

Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Bärlappe (*Lycopodiaceae*) im Zentrum des Rothaargebirges*

Rüdiger Wittig, Stefan Huck und Monika Wittig, Frankfurt am Main

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zielsetzung	39
2. Das Untersuchungsgebiet	40
3. Methoden	42
4. Ergebnisse	45
4.1 <i>Lycopodium clavatum</i>	45
4.2 <i>Lycopodium annotinum</i>	52
4.3 <i>Huperzia selago</i>	62
4.4 <i>Diphasiastrum alpinum</i>	68
5. Diskussion	68
5.1 <i>Lycopodium clavatum</i>	68
5.2 <i>Lycopodium annotinum</i>	69
5.3 <i>Huperzia selago</i>	70
5.4 <i>Diphasiastrum alpinum</i>	71
6. Ausblick	72
7. Danksagung	73
8. Zusammenfassung	73
9. Summary	73
10. Literaturverzeichnis	74

1. Einleitung und Zielsetzung

Die Familie der Bärlappe (*Lycopodiaceae*) gehört zu den ältesten und urtümlichsten Pflanzengruppen terrestrischer Lebensräume. Bärlappe haben daher seit jeher das Interesse der Botaniker gefunden. Heute kommt hinzu, daß alle einheimischen Bärlapp-Arten auf der Roten Liste von Nordrhein-Westfalen (WOLFF-STRAUB et al. 1986) und, mit Ausnahme von *Lycopodium annotinum*, auch auf der Bundesliste (KORNECK et al. 1996) stehen. In der westfälischen botanischen Literatur findet man dementsprechend eine Vielzahl von Einzelfundmeldungen, teils mit Angaben zum Standort und/oder zur Vergesellschaftung (z. B. BRÜCKNER 1995, BRUNZEL 1991, NIESCHALK 1957, SCHRÖDER 1965, SERAPHIM 1965). In jüngster Zeit sind zwei bemerkenswerte Arbeiten zur Verbreitung der Flachbärlappe (*Lycopodium sectio Complanata*, syn. *Diphasium* bzw. *Diphasiastrum*) in Niedersachsen (HORN 1997) und Nordrhein-Westfalen (ARDELMANN et al. 1995) erschienen. Eine Gesamtschau der Verbreitung, Vergesellschaftung und Standortansprüche der Bärlappe steht dagegen sowohl für Westfalen als auch für benachbarte Regionen und den

* Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft für biologisch-ökologische Landesforschung (ABÖL) Nr. 126

gesamtmitteleuropäischen Raum noch aus. Die vorliegende Arbeit will dazu beitragen, diese Lücke zu schließen.

2. Das Untersuchungsgebiet

Die Bezeichnung „Rothaargebirge“ wird in der geographischen Literatur sowie in Kartenwerken unterschiedlich gebraucht. Während der Naturpark Rothaargebirge weite Teile des Sauerlandes umfaßt, trägt in den topographischen Karten 1 : 25 000 des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen lediglich ein gut abgrenzbarer Kerngebirgszug diesen Namen. Dieses eigentliche Rothaargebirge, genaugenommen der in West-Ost-Richtung streichende nördliche Teil des Gebirges, ist das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit (s. Abb. 1). Um die Geländearbeit innerhalb von fünf Jahren abschließen zu können, wurde das südliche Drittel (Bereich zwischen Altenhundem, Erndtebrück und Röspe) nicht untersucht. Somit wird das UG im Westen durch das Hundembachtal bzw. durch den Ort Altenhundem (Lennestadt), im Norden durch das Lennetal mit den Orten Kickenbach, Langenei, Gleierbrück, Saalhausen, Lenne, Fleckenberg, Schmallenberg, Winkhausen, Oberkirchen, In der Lenne und Westfeld, den westlich des Hombergs gelegenen Siepen bis hinauf zur Bundesstraße 236, im Osten durch das Hesselbachtal und das

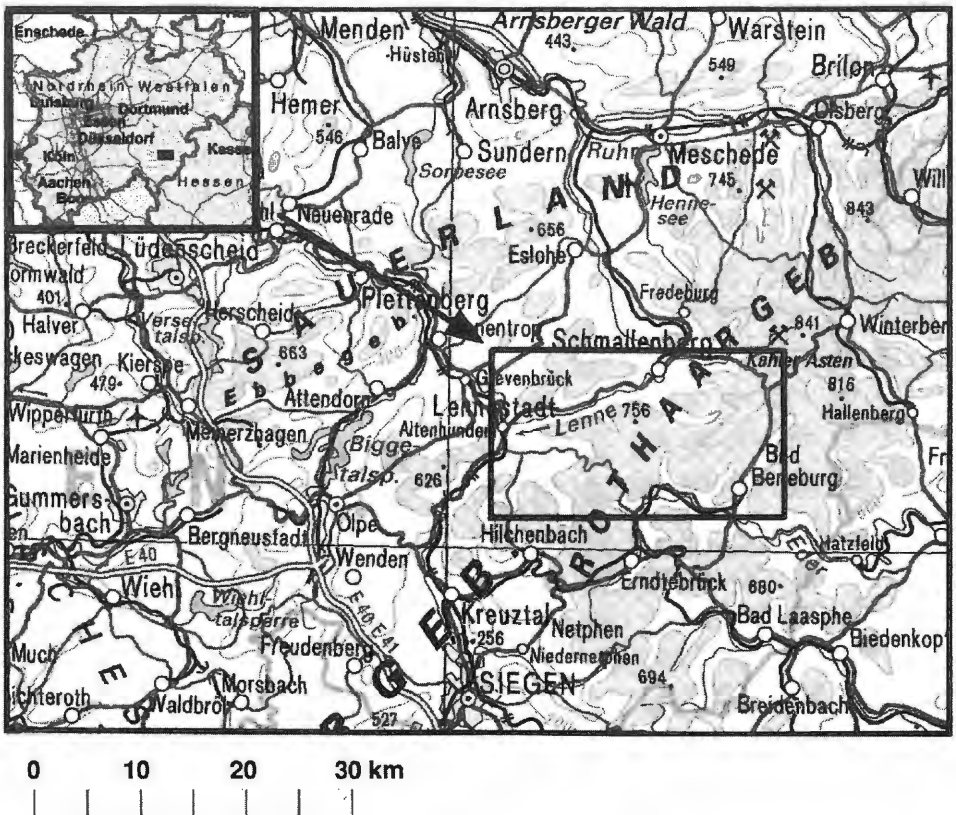


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes (Ausschnitt aus der Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 1 Mio. Veröffentlichung mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen vom 6.7.1999).

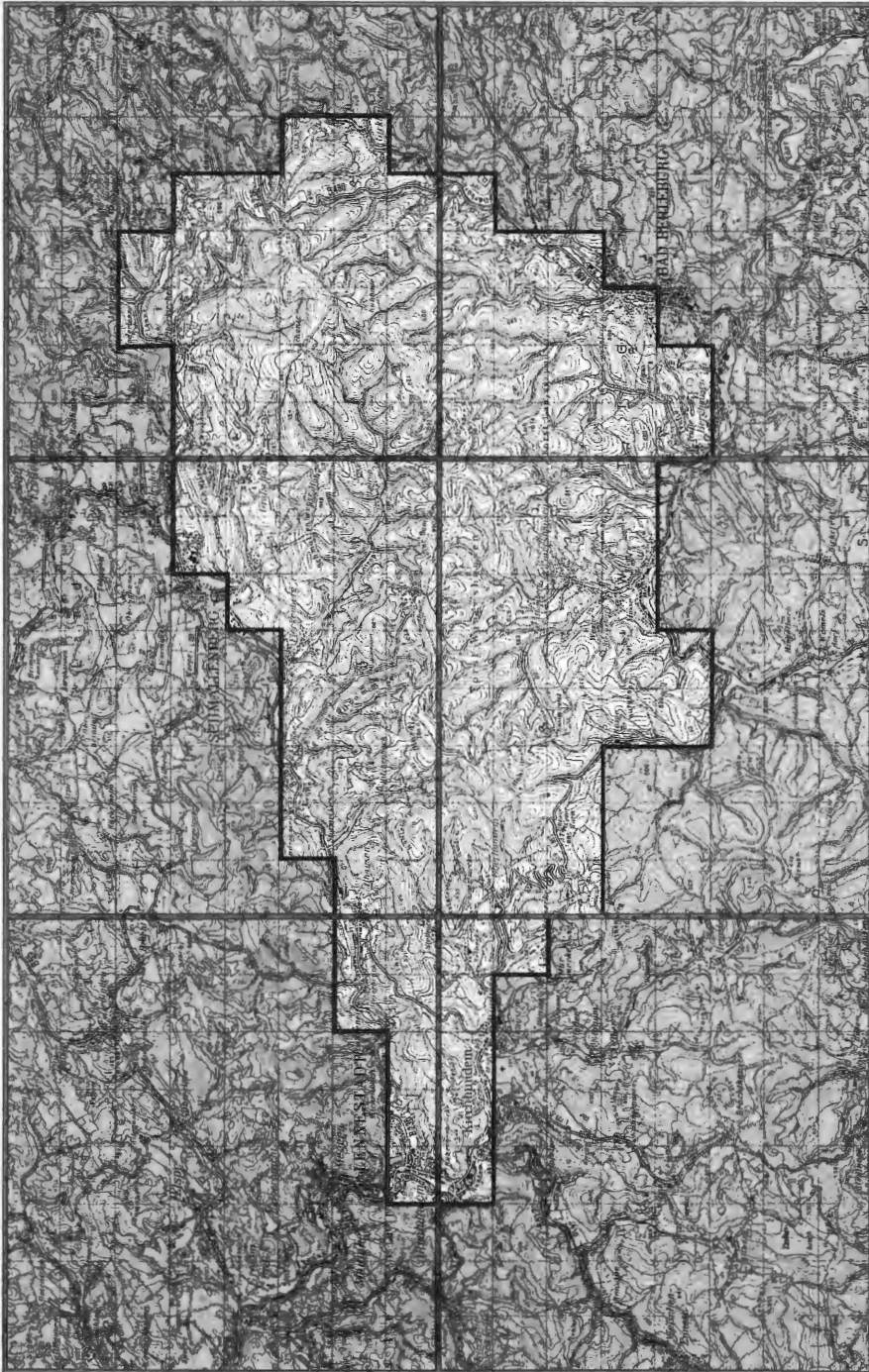


Abb. 2: Das Untersuchungsgebiet (Ausschnitt aus der TK C5114 Siegen. Veröffentlichung mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen vom 19.01.1999) mit Kartierungsrastrer (Sechzehntelquadranten); Karten-Nummerierung s. Abb. 3.

Tal des Odeborn sowie im Süden durch die Ortschaften Bad Berleburg und Berghausen bzw. die sie verbindende Landstraße, das Tal der Eder zwischen Berghausen und Röspe, das Röspetal, das Tal des Meinscheidbaches, die Straße hinauf zum Rhein-Weser-Turm und wieder hinab nach Oberhundem und schließlich wieder durch das Hundembachtal begrenzt. Bei von Straßen durchzogenen Tälern wurde jeweils die Hauptverkehrsstraße als Grenze genutzt. Das UG wird durch die TK 4814 bis 4816 und 4914 bis 4916 abgedeckt (s. Abb. 2). Politisch gehört es nördlich des Rothaarkammes überwiegend zum Hochsauerlandkreis, südlich zum Kreis Siegen-Wittgenstein; im Westen hat der Kreis Olpe einen kleinen Anteil. Die forstliche Zuständigkeit ist ähnlich verteilt: Ein kleiner Teil im Westen gehört zum Forstamt Lennestadt, der weit größere östliche zu den Forstämtern Schmalleben und Hilchenbach bzw. zum Sayn-Wittgensteinschen Forstamt. Die Fläche des UG beträgt etwa 220 km².

Geologisch besteht das Gebiet ausschließlich aus mittel- und unterdevonischen Schichten (CLAUSEN et al. 1985). Die geologische Karte 1 : 100 000 Nordrhein-Westfalen spricht von geschiefertem, sandigem oder sandig-schluffigem Tonstein oder Ton- und Schluffstein. Nur ein geringer Teil davon ist kalkhaltig. Schwerpunkte kalkhaltigen Tonsteines liegen südlich Langenei (Kirchberg), zwischen Lenne und Fleckenberg (Schadfeld), zwischen Fleckenberg und Latrop (Südhang der Schmallebenberger Höhe) sowie zwischen Fleckenberg und Jagdhaus. Kleinflächig treten am Südrand des Gebietes zwischen Wingeshausen und Würdinghausen Quarzkeratoporphyr(tuff) und im Norden (höchste Lagen des Wilzenberges) Sandstein auf. Die überwiegend basenarmen Braunerden des UG sind mittel- bis (insbesondere in Kuppen- und Oberhanglage) flachgründig entwickelt sowie häufig schwach podsoliert.

Die Höhenlage des UG (s. Abb. 3) reicht von 250 m üNN (Altenhundem) bis 768 m üNN (Albrechtsberg), wobei die niedrigsten Lagen (bis 300 m üNN) nur einen sehr geringen Flächenanteil besitzen und ausschließlich im Bereich von Altenhundem auftreten. Unter 400 m liegen insgesamt 9,4 % des UG, 26,9 % befinden sich zwischen 400 und 499 m, 34 % zwischen 500 und 599 m, 25 % zwischen 600 und 699 m und 4,7 % liegen höher. Die mindestens 700 m hoch gelegenen Flächen treten gehäuft im Osten des UG auf (s. Abb. 4).

Das Klima des UG kann als feuchttemperiertes subatlantisches Mittelgebirgsklima bezeichnet werden. Tab. 1 beinhaltet einige Daten der Orte Kirchhundem und Bad Berleburg. Man erkennt, daß der Nordwesten (Kirchhundem) regenreicher ist als der Südosten (Bad Berleburg). Bezüglich näherer Angaben zum Klima sei auf RINGLEB & RINGLEB (1989) verwiesen.

Acker- und Grünlandflächen finden sich lediglich entlang der das UG begrenzenden Bach- und Flußtäler sowie innerhalb des UG auf wenigen kleinen Rodungsinseln (Schanze, Jagdhaus, Kühude, Milchenbach) und auch entlang einiger in das UG hineinziehender Seitentäler (Latropal, Störmeckesiepen, Bockeshorntal, Ihrigetal, Rohrbachtal, Guttmanstal, In der Mühle, Kasimirstal, Langenseifen). Der bei weitem überwiegende Teil des UG (ca. 75 %) ist von Wald bzw. Forst bestanden und wird, abgesehen von einigen Naturwaldzellen, forstlich genutzt.

