASSEN, H. et al. (1984): Geologie des Osnabrücker Berglandes. - Naturw. Museum Osnabrück. 672 S., Osnabrück.
- KNÖRZER, K.-H. (1966): 6000-jährige Geschichte der Getreidenahrung im Rheinland. - Decheniana **119**(1/2): 113-124.
- KNÖRZER, K.-H. (1967a): Subfossile Pflanzenreste von bandkeramischen Fundstellen im Rheinland. - Archaeo-Physika. **2**: 76-99.
- KNÖRZER, K.-H. (1967b): Römerzeitliche Pflanzenfunde aus Aachen. - Archaeo-Physika. **2**: 39-64.
- KNÖRZER, K.-H. (1970): Römerzeitliche Pflanzenfunde aus Neuss. - Limesforsch. **10**: Novaesium 4, 1-128.
- KNÖRZER, K.-H. (1971): Römerzeitliche Getreideunkräuter von kalkreichen Böden. - Rhein. Ausgrab. **10**: 467-481.
- KNÖRZER, K.-H. (1973): Römerzeitliche Pflanzenreste aus einem Brunnen in Butzbach (Hessen). - Saalburg-Jb. **30**: 71-114.
- KNÖRZER, K.-H. (1975): Mittelalterliche und jüngere Pflanzenfunde aus Neuss am Rhein. - Zeitschr. f. Archäol. d. Mittelalters. **3**: 129-181.
- KNÖRZER, K.-H. (1979 a): Verkohlte Reste von Viehfutter aus einem Stall des römischen Reiterlagers von Dormagen. - Rhein. Ausgr. **20**: 130-137.
- KNÖRZER, K.-H. (1979 b): Über den Wandel der angebauten Körnerfrüchte und ihrer Unkrautvegetation auf einer niederrheinischen Lößfläche seit dem Frühneolithikum. - Archaeo-Physika. **8**: 147-163.
- KNÖRZER, K.-H. (1981): Römerzeitliche Pflanzenfunde aus Xanten. - Archaeo-Physika. **11**: 1-176.
- KNÖRZER, K.-H. (1987): Geschichte der synanthropen Vegetation von Köln. - Kölner Jb. Vor- u. Frühgesch. **20**: 271-388.
- KNÖRZER, K.-H. (1991): Deutschland nördlich der Donau. - In: ZEIST, W., WASYLIKOWA, K. & K.-H. BEHRE (eds): Progress in Old World Palaeoethnobotany: 189-206, Rotterdam.
- KNÖRZER, K.-H. (1992): Pflanzenfunde aus der metallzeitlichen Siedlung Blumenberg (Stadt Köln). - Kölner Jb. Vor- u. Frühgesch. **25**: 475-487.
- KNÖRZER, K.-H. & J. MEURERS-BALKE (1990): Die Wirtschafts- und Nutzungsflächen eines römischen Gutshofes - Eine Rekonstruktion aufgrund des botanischen Befundes. - Archäol. NRW: 242-246.
- KOCH, H. (1936): Beitrag zur Florengeschichte des Osnabrücker Landes. - Mitt. Naturw. Ver. Osnabrück **2**(3): 57-98.
- KOCH, K. (1929): Darnsee und Feldungelsee bei Bramsche. Gutachten zur Schutzwürdigkeit vom 10.7.1929. - Archiv des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes - Naturschutz, Landschaftspflege, Vogelschutz.

- KOCH, K. (1941): Natur- und Landschaftsschutz im Regierungsbezirk Osnabrück. - Archiv für Landes- und Volkskunde von Niedersachsen, Oldenburg.
- KOCH, K. (1958): Flora des Regierungsbezirks Osnabrück und der angrenzenden Gebiete. - 2. Aufl., Osnabrück.
- KÖNIG, M. (1989): Ein Fund römischer Traubenkerne in Piesport/Mosel. - In: KÖRBER-GROHNE, U. & H. KÜSTER (Hrsg.): Archäobotanik. Diss. Bot. **133**: 107-116.
- KÖNIG, M. (1991): Die vegetabilischen Beigaben aus dem gallo-römischen Gräberfeld Wederath-Belginum im Hunsrück. - Kurtrier. Jb. **31**: 11-19.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1964): Bestimmungsschlüssel für subfossile *Juncus*-Samen und Gramineen-Früchte. - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **7**: 1-47.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1967): Geobotanische Untersuchungen auf der Feddersen Wierde. - Feddersen Wierde **1**. 357 S., Wiesbaden.
- Körber-Grohne, U. (1979): Nutzpflanzen und Umwelt im römischen Germanien. - Kleine Schr. z. Kenntnis d. röm. Besetzungsgesch. Südwestdeutschlands **21**: 1-79.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1991): Identification Methods. - In: ZEIST, W., WASYLIKOWA, K. & K.-H. BEHRE (eds): Progress in Old World Palaeoethnobotany: 3-24, Rotterdam
- KÖRBER-GROHNE, U. (1993): Wirtschaftsgrünland in römischer und vorrömischer Eisenzeit. - Archaeo-Physika **13**: 105-112.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1994): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. - 2. Aufl., 490 S., Stuttgart.
- KÖRBER-GROHNE, U. & U. PIENING (1979): Verkohlte Nutz- und Wildpflanzenreste aus Bondorf, Kreis Böblingen. - Fundber. Bad.-Württ. **4**: 152-169.
- KÖRBER-GROHNE, U. & U. Piening (1983): Die Pflanzenreste aus dem Ostkastell von Welzheim mit besonderer Berücksichtigung der Graslandpflanzen. - Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Bad.-Württ. **14**: 17-88.
- KÖRBER-GROHNE, U. & M. RÖSCH (1988): Römerzeitliche Brunnenfüllung im Vicus von Mainhardt, Kreis Schwäbisch Hall. - Fundber. Bad.-Württ. **13**: 307-323.
- KORTFUNKE, C. (1992): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Donaumoos und seiner Umgebung. - Diss. Bot. **184**: 176 S., Berlin, Stuttgart.
- KRÄMER, R. (1992): Die „Notgrabung“ am Bohlenweg XII (Ip) aus dem Jahre 713 v. Chr. im Ipweiger Moor, Lkr. Wesermarsch. - Archäol. Mitt. aus Nordwestd. **15**: 101-144.
- KRAMM, E. (1978): Pollenanalytische Untersuchungen zur Floren- und Siedlungsgeschichte zwischen Ems und Hase. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **40**(4): 49 S., Münster.
- KREUZ, A. (1993): Frühlatènezeitliche Pflanzenfunde aus Hessen als Spiegel landwirtschaftlicher Gegebenheiten des 5.-4. Jh. v. Chr. - Ber. d. Kommission f. Archäol. Landesforsch. **2**: 1-37, Frankfurt a/M.
- KROLL, H. (1980): Einige vorgeschichtliche Vorratsfunde von Kulturpflanzen aus Norddeutschland. - Offa **37**: 372-383.
- KROLL, H. (1987): Vor- und frühgeschichtlicher Ackerbau in Archsum auf Sylt. Eine botanische Großrestanalyse. - RGF **44**: 51-158.
- KUBITZKI, K. (1961): Zur Synchronisierung der nordwesteuropäischen Pollendiagramme (mit Beiträgen zur Waldgeschichte Nordwestdeutschlands). - Flora **150**(1): 43-72.
- KUCAN, D. (1973): Pollenanalytische Untersuchungen zu einem Bohlenweg aus dem Meerhusener Moor (Kr. Aurich, Ostfriesland). - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **10**: 65-68.
- KUCAN, D. (1979): Mittelalterliche Kulturpflanzen und Unkräuter aus ostfriesischen Kirchen. - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **13**: 23-38.
- KUCAN, D. (1981): Pflanzenreste aus dem Römerlager Oberaden. - Z. f. Archäol. **15**: 149-162.
- KUCAN, D. (1984): Der erste römische Pfefferfund - nachgewiesen im Legionslager Oberaden (Stadt Bergkamen). - Ausgrab. u. Funde in Westfalen-Lippe. **2**: 51-56.
- KUCAN, D. (1986): Ältereisenzeitliche Kulturpflanzenreste aus der Siedlung Hamburg-Langenkamp. - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **16**: 87-97.
- KUCAN, D. (1992): Die Pflanzenreste aus dem römischen Militärlager Oberaden. - Bodenaltertümer Westfalens **27**: 237-265.
- KUHNEN, H.-P. (1992): Die Krise des 3. Jahrhunderts in Südwestdeutschland: Not, Gewalt und Hoffnung. - In: KUHNEN, H.-P. (Hrsg.): Gestürmt-Geräumt-Vergessen? - Der Limesfall und das Ende der Römerherrschaft in Südwestdeutschland: 31-54. Württ. Landesmus. 136 S., Stuttgart.