3. Methoden

Die Untersuchung wurde als Rasterkartierung durchgeführt, wobei die Sechzehntelquadranten der TK 25 als Kartierungsfelder dienten. Eine TK 25 wurde somit in 64 Felder unterteilt. Da hinreichend bekannt ist, daß Bärlapp-Arten nicht in Siedlungen, Äckern und Intensivgrünland vorkommen, wurden derartige Flächen im Rahmen der Kartierung nicht aufgesucht. Erfasst wurden Wälder und alle darin gelegenen Freiflächen (Schlag- und

Windwurfflächen, Skihänge, Wegeböschungen, Steinbrüche). Randliche Sechzehntelquadranten, deren zum UG gehörender Bereich völlig waldfrei ist (4815/234, 4916/313, 314 und 321) oder nur eine minimale Waldfläche aufweist (4815/311), sind dementsprechend nicht in den Rasterkarten enthalten, obwohl sie eigentlich zum durch Geländemarken (s.

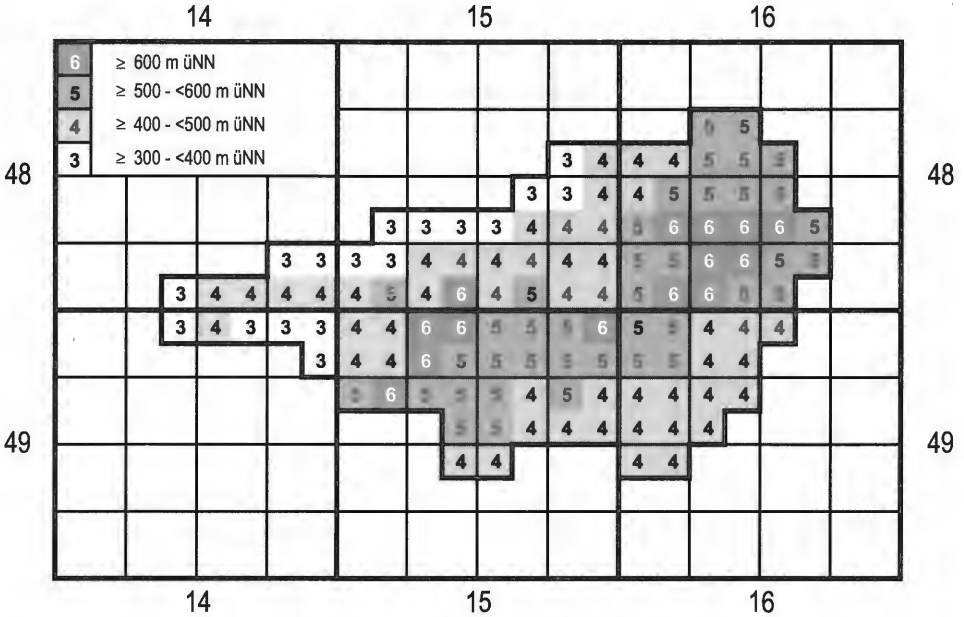


Abb. 3: Die jeweils niedrigsten Höhenstufen der Rasterfelder des Untersuchungsgebietes.

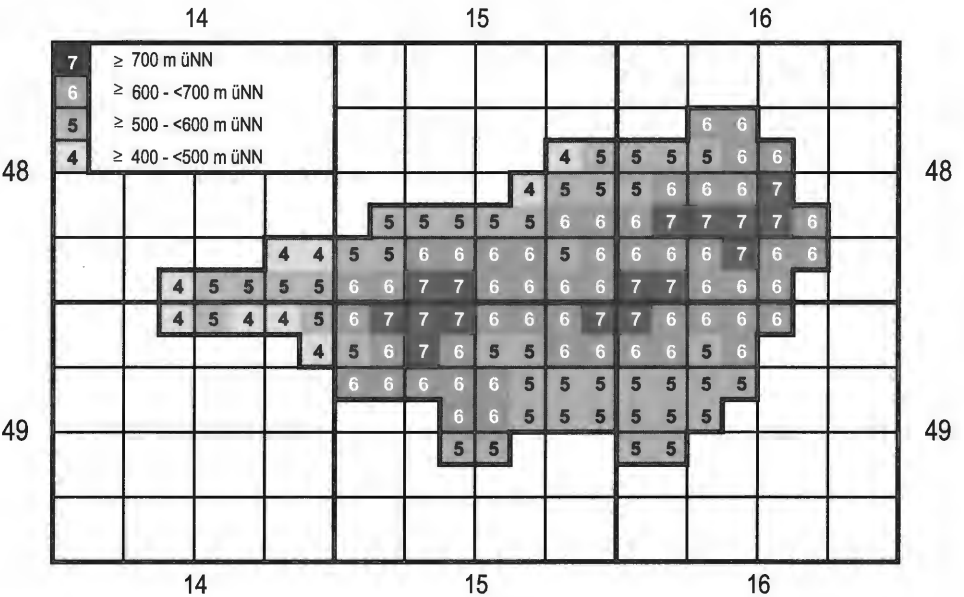


Abb. 4: Die jeweils höchsten Höhenstufen der Rasterfelder des Untersuchungsgebietes.

Tab. 1: Klimadaten für Kirchhundem und Bad Berleburg (aus M.U.R.L. 1989).

Kirchhundem (420 m ü. NN)													
Monat	Jan.	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Niederschlag [mm]	113	90	86	78	79	94	111	112	88	87	110	129	1177
Mittl.TagTemp. [°C]	-0,5	-0,5	3,5	6,5	11,5	14,5	15,5	15,5	12,5	8,5	4,5	0,5	
Bad Berleburg (470 m ü. NN)													
Monat	Jan.	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Niederschlag [mm]	111	87	80	71	72	85	98	100	77	77	104	125	1087
Mittl.TagTemp. [°C]	-1,5	-0,5	2,5	6,5	10,5	13,5	15,5	14,5	11,5	7,5	3,5	-0,5	

o.) gut abgegrenzten UG gehören. Während vom UG insgesamt 124 Rasterfelder eingenommen bzw. angeschnitten werden, bestehen die im Rahmen der Arbeit wiedergegebenen Karten daher nur aus 119 Rasterfeldern.

Die Kartierung wurde in den Jahren 1994-98 zu Fuß entlang von Wegen sowie im Bereich von Schneisen, Schlagflächen, Skihängen und anderen Freiflächen durchgeführt. Einige wenige gezielte Ergänzungen erfolgten 1999. Jedes Kartierungsfeld wurde mindestens zweimal entlang verschiedener Wege in seiner vollen Länge durchmessen. Dort, wo die Waldfläche nicht groß genug war, um eine derartige Weglänge zu ermöglichen, wurde das gesamte Wegenetz abgesucht. Zu mehr als 50 % ihrer Fläche mit Wald bedeckte Kartierungsfelder, in denen sich entlang der genannten Mindestwegelänge kein Artnachweis oder nur der Nachweis einer Art ergeben hatte, wurden entlang anderer Wege nochmals durchwandert. Zum Erreichen eines bisher noch nicht kartierten oder noch nicht „fündigen“ Kartierungsfeldes mußten in der Regel andere Kartierungsfelder erneut durchschritten werden. Hierzu wurden, falls möglich, bisher noch nicht begangene Wege ausgewählt, entlang derer ebenfalls kartiert wurde. Auf diese Weise ist das tatsächliche Kartierungsnetz erheblich dichter als es der oben geschilderten Mindestanforderung entspricht.

Da sich in den ersten beiden Jahren gezeigt hatte, daß *Lycopodium annotinum* häufig an der Grenze Buche/Fichte bzw. in Buchen-Fichten-Mischbeständen auftritt, wurden in den folgenden Jahren in bisher bezüglich *Lycopodium annotinum* negativen Kartierungsfeldern sowie solchen, die erheblich weniger *Lycopodium annotinum*-Funde aufwiesen als angrenzende Felder, zusätzlich fünf (falls vorhanden) solcher Grenzbereiche bzw. Mischbestände auf einer Strecke von 100 bis 200 m Länge abgesucht. Für den Bereich des Forstbetriebsbezirks Schanze konnte außerdem auf die flächendeckende Untersuchung von WITTIG & WALTER (1999) zurückgegriffen werden. Mit Hilfe dieser flächendeckenden Kartierung kann abgeschätzt werden, ob und wieviele Vorkommen in den übrigen, nicht flächendeckend bearbeiteten Gebieten übersehen wurden.

Die Kartierungswege, die Lage der Fundpunkte sowie das Datum der Kartierungsgänge wurden in ein Exemplar der betreffenden TK 25 eingetragen. Die Originale dieser Karten befinden sich im Besitz des erstgenannten Autors. Kopien wurden im Westfälischen Museum für Naturkunde in Münster sowie in der Biologischen Station Hochsauerlandkreis in Schmallenberg-Bödefeld hinterlegt.

Anders als bei der Mehrzahl der bisher veröffentlichten Rasterkartierungen soll die Arbeit nicht nur Auskunft über die Gesamtverbreitung der Art im UG, sondern auch über eventuell unterschiedliche Häufigkeiten geben. Daher wurde die Kartierung einer Art nicht

beendet, sobald diese einmal in einem Kartierungsfeld nachgewiesen war, sondern es wurden sämtliche weitere Vorkommen entlang der Kartierungsstrecken notiert. Außerdem wurde für jedes Vorkommen die von der Art bedeckte Fläche geschätzt. Auf diese Weise konnten für jede Art zwei Verbreitungskarten erstellt werden: die eine enthält die Zahl der Vorkommen im Raster, die andere die von der Art im Raster eingenommene Fläche. Die Flächenangaben in den entsprechenden Karten beziehen sich auf die tatsächlich von der Art bedeckte Fläche, sind also Nettowerte (Beispiel: eine Bärlapp-Art erstreckt sich über eine Fläche von 4 m², deckt diese aber nur zu ca. 30 %; in diesem Falle schlagen für das betreffende Rasterfeld 30 % von 4 m² = 1,2 m² zu Buche). Von gesonderten Vorkommen wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit dann gesprochen, wenn die betreffenden Individuen oder Bestände bei gleichartiger Biotopbeschaffenheit und Vergesellschaftung (z. B. beide an einer Wegeböschung in einem *Avenella flexuosa*-Rasen) mindestens zehn Meter, bei unterschiedlicher Beschaffenheit und/oder Vergesellschaftung (z. B. das eine Vorkommen an einer Wegeböschung, das andere im dahinterliegenden Wald oder beide an einer Wegeböschung, eines jedoch in einem *Avenella*-Rasen, das andere in einem *Calluna vulgaris*-Bestand) mindestens fünf Meter auseinanderlagen und sich zwischen den beiden benachbarten Vorkommen keine abgestorbenen Bärlapp-Sprosse fanden. An weiteren Angaben zum Standort wurden zusätzlich die Exposition und die Inklination vermerkt sowie die Höhe über NN aus der Karte entnommen.

Von mindestens jedem zweiten Bestand wurden pflanzensoziologische Aufnahmen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) angefertigt, einige weitere Bestände durch eine Artenliste dokumentiert. Ab dem zweiten Kartierungsjahr wurde außerdem der Standort kurz charakterisiert (Wegeböschung vor Fichtenforst, Wegeböschung vor *Luzulo-Fagetum*, Schneise, Fichtenforst, *Luzulo-Fagetum* etc.).

4. Ergebnisse

Im UG konnten insgesamt vier Bärlapp-Arten festgestellt werden, nämlich:

- *Lycopodium clavatum* (s. 4.1),
- *Lycopodium annotinum* (s. 4.2),
- *Huperzia selago* (s. 4.3),
- *Diphasiastrum alpinum* (s. 4.4).

Für die derzeit auf Quadrantenbasis laufende Kartierung der Flora Nordrhein-Westfalens ergaben sich mehrere neue Nachweise:

- *Diphasiastrum alpinum*: 4816/3;
- *Huperzia selago*: 4814/4, 4815/3, 4915/2;
- *Lycopodium annotinum*: 4815/4.

Auch gegenüber den von BELZ et al. (1992) auf Viertelquadrantenbasis erstellten, sich in einem kleinen Teilbereich mit dem UG der vorliegenden Arbeit überschneidenden Verbreitungskarten der Farn- und Blütenpflanzen Wittgensteins sind zahlreiche Funde neu:

- *Lycopodium clavatum*: 4815/33, 4816/33, 4816/34, 4915/11;
- *Lycopodium annotinum*: 4815/43 und 44, 4915/11, 4915/13 und 21, 4916/11 und 13;
- *Huperzia selago*: 4815/33 und 34, 4816/34 und 43, 4915/11, 12, 14, 21, 23, 24 und 41.

4.1 *Lycopodium clavatum*

Der Keulen-Bärlapp (*Lycopodium clavatum*) wurde in 81 Rasterfeldern nachgewiesen (Abb. 5 und 6), also in 68,1 % aller Raster. Sowohl bezüglich der Zahl der besiedelten Kartierungsfelder als auch hinsichtlich der Gesamtzahl der Fundpunkte (326) ist *Lycopo-*

dium clavatum eindeutig die häufigste Bärlapp-Art des Rothaargebirges. Allerdings ist die von der Art eingenommene Fläche pro Fundpunkt in der Regel relativ klein. Nicht selten handelt es sich um einzelne Sprosse von wenigen Zentimetern Länge. Knapp 13 % aller Vorkommen sind kleiner als 0,1 m², über 80 % kleiner als 1 m². Bestände über 10 m² sind die Ausnahme (Abb. 7). Die größte von der Art an einem Fundpunkt bedeckte Fläche betrug ca. 45 m² (130 m² mit 35 %iger Bedeckung). Während für viele Kartierungsfelder aufgrund der insgesamt großen Fundpunktzahl eine relativ hohe Abundanz zu verzeichnen ist (Abb. 5), liegt die Flächendominanz in der Regel niedrig (Abb. 6).

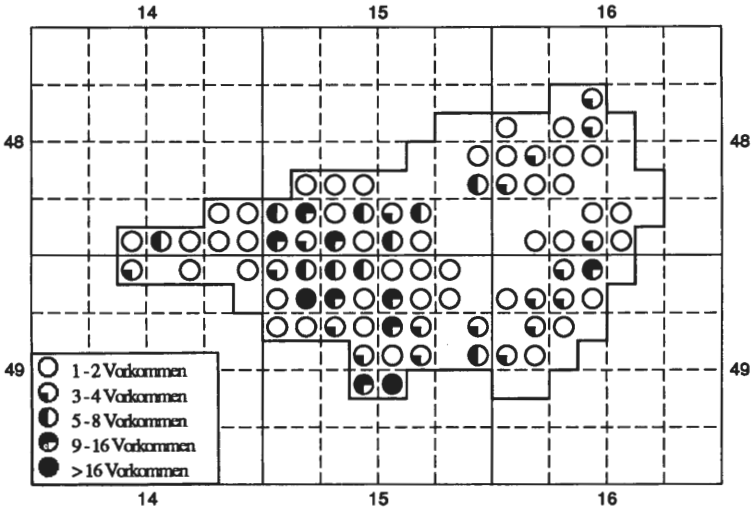


Abb. 5: Abundanz von *Lycopodium clavatum* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

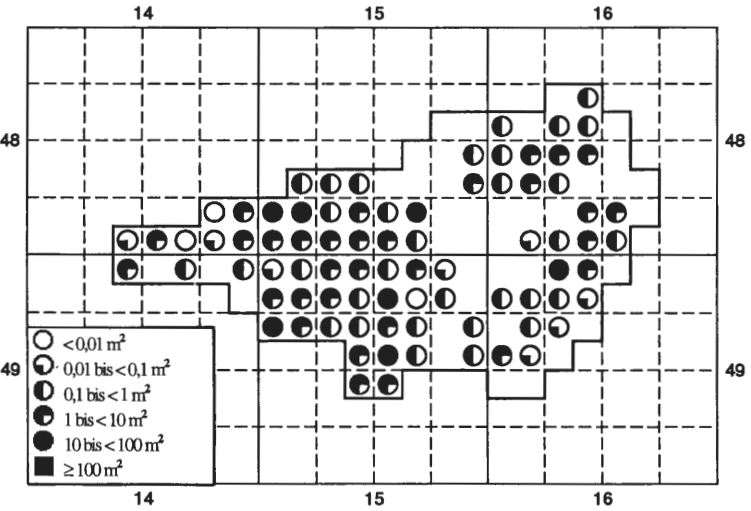


Abb. 6: Flächendominanz von *Lycopodium clavatum* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

Die höchste Verbreitungsdichte innerhalb des UG besteht im Bereich der TK 4915 sowie des dritten Quadranten der TK 4815. Eine auffällige Verbreitungslücke existiert im Zentrum des UG (4815/14 und alle daran südlich anschließenden Viertelquadranten sowie 4815/41 und 4816/33), wo weniger als die Hälfte der Rasterfelder besiedelt sind und ein Viertelquadrant sogar völlig ohne Nachweise blieb. Verbreitungslücken bestehen auch im Nordosten (4816/41) und Südosten (4916/14 und 4916/41).

In der Vertikalverbreitung liegt der absolute (s. Abb. 8), aber auch der relative Schwerpunkt von Anzahl und Fläche der Vorkommen eindeutig im Bereich zwischen 500 und 600 m üNN (s. Abb. 9). Expositionsmäßig liegt der Schwerpunkt der Vorkommen in nordwestlicher bis nordöstlicher Richtung (72 %). Allerdings sind auch Ost- und Westexpositionen nicht selten (zusammen 21 % aller Vorkommen). Nur 7 % aller Fundpunkte stammen aus südöstlicher bis südwestlicher Lage.

Lycopodium clavatum wurde niemals in einem geschlossenen Wald und nur selten auf Waldlichtungen oder Schlägen angetroffen. Über 90 % aller Funde stammen von Wegeböschungen, wobei ein eindeutiger Schwerpunkt auf solchen in Fichtenforsten liegt. Von den insgesamt 309 Funden an Wegeböschungen befanden sich 289, also 93,5 %, vor einem Fichtenforst, nur 12, also 3,9 %, vor einem *Luzulo-Fagetum*. Ein relativ großer Bestand von *Lycopodium clavatum* wächst außerdem am Rand eines Skihanges (westlich des Rhein-Weser-Turmes) in einer heideartigen Gesellschaft, die in Tab. 3 durch fünf Aufnahmen dokumentiert ist.

Der häufigste Begleiter von *Lycopodium clavatum* ist *Avenella flexuosa*, die in 95 % aller *Lycopodium clavatum*-Bestände angetroffen wurde. Mit deutlichem Abstand folgen das

	Anzahl der Vorkommen	% der Vorkommen				
		< 0,01 m ²	< 0,1 m ²	< 1 m ²	< 10 m ²	< 100 m ²
<0,01 m ²	41	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
0,01 - <0,1 m ²	56		17,2	17,2	17,2	17,2
0,1 - <1 m ²	165			50,6	50,6	50,6
1 - <10 m ²	59				18,1	18,1
≥10 m ²	5					1,5
Summe	326	12,6	29,8	80,4	98,5	100,0

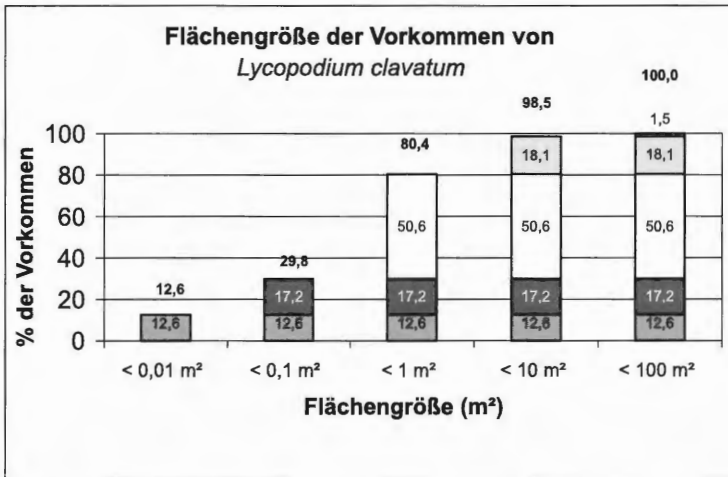


Abb. 7: Absolute Flächengrößen der Vorkommen von *Lycopodium clavatum* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

m üNN	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Summe
bis 399	0	1	0	0	0	0	0	2	3
400-499	21	26	7	3	0	1	5	19	82
500-599	42	45	25	1	4	4	16	24	161
600-699	19	3	5	5	4	1	9	26	72
ab 700	6	1	0	0	0	0	0	1	8
Summe	88	76	37	9	8	6	30	72	326

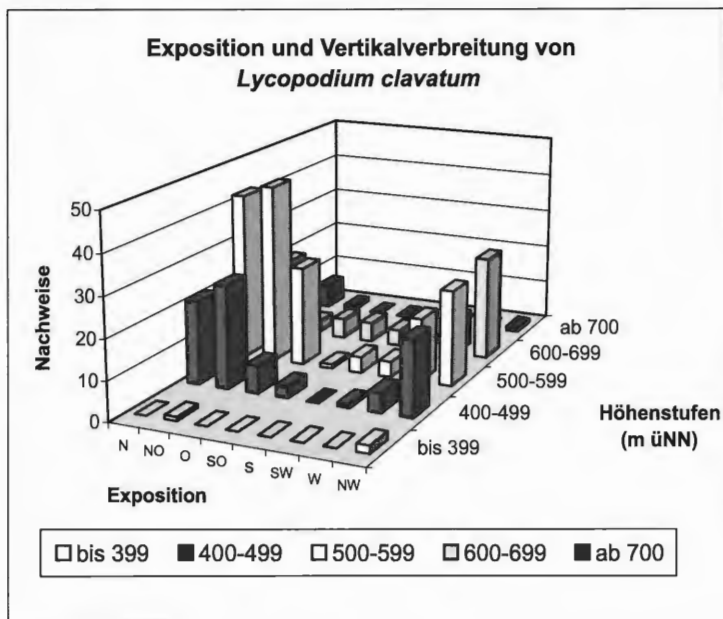


Abb. 8: Höhenlage und Exposition der Vorkommen von *Lycopodium clavatum* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

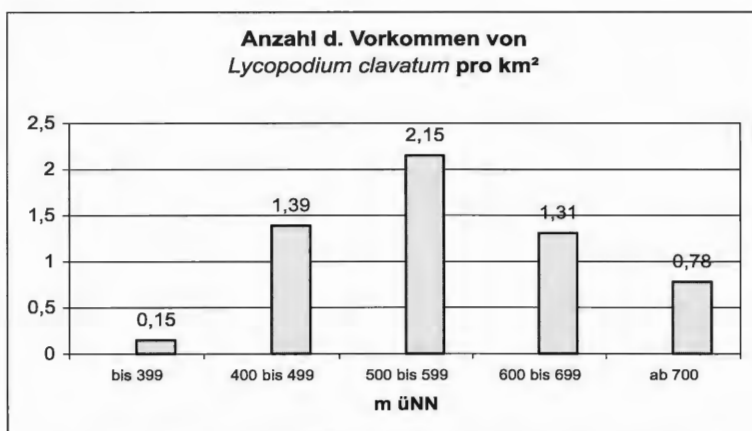


Abb. 9: Dichte (Anzahl der Vorkommen pro Quadratkilometer) von *Lycopodium clavatum* im Kernbereich des Rothaargebirges in unterschiedlichen Höhenstufen (Kartierungszeitraum 1994-1998).

Tab. 2: Prozentuale Stetigkeit (S %) und ökologische Charakterisierung der häufig (mindestens 10 % aller Fälle) gemeinsam mit *Lycopodium clavatum* auftretenden Spezies.

Art	S [%]	Zeigerwerte						Lf	Soziologie
		L	T	K	F	R	N*		
<i>Avenella flexuosa</i>	95,1	6	x	2	x	2	3	H	x
<i>Polytrichum formosum</i>	81,9	4	2	5	6	2	*	H	x
<i>Picea abies</i>	74,3	5	3	6	x	x	x	P	Vacc.-Piceetea
<i>Galium hircynicum</i>	73,0	7	5	2	5	2	3	GH	Nar.-Callunetea
<i>Vaccinium myrtillus</i>	69,0	5	x	5	x	2	3	Z	Nar.-Callunetea
<i>Dicranum scoparium</i>	62,8	5	x	5	4	4	*	C	x
<i>Calluna vulgaris</i>	43,4	8	x	3	x	1	1	Z	Nar.-Callunetea
<i>Luzula luzuloides</i>	34,0	4	x	4	5	3	4	H	Luzulo-Fagetum
<i>Agrostis capillaris</i>	25,7	7	x	3	x	4	4	H	x
<i>Rhytidadelphus squar.</i>	22,1	7	3	6	6	5	*	C	x
<i>Carex pilulifera</i>	21,7	5	x	2	5	3	3	H	Nar.-Callunetea
<i>Hypnum cup. agg.</i>	19,5	7	3	3	2	2	*	C	x
<i>Sorbus aucuparia</i>	19,5	6	x	x	x	4	x	P	x
<i>Pleurozium schreberi</i>	15,5	6	3	6	4	2	*	C	x
<i>Dryopteris carthusiana</i>	12,0	5	x	3	x	4	3	H	x
<i>Betula pendula</i>	11,1	7	x	x	x	x	x	P	x
Durchschnitt der Zeigerwerte		5,9	3,2	4,2	4,6	2,9	3,0		
Median der Zeigerwerte		6	3	3,5	5	3	3		
Spektrum der Zeigerwerte		4-8	2-5	2-6	2-6	1-5	1-4		
indifferente Arten [%]		0	63	13	50	13	27		

L = Lichtzeigerwert, T = Temperaturzeigerwert, K = Kontinentalitätszeigerwert,
 F = Feuchtigkeitszeigerwert, R = Reaktionszeigerwert, N = Stickstoffzeigerwert,
 Lf = Lebensform: C = Chamaephyt, G = Geophyt, H = Hemikryptophyt,
 P = Phanerophyt, Z = Zwergstrauch
 Zeigerwerte und Lebensform nach ELLENBERG et al. (1992),
 Soziologie nach OBERDORFER (1994)

* = Für die Moose ist bei ELLENBERG et al. (1992) kein N-Zeigerwert angegeben.

Tab. 3: *Lycopodium clavatum* im *Genisto-Callunetum*.

Fläche [m ²]	10	8	20	10	20
Bedeckung [%]	100	95	90	95	90
Exposition	NW	NW	NW	NW	NW
Inklination [°]	40	40	40	40	40
Höhe [m ü. NN]	585	595	605	590	600
Artenzahl	13	16	12	11	10
<i>Lycopodium clavatum</i>	2	2	+	1	1
AC Genisto pilosae-Callunetum					
<i>Genista pilosa</i>	(+)	+	1	1	2
Nardo-Callunetea - Arten					
<i>Calluna vulgaris</i>	1	2	5	4	5
<i>Galium hircynicum</i>	2	1	+	1	.
<i>Carex pilulifera</i>	.	+	+	1	+
<i>Potentilla erecta</i>	+	+	.	.	.
<i>Nardus stricta</i>	.	+	+	.	.
Sonstige Kräuter und Zwergsträucher					
<i>Avenella flexuosa</i>	3	4	+	3	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2	2	+	+	1
<i>Agrostis capillaris</i>	+	1	.	.	.
<i>Dianthus deltoides</i>	+	+	.	.	.
<i>Trientalis europaea</i>	.	+	.	+	.
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	.	+	.	.	+
<i>Festuca rubra</i>	1	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	.	.	.	.
Jungwuchs von Gehölzen					
<i>Picea abies</i>	2	+	+	+	+
<i>Betula pendula</i>	+	+	+	+	+
<i>Cytisus scoparius</i>	.	.	+	.	.
Moose					
<i>Polytrichum formosum</i>	4	4	1	3	2

Alle Aufnahmen am 26.7.94 auf dem Skihang beim Rhein-Weser-Turm (4915 131).

Tab. 4: Vergesellschaftung von *Lycopodium clavatum* im Rothaargebirge.