- KUHNEN, H.-P. & E. RIEMER (1994): Landwirtschaft der Römerzeit im Römischen Weinkeller Oberriexingen. - 122 S., Stuttgart.
- KÜSTER, H. (1988): Vom Werden einer Kulturlandschaft. Vegetationsgeschichtliche Studien am Auerberg (Südbayern). - In: KOSSACK, G., MARTIN, M. & G. ULBERT (Hrsg.): Quellen und Forschungen zur prähistorischen und provinzialrömischen Archäologie. 3: 214 S., VCH Acta humaniora, Weinheim.
- KÜSTER, H. (1989): Pflanzenreste aus dem Bereich der Uferbefestigung. - In: SCHÖNBERGER, H., KÖHLER H.-J. & H.-G. SIMON (Hrsg.): Neue Ergebnisse zur Geschichte des Kastells Oberstimm. - Ber. RGK 70: 315-319.
- KÜSTER, H. (1990): Gedanken zur Entstehung von Waldtypen in Süddeutschland. - Ber. d. Reinh. Tüxen. Ges. 2: 25-43. Hannover.
- KÜSTER, H. (1992): Römerzeitliche Pflanzenreste. - In: SIMON, H.G. & H.-J. KÖHLER (Hrsg.): Ein Geschirrdépôt des 3. Jahrhunderts. Grabungen im Lagerdorf des Kastell Langenhain. - Mat. Röm.-Germ. Keramik. 11: 184-188.
- KÜSTER, H. (1993): Die Entstehung von Vegetationsgrenzen zwischen dem östlichen und westlichen Mitteleuropa während des Postglazials. - In: LANG, A., PARZINGER, H. & H. KÜSTER (Hrsg.): Kulturen zwischen Ost und West. - Akademie Verlag, 499 S., 473-492, Berlin.
- KÜSTER, H. (1994): Getreidevorrat in römischen Siedlungen an Rhein, Neckar und Donau. - Archaeo-Physika. 13: 133-137.
- KÜSTER, H. (1995): Postglaziale Vegetationsgeschichte Südbayerns - Geobotanische Studien zur Prähistorischen Landschaftskunde. - 372 S., Berlin.
- KÜSTER, H. (1996): Auswirkungen von Klimaschwankungen, Sukzessionen und menschlicher Landschaftsnutzung auf die Ausbildung mitteleuropäischer Wälder. - Forstwiss. Cbl. 115: 301-320.
- LANG, G. (1994): Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. - Gustav Fischer Verlag, 462 S., Stuttgart.
- LANGE, E. (1979): Verkohlte Pflanzenreste aus den slawischen Siedlungsplätzen Brandenburg und Zirzow (Kr. Neubrandenburg). - Archaeo-Physika 8: 191-207.
- LESEMANN, B. (1969): Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des hannoverschen Wendlandes. - Flora B 158: 480-579.
- LIENEMANN, J. & E. TOLKSDORF-LIENEMANN (1992): Bodenkundliche Untersuchungen im Zusammenhang mit den Ausgrabungen auf dem Oberesch in Kalkriese, Stadt Bramsche, Landkreis Osnabrück. - Germania 70(2): 335-344.
- LINCKE, B. & D. SCHRÖDER (1939): Eine bronzezeitliche Wegestrecke in Nordhannover. - Urgeschichtsstudien beiderseits der Niederelbe. - Urgeschichte (10): 62-98.
- LITT, T. (1992): Fresh investigations into the natural and anthropogenically influenced vegetation of the earlier Holocene in the Elbe-Saale Region, Central Germany. - Veget. Hist. Archaeobot. 1: 69-74.
- MAAS, H & E. MÜCKENHAUSEN (1971): Böden - Deutscher Planungsatlas Bd. 1: Nordrhein-Westfalen. - In: Akademie f. Raumforschung u. Landesplanung in Zusammenarbeit m. d. Ministerpräs. NW (Hrsg) 1, 29 S., Hannover.
- MAIER, S. (1988): Botanische Untersuchung römerzeitlicher Pflanzenreste aus dem Brunnen der römischen Zivilsiedlung Köngen (Landkreis Esslingen). - Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Bayern. 31: 291-324.
- MENGLING, H. (1986): Erläuterungen zu Blatt Nr. 3514 Vörden. - Nds. Landesamt für Bodenforschung. Geolog. Karte von Niedersachsen 1:25000. 125 S., Hannover.
- METZLER, A. (1991): Ein vorgeschichtlicher Verkehrsweg durch das Ipweger Moor, Ldkr. Wesermarsch. - Ber. z. Denkmalpflege 11: 6-8.
- METZLER, A. (1993): Zwei urgeschichtliche Moorwege im Campemoor, Ldkr. Vechta. - Ber. z. Denkmalpf. Nieders. 13(3): 114-116.
- METZLER, A. & O. M. WILBERTZ (1991): Bronzezeit. - In: HÄBLER, H.-J. (Hrsg.): Ur- und Frühgeschichte in Niedersachsen, Theiss Verlag, 592 S., Stuttgart.
- MEURERS-BALKE, J. (1992): Palynologische Untersuchungen zum neolithischen Bohlenweg VII (Pr.) im Großen Moor am Dümmer. - Archäolog. Mitt. aus Nordwestd. 15: 119-146.
- MEYER, B. & U. WILLERDING: (1961): Bodenprofile, Pflanzenreste und Fundmaterial von neuerschlossenen neolithischen und eisenzeitlichen Siedlungsstellen im Göttinger Stadtgebiet. - Göttinger Jb. 9: 21-38.

- MOHR, R. (1990): Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Vegetations- und Moorentwicklung im nordwestlichen Niedersachsens. - In: JORDAN, E., SEELE, E. & H.-W. WINDHORST (Hrsg.): *Vechtaer Arbeiten zur Geographie und Regionalwissenschaft* **21**(1): 144 S.; Vechta.
- MOORE, P. D., WEBB J. A. & M. E. COLLINSON (1993): *Pollen analysis*. - 2. Aufl., 216 S., Oxford.
- MÜLLER, F. (1843): Beschreibung der Landwirtschaft im Fürstenthume Osnabrück. - *Hannoversches Magazin vom Jahre 1843*, Nr. 5-9: 35-70, Hannover.
- MÜLLER, H. (1953): Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. - *Nova Acta Leopoldina NF* **16**: 110, 1-67, Berlin.
- MÜLLER-WILLE, M. (1979): Flursysteme der Bronze- und Eisenzeit in den Nordseegebieten. - In: *Untersuchungen zur eisenzeitlichen und frühmittelalterlichen Flur in Mitteleuropa und ihrer Nutzung* **1**: 196-239, Göttingen.
- NEUWEILER, E. (1935): Nachträge urgeschichtlicher Pflanzen. - *Vierteljahrshr. d. Naturforsch. Ges.* **80**: 98-122., Zürich.
- NORTMANN, H. (1983): Die vorrömische Eisenzeit zwischen unterer Weser und Ems. Ammerlandst. = Römisch-germ. Forschungen **41**.
- NOVAK, B. (1988): Die extensive Landwirtschaft im Lahn-Dill-Bergland. Historische Hintergründe, landschaftsökologische Auswirkungen, Bedeutung für den Naturschutz. - *Oberhess. Naturwiss. Z.* **50**: 49-74, Gießen.
- OBERDORFER, E. (1990): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. - 6. Aufl., Ulmer, 1050 S., Stuttgart.
- OVERBECK, F. (1975): *Botanisch-geologische Moorkunde*. - Wachholtz Verl., 719 S., Neumünster.
- PAPE, J. (1993): Die germanische Siedlung von Engter. - In: SCHLÜTER, W. (Hrsg.): *Kalkriese - Römer im Osnabrücker Land. Archäologische Forschungen zur Varusschlacht: 307-321*, Bramsche.
- PEGLAR, S.-M. (1993): The mid-Holocene *Ulmus*-decline at Diss-Mere, Norfolk, U.K.: A year-by-year pollen stratigraphy from annual laminations. - *Holocene* **3**: 1-13, London.
- PEGLAR, S. M. & H. J. B. BIRKS (1993): The mid-Holocene *Ulmus*-decline at Diss mere, South-east England - disease and human impact? - *Veget. Hist. Archaeobot* **2**: 61-68, Berlin, Heidelberg.
- PETERS, J. (1994): Nutztiere in den westlichen Rhein-Donau-Provinzen während der römischen Kaiserzeit. - In: BENDER, H. & H. WOLF (Hrsg.): *Ländliche Besiedlung und Landwirtschaft in den Rhein-Donau-Provinzen des Römischen Reiches*. - *Passauer Univ.-Schr. z. Archäol.* **2**: 37-63.
- PPAFFENBERG, K. (1936): Pollenanalytische Altersbestimmung einiger Bohlenwege am Diepholzer Moor. - *Nachrichten aus Nieders. Urgeschichte* **15**: 62-98.
- PIENING, U. (1981): Die verkohlten Pflanzenreste aus den Proben der Cortaillod- und Horgener Kultur. - In: ARCHÄOLOG. DIENST D. KANTONS BERN (Hrsg.): *Die neolithische Ufersiedlung Twann*. - *Schriftenr. d. Erziehungsdir. Kt. Bern* **14**: 68-88.
- PIENING, U. (1982): Botanische Untersuchungen an verkohlten Pflanzenresten aus Nordwürttemberg. Neolithikum bis Römische Zeit. - *Fundber. Bad.-Württ.* **7**: 239-271.
- PIENING, U. (1986): Verkohlte pflanzliche Beigaben aus einem frührömischen Grabhügel bei Büchel, Kreis Cochem-Zell. - *Trierer Zeitschr.* **49**: 257-271.
- PIENING, U. (1988a): Neolithische und hallstattzeitliche Pflanzenreste aus Freiberg-Geisingen (Kreis Ludwigsburg). - *Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Bad.-Württ.* **31**: 213-228.
- PIENING, U. (1988b): Verkohlte Pflanzenreste aus zwei römischen Gutshöfen bei Bad Dürkheim (Pfalz).- *Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Bad.-Württ.* **31**: 325-340.
- POST VAN, L. (1924): Ur de sydsvenska skoganas regionala historia und er pstartik tid. - *Geol. Förhandl.* **46**: 83-128.
- POTT, R. (1980): Die Wasser- und Sumpfvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht - Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. - *Abh. Westf. Mus. f. Naturk.* **42**(2): 156 S., Münster.
- POTT, R. (1981): Der Einfluß der Niederwaldwirtschaft auf die Physiognomie und die floristisch-soziologische Struktur von Kalkbuchenwäldern. - *Tuexenia* **1**: 233-242. Göttingen.
- POTT, R. (1982): Das Naturschutzgebiet „Hiddeser Bent-Donoper Teich“ in vegetationsgeschichtlicher und pflanzensoziologischer Sicht. - *Abh. Westf. Mus. f. Naturk.* **44**(3): 106 S., Münster.
- POTT, R. (1983): Geschichte der Hude- und Schneitelwirtschaft in Nordwestdeutschland und ihre Auswirkungen auf die Vegetation. - *Oldenburger Jahrbuch* **83**: 357-376, Oldenburg.
- POTT, R. (1984): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte im