Spalte Anzahl der Aufnahmen	A 51	B 18	C 21	D 12	E 26	F 27	G 23
Bärlapp-Arten							
<i>Lycopodium clavatum</i>	V, 1	V, 3-4	V, 1-2	V, 2a	V, 2a	V, 2a	V, 2a
<i>Lycopodium annotinum</i>	r	+	.	.	.	r	.
<i>Huperzia selago</i>	r	+	.	r	r	I	.
Fazies-Bildner							
<i>Avenella flexuosa</i>	V, 2a	V, 2b	V, 2a	V, 2a	V, 3	V, 4	V, 4
<i>Calluna vulgaris</i>	III, 1	II, 1-2	V, 4	III, 1	V, 1	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	IV, 2a	III, 1	IV, 2m	V, 3	IV, 2a	V, 2b	.
Nardetalia/Nardo-Callunetea							
<i>Galium hircynicum</i>	IV, 1	III, +	IV, 1	IV, 1	IV, 1	IV, 1	V, +
<i>Carex pilulifera</i>	II, 1	I	I	r	II, +	II, +	+
<i>Potentilla erecta</i>	I	+	+	.	.	.	.
<i>Luzula multiflora</i>	+	I	.	.	r	.	.
<i>Carex leporina</i>	.	.	r	r	r	.	.
<i>Carex pallescens</i>	r	.	r	.	.	.	.
<i>Nardus stricta</i>	r	.	.	.	.	.	r
<i>Polygala serpyllifolia</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Danthonia decumbens</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Euphrasia nemorosa</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum humifusum</i>	r	.	.	.	.	.	.
Sonstige Kräuter u. Zwergsträucher							
<i>Luzula luzuloides</i>	II, 1	II, +-1	+	III, +-1	II, 1	IV, +	III, +
<i>Agrostis capillaris</i>	II, 1	II, 1	I	r	I	II, +-1	I
<i>Dryopteris carthusiana</i>	+	I	.	III, +	r	II, +	r
<i>Digitalis purpurea</i>	+	II, +	r	.	r	r	.
<i>Rubus idaeus</i>	r	+	+	.	r	r	.
<i>Thelypteris limbosperma</i>	I	+	.	.	.	I	I
<i>Teucrium scorodonia</i>	+	I	.	.	+	r	.
<i>Blechnum spicant</i>	+	+	.	.	r	.	r
<i>Athyrium filix-femina</i>	r	+	.	r	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	r	.	.	.	.	r	r
<i>Dryopteris dilatata</i>	.	+	.	.	.	r	r
<i>Fragaria vesca</i>	r	.	+	.	.	.	.
<i>Hieracium lachenalii</i>	+	.	r	.	.	.	.
<i>Epilobium angustifolium</i>	r	.	r	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	r	.	.	.	r	.	.
<i>Veronica officinalis</i>	+	.	.	.	.	r	.
<i>Thelypteris phegopteris</i>	r	.	.	.	.	r	.
<i>Hypericum pulchrum</i>	r	.	.	.	.	r	.
<i>Trientalis europaea</i>	r	.	.	.	.	r	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	r	.	r	.	.	.	.
<i>Luzula sylvatica</i>	.	.	r	.	.	.	r
<i>Festuca rubra</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Linum catharticum</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cirsium palustre</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Holcus mollis</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Hieracium laevigatum</i>	.	.	r	.	.	.	.
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	.	.	.	.	r	.	.
<i>Epilobium montanum</i>	.	.	.	.	.	+	.

Gehölze juvenil und Klg.							
<i>Picea abies</i>	IV, 1	IV, 1	V, 1	V, 1	III, 1	V, 2a-b	III, +
<i>Sorbus aucuparia</i>	II, +	I	II, +	I	I	II, +	I
<i>Fagus sylvatica</i>	+	I	.	I	r	I	I
<i>Betula pendula</i>	+	I	I	.	I	+	r
<i>Salix aurita</i>	r	+	+	r	r	.	.
<i>Cytisus scoparius</i>	r	II	+	.	+	.	r
<i>Betula carpatica</i>	r	.	r	.	r	.	.
<i>Frangula alnus</i>	r	.	+	.	.	.	.
<i>Quercus petraea</i>	r	.	.	.	r	.	.
<i>Betula pubescens</i>	.	.	r	.	.	.	.
<i>Populus tremula</i>	.	.	.	r	.	.	.
Moose							
<i>Polytrichum formosum</i>	V, 3	V, 2a	IV, 1	V, 3	IV, 2a	IV, 2a	IV, 3
<i>Dicranum scoparium</i>	IV, 2a	III, 1-2	III, 2b	IV, 3	IV, 2m	IV, 2m	III, 2a
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	II, 2a	I	II, 2a-b	I	+	I	I
<i>Lophocolea bidentata</i>	+	I	r	I	r	+	+
<i>Hypnum cupressiforme</i> agg.	II, 3	I	II, 3	.	I	I	II, 1
<i>Diplophyllum albicans</i>	I	+	I	.	I	II, 2a-b	+
<i>Isopterygium elegans</i>	r	I	r	III, 1-2	I	.	r
<i>Pleurozium schreberi</i>	II, 2a-b	.	II, 2b	III, 2a-b	I	I	r
<i>Sphagnum</i> div. spec.	II, 2a-b	+	I	.	r	II, 1	.
<i>Plagiothecium undulatum</i>	I	.	r	.	.	r	.
<i>Calypogeia muelleriana</i>	r	.	r	.	.	I	+
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	+	+	.	r	.	.	.
<i>Scapania nemorosa</i>	+	+	.	.	r	.	.
<i>Lepidozia reptans</i>	r	.	+	.	.	I	.
<i>Polytrichum juniperinum</i>	+	.	r	.	.	.	r
<i>Dicranella heteromalla</i>	r	.	.	.	.	r	+
<i>Campylopus flexuosus</i>	.	.	+	.	I	.	I
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	r	.	.	.	.	I	.
<i>Pellia epiphylla</i>	r	.	.	.	.	+	.
<i>Lophozia ventricosa</i>	r	.	.	.	.	r	.
<i>Lophocolea heterophylla</i>	r	.	.	.	.	.	I
<i>Atrichum undulatum</i>	.	+	.	.	.	r	.
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	.	.	r	.	.	r	.
<i>Calypogeia neesiana</i>	.	.	.	r	.	r	.
<i>Cephaloziella divaricata</i>	.	.	.	.	r	.	+
<i>Mnium hornum</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Scleropodium purum</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Pohlia nutans</i>	.	.	.	.	.	.	+
Flechten	I	+	II, 2a-b	r	III, 2a	I	II, 1

A: Nicht-fazielle Ausbildung

B: *Lycopodium*-Fazies

C: *Calluna*-Fazies

D: *Vaccinium myrtillus*-Fazies

E: *Avenella*-Fazies mit *Calluna vulgaris*

F: *Avenella*-Fazies mit *Vaccinium myrtillus* ohne *Calluna vulgaris*

G: *Avenella*-Fazies ohne *Vaccinium myrtillus* und *Calluna vulgaris*

Moos *Polytrichum formosum* (82 %), Jungwuchs von *Picea abies* (74 %), das niedrigwüchsige Kraut *Galium harcynicum* (73 %), der Zwergstrauch *Vaccinium myrtillus* (69 %) und wiederum ein Moos, nämlich *Dicranum scoparium* (63 %). Tab. 2 enthält diejenigen Arten, die in mindestens 10 % der von uns aufgenommen Bestände angetroffen wurden. Bei 14 der 16 Arten handelt es sich um Säurezeiger, wobei das Spektrum der Zeigerwerte von 1 (Starksäurezeiger) bis 5 (Mäßigsäurezeiger) reicht und der Median bei 3 (Säurezeiger) liegt. Zwei Spezies gelten als säureindifferent. Die Mehrzahl dieser Arten (10 von 16) hat keine eindeutige soziologische Präferenz. Das Optimum der übrigen Arten liegt im Bereich bodensaurer Wälder (*Vaccinio-Piceetea* und/oder *Quercetalia*

robori-petraeae und/oder *Luzulo-Fagenion*) bzw. der Heiden und Borstgrasrasen (*Nardo-Callunetea*).

Soziologisch sind die Aufnahmen vom Skihang beim Rhein-Weser-Turm eindeutig dem *Genisto pilosae-Callunetum* (*Genistion pilosae*) zuzuordnen (s. Tab 3). Bei der Mehrzahl der anderen Bestände (Tab. 4) ist die Einordnung weniger klar, es sei denn, man sieht (wie beispielsweise VIGANO 1997) *Avenella flexuosa* als *Genistion* bzw. *Genistetalia*-Art an. In diesem Fall gehören auch alle übrigen Vorkommen zum *Genistion*. Ohne eine soziologische Festlegung von *Avenella flexuosa* ist lediglich eine Einordnung in die Klasse *Nardo-Callunetea* möglich. Physiognomisch lassen sich eine *Avenella*-Fazies, eine *Vaccinium myrtillus*-Fazies (mit Untertypen), eine *Calluna*-Fazies sowie auch eine *Lycopodium clavatum*-Fazies von einer nicht faziellen Ausbildung unterscheiden.

4.2 *Lycopodium annotinum*

Von *Lycopodium annotinum* konnten insgesamt 162 Vorkommen nachgewiesen werden, die sich auf 61 Sechzehntelquadranten, also 51 % aller Rasterfelder verteilen (Abb. 10 und 11). Immerhin 105 (65 %) der Vorkommen bedecken eine Fläche von mindestens 1 m², 55 (34 %) davon mindestens 10 m² und 18 (11 %) sind sogar 100 m² oder größer (Abb. 12). Bezüglich der von ihm bewachsenen Fläche steht *Lycopodium annotinum* somit an erster Stelle unter den Bärlapp-Arten des UG. Alle Vorkommen in Wäldern und Forsten decken mindestens 1m², meist erheblich mehr. Kleinflächige Vorkommen finden sich ausschließlich an Wegeböschungen.

Nur wenige Vorkommen (6,8 %) liegen unter 500 m üNN (unter 450 m sogar nur eines), die Mehrzahl zwischen 600 und 700 m (s. Abb. 13), wobei sich der relative Schwerpunkt sogar über 700 m befindet (Abb. 14). Die Bevorzugung höherer Lagen spiegelt sich in den Verbreitungskarten wieder (vgl. Abb. 13 und 14 mit Abb. 3 und 4). Eine besonders deutliche Bindung an Standorte über 600 m üNN zeigen die großflächigen Vorkommen (s. Abb. 14).

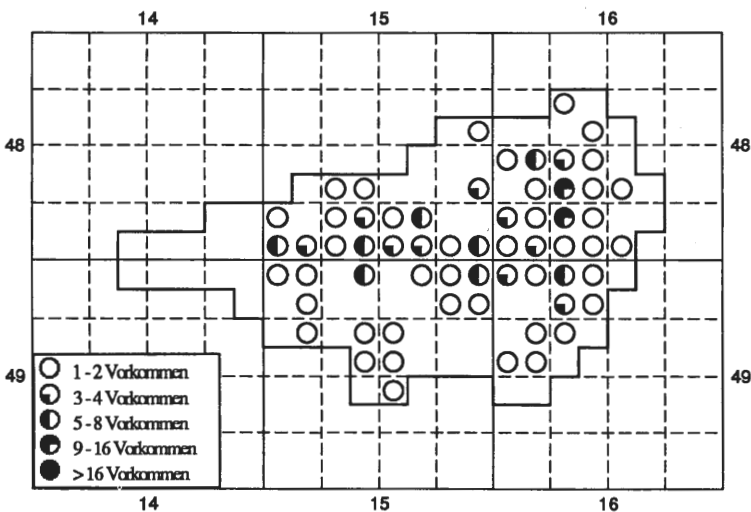


Abb. 10: Abundanz von *Lycopodium annotinum* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

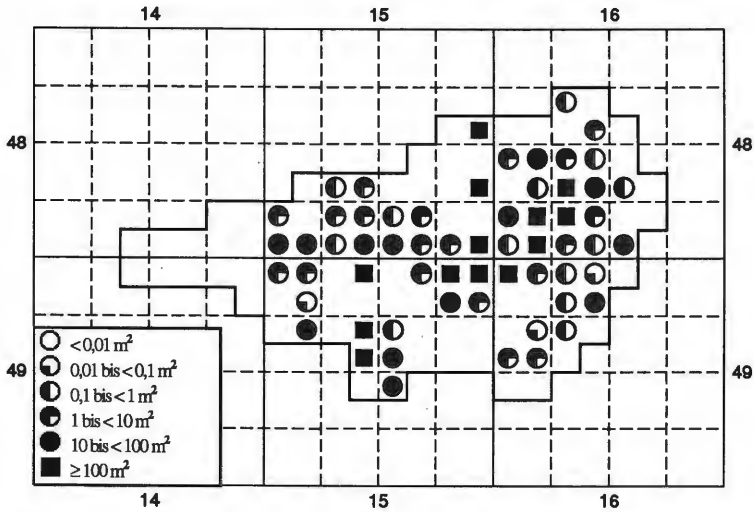


Abb. 11: Flächendominanz von *Lycopodium annotinum* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

	Anzahl der Vorkommen	% der Vorkommen					
		< 0,01 m ²	< 0,1 m ²	< 1 m ²	< 10 m ²	< 100 m ²	< 1000 m ²
< 0,01 m ²	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
0,01 - < 0,1 m ²	14		8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
0,1 - < 1 m ²	41			25,3	25,3	25,3	25,3
1 - < 10 m ²	50				30,9	30,9	30,9
10 - < 100 m ²	37					22,8	22,8
≥ 100 m ²	18						11,1
Summe	162	1,2	9,9	35,2	66,1	88,9	100,0

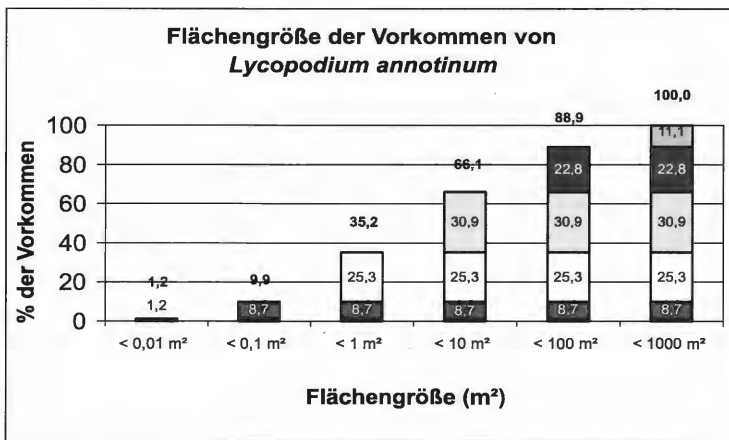


Abb. 12: Absolute Flächengrößen der Vorkommen von *Lycopodium annotinum* im nördlichen Rothaargebirge (Kartierungszeitraum 1994-1998).

m üNN	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Summe
bis 399	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400-499	3	4	2	0	0	0	0	2	11
500-599	30	7	7	0	0	2	5	5	56
600-699	33	7	7	0	1	1	3	17	69
ab 700	12	2	2	0	5	0	1	4	26
Summe	78	20	18	0	6	3	9	28	162

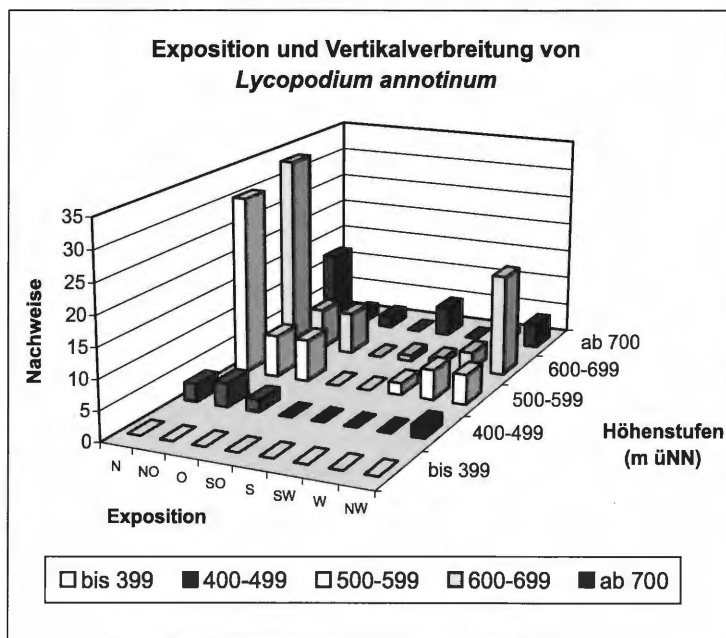


Abb. 13: Höhenlage und Exposition der Vorkommen von *Lycopodium annotinum* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

Das eindeutige Expositionsoptimum (49 % der Bestände) liegt in Nord-Richtung (Abb. 13). Nord-, Nordwest- und Nordost-Expositionen zusammen machen sogar 77 % aller Vorkommen aus. Südexponierte Bestände treten erst ab 600 m üNN auf, südwestexponierte ab 500 m. Insgesamt entfallen nur 4 % der Bestände auf die südlichen Expositionen (Südost bis Südwest). Im Falle der waldartigen Bestände handelt es sich hierbei zudem um sehr schwach geneigte Hänge (unter 5° Neigung). Die wenigen an Böschungen in Süd- bzw. Südwestexposition gefundenen Vorkommen kommen dagegen aufgrund der Lage in einem engen Tal oder wegen starker Beschattung durch gegenüberstehende hohe Fichten bezüglich Wärme und Lichtgenuß der Nordexposition sehr nahe.

Lycopodium annotinum kommt sowohl in Wäldern und Forsten als auch außerhalb dieser an Wegeböschungen und auf Schneisen vor. Insgesamt ist die Art am häufigsten mit *Avenella flexuosa* (95 %), *Polytrichum formosum* (83 %), *Picea abies* (66 %), *Dryopteris dilatata* (58 %), *Vaccinium myrtillus* (57 %) und *Galium hircynicum* (50 %) vergesellschaftet. Tab. 5 enthält zusätzlich auch alle anderen Arten, die in mehr als 10 % der untersuchten Fälle gemeinsam mit *Lycopodium annotinum* angetroffen wurden. Sämtliche dieser Spezies sind Säurezeiger oder säureindifferent. Das Spektrum der Säurezeigerwerte reicht von 2 bis 4, der Mittelwert ist 3,2, der Median 3,5. Chorologisch herrscht der boreale bzw. subboreale Verbreitungstyp vor.

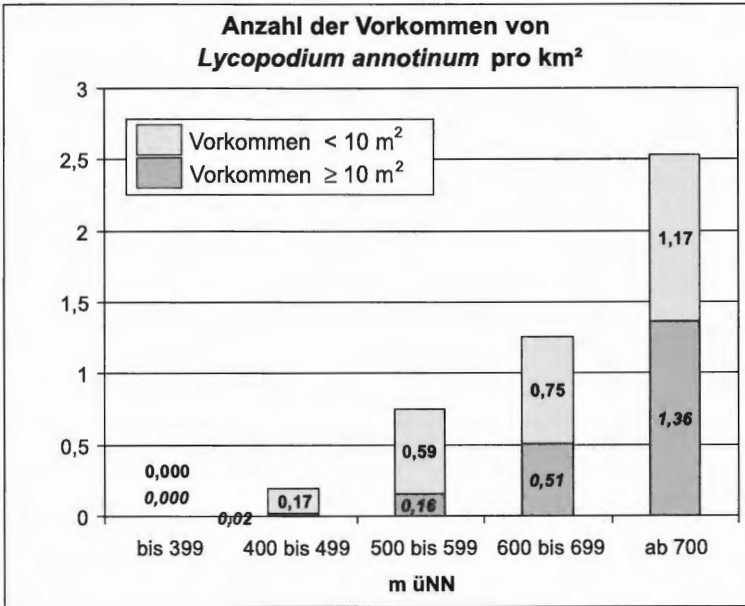


Abb. 14: Dichte (Anzahl der Vorkommen pro Quadratkilometer) von *Lycopodium annotinum* im Kernbereich des Rothaargebirges in unterschiedlichen Höhenstufen (Kartierungszeitraum 1994-1998).

Tab. 5: Prozentuale Stetigkeit (S %) und ökologische Charakterisierung der häufig (mindestens 10 % aller Fälle) gemeinsam mit *Lycopodium annotinum* auftretenden Spezies.

Art	S [%]	Zeigerwerte						Lf	Soziologie
		L	T	K	F	R	N*		
<i>Avenella flexuosa</i>	95,4	6	x	2	x	2	3	H	x
<i>Polytrichum formosum</i>	83,3	4	2	5	6	2	*	H	
<i>Picea abies</i>	65,7	5	3	6	x	x	x	P	Vacc.-Piceetea
<i>Dryopteris dilatata</i>	58,3	4	x	3	6	x	7	H	x
<i>Vaccinium myrtillus</i>	57,4	5	x	5	x	2	3	Z	Vacc.-Piceetea
<i>Galium harcyenicum</i>	50,0	7	5	2	5	2	3	GH	Genistion
<i>Fagus sylvatica</i>	47,2	3	5	2	5	x	x	P	Fagion
<i>Oxalis acetosella</i>	39,4	1	x	3	5	4	6	GH	x
<i>Luzula luzuloides</i>	36,3	4	x	4	5	3	4	H	x
<i>Dryopteris carthusiana</i>	35,2	5	x	3	x	4	3	H	Luz.-Fagetum
<i>Gymnocarpium dryop.</i>	32,4	2	4	5	6	4	5	H	x
<i>Dicranum scoparium</i>	30,6	5	x	5	4	4	*	C	x
<i>Sorbus aucuparia</i>	25,9	6	x	x	x	4	x	P	x
<i>Polygonatum verticil.</i>	18,5	4	4	2	5	4	5	G	x
<i>Athyrium filix-femina</i>	17,6	3	x	3	7	x	6	H	x
<i>Maianthemum bifolium</i>	13,0	3	x	6	5	3	3	G	x
Durchschnitt der Zeigerwerte		4,2	3,8	3,7	5,4	3,2	4,4		
Median der Zeigerwerte		4	4	3	5	3,5	4		
Spektrum der Zeigerwerte		1-7	2-5	2-6	2-7	2-4	3-7		
indifferente Arten [%]		0	63	6	31	31	31		

L = Lichtzeigerwert, T = Temperaturzeigerwert, K = Kontinentalitätszeigerwert, F = Feuchtigkeitszeigerwert, R = Reaktionszeigerwert, N = Stickstoffzeigerwert, Lf = Lebensform: C = Chamaephyt, G = Geophyt, H = Hemikryptophyt, P = Phanerophyt, Z = Zwergstrauch
 Zeigerwerte und Lebensform nach ELLENBERG et al. (1992),
 Soziologie nach OBERDORFER (1994)

* = Für die Moose ist bei ELLENBERG et al. (1992) kein N-Zeigerwert angegeben.

Tab. 6: Vergesellschaftung von *Lycopodium annotinum* an Böschungen im Rothaargebirge.

Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
TK-Nr.	4915	4916	4916	4916	4916	4916	4815	4916	4916	4916	4816	4915	4916	4815	4915	4815
Quadrant	233	123	123	141	122	123	324	121	133	112	311	142	121	344	114	331
Tag	5	2	2	31	11	2	20	2	30	9	28	9	2	5	26	28
Monat	8	8	8	7	6	8	8	8	7	8	12	8	8	8	7	7
Jahr	96	97	97	96	95	97	96	97	96	95	97	95	97	95	94	94
Fläche [m ²]	8	4	4	4	4	4	8	4	12	4	4	4	4	4	4	4
Bedeckung [%]	95	100	98	100	98	98	100	98	98	75	98	98	95	98	100	100
Exposition	ONO	NO	O	NNW	N	NO	NO	NO	N	NNW	N	NNW	NO	W	N	N
Inklination [°]	10	45	30	5	65	45	45	20	5	30	50	10	10	30	50	45
Höhe [m ü. NN]	580	520	480	560	540	520	430	550	540	640	590	600	570	510	540	490
Artenzahl	11	11	14	11	14	15	13	10	13	8	9	8	10	8	5	4
<i>Lycopodium annotinum</i>	3	1	+	1	1	2b	4	+	4	2a	3	2a	2a	4	2	2
<i>Huperzia selago</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
D1																
<i>Galium hircynicum</i>	+	+	.	2b	+	2a	2a	+	2b	+	+	+	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	2b	.	2	+	2a	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	2a	.	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycopodium clavatum</i>	4	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex pilulifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex leporina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
D2																
<i>Dryopteris dilatata</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris limbosperma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnocarp. dryopteris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris phegopteris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
sonstige Kräuter und Zwergsträucher																
<i>Avenella flexuosa</i>	2b	4	2a	2b	.	3	1	4	2a	3	1	3	3	3	5	3
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	1	2a	3	1	2a	.	1	2b	.	2a	2b	3	.	2	.
<i>Luzula luzuloides</i>	.	+	.	+	.	1	+	1	2a	1	.	+	+	.	+	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	1	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	+	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	2a	.	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Senecio fuchsii</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Blechnum spicant</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Jungwuchs von Gehölzen																
<i>Picea abies</i>	+	.	2a	.	+	1	.	+	+	+	2a	.	.	1	2	2
<i>Fagus sylvatica</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moose																
<i>Polytrichum formosum</i>	3	2b	1	.	2	2b	2b	4	.	3	3	2b	2a	1	.	5
<i>Dicranum scoparium</i>	1	3	3	.	3	3	.	1	.	+	2b	1	3	4	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	3	1	.	.	2a	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diplophyllum albicans</i>	.	2a	2a	.	.	2a	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhytidiadelphus squarr.</i>	.	.	1	5	2	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum div. spec.</i>	.	1	2b	.	+	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium undulat.</i>	.	.	.	.	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lophocolea bidentata</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
<i>Polytrichum juniperinum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Calypogeia muelleriana</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lepidozia reptans</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isoeterygium elegans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem in lfd. Nummer: 4: *Salix aurita* Jw. 1; 7: *Veronica officinalis* +, *Cytisus scoparius* Jw. +; 18: *Plagiothecium laetum* 3; 28: *Lophozia ventricosa* 1; 30: *Rumex acetosella* 1, *Digitalis purpurea* +, *Plagiothecium denticulatum* 1, *Campylopus flexuosus* 1; 31: *Epiobium angustifolium* +; 33: *Mnium hornum* 1, *Cephalozia bicuspidata* +; 34: *Stellaria uliginosa* +, *Dicranella heteromalla* 1, *Diplophyllum obtusifolium* 1

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
4815	4915	4815	4815	4815	4815	4915	4815	4916	4815	4915	4816	4815	4815	4816	4916	4816	4816	4816	4915	4815
344	231	432	343	433	433	224	344	134	444	111	321	433	424	323	124	344	323	344	122	434
5	31	30	5	5	5	8	5	31	12	9	6	5	6	6	2	8	6	8	12	30
8	12	7	8	10	10	8	8	7	8	8	8	10	10	8	8	8	8	8	8	7
95	94	94	95	94	94	97	95	96	97	95	95	94	94	95	97	95	95	95	95	94
4	1	6	4	4	2	40	4	8	4	10	4	10	20	20	4	4	4	4	4	6
98	98	95	80	98	100	95	98	100	100	50	80	100	90	95	98	95	95	95	80	85
NW	ONO	N	NW	NW	N	O	WNW	N	NW	NW	ONO	N	WSW	NNW	O	NW	NNO	N	NNO	N
60	40	55	50	25	40	60	30	10	50	20	60	45	5	80	5	30	60	0	60	60
620	530	500	630	620	660	520	510	520	460	520	600	560	630	630	500	600	640	600	580	610
6	10	6	8	7	10	12	9	14	14	13	11	11	14	9	8	15	11	15	8	10

1	2b	2	2a	5	2	2b	2b	2b	1	4	1	3	4	4	4	1	3	2b	2a	+	
.
.	.	.	.	+	.	.	1	2a	+	.	.	1	1	.	.	+	.	2a	.	+	
.	+
.
.

1	2	+	+	1	2a	2a	2b	.	1	3	2b	1	1	2b	2b	.	.
.	.	.	+	1	1	+	1	2a	1	.	+	.	+	.	+	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	.	.	.	.	2a	1	1
.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	+	+	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	+	+

4	2b	3	4	2	4	2b	2b	2b	3	3	3	4	2	3	3	4	3	4	
1	3	.	.	2	2	1	+	3	2b	1	3	2	1	.	2b	.	.	+	2
1	.	.	1	1	.	1	2a	+	.	.	1	+	+	.	+	+	1	1	+
.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.
.	+
.	.	.	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	+	.
.

1	2b	+	.	.	+	1	2a	1	.	1	.	2	.	.	+	+	.	2a	.	2
.	.	2	+	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+

3	1	1	1	4	3	3	4	1	.	1	2a	2	1	2a	3	.	3	2a	4	2
.	2a	3	.	.	3	3	.	.	.	3	2a	2	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	2a	.	.	2a	.	.	2b	2a	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
.	2b	.	.	.	1	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	4	2b	3	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	1	2a	.	.	2	.	.	.	.	.	.	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	4	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.
.
.
.	3	.	.	.	.	.	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.

Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
TK-Nr.	4816	4915	4816	4915	4816	4916	4815	4816	4915	4915	4816	4816	4816	4915	4915	4915	4816	4816	4915	4915	4816	4816	4815	
Quadrant	343	122	341	122	341	112	433	341	221	222	343	222	334	142	222	222	323	324	122	144	312	312	424	
Tag	17	9	1	9	20	10	5	1	10	10	17	18	3	5	10	10	6	7	12	5	05	05	11	
Monat	5	8	8	8	7	6	10	8	6	6	5	8	8	8	6	6	8	8	8	8	8	06	06	8
Jahr	96	95	96	95	95	95	94	96	94	94	96	97	96	96	94	94	95	95	95	96	99	99	99	95
Fläche [m ²]	200	600	200	600	600	200	200	200	900	600	200	100	200	200	400	400	600	600	600	400	400	200	600	
Bedeckung [%] Baumschicht	85	90	90	90	70	80	30	90	50	15	70	70	80	75	50	65	80	85	80	80	85	60	90	
Strauchschicht	-	-	-	-	<5	5	-	-	75	50	5	5	-	5	50	-	-	-	-	-	-	-	5	
Krautschicht	25	60	75	75	80	90	100	90	80	80	75	80	95	90	70	70	50	75	80	60	20	85	15	
Moosschicht	10	-	<5	-	<5	-	<5	1	<1	10	<1	5	<1	10	<1	<1	8	-	-	-	5	<1	<1	
Exposition	O	N	S	N	N	NNO	N	O	N	N	O	NW	ONO	NO	N	NNO	NNW	N	ONO	O	N	NO	NO	
Inklination [°]	5	5	15	5	0	10	30	3	15	10	2	40	2	0	20	10	15	10	5	5	5	3	10	
Höhe [m ü. NN]	705	690	700	690	700	710	630	670	630	660	710	650	730	630	660	630	600	730	620	580	630	670	500	
Artenzahl	10	8	10	9	27	9	12	13	18	21	14	12	18	10	14	14	12	10	5	10			14	
Baumschicht																								
<i>Fagus sylvatica</i>	5	5	5	5	4	5	3	5	3	2b	4	3	5	4	3	4	5	5	5	5	5	4	5	
<i>Acer platanoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a
Strauchschicht																								
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	3	2b	1	+	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus racemosa</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Krautschicht																								
Bezeichnende Arten																								
<i>Lycopodium annotinum</i>	2b	2b	4	2a	2b	+	2	3	3	3	1	2	4	4	1	2	1	1	3	3	2a	3	2m	
<i>Luzula luzuloides</i>	2a	1	2a	1	2a	2a	2b	2a	+	1	2b	+	2a	2a	2b	2b	1	1	2a	2a	1	2a	1	
Sonstige Kräuter und Zwergsträucher																								
<i>Avenella flexuosa</i>	1	3	2a	4	2a	4	3	2a	+	+	2b	3	2b	2b	1	2	3	4	3	2a	2b	2b	1	

Tab. 7: *Lycopodium annotinum* in Buchenwäldern (*Luzula-Fagetum*) des Rothaargebietes.

<i>Oxalis acetosella</i>	.	1	1	1	2b	.	2	4	1	1	+	1	1	.	2	1	2a	+	.	.	1	2a	1	
<i>Dryopteris dilatata</i>	.	.	+	+	1	2b	3	1	+	1	.	.	1	+	1	2	+	1	.	+	.	+	1	
<i>Polygonatum verticillatum</i>	.	+	1	+	1	1	.	1	+	+	1	2	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	1	.	2a	.	.	.	.	+	+	1	.	1	.	+	.	+	+	1	+	+	1	2a	
<i>Galium hircynicum</i>	.	.	.	.	2a	+	1	.	.	.	2a	.	2a	1	+	+	+	+	.	+	.	.	.	
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	.	.	.	.	2b	1	2	.	1	.	.	.	1	.	+	.	1	.	.	.	.	1	3	+
<i>Maianthemum bifolium</i>	1	1	2m	2m	2m	2b	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	2a	.	2	2a	1	2	1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	.	.	1	2b	+	.	.	.	2a	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	1	+
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	.	2m	+	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca altissima</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Epilobium montanum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Digitalis purpurea</i>	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus mollis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris phegopteris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Senecio fuchsii</i>	.	.	.	.	2a	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trientalis europaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Gehölzjungwuchs (Jw.) und -keimlinge (Klg.)																								
<i>Fagus sylvatica</i> (Jw.)	1	.	1	.	2a	+	.	+	.	.	2m	1	+	2a	.	.	1	+	+	.	1	1	+	+
<i>Fagus sylvatica</i> (Klg.)	2m	.	1	.	.	1	.	1	+	.	2m	.	1	1	+	+	.	.	.	.	2m	+	+	.
<i>Picea abies</i> (Jw.)	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	+	+	2a	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.
<i>Picea abies</i> (Klg.)	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i> (Jw.)	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	1	+	+	1	.	.	+	.	.	.	.	+	1	.
<i>Sorbus aucuparia</i> (Klg.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i> (Klg.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Moosschicht																								
<i>Polytrichum formosum</i>	2a	.	1	.	+	.	1	1	+	+	+	+	+	2a	+	+	2a	.	.	.	.	1	.	+
<i>Dicranum scoparium</i>	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+

Außerdem in lfd. Nummer: 1: *Carex pilulifera* +, *Agrostis capillaris* +; 5: *Galeopsis tetrahit* 1, *Stellaria media* 1, *Convallaria majalis* 1, *Rubus fruticosus* agg. +, *Sambucus racemosa* (Jw.) +; 9: *Juncus effusus* +, *Galium aparine* +; 10: *Cardamine impatiens* +, *Moehringia trinervia* +, *Scapania paludicola* +, *Brachythecium rutabulum* +

Die Vergesellschaftung von *Lycopodium annotinum* an Böschungen (Tab. 6) ähnelt auf den ersten Blick der für *Lycopodium clavatum* beschriebenen. Auch hier ist *Avenella flexuosa* der steteste Begleiter und oft faziesbildend. Allerdings sind nur wenige Bestände aufgrund des Vorkommens von *Nardetalia*- bzw. *Nardo-Callunetea*-Arten eindeutig dieser Klasse bzw. Ordnung zuzurechnen. Als weitere Differentialart (D 1) derartiger, den *Nardo-Callunetea* nahestehender Vergesellschaftungen kann im Untersuchungsgebiet *Agrostis capillaris* gewertet werden. Allerdings findet man eine *Vaccinium myrtillus*-Fazies nur sehr selten, eine *Calluna vulgaris*-Fazies existiert gar nicht. Überhaupt sind *Nardo-Callunetea*-Arten deutlich geringer vertreten als in den *Lycopodium clavatum*-Beständen. Auch andere lichtliebende Arten (Magerrasen-Arten, *Epilobietea*-Arten) kommen nur selten vor. Knapp die Hälfte der Bestände zeigt in der Artenzusammensetzung

Tab. 8: *Lycopodium annotinum* in Buchen-Fichten-Mischbeständen des Rothaargebirges.

Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TK-Nr.	4816	4816	4815	4815	4916	4916	4815	4816	4815	4815	4816
Quadrant	341	323	444	444	111	111	244	324	444	444	342
Tag	1	29	3	12	4	4	12	7	3	3	4
Monat	8	12	6	8	6	6	8	8	6	6	8
Jahr	96	98	94	97	94	94	97	95	94	94	96
Fläche [m ²]	400	400	500	600	600	900	400	300	400	400	200
Bedeckung [%] Baumschicht	85	90	30	60	50	50	90	60	30	40	80
Strauchschicht	-	-	<5	<5	-	-	-	-	<5	-	-
Krautschicht	85	65	100	90	60	80	90	80	95	85	50
Moosschicht	-	<1	<1	10	1	<1	5	5	-	<1	10
Exposition	N	-	NNW	N	NNW	NNW	N	NW	NNO	NNW	O
Inklination [°]	2	15	15	10	15	10	15	3	15	15	3
Höhe [m ü. NN]	720	710	600	610	720	730	530	760	620	600	620
Artenzahl	11	11	15	12	20	16	15	16	12	16	13
Baumschicht											
<i>Fagus sylvatica</i>	4	4	2	3	3	3	3	1	2	2	4
<i>Picea abies</i>	2b	2b	1	2b	2	1	4	4	1	2	2b
Strauchschicht											
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.
Krautschicht											
Bärlapp Arten											
<i>Lycopodium annotinum</i>	4	3	4	4	2	4	4	2a	4	4	1
<i>Huperzia selago</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
AC Luzulo-Fagetum / VC Fagion											
<i>Luzula luzuloides</i> (AC)	1	1	2	1	+	+	+	1	2	2	2b
<i>Festuca altissima</i> (VC)	+	1	1	2a	+	+	.	(+)	.	+	.
Sonstige Kräuter und Zwergsträucher											
<i>Avenella flexuosa</i>	.	2b	1	2a	1	+	2a	4	.	+	3
<i>Dryopteris dilatata</i>	2a	+	3	2a	3	2	3	2	2	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	2	2b	1	+	2a	1	2	1	1
<i>Maianthemum bifolium</i>	2b	.	.	.	1	1	1	1	+	+	.
<i>Galium harycnicum</i>	.	+	.	1	+	.	.	2a	+	1	1
<i>Polygonatum verticillatum</i>	1	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.
<i>Digitalis purpurea</i>	.	.	+	.	.	+	.	1	+	1	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	1	.	.	+	.	+	1	.	.	+
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	2a	.	1	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	+	2a	+	+	.	.	+	1	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	2	+	+	.	.	.	+
<i>Cardamine impatiens</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
Gehölzjungwuchs (Jw.) und -keimlinge (Klg.)											
<i>Fagus sylvatica</i> (Jw./Klg.)	+/+	.	/2	2b/.	/+	/+	1/.	/.	/2	/2	+/2a
<i>Picea abies</i> (Jw./Klg.)	/.	+/.	/+	/.	/+	/.	+/1	+/1	/+	/+	/+
<i>Sorbus aucuparia</i> (Jw./Klg.)	+/.	/.	/.	/.	/+	/.	/.	+/.	/.	/.	+/+
<i>Acer pseudoplatanus</i> (Klg.)	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
Moosschicht											
<i>Polytrichum formosum</i>	.	+	+	1	+	+	1	1	.	+	2a
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Lophozia ventricosa</i> var. <i>ventricosa</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.

Außerdem je einmal mit + in laufender Nummer: **3:** *Rumex acetosella* *Impatiens noli-tangere*;
4: *Galeopsis tetrahit*; **7:** *Mnium hornum*; **8:** *Carex pilulifera*; **10:** *Epilobium angustifolium*

qualitativ keine Unterschiede zur Krautschicht des angrenzenden Waldes bzw. Forstes. Differentialarten (D 2) dieser walddahen Ausbildung sind die Farne *Dryopteris dilatata*, *Athyrium filix-femina*, *Thelypteris limbosperma*, *Gymnocarpium dryopteris* und *Thelypteris phegopteris*.

Alle Vorkommen in naturnahen Wäldern gehören zum *Luzulo-Fagetum* (Tab. 7), im überwiegenden Teil zu ärmeren Ausbildungen. Auch die Buchen-Fichten-Mischbestände mit *Lycopodium annotinum* (Tab. 8) können zum *Luzulo-Fagetum* gestellt werden und bei den Fichtenforsten (Tab. 9) (bzw. in einem Fall einem Lärchen-Forst mit einzelnen Fichten) handelt es sich um potentielle *Luzulo-Fagetum*-Standorte. Vorkommen, insbesondere großflächige, in *Luzulo-Fagetum* sind eindeutig häufiger als in Fichtenforsten. Bemerkenswert ist allerdings, daß bei mehr als 80 % aller Vorkommen im *Luzulo-Fagetum* die Fichte entweder unmittelbar beigemischt ist oder aber es sich um einen Buchenbestand im direkten Grenzbereich (max. 50 m Entfernung) zu einem Fichtenforst handelt. Umgekehrt

Tab. 9: *Lycopodium annotinum* in Fichtenforsten des Rothaargebirges.

Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TK-Nr.	4816	4816	4816	4816	4915	4816	4915	4815	4816
Quadrant	341	341	341	334	233	321	122	344	433
Tag	1	1	1	3	5	6	12	12	1
Monat	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Jahr	96	96	96	96	96	95	95	95	97
Fläche [m ²]	200	200	200	200	200	400	200	600	300
Bedeckung [%] Baumschicht	70	65	70	75	55	80	80	85	70
Strauchschicht	-	-	5	-	-	-	-	-	<5
Krautschicht	80	90	95	100	90	80	85	50	70
Moosschicht	1	-	5	-	10	15	<5	5	10
Exposition	S	S	N	N	O	NW	N	N	NO
Inklination [°]	3	3	10	2	3	0	5	5	0
Höhe [m ü. NN]	710	710	610	720	580	480	700	670	600
Artenzahl	11	9	13	14	17	18	9	8	15
Baumschicht									
<i>Picea abies</i>	4	4	4	5	4	5	5	5	2b
<i>Larix decidua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Strauchschicht									
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	1
Krautschicht									
<i>Lycopodium annotinum</i>	2b	3	4	2a	2a	1	3	1	3
<i>Luzula luzuloides</i>	1	1	1	+	2a	+	+	+	2a
<i>Avenella flexuosa</i>	4	4	3	5	4	3	3	3	2b
<i>Galium hircynicum</i>	2a	1	2a	2b	2b	+	+	.	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	1	+	1	1	2a	.	1	+	+
<i>Dryopteris dilatata</i>	2a	2b	2b	2a	2b	3	.	.	2b
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	+	+	2a	1	1	1	2a	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	+	.	.	+	.	2a	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	2a	+	.	1	.	.	.
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	.	.	.	.	+	1	.	.	1
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	1	.	.	+	.	.	.
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Carex pilulifera</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Galeopsis tetrahit</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris limbosperma</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Thelypteris phegopteris</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Senecio fuchsii</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Gehölzjungwuchs und -keimlinge									
<i>Sorbus aucuparia</i> (Jw./Klg.)	1	+	+	1	+	+	+	+	+/+
<i>Picea abies</i> (Jw./Klg.)	.	.	1	.	1/1	1	2m	1	/1
<i>Fagus sylvatica</i> (Jw./Klg.)	.	.	2a/+	+	+	+	.	.	.
<i>Larix decidua</i> (Klg.)	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Moosschicht									
<i>Polytrichum formosum</i>	1	.	1	.	2a	2a	1	1	2a
<i>Plagiothecium laetum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Dicranum scoparium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Außerdem je einmal mit + in laufender Nummer: 1: *Rumex acetosella* , 4: *Senecio sylvaticus* ;
5: *Blechnum spicant* , *Polygonatum verticillatum* ; 9: *Digitalis purpurea* , *Dicranella heteromalla*

stocken auch einige der Fichtenforste mit *Lycopodium annotinum* an der Grenze zu einem *Luzulo-Fagetum*. Die höchste Dichte großflächiger Vorkommen existiert im Bereich des geplanten Waldnaturschutzgebietes Schanze (s. WITTIG & WALTER 1999) und seiner engeren Umgebung (4816/323 und 411). Der größte den Verfassern bekannte *Lycopodium annotinum*-Bestand des Rothaargebirges befindet sich allerdings nicht im UG, sondern wenige km nördlich davon in der Naturwaldzelle „An der Frauengrube“ (BOHN et al. 1978).