- Gebiet der Borkenberge bei Haltern in Westf. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **46**(2): 28 S., Münster.
- POTT, R. (1985): Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **47**(4): 75 S., Münster.
- POTT, R. (1986): Der pollenanalytische Nachweis extensiver Waldbewirtschaftungen in den Haubergen des Siegerlandes. - In: BEHRE, K.-E. (ed.): Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams: 125-134, Verl. A. A. Balkema, Rotterdam, Boston.
- POTT, R. (1988 a): Entstehung von Vegetationstypen und Pflanzengesellschaften unter dem Einfluß des Menschen. - Düsseldorfer Geobot. Kolloq. **5**: 27-54., Düsseldorf.
- POTT, R. (1988 b): Extensive anthropogene Vegetationsveränderungen und deren pollenanalytischer Nachweis. - Flora **180**: 153-160.
- POTT, R. (1989a): Entwicklung von Hecken in der Kulturlandschaft Nordwestdeutschlands. - Verhandl. d. Ges. f. Ökologie **17**: 663-670, Göttingen.
- POTT, R. (1989b): Die Formierung von Buchenwaldgesellschaften im Umfeld der Mittelgebirge Nordwestdeutschlands unter dem Einfluß des Menschen. - Ber. Geobot. Inst. Univ. Hannover 1987 u. 1988, **1**: 30-44, Hannover.
- POTT, R. (1990a): Historische Waldnutzungsformen Nordwestdeutschlands. - Heimatpfl. in Westf. **2**: 1-9, Münster.
- POTT, R. (1990b): Die Haubergswirtschaft im Siegerland. Vegetationsgeschichte, extensive Holz- und Landnutzungen in Niederwaldgebieten des Südwestfälischen Berglandes. - Wilhelm-Müncker Stiftung. **28**: 6-41.
- POTT, R. (1990c): Die nacheiszeitliche Ausbreitung und heutige pflanzensoziologische Stellung von *Ilex aquifolium* L. - Tuexenia **10**: 497-511.
- POTT, R. (1992a): Entwicklung der Kulturlandschaft Nordwestdeutschlands unter dem Einfluß des Menschen. - Z. d. Univ. Hannover. **19**(1): 3-48.
- POTT, R. (1992b): Nacheiszeitliche Entwicklung des Buchenareals und der mitteleuropäischen Buchenwaldgesellschaften. - NZ NRW-Seminarberichte (12): 6-18.
- POTT, R. (1992c): Entwicklung von Pflanzengesellschaften durch Ackerbau und Grünlandnutzung. - Gartenbauwiss. **57**(4): 157-166.
- POTT, R. (1993a): Farbatlas Waldlandschaften. - Ulmer Verlag, 224 S., Stuttgart.
- POTT, R. (1993b): Landnutzungsformen des südwestfälischen Berglandes in prähistorischer und historischer Zeit. - Naturwiss. **80**: 99-107, Berlin.
- POTT, R. (1995a): Vegetations- und Landschaftsentwicklung im Unteren Weserbergland. - Spieker **37**: 13-22.
- POTT, R. (1995b): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. - 2. Aufl., Ulmer Verlag, 622 S., Stuttgart.
- POTT, R. (1995c): The origin of grassland plant species and grassland communities in Central Europe. - Fitosociologia. **29**: 7-32.
- POTT, R. (1996a): Biotoptypen - Schützenswerte Lebensräume Deutschlands und angrenzender Regionen. - Ulmer Verlag, 448 S., Stuttgart.
- POTT, R. (1996b): Die Entwicklungsgeschichte und Verbreitung xerothermer Vegetationseinheiten in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. - Tuexenia **16**: 337-369.
- POTT, R. (1997a): Von der Urlandschaft zur Kulturlandschaft - Entwicklung und Gestaltung mitteleuropäischer Kulturlandschaften durch den Menschen. - Verhandl. d. Ges. f. Ökologie **27**: 5-26.
- POTT, R. (1997b): Vegetationskomplexe von Regenerations- und Degenerationsstadien nordwestdeutscher Hochmoore am Beispiel des NSG „Syenvenn“ im südlichen Emsland. - Osnabrücker Naturw. Mitt. **23**: 251-303, Osnabrück.
- POTT, R. & J. HÜPPE (1991): Die Hudelandschaften Nordwestdeutschlands. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. Münster **53**(1/2): 313 S., Münster
- POTT, R. & M. SPEIER (1993): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Waldentwicklung und Landnutzung im Siegerland und Lahn-Dill-Gebiet. - In: STEUER, H. & U. ZIMMERMANN (Hrsg.): Montan-Archäologie in Europa (562 S.), Archäol. u. Gesch. - Freiburger Forsch. zum ersten Jahrtausend in Südwestdeutschland **4**: 531-550, Verl. J. Thorbecke, Sigmaringen.
- POTT, R., PUST, J. & B. HAGEMANN (1998): Methodische Standards bei der vegetationsökologischen Analyse von Stillgewässern - dargestellt am Großen Heiligen Meer in den Untersuchungsjahren 1992-1997. - In: POTT, R. (Hrsg.): Stickstoffbelastungen der Gewässerlandschaft im Natur-

- schutzgebiet „Heiliges Meer“ (Kreis Steinfurt) und Möglichkeiten landesplanerischer Gegensteuerung. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **60**(2): 53-110, Münster.
- PRINZ, J. (1939): Die Wüstungen im Osnabrücker Lande. - Geschichtl. Handatlas Nieders.
- PUNT, W. (1976): The North-west european pollenflora I. - 145 S., Amsterdam.
- PUNT, W. & S. BLACKMOORE (1991): The northwest European Pollen Flora VI. - 270 S., Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo.
- PUNT, W., BLACKMOORE, S. & G. C. S. CLARKE (1988): The northwest European Pollen Flora V. - 154 S., Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York.
- PUNT, W. & G. C. S. CLARKE (1980): The northwest European Pollen Flora II. - 265 S., Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York.
- PUNT, W. & G. C. S. CLARKE (1981): The northwest European Pollen Flora III. - 138 S., Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York.
- PUNT, W. & G. C. S. CLARKE (1984): The northwest European Pollen Flora IV. - 369 S., Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York.
- PUST, J.; HAGEMANN, B. & R. POTT (1997): Winterliche Grundwasserdynamik und ihre Beeinflussung durch die Ufervegetation am Beispiel des Erlenbruchwaldes am Großen Heiligen Meer. - Natur und Heimat **57**(2): 53-63.
- PUST, J. & R. POTT (1998): Gewässerentwicklung und -eutrophierung. - Naturschutz u. Landschaftsplanung **30**(8/9): 258-263.
- RACKHAM, O. (1989): The history of country side. The full fascinating story of Britains landscape. - 445 S., London.
- RALSKA-JASIEWCZOWA, M. & B. VAN GEEL (1992): Early human disturbance of the natural environment recorded in annually laminated sediments at Lake Gosciarz, Central Poland. - Veget. Hist. Archaeobot. **1**: 33-42.
- RASMUSSEN, P. (1989): Leaf-foddering of livestock in the Neolithic: archaeobotanical evidence from Weier, Switzerland. - J. danish Archaeol. **8**: 51-71, Stockholm.
- REINHARDT, W. (1973): Zwei vorgeschichtliche Wege im Meerhusener Moor (Kr. Aurich/Ostfriesland). - Probl. Küstenforsch. im südl. Nordseegeb. **10**: 59-64.
- REILLE, M. (1992): Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord. - 520 S., Lab. de Botanique Historique et Palynologie URA CNRS 1152, Marseille.
- RINGLER, A. (1989): Das Dorf in der Landschaft. - Sem.-Ber. Naturschutzzentrum NRW **3**(8): 7-22, Recklinghausen.
- RÖSCH, M. (1985a): Ein Pollenprofil aus dem Feuenried bei Überlingen am Ried. Stratigraphische und landschaftsgeschichtliche Bedeutung für das Holozän im Bodenseegebiet. - Mat. H. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württ. **7**: 43-79.
- RÖSCH, M. (1985): Die Pflanzenreste der neolithischen Ufersiedlung von Hornstaad-Hörnle I am westlichen Bodensee. - Ber. Materialhefte z. Vor- u. Frühgeschichte in Bad.-Württ. **7**: 164-199.
- ROST, A. & S. WILBERS-ROST (1992): Die vorgeschichtliche Besiedlung am Kalkrieser Berg zwischen Engter und Schwagstorf. - Germania **70**(2): 344-349.
- ROST, A. & S. WILBERS-ROST (1993): Fragmente eines römischen Zugtieres mit Resten der Anschnürung. - In: SCHLÜTER, W. (Hrsg.): Kalkriese - Römer im Osnabrücker Land - Archäologische Forschungen zur Varusschlacht. - 199-209, Bramsche.
- RYBNICKOWA, E. (1974): Die Entwicklung der Vegetation und Flora im südlichen Teil der Böhmisches-Mährischen Höhe während des Spätglazials und Holozäns. - Vegetace CSSR **A7**, 130 S.
- SCHÄFER, M. (1996): Pollenanalysen an Mooren des Hohen Vogelberges (Hessen) - Beiträge zur Vegetationsgeschichte und anthropogenen Nutzung eines Mittelgebirges. - Diss. Bot. **265**, 280 S., Berlin, Stuttgart.
- SCHAEER, K. (1955): Ergebnisse der Untersuchung der subfossilen Pflanzenreste der Grabung Tofing. - In: BANTELMANN, A. (Hrsg.): Tofing, eine vorgeschichtliche Warft an der Eidermündung. Offa. **12**: 98-102.
- SCHAEFFER/SCHACHSCHABEL; SCHAEFFER, F. (1979): Lehrbuch der Bodenkunde. - 10. Aufl., Enke Verlag, 394 S., Stuttgart.
- SCHIEMANN, E. (1957): Die Kulturpflanzenfunde in den spätkaiserzeitlichen Speichern von Kablow bei Königs-Wusterhausen, Mark. - Berliner Bl. f. Vor- u. Frühgesch. **6**: 100-124.
- SCHLÜTER, W. (1979): Die Vor- und Frühgeschichte der Stadt und des Landkreises Osnabrück. - In:

- Römisch-Germ. Zentralmuseum Mainz (Hrsg.): Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern. Das Osnabrücker Land I. **42**: 43-154., Mainz.
- SCHLÜTER, W. (1991a): Römer im Osnabrücker Land. - Die archäologische Untersuchung in der Kalkrieser-Niewedder Senke. - Schriftenr. Kulturreg. Osnabrück, LVB Osnabrück **4**: 88 S., Osnabrück.
- SCHLÜTER, W. (1991 b): Neue Erkenntnisse zum Ort der Varusschlacht? - Ber. zur Denkmalpflege in Niedersachsen **11**: 10-15.
- SCHLÜTER, W. (1992): Archäologische Zeugnisse zur Varusschlacht? Die Untersuchungen in der Kalkrieser-Niewedder Senke bei Osnabrück. - Germania **70**(2): 307-329.
- SCHLÜTER, W. (1993): Die archäologischen Untersuchungen in der Kalkrieser-Niewedder Senke. - In: SCHLÜTER, W. (Hrsg.): Kalkriebe - Römer im Osnabrücker Land - Archäologische Forschungen zur Varusschlacht. 13-51, Bramsche.
- SCHLÜTER, W. (1996): Archäologische Forschungen zur Örtlichkeit der Varus-Schlacht - Prospektion und Ausgrabungen im Engpaß zwischen Kalkrieser Berg und Großem Moor, Landkreis Osnabrück, in den Jahren 1987-1996. - Telma **26**: 65-84.
- SCHMIDT, G. (1984): Wetter und Klima in Osnabrück. - Osnabrücker Naturw. Mitt. **11**: 209-212, Osnabrück.
- SCHNEEKLOTH, H. (1967): Vergleichende pollenanalytische und ¹⁴C-Datierungen an einigen Mooren im Solling. - Geolog. Jb. **84**: 717-724.
- SCHNEIDER, S. (1978): Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien). - Bot. Jb. Syst. **100**(1): 26-109.
- SCHOCH, W. H.; PAWLIK, B. & F. H. SCHWEINGRUBER (1988): Botanische Makroreste. - Haupt Verlag, 227 S., Bern, Stuttgart.
- SCHOSKE, S., B. KREIBL & R. GERMER (Hrsg.): Anch - Blumen für das Leben. Pflanzen im alten Ägypten. - Schriften aus der Ägypt. Sammlung **6**: 273 S.
- SCHROEDER, F. G. (1956): Zur Vegetationsgeschichte des Heiligen Meeres bei Hopsten (Westfalen). - Abh. Landesmus. f. Naturk. **18**(2): 1-38, Münster.
- SCHROEDER, K. (1971): Geologisch-palaeobotanische Untersuchung eines römerzeitlichen Brunnens bei Irrel, Kr. Bitburg-Prümm (Eifel). - Trierer Z. **34**: 97-117.
- SCHÜTRUMPF, R. (1973): Die relativ-chronologische Datierung fossiler Eichenstämme aus der Kölner Bucht und dem nördlichen Vorland des Teutoburger Waldes nach der Pollenanalyse. - Archäologisches Korrespondenzblatt **3**: 143-153.
- SCHULZE-MOTEL, J. & J. KRUSE (1965): Spelz (*Triticum spelta* L.), andere Kulturpflanzen und Unkräuter in der frühen Eisenzeit Mitteleutschlands. - Kulturpflanze **13**: 586-619.
- SCHWAAR, J. (1976): Paläogeobotanische Untersuchungen im Belmer Bruch. - Abh. Naturw. Verein Bremen. **38**: 208-253.
- SCHWAAR, J. (1979): Spät- und postglaziale Pflanzengesellschaften im Dümmer Gebiet. - Abh. Naturw. Ver. Bremen **39**: 129-152.
- SCHWAAR, J. (1980): Vegetations- und siedlungsgeschichtliche Untersuchungen im Belmer Bruch. - Westf. Geogr. Studien **36**: 71-84.
- SCHWAAR, J. (1983): Spät- und postglaziale Vegetationsstrukturen im oberen Wümmetal bei Tostedt (Landkreis Harburg). - Jb. Naturw. Ver. Fst. Lbg. **36**: 139-166, Lüneburg.
- SCHWABE-BRAUN, A. (1980a): Wirtschaftsbedingte Vegetationstypen auf Extensivweiden im Schwarzwald. - Ber. Naturf. Ges. **70**: 57-95, Freiburg.
- SCHWABE-BRAUN, A. (1980b): Weidfeldvegetation im Schwarzwald. Geschichte der Nutzungsgesellschaften und ihre Komplexe - Bewertungen für den Naturschutz. - Urbs et Regio **18**: 212 S., Kassel.
- SCHWABEDISSEN, H. (1954): Die Federmesser-Gruppen des nordwesteuropäischen Flachlandes. Zur Ausbreitung des Spät-Magdaléniens. - Offa **7**:
- SCHWARZ, W. (1991): Römische Kaiserzeit. - In: HÄBLER, H. J. (Hrsg.): Ur- und Frühgeschichte in Niedersachsen. 238-284, Stuttgart.
- SPEIER, M. (1994): Vegetationskundliche und paläoökologische Untersuchungen zur Rekonstruktion prähistorischer und historischer Landnutzungen im südlichen Rothaargebirge. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **56**(3/4): 174 S., Münster.
- SPEIER, M. (1996): Paläoökologische Aspekte der Entstehung von Grünland in Mitteleuropa. - Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges. **8**: 199-219.

- SPEIER, M. (1997a): Die Entstehung und Entwicklung gehölzdominierter Ökosysteme in Mitteleuropa. - Natur- und Kulturlandschaft (2): 56-69.
- SPEIER, M. (1997b): Die nacheiszeitliche Entwicklung der Gehölzflora in Nordwestdeutschland. - NNA-Ber. (2): 5-15.
- SPEIER, M. (1998): Raum-Zeit-Dynamik in der Vegetations- und Landschaftsentwicklung Mitteleuropas. - Naturschutz u. Landschaftsplanung 30(8/9): 237-242.
- SPEIER, M, DIECKMANN, U. & R. POTT (1998): Die paläobotanischen Untersuchungen zu den Pflanzenfunden aus den archäologischen Ausgrabungen zur „Varus-Schlacht“ bei Kalkriese (Wiehengebirge). - Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges. 10: 73-94.
- STALLING, H. (1983): Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Meißners (Nordhessen). - Flora 174: 357-376.
- STIKA, H.-P. (1996): Römerzeitliche Pflanzenreste aus Baden-Württemberg - Beiträge zur Landwirtschaft, Ernährung und Umwelt in den römischen Provinzen Obergermanien und Rätien. - Materialhefte z. Archäol. in Bad.-Württ. 36: 207 S.
- STECKHAN, H.-U. (1961): Pollenanalytisch-vegetationskundliche Untersuchungen zur frühen Siedlungsgeschichte im Vogelsberg, Knüll und Solling. - Flora 150: 514-550.
- STRAKA, H. (1975): Pollen und Sporenkunde. - 238 S.; Stuttgart.
- SUDHOLZ, G. (1964): Die Ältere Bronzezeit zwischen Niederrhein und Mittelweser. - Münstersche Beiträge zur Vorgeschichtsforschung 1: 128 S.
- TILLMANN, A. (1992): Erntegeräte in Bayern. Eine Übersicht vom Neolithikum bis in die Römerzeit. - In: Katalog Gäubodenmuseum Straubing 19 - Bauern in Bayern. Von den Anfängen bis zur Römerzeit: 285-305, Straubing.
- TRAUTMANN, W. (1957): Natürliche Pflanzengesellschaften und nacheiszeitliche Waldgeschichte des Eggegebirges. - Mitt. Flor.-soz. AG N.F. 6/7: 276-296.
- TÜXEN, J. (1979): Vorschlag einer typologischen Ordnung der niedersächsischen Hochmoore. - Telma 9: 15-29.
- TÜXEN, J. (1986): Mudde und Moorbildungen. - In: MENGELING, H. (Hrsg.) Erläuterungen zu Blatt Nr. 3514 Vörden. Nds. Landesamt für Bodenforschung. Geolog. Karte von Niedersachsen 1:25000. 83-87. Hannover.
- TÜXEN, J.; BARTELS, W.; BECKER, K.; JANSEN, B.; LANGNER, S. & B. STREITZ (1990): Schichtaufbau und Entwicklungsgeschichte einiger Moore im niedersächsischen Flachland (Teil 1). - Telma 20: 97-123.
- TÜXEN, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. - Angew. Pflanzensoz. 13: 5-42.
- VAHLE, H.-C. (1997): Zum Typus der nordwestdeutschen Kulturlandschaft. - Natur- und Kulturlandschaft 2: 102-112, Höxter.
- VOGT, U. (1986): Die Siedlung der vorrömischen Eisenzeit von Holsten-Mündrup, Stadt Georgsmarienhütte, Ldkr. Osnabrück. - Mit einem Beitrag von F. BAILLY. NNU 55: 301-315.
- WAGNER, C. (1994): Zur Ökologie der Moorbirke (*Betula pubescens*) Ehrh. in Hochmooren Schleswig-Holsteins unter besonderer Berücksichtigung von Regenerationsprozessen in Torfstichen. - Mitt. Arbeitsgem. Geobotanik Schleswig-Holstein und Hamburg 47: 1-182.
- WAHMHOFF, E. M. (1984): Die Vegetation des Naturschutzgebietes Feldungel-See bei Bramsche und ihre Veränderungen seit Unterschutzstellung im Jahre 1932. - Osnabrücker Naturw. Mitt. 11: 139-168. Osnabrück.
- WASYLIKOWA, K. (1984): Fossil evidence for ancient food plants in Poland. - Proceedings of the 6th symposium International work group for palaeoethnobotany 1983: 257-266, Rotterdam.
- WATERBOLK, H. T. (1951): Landschapsgeschiedenis van Drente. - In: POORTMAN, J. (red.): Drente - een handboek voor het kennen van het Drentsche leven in voorbije eeuwen. Tweedw Boek:23-59. Meppel.
- WATERBOLK, H. T. (1954): De praehistorische mens en zijn milieu. - Diss. Groningen, 153 S.
- WATERBOLK, H. T. (1982): Mobilität von Dorf, Ackerflur und Gräberfeld in Drenthe seit der Latènezeit. - Archäologische Siedlungsforschung auf der niederländischen Geest. - Offa 39: 97-137.
- WEBER, H. E. (1978): Vegetation des Naturschutzgebietes Balksee und Randmoore.- Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 9: 1-168, Hannover.
- WEBER, H. E. (1997): Hecken und Gebüsche in den Kulturlandschaften Europas - Pflanzensoziologische Dokumentation als Basis für Schutzmaßnahmen. - Ber. d. Reinh. TÜXEN-Ges. 9: 75-106, Hannover.