4.3 *Huperzia selago*

Huperzia selago wurde im Gebiet 42 mal nachgewiesen. Diese Nachweise verteilen sich auf 20 Sechzehntelquadranten, so daß die Zahl der Nachweise pro Kartierungsfeld nur selten größer als 2 ist (Abb. 15). Die von *Huperzia selago* bewachsene Fläche ist meist extrem gering (s. Abb. 16 und 17): Nur zwei Bestände bedecken mehr als 1 m², über 90 % aller Bestände sind kleiner als 0,1 m², knapp 80 % sogar kleiner als 0,01 m².

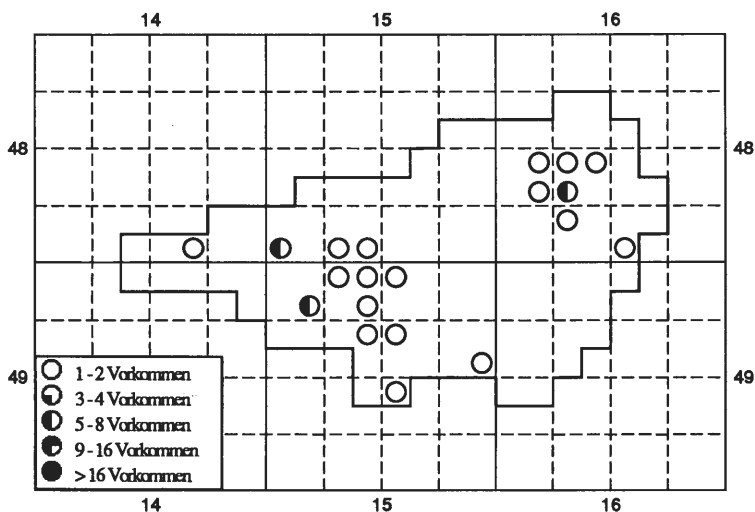


Abb. 15: Abundanz von *Huperzia selago* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

Lediglich vier Vorkommen (9,5 %) liegen tiefer als 500 m üNN, davon nur eines unter 450 m und keines unter 400 m üNN. Bei Bezug auf die Fläche liegt der Schwerpunkt im Bereich über 700 m üNN (s. Abb. 18). Expositionsmäßig wird eindeutig die Nordrichtung bevorzugt (62 %). Nordost- und nordwestexponierte Vorkommen machen je 14 % aus, so daß sich für die nördlichen Richtungen insgesamt 90 % ergeben. In Süd- und Südwestexposition wurde die Art gar nicht gefunden, in Südostexposition einmal (Abb. 19).

In allen *Huperzia*-Beständen des UG tritt *Avenella flexuosa* auf. Weitere stete Begleiter des Tannenbärlapps sind *Polytrichum formosum* (94 %), *Picea abies* (81 %), *Vaccinium myrtillus* (71 %), *Dicranum scoparium* (65 %) und *Luzula luzuloides* (61 %). Zehn weitere Arten sind in 10 % bis etwa 30 % aller Bestände anzutreffen (s. Tab. 10). Bemerkenswerterweise befindet sich hierunter mit *Lycopodium clavatum* (29 %) ein Bärlapp.

Zwei Funde liegen in einem *Luzulo-Fagetum* inmitten eines *Lycopodium annotinum*-Bestandes (s. Tab 8, lfd. Nr. 1 und 2). Bei allen anderen Fundpunkten handelt es sich um

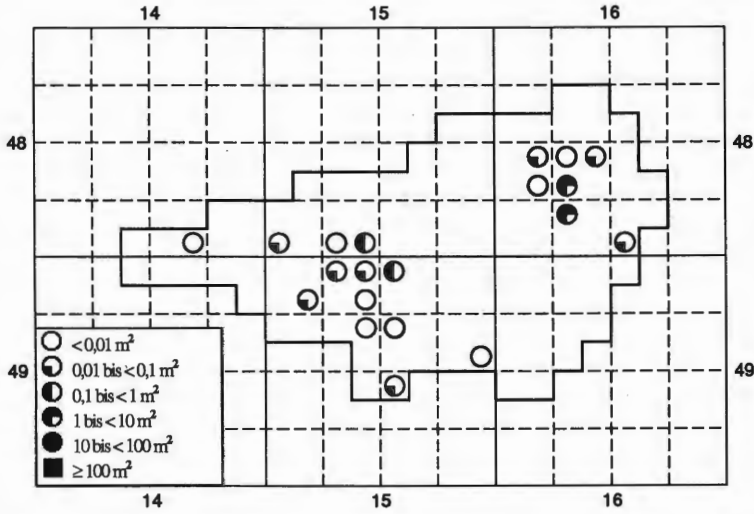


Abb. 16: Flächendominanz von *Huperzia selago* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

	Anzahl der Vorkommen	% der Vorkommen			
		< 0,01 m ²	< 0,1 m ²	< 1 m ²	< 10 m ²
< 0,01 m ²	33	78,6	78,6	78,6	78,6
0,01 - < 0,1 m ²	6		14,3	14,3	14,3
0,1 - < 1 m ²	1			2,4	2,4
≥ 1 m ²	2				4,7
Summe	42	78,6	92,9	95,3	100,0

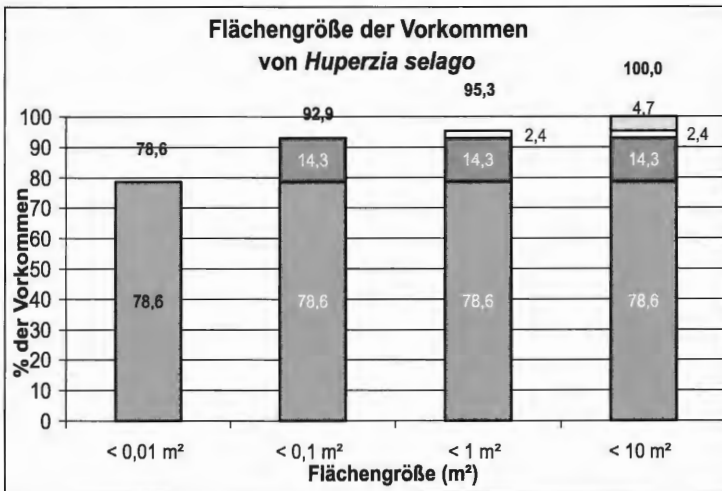


Abb. 17: Absolute Flächengrößen der Vorkommen von *Huperzia selago* im nördlichen Rothaargebirge (Kartierungszeitraum 1994-1998).

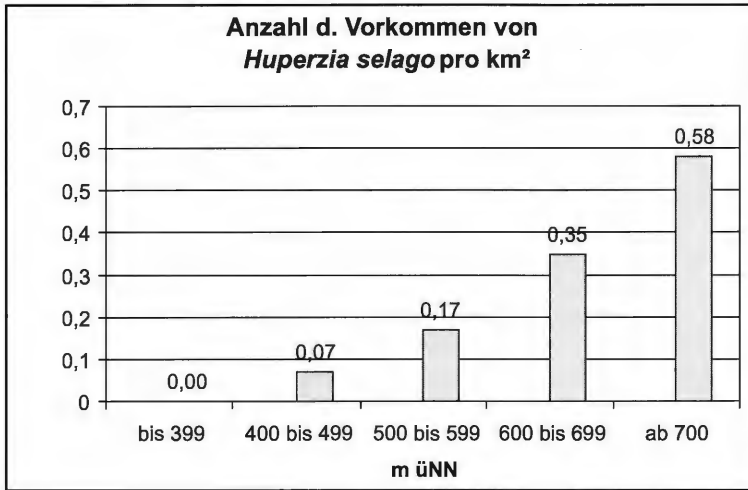


Abb. 18: Dichte (Anzahl der Vorkommen pro Quadratkilometer) von *Huperzia selago* im Kernbereich des Rothaargebirges in unterschiedlichen Höhenstufen (Kartierungszeitraum 1994-1998).

m üNN	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	Summe
bis 399	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400-499	1	0	0	1	0	0	0	2	4
500-599	6	2	3	0	0	0	0	2	13
600-699	15	2	0	0	0	0	0	2	19
ab 700	4	2	0	0	0	0	0	0	6
Summe	26	6	3	1	0	0	0	6	42

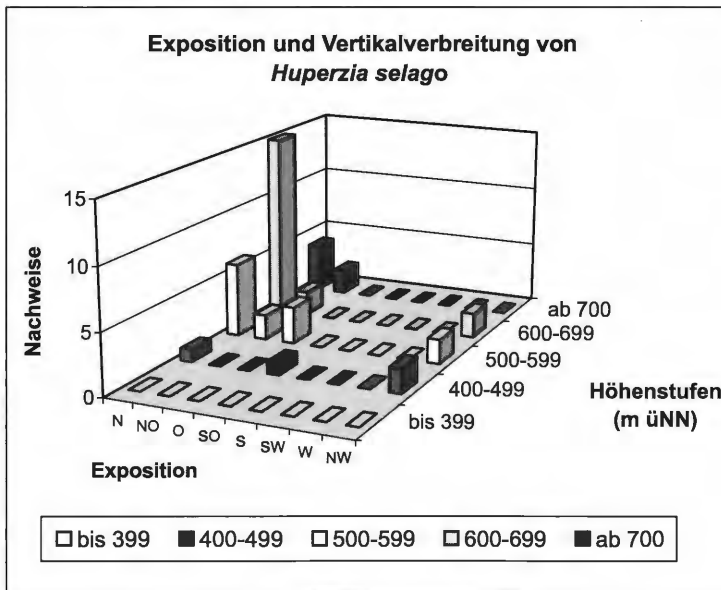


Abb. 19: Höhenlage und Exposition der Vorkommen von *Huperzia selago* im Kernbereich des Rothaargebirges (Kartierungszeitraum 1994-1998).

Tab. 10: Prozentuale Stetigkeit (S %) und ökologische Charakterisierung der häufig (mindestens 10 % aller Fälle) gemeinsam mit *Huperzia selago* auftretenden Spezies.

Art	S [%]	Zeigerwerte						Lf	Soziologie
		L	T	K	F	R	N*		
<i>Avenella flexuosa</i>	100,0	6	x	2	x	2	3	H	x
<i>Polytrichum formosum</i>	93,6	4	2	5	6	2	*	H	x
<i>Picea abies</i>	80,7	5	3	6	x	x	x	P	Vacc.-Piceetea
<i>Vaccinium myrtillus</i>	71,0	5	x	5	x	2	3	Z	Vacc.-Piceetea
<i>Dicranum scoparium</i>	64,5	5	x	5	4	4	*	C	x
<i>Luzula luzuloides</i>	61,3	4	x	4	5	3	4	H	Luz.-Fagetum
<i>Dryopteris carthusiana</i>	32,3	5	x	3	x	4	3	H	x
<i>Lycopodium clavatum</i>	29,0	8	4	3	4	2	2	C	Genistion
<i>Galium hircynicum</i>	29,0	7	5	2	5	2	3	GH	Genistion
<i>Fagus sylvatica</i>	22,6	3	5	2	5	x	x	P	Fagion
<i>Hypnum cupress. agg.</i>	19,4	7	3	3	2	2	*	C	x
<i>Thelypteris limbosp.</i>	29,0	4	4	2	6	3	5	H	x
<i>Calluna vulgaris</i>	12,9	8	x	3	x	1	1	Z	Nar.-Callunetea
<i>Sorbus aucuparia</i>	12,9	6	x	x	x	4	x	P	x
<i>Dryopteris dilatata</i>	12,9	4	x	3	6	x	7	H	x
<i>Thelypteris phegopteris</i>	12,9	2	4	3	6	4	6	G	x
Durchschnitt der Zeigerwerte		5,2	3,8	3,4	4,9	2,7	3,7		
Median der Zeigerwerte		5	4	3	5	2	3		
Spektrum der Zeigerwerte		2-8	2-5	2-6	2-6	1-4	1-7		
indifferente Arten [%]		0	50	6	38	19	38		

L = Lichtzeigerwert, T = Temperaturzeigerwert, K = Kontinentalitätszeigerwert,
 F = Feuchtigkeitszeigerwert, R = Reaktionszeigerwert, N = Stickstoffzeigerwert,
 Lf = Lebensform: C = Chamaephyt, G = Geophyt, H = Hemikryptophyt,
 P = Phanerophyt, Z = Zwergstrauch
 Zeigerwerte und Lebensform nach ELLENBERG et al. (1992),
 Soziologie nach OBERDORFER (1994)

* = Für die Moose ist bei ELLENBERG et al. (1992) kein N-Zeigerwert angegeben.

Wegeböschungen, wobei 27 der 32 Böschungsvorkommen vor Fichtenforsten, eines vor einem Lärchenforst und lediglich vier vor Buchenwäldern wachsen. Die Bevorzugung des Nadelwaldgefüges ist also eindeutig (87,5 % der Vorkommen an Böschungen und 76 % aller Vorkommen). Bei allen Vorkommen an Böschungen vor Buchenwald ist die Böschung selbst übrigens weitgehend mit Fichtenjungwuchs bestockt, und in den beiden *Luzulo-Fageten* mit *Huperzia selago* tritt *Picea abies* in der Baumschicht auf. *Huperzia selago* wurde also in allen Fällen in direkter Nachbarschaft zu Fichten angetroffen. Diese Aussage ist kein Widerspruch zu Tabelle 10, in der lediglich eine 81 %ige Vergesellschaftung mit *Picea abies* angegeben wird, sondern liegt an der nach strengen physiognomischen, floristischen und standörtlichen Kriterien vorgenommenen Abgrenzung der für Tab. 11 zu Grunde gelegten pflanzensoziologischen Aufnahmen.

Avenella flexuosa ist nicht nur der steteste Begleiter von *Huperzia selago*, sondern tritt auch häufig faziesbildend auf (s. Tab. 11). In einigen Fällen ist *Vaccinium myrtillus* dominant (*Vaccinium myrtillus*-Fazies). Moose sind meist flächenmäßig stark vertreten, wobei *Polytrichum formosum* in der Regel dominiert und nicht selten sogar den Gesamtaspekt bestimmt. In *Calluna*-Dominanzbeständen wurde *Huperzia selago* niemals angetroffen. Für die soziologische Einordnung der Böschungsvegetation mit *Huperzia selago* gilt Ähnliches wie für die mit *Lycopodium annotinum*. Allerdings läßt sich etwa die Hälfte der Bestände den *Nardo-Callunetea* zuordnen, während die im Falle von *Lycopodium annotinum* relativ häufige, durch Luftfeuchtigkeit bzw. Schatten liebende Farne (D 2) differenzierte walddnahe Gesellschaftsbildung bei *Huperzia selago* deutlich seltener anzutreffen ist.

Tab. 11: Vergesellschaftung von *Huperzia selago* an Wegeböschungen im Rothaargebirge.

Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TK-Nr.	4815	4915	4915	4915	4915	4915	4816	4915	4915	4915	4915	4816	4815	4915
Quadrant	333	114	114	114	231	411	312	114	244	244	142	323	344	211
Tag	29	26	26	26	31	10	20	26	9	9	9	29	12	6
Monat	7	7	7	12	12	8	8	7	8	8	8	12	8	8
Jahr	94	94	94	98	94	97	96	94	97	97	95	98	95	97
Fläche [m ²]	8	8	10	4	6	8	5	8	4	4	4	4	4	4
Bedeckung [%]	98	80	98	95	95	85	100	80	100	100	98	90	100	98
Exposition	N	N	NNO	NNO	NO	O	NO	NNO	WNW	OSO	NNW	N	N	NO
Inklination [°]	60	60	50	45	50	45	60	65	20	45	10	45	2	45
Höhe [m ü. NN]	620	560	610	560	540	500	700	560	480	490	600	700	620	540
Artenzahl	9	7	9	8	13	15	10	8	17	15	8	11	7	12
<i>Huperzia selago</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+
Nardo-Callunetea (D1)														
<i>Lycopodium clavatum</i>	4	1	+	+	2a	1	2b	+	+	.	.	.	.	.
<i>Galium hircynicum</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	1	+	+	+	+	1
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.
<i>Carex pilulifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
Arten montaner Wälder (D2)														
<i>Thelypteris phegopteris</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thelypteris limbosperma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris dilatata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige Kräuter u. Zwergsträucher														
<i>Avenella flexuosa</i>	3	3	5	3	2b	2b	3	3	2b	1	3	2b	5	2b
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2	1	1	+	4	2a	2a	+	.	+	2b	1	1	1
<i>Luzula luzuloides</i>	.	.	.	.	+	+	1	.	2a	.	+	+	.	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	.	+	1	.	.	.	+	.	+	1	.
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Maianthemum bifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycopodium annotinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gehölze juvenil und Klg.														
<i>Picea abies</i>	1	+	+	+	1	.	2a	1	2b	1	.	2b	1	1
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Moose														
<i>Polytrichum formosum</i>	2	2	2	3	3	1	4	4	3	5	2b	4	2a	2b
<i>Dicranum scoparium</i>	2	3	2	3	3	3	.	.	.	2b	1	.	.	3
<i>Diplophyllum albicans</i>	2	.	.	.	.	2a	.	.	3	.	.	.	.	2a
<i>Hypnum cupressiforme</i> agg.	.	.	.	.	.	2b	.	.	3	1	.	.	.	.
<i>Isopterygium elegans</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium undulatum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lophocolea bidentata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Plagiothecium laetum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem je einmal in lfd. Nr. 3: *Trientalis europaea* +; 4: *Sphagnum* spec. 1; 5: *Cladonia* spec. +; 6: *Rhytidiadelphus squarrosus* 1; 9: *Veronica officinalis* 1, *Gymnocarpium dryopteris* 1; 10: *Blechnum spicant* +, *Lepidozia reptans* 1; *Atrichum undulatum* +; 26: *Caly-pogea muelleriana* 2a; *Lophozia ventricosa* +; 29: *Salix aurita* Jw. 1, *Agrostis capillaris* +, *Digitalis purpurea* 1

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
4915	4915	4815	4815	4816	4815	4814	4815	4815	4915	4915	4816	4915	4816	4816	4816	4816
114	211	333	333	323	333	434	333	333	114	124	312	122	323	322	433	323
26	6	29	31	29	29	30	31	31	26	9	6	12	6	7	1	6
7	8	7	12	12	7	12	12	12	7	8	8	8	8	8	8	8
94	97	94	98	98	94	94	98	98	94	95	95	95	95	95	97	95
4	4	8	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	10	4	4	4
95	95	95	98	95	100	100	100	100	90	90	95	98	95	80	85	80
NW	O	N	NNO	NO	N	N	NNO	NNO	WNW	N	N	N	N	NNO	O	NNO
45	45	60	60	45	60	45	50	45	45	45	45	45	15	45	45	65
500	590	620	620	700	620	400	620	620	560	680	540	680	630	600	560	640
7	11	8	8	7	7	6	12	9	6	7	8	7	13	13	9	11
+	2a	1	1	1	+	+	1	+	+	+	+	+	1	1	+	1
.
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	+	1	2a	+
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+
2	3	3	2b	2a	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	1	5
.	+	4	4	3	3	2	2b	2b	1	.	.	.	.	.	.	.
.	1	+	1	.	+	.	+	+	.	+	1	+	1	.	2a	+
.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	.	+
.	+	+	.
.	+	.	.
.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.
+	2a	2	1	2b	2	2	2b	2b	+	.	.	+	+	.	.	+
.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	1	.
.	+	.	.
.	.	+
1	4	3	1	2b	2	2	2b	3	3	2b	+	2b	.	.	4	1
2	.	2	2b	.	2	.	2a	2a	2	.	2b	.	2a	3	.	2a
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	2b	.	.	2a
3	.	.	.	.	.	.	2a	3	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

4.4 *Diphasiastrum alpinum*

Von *Diphasiastrum alpinum* wurde lediglich ein einziges Vorkommen im Bereich der TK 4816 an einer Wegeböschung im Forstbetriebsbezirk Schanze entdeckt. Es handelt sich um eine NNW-exponierte Wegeböschung vor einem Fichtenbestand. Kurz vor seiner Entdeckung durch den Erstautor im Jahre 1992 war der bis dahin etwa 1 m² große Bestand (entsprechendes totes Pflanzenmaterial war noch vorhanden) offensichtlich durch Anlegen einer Rückeschneise auf ca. 0,5 m² dezimiert worden. Seitdem hat der Bestand von Jahr zu Jahr ständig abgenommen. Am 02.01.1999 konnten nur noch abgestorbene Pflanzenteile gefunden werden; am 05.06.1999 war jedoch wieder ein ca. 25 cm² bedeckender Sproß vorhanden. Die folgende Aufnahme aus WITTIG & WALTER (1999) gibt die Verhältnisse am 21.07.1992 wieder:

2 m²; 95 %; Exp. NW; Inkl. 5°;

Diphasiastrum alpinum 2b, *Lycopodium clavatum* 1, *Galium harcynicum* 1, *Carex pilulifera* +, *Avenella flexuosa* 1, *Luzula luzuloides* 1, *Picea abies* juv. 1, *Veronica officinalis* +, *Polytrichum formosum* 3.

5. Diskussion

5.1 *Lycopodium clavatum*

OBERDORFER (1994) charakterisiert *Lycopodium clavatum* folgendermaßen: „Zerstreut in Heiden und Silikatmagerrasen, an Wegeböschungen und Waldrändern, auf frischen bis mäßig trockenen, nährstoff- und basenarmen, sauren Lehmböden, auch auf Torf oder Sand, Lichtpflanze, gerne mit *Vaccinium*-Arten oder *Calluna*, vor allem montane Silikat-Gebiete, im Norden in Heidegebieten, *Genistion*-Verbandscharakterart.“ Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stimmen größtenteils gut mit diesen Aussagen überein: *Lycopodium clavatum* wächst fast ausschließlich an inneren Waldrändern (Wegen, Schneisen, Lichtungen, Skihängen), selten an äußeren Waldrändern. Insbesondere fanden wir die Art nie an solchen Waldrändern, die an einen Acker oder an gedüngtes Grünland (Intensivweiden, Güllewiesen) angrenzen. Wie die Begleitflora zeigt, handelt es sich offensichtlich in allen Fällen um saure und nährstoffarme Böden. In der Mehrzahl der Fälle muß der Standort als frisch (in einigen auch als frisch bis feucht), dagegen nur selten als frisch bis mäßig trocken bezeichnet werden. Als Lichtpflanze wurde die Art niemals an voll beschatteten Standorten vital angetroffen.

WALTER & STRAKA (1970) stufen den Keulen-Bärlapp als subboreales Geoelement ein. Dem entspricht, daß die Art nördliche Expositionen bevorzugt. Auch befinden sich unter den häufig mit *Lycopodium clavatum* gemeinsam auftretenden Arten viele (sub)boreale Elemente.

Die soziologische Einstufung als *Genistion*-Verbandscharakterart kann für das Rothaar-gebirge nur dann bestätigt werden, wenn *Avenella flexuosa* in Anlehnung an VIGANO (1997) als *Genistion*-Art angesehen wird. Zu dem von GRUBER (1995) aus den Pyrenäen beschriebenen *Lycopodium clavatum*-*Callunetum* besteht lediglich eine geringe floristische Affinität. Wohl aber ist ein klarer Bezug zur Klasse *Nardo-Callunetea* gegeben. Ein Großteil der Bestände zeigt allerdings physiognomisch mehr Gemeinsamkeiten mit einem Magerrasen als mit einer Zwergstrauchheide (*Genistion*). Diesen Beobachtungen entspricht, daß *Lycopodium clavatum* den wenigen heute im Sauerland noch vorhandenen ausgedehnten Hochheiden in den Naturschutzgebieten „Kahler Asten“ und „Neuer Hagen“ fehlt. Dagegen ist der Keulen-Bärlapp in der Nachbarschaft des UG (Astengebirge) höchstet auf Skihängen (z. B. am Kahlen Asten, auf der Postwiese in Altastenberg, im

Ski-Gebiet Kappe in Nähe der Sommerrodelbahn, auf dem Skihang Niedersfeld sowie auf dem Schloßberghang bei Küstelberg), in denen die Vegetation sehr niedrig gehalten wird, so daß es nicht zur Überwachsung von *Lycopodium clavatum* durch *Calluna vulgaris* und *Vaccinium myrtillus* kommen kann, sondern sich lediglich Heide-Pionier-Stadien entwickeln. Offensichtlich handelt es sich bei *Lycopodium clavatum* um einen Rohboden-Pionier (zumindest im Jugendstadium), der zu seiner Ansiedlung offene, schwach entwickelte Böden benötigt. Hierauf deutet jedenfalls sein Schwerpunkt-vorkommen an Böschungen und auf Skihängen hin. Daß *Lycopodium clavatum* in den von BÜKER (1942) und BUDE & BROCKHAUS (1954) veröffentlichten Aufnahmen sauerländischer Heiden mit mittlerer bis hoher Stetigkeit auftritt, kann auf die damals noch existente Nutzung und die damit verbundenen Störungen (Verbiß, Tritt, Plaggenhieb) zurückgeführt werden, die für einen ständigen Pioniercharakter sorgen.

In der mitteleuropäischen Literatur wird die für das UG festgestellte enge Bindung der Art an Fichten bisher nicht erwähnt. Diese könnte eventuell darauf zurückzuführen sein, daß *Lycopodium clavatum* zu seiner Entwicklung eine Mycorrhizierung benötigt, die ja bekanntermaßen oft an die Existenz bestimmter Streutypen gebunden ist. Da Nadelstreu ökologisch von Heidestreu weniger verschieden ist als von Laubstreu, wird verständlich, daß die Art außerhalb von Fichtenwuchsgebieten in Heiden zu finden ist, während Buchen- und andere Laubwälder weitgehend gemieden werden.

Der Vergleich der Ergebnisse der flächendeckenden Kartierung im Bereich des Forstbetriebsbezirks Schanze (WITTIG & WALTER 1999) mit denen der normalen Kartierung ergab keinen Unterschied. Somit ist davon auszugehen, daß die überwiegende Mehrzahl der Vorkommen von *Lycopodium clavatum* erfaßt wurde.

5.2 *Lycopodium annotinum*

Im Gegensatz zur Lichtpflanze *Lycopodium clavatum* gilt *Lycopodium annotinum* in der Literatur allgemein als Waldpflanze. Die „Schattpflanze“ (OBERDORFER 1994) kommt „in Fichtenwäldern, Kiefern- und Birkenmooren auf frischen (feuchten) nährstoff- und basenarmen, sauren, torfig bis humosen Böden“ vor, und zwar „vor allem in Gebirgen und Mooren“. Der Einstufung als Schattenpflanze entspricht, daß nahezu sämtliche flächigen Vorkommen im Bereich von Wäldern und Forsten liegen. Die Mehrzahl der Vorkommen allerdings wächst nicht direkt im Wald, sondern lediglich im Waldgefüge, nämlich an Böschungen. Hierbei handelt es sich jedoch ausschließlich um kleinflächige Vorkommen, nicht selten um einzelne Sprosse. Mitten in Wäldern und Forsten wurden dagegen niemals einzelne Sprosse, sondern stets mehr oder weniger großflächige Bestände angetroffen. Es scheint so, als sei an Böschungen eine erheblich bessere Chance für die Ansiedlung von Jungpflanzen gegeben, während es nur im Bestandesinneren zur Entwicklung großflächiger Bestände kommen kann.

Auf den ersten Blick überraschend ist, daß der Schwerpunkt der „*Vaccinio-Piceetalia*-Ordnungscharakterart“ (OBERDORFER 1994) im Untersuchungsgebiet nicht in anthropogenen *Vaccinio-Piceetalia*-Gesellschaften (Fichtenforsten) liegt, sondern in Buchenwäldern. Von insgesamt 68 Funden in Wäldern bzw. Forsten stammen nur 24, also lediglich gut ein Drittel, aus Fichtenforsten. In 11 der damit verbleibenden 44 Vorkommen in Buchenwäldern ist jedoch die Fichte der Baumschicht beigemischt, und in 21 weiteren Fällen befand sich der aufgenommene Buchenwald unmittelbar an der Grenze zu einem Fichtenbestand oder es waren wenigstens einzelne Fichten in wenigen Metern Entfernung vorhanden. In einem weiteren Buchenwald ist die Fichte zumindest in der Strauchschicht vorhanden. Damit verbleiben nur 11, also ein Viertel der *Luzulo-Fageten*, in denen *Lycopodium annotinum* nicht in unmittelbarer Nachbarschaft zu Fichten wächst. Auch bei den Vor-

kommen an Böschungen zeigt sich eine Bevorzugung der Nachbarschaft zu