- WEINERT, M., REMY, D. & E. P. LÖHNERT (1998): Hydrogeologie der Gewässerlandschaft „Heiliges Meer“ bei Hopsten (Nordrhein-Westfalen, Nordwestdeutschland) - erste Ergebnisse. - In: POTT, R. (Hrsg.): Stickstoffbelastungen der Gewässerlandschaft im Naturschutzgebiet „Heiliges Meer“ (Kreis Steinfurt) und Möglichkeiten landesplanerischer Gegensteuerung. - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **60**(2): 13-52, Münster.
- WERNECK, H. L. (1953): Die Formenkreise der bodenständigen Wildnuß in Ober- und Niederösterreich. - Verh. d. Zool. Bot. Ges. Wien **93**: 112-119.
- WERNECK, H. L. (1954): Kulturpflanzen aus Lauriacum-Lorch bei Enns. - Forsch. in Lauriacum **2**: 107-108.
- WERNECK, H. L. (1956): Römischer und vorrömischer Wein- und Obstbau im österreichischen Donautal. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien **96**: 114-131.
- WEYHE, W. VON (1836): Vortrag des Herrn Land-Kommissair von Weyhe über die Bewirtschaftung dessen Gutes Störtenbüttel (1832). Landwirtschaftliche Mittheil. bes. für das Fürstentum Lüneburg u. Verhandl. des landwirthschftl. Provinzial-Vereins zu Uelzen: 1. Lieferung 1836: 79-80.
- WIERMANN, R. & D. SCHULZE (1986): Pollenanalytische Untersuchungen im großen Torfmoor bei Nettelstedt (Kr. Minden-Lübbecke). - Abh. Westf. Mus. f. Naturk. **48**(2/3): 481-495, Münster.
- WILBERS-ROST, S. (1991): Die Besiedlung der Kalkrieser-Niewedder Senke in vorgeschichtlicher Zeit. - In: SCHLÜTER, W. (Hrsg.): Römer im Osnabrücker Land. - Schriftenreihe Kulturregion Osnabrück **4**: 5-19.
- WILBERS-ROST, S. (1992): Grabungsbefunde auf dem „Oberesch“ in Kalkriese, Stadt Bramsche, Landkreis Osnabrück. - Germania **70**(2): 330-335.
- WILBERS-ROST, S. (1993): Geschichte und Ergebnisse der Ausgrabungen in Kalkriese.- In: SCHLÜTER, W. (Hrsg.): Kalkriese - Römer im Osnabrücker Land - Archäologische Forschungen zur Varusschlacht. 53-72. Bramsche.
- WILLERDING, U. (1960): Beiträge zur jüngeren Geschichte der Flora und Vegetation der Flußauen. - Flora **149**: 436-476.
- WILLERDING, U. (1966): Pflanzenreste aus einer eisenzeitlichen Siedlung von Göttingen. - Gött. Jb. **14**: 19-28.
- WILLERDING, U. (1969): Ursprung und Entwicklung der Kulturpflanzen in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. - In: JAHNKE, H. (Hrsg.): Deutsche Agrargeschichte 1 - Vor- und Frühgeschichte vom Neolithikum bis zur Völkerwanderungszeit, (300 S.): 188-233, Stuttgart.
- WILLERDING, U. (1970): Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzenfunde in Mitteleuropa. - Neue Ausgrab. u. Forsch. in Niedersachsen **5**: 288-375.
- WILLERDING, U. (1971): Methodische Probleme bei der Untersuchung und Auswertung von Pflanzenfunden in vor- und frühgeschichtlichen Siedlungen. - Nachr. aus Nieders. Urgesch. **40**: 180-201.
- WILLERDING, U. (1978): Die Pflanzenreste. In: MACKENSEN, M. (Hrsg.): Das römische Gräberfeld auf der Keckwiese in Kempten. I. Gräber und Grabanlagen des 1. und 4. Jahrhunderts. - Materialhefte Bayer. Vorgesch. Reihe A. **34**: 183-192.
- WILLERDING, U. (1979a): Zum Ackerbau in der jüngeren vorrömischen Eisenzeit. - Archaeo-Physika **8**: 309-324.
- WILLERDING, U. (1979b): Paläoethnobotanische Untersuchungen über die Entwicklung von Pflanzengesellschaften. - Ber. Intern. Symp. Veg.kde. Rinteln 1978: 61-110, Vaduz.
- WILLERDING, U. (1980): Anbaufrüchte der Eisenzeit und des frühen Mittelalters, ihre Anbauformen, Standortverhältnisse und Erntemethoden. In: BECK, H., DENECKE, D. & H. JANKUHN (Hrsg.): Untersuchungen zur eisenzeitlichen und frühmittelalterlichen Flur in Mitteleuropa und ihre Nutzung II. - Abh. d. Akad. d. Wissenschaften in Göttingen **116**: 126-196, Göttingen.
- WILLERDING, U. (1981): Ur- und frühgeschichtliche sowie mittelalterliche Unkrautflora in Mitteleuropa. - Z. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz, Sonderh. **IX**: 65-74, Stuttgart.
- WILLERDING, U. (1986): Paläo-ethnobotanische Befunde zum Mittelalter in Höxter/Weser. - Neue Ausgr. u. Forsch. **17**: 319-346.
- WILLERDING, U. (1987): Verkohlte Pflanzenreste aus dem Bereich des römischen Kleinkastells von Nersingen.- In: MACKENSEN, M. (Hrsg.): Frühkaiserliche Kleinkastelle bei Nersingen und Burlafingen an der oberen Donau. - Münchener Beitr. zur Vor- u. Frühgesch. **41**: 315-320.
- WILLERDING, U. (1988a): Zur Entwicklung von Ackerunkrautgesellschaften im Zeitraum vom Neolithikum bis in die Neuzeit. - Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Bad.-Württ. **31**: 31-41.

- WILLERDING, U. (1988b): Lebens- und Umweltverhältnisse der bandkeramischen Siedler von Rössing. - In: FANSA, M. (Hrsg.): Vor 7000 Jahren. Die ersten Ackerbauern im Leinetal. Wegweiser zur Vor- u. Frühgesch. Nieders. **15**: 21-34.
- WILLERDING, U. (1989): Relikte alter Landnutzungsformen. - In: HERMANN, B. & A. BUDE. (Hrsg.): Naturwissenschaftliche und historische. Beiträge zu einer ökologischen Grundbildung - Sommerschule „Natur und Geschichte“ 14. -27. Sept. 1989: 207-224, Göttingen.
- WILLERDING, U. (1991): Präsenz, Erhaltung und Repräsentanz von Pflanzenresten in archäologischem Fundgut. -In: ZEIST, W. VAN, K. WASYLKOWA, & K.-E. BEHRE (Hrsg.): Progress in Old World Palaeoethnobotany. 2-51. Balkema, Rotterdam.
- WILLERDING, U. (1992a): Umweltrekonstruktion auf der Grundlage botanischer Befunde. - Ber. Denkmalpf. Nieders. **12**(4): 154-157.
- WILLERDING, U. (1992b): Klima und Vegetation der Germania nach vegetationsgeschichtlichen und paläoethnobotanischen Quellen. Beiträge zum Verständnis der Germania des Tacitus. Teil III: 332-374.
- WILLERDING, U. (1996): Zur Agrarproduktion von der jüngeren vorrömischen Eisenzeit bis ins frühe Mittelalter. - *Historicum*, Frühling: 10-20, Linz.
- WILLERDING, U. & G. WOLF (1990): Paläo-ethnobotanische Befunde aus einer Siedlung der jüngeren Vorrömischen Eisenzeit am Steinbühl bei Nörten-Hardenberg, Ldkr. Northeim. - *Nachr. aus Nds. Urgesch.* **59**: 111-140, Hildesheim.
- WILLUTZKI, H. (1962): Zur Waldgeschichte und Vermoorung sowie über Rekurrenzflächen im Oberharz. - *Nova Acta Leopold. N. F.* **160**: 3-51.
- WILMANN, O (1989): Die Buchen und ihre Lebensräume. - *Ber. d. Reinh. TÜXEN-Ges.* **1**: 49-72.
- WOLDSTEDT, P. & K. DUPHORN (1974): Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. (3). 484 S. Stuttgart.
- ZAGWIJN, W. H. (1994): Reconstruction of climate change during the holocene in western and central Europe based on pollen records of indicator species. - *Veget. Hist. Archaeobot.* **3**: 65-88.
- ZEIST, W. VAN (1967): A palaeobotanical study of the Wijster settlement. In: ES VAN, W. A. (ed.): Wijster, a native village beyond the imperial frontier, 150-425 A. D. *Palaeohistoria* **11**, Appendix **1**: 568-573.
- ZEIST, W. VAN (1970): Prehistoric and Early Historic Food Plants in the Netherlands. - *Palaeohistorica* **14**: 41-173.
- ZEIST, W. VAN (1974): Palaeobotanical studies of settlement sites in the coastal area of the Netherlands. *Palaeohistorica* **16**: 223-371.
- ZEIST, W. VAN, WASYLKOWA, A. & K. E. BEHRE (1991): Progress on old world palaeo-ethnobotany. 350 S. Rotterdam.
- ZICKERMANN, F. (1996): Vegetationsgeschichtliche, moorstratigraphische und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Entwicklung seltener Moorökosysteme in Nordwestdeutschland. - *Abh. Westf. Mus. f. Naturk.* **58**(1): 109 S., Münster.
- ZOLLER, H. (1960): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. - *Naturf. Ges.* **83**(2): 45-156; Zürich.

G. Kartenverzeichnis

- Gaußsche Landesaufnahme der 1815 durch Hannover erworbenen Gebiete. Maßstab 1 : 25000, Blätter 53 Bramsche und 54 Ostercappeln. Aufgenommen 1835 bis 1850. (Hrsg.): Nieders. Landesverwaltungsamt Hannover 1979.
- Geologische Karte von Niedersachsen 1 : 25000, Blatt Nr. 3514 Vörden. (Hrsg.): Nieders. Landesverwaltungsamt Hannover 1986.
- Der Zug des Varus im Osnabrücker Land - Kulturpark (Archäologie-Geschichte-Bau- und Naturdenkmäler) im Naturpark Teutoburger Wald-Wiehengebirge. Kartengrundlage: Topographische Karte 1 : 25000, Blatt 3513 (1989), 3514 (1988), 3613 (1988), 3614 (1987). (Hrsg.): Nieders. Landesverwaltungsamt Hannover 1993.

Anschrift der Verfasserin: Dr. Ursula Dieckmann, Institut für Geobotanik, Univ. Hannover, Nienburger Str. 17, D-30167 Hannover

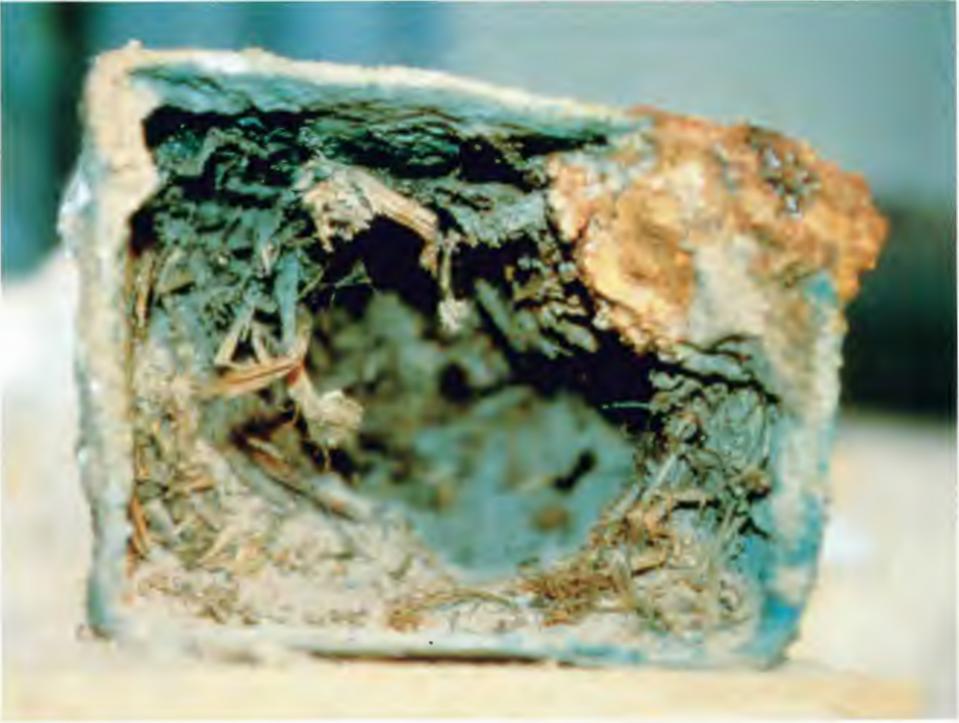


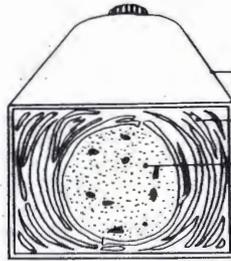
Abb. 33: Bronzene Metallglocke aus dem Fundgut von Kalkriese. Das Pflanzenmaterial ist an die Innenwände der Glocke gepreßt (Photo: W. Schlüter, Osnabrück, 1992).



Abb. 34: Trockenkonservierte, subfossile Pflanzenreste nach der Herausnahme aus der bronzenen Glocke.

*Rekonstruktion der Pflanzenumwicklung in der
Deichselkappe aus dem Fundgut von Kalkriese*

*Archäologische
Fundsituation:*

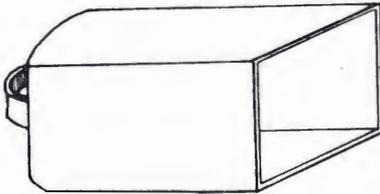


Bronzene Deichselkappe

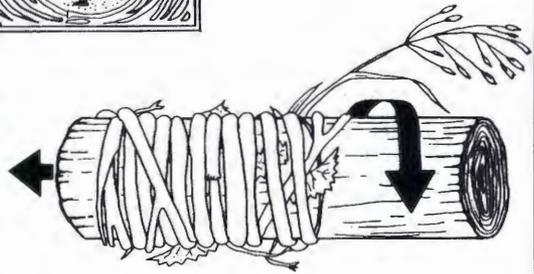
Pflanzenwicklung

Sandfüllung mit Samen

Rekonstruktion:



Bronzene Deichselkappe



Holzdeichsel mit Pflanzenumwicklung



Abb. 35: Modell der Rekonstruktion der Pflanzenumwicklung in der Bronzeglocke, die vermutlich als Kappe einer Holzdeichsel umfunktioniert wurde.



Tafel 1: Saathafer
(*Avena sativa*)

- 1 Bespelzte Ährchen
- 2 Bespelztes Ährchen
- 3 Rispenstieln
- 4 Ährchen mit Anthere
- 5 Wurzelfragment
- 6 Halmfragment





Abb. 36: Halmbasis einer Saathaferpflanze (*Avena sativa*) mit Wurzelresten aus den Pflanzenfunden von Kalkriese.



Tafel 2: Erbse (*Pisum sativum*)

- 1 Same
- 2/3 Hülsenfragment
- 4 Nebenblatt
- 5 Fragmente von eingero-llten Blattranken
- 6 Stengelfragment
- 7 Fragmente von eingero-llten Blattranken





Tafel 3:

Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*)

1 Fragment eines Fiederblattes

Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*)

2 Rispenstengel mit Perianthblättern

3 Blütenboden, mit kranzförmig angeordneten Samen

4 Samen

5 Samen

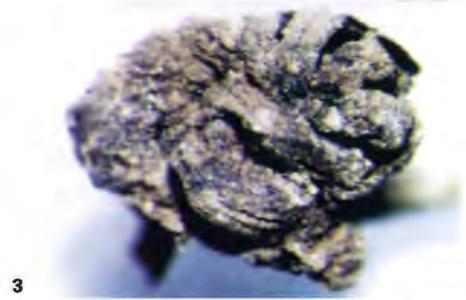
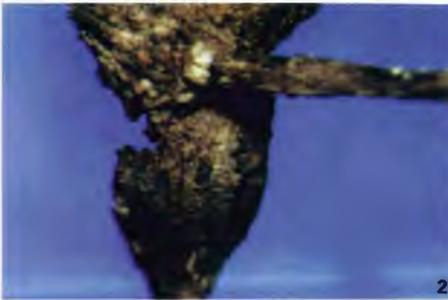




Abb. 40: Trockenkonserviertes Bruchstück einer Blattranke, die um das Fragment eines Haferstengels gewickelt ist.



Abb. 42: Fragment eines Fiederblattes des Frauenfarns (*Athyrium filix-femina*) mit Sori und Indusium.

Abb. 10: Aktuelle Vegetation in der Umgebung des Kalkrieser Berges (im Anhang).

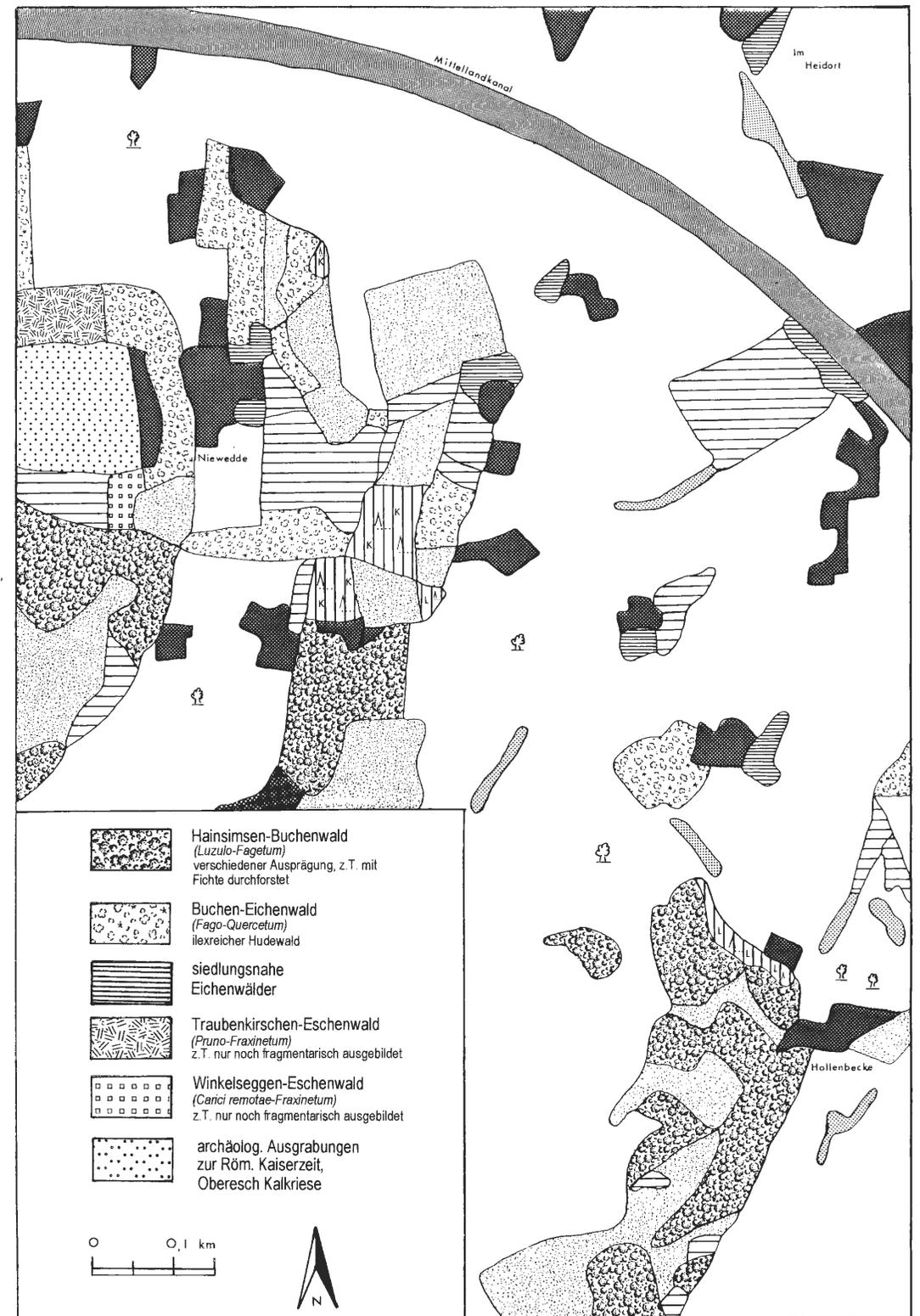
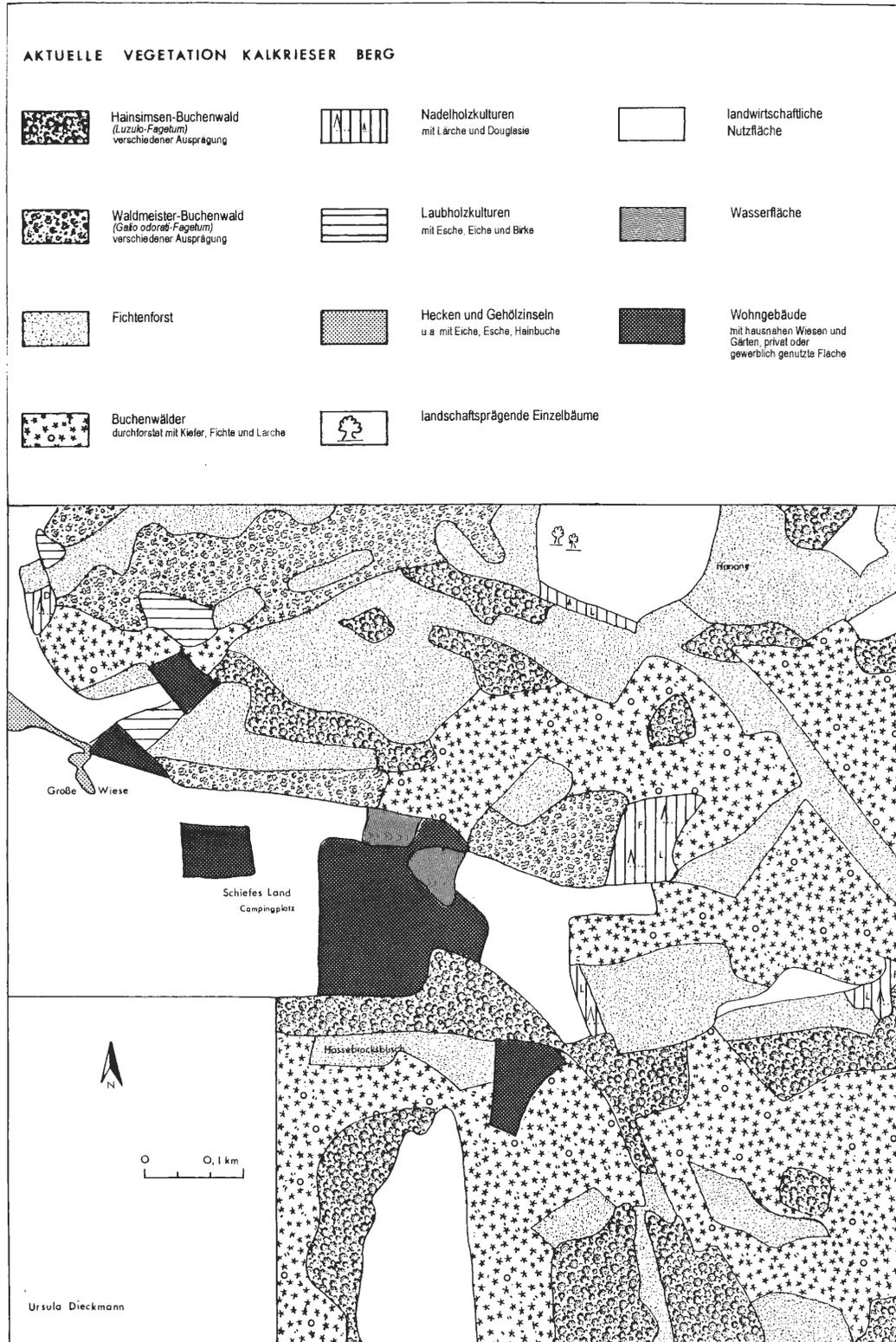
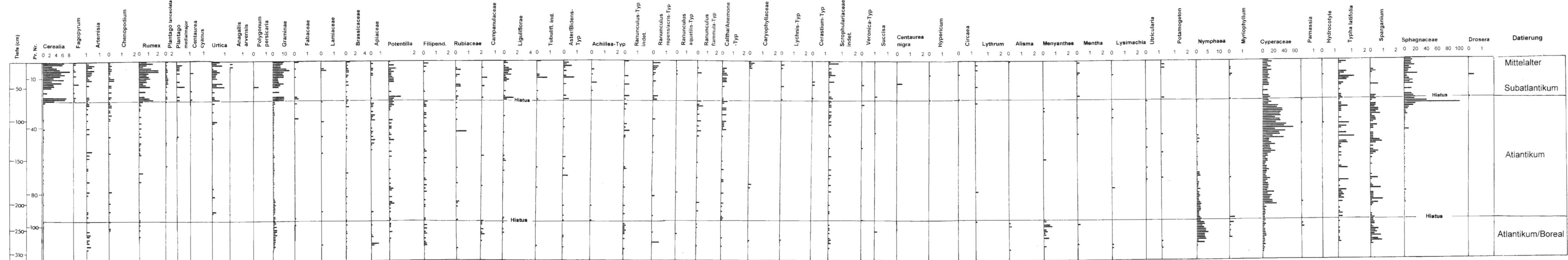
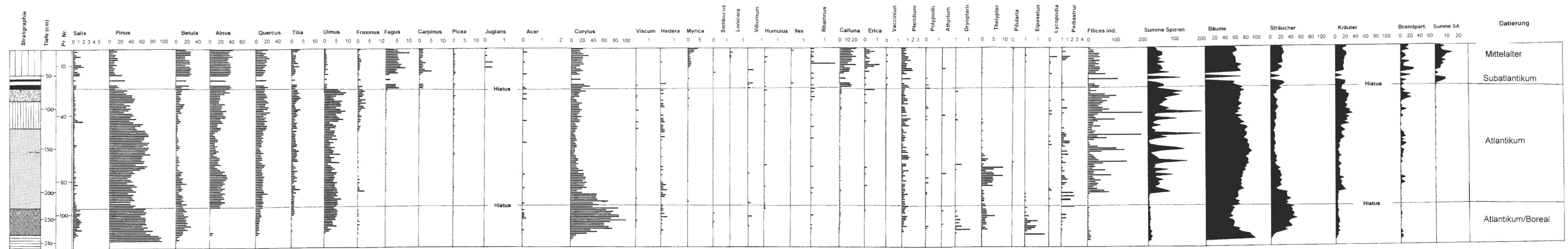


Abb. 14: Konventionelles Diagramm Feldungel-See (im Anhang).



Legende:
 braungrauer Mittel- bis Feinsand, humos, schwach durchwurzelt
 pollenfreier weißgrauer bis hellbrauner Fein- bis Mittelsand
 humoser Mittel-Feinsand
 Seggentorf
 schwach zersetzter Niedermoortorf, mit Seggenrhizomen
 stark zersetzter Niedermoortorf, mit Holzresten von *Alnus glutinosa*
 stark zersetzter Niedermoortorf, mit Holzresten von *Pinus sylvestris* und *Betula spec.*
 hellbrauner Fein- bis Mittelsand

Abb. 15: Konventionelles Diagramm Campemoor (im Anhang).

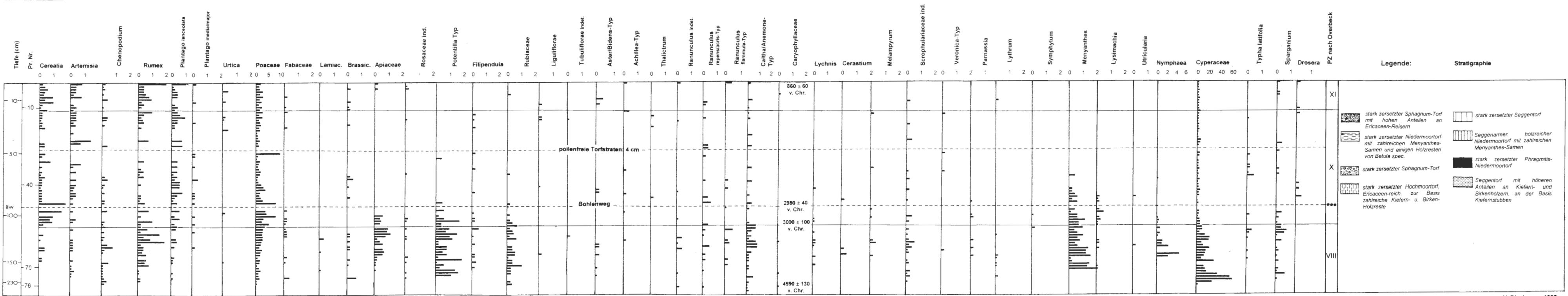
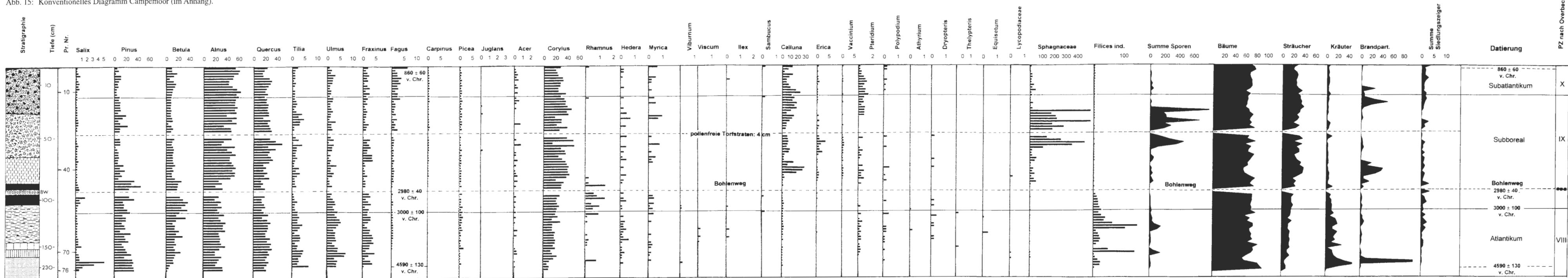


Abb. 17: Teildiagramm Feldungel-See: Gewässerentwicklung (im Anhang).

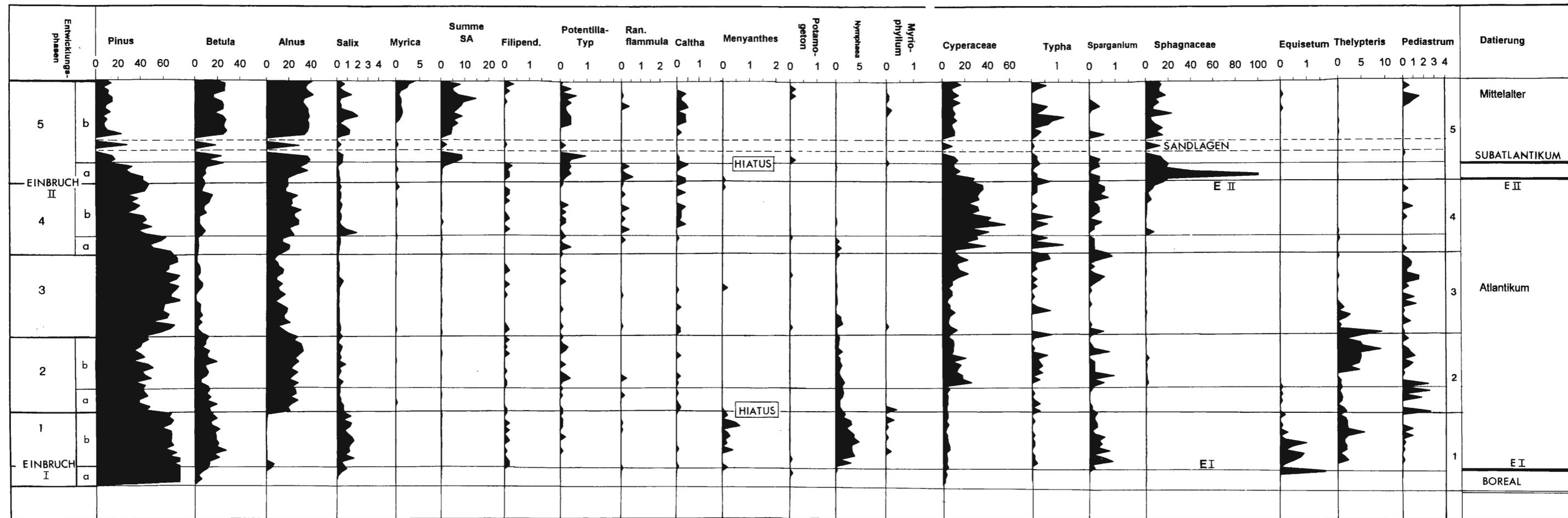


Abb. 45: Konventionelles Diagramm Kalktuffquelle (im Anhang).

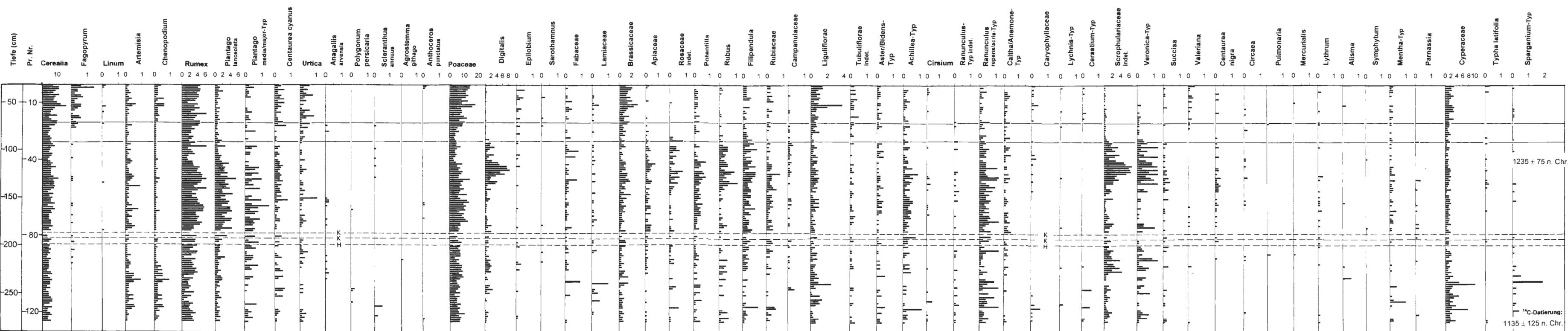
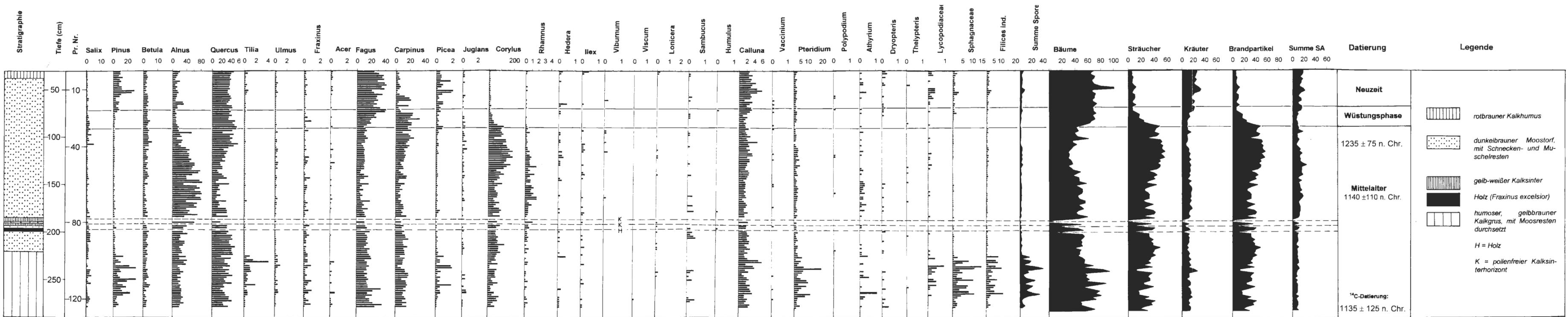
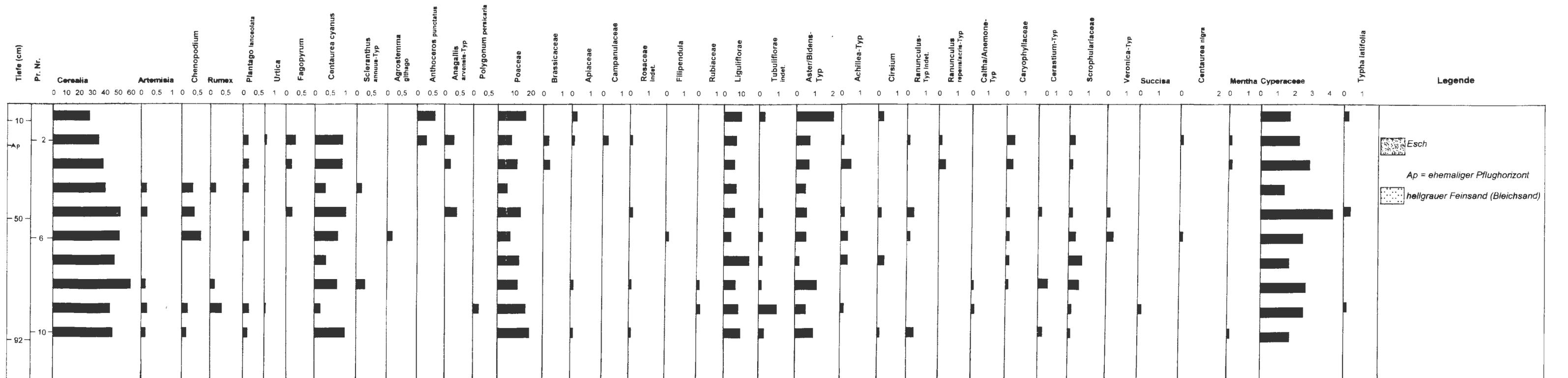
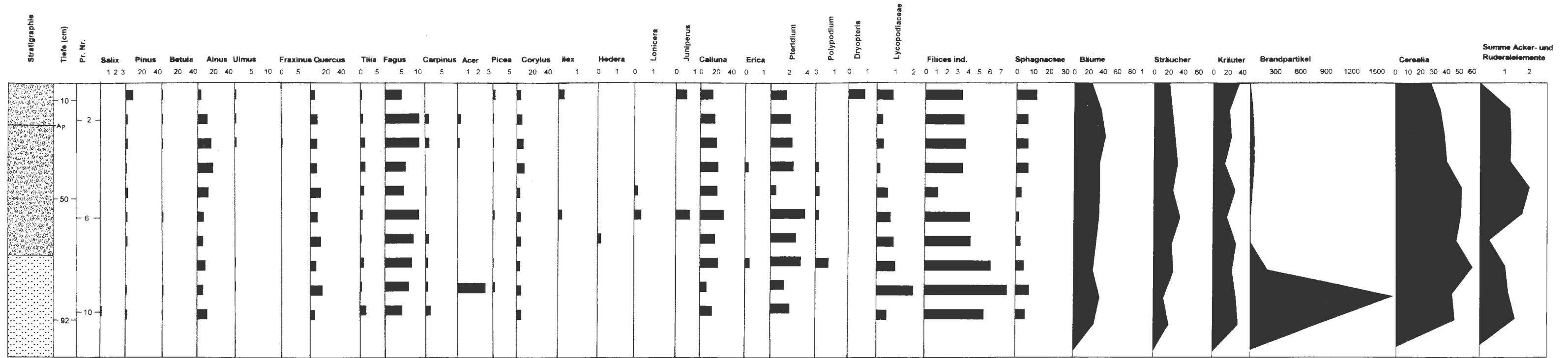


Abb. 47: Summendiagramm Oberesch Kalkriese: mittelalterlich/neuzeitlicher Plaggensch (im Anhang).



Esch
 Ap = ehemaliger Pflughorizont
 hellgrauer Feinsand (Bleichsand)

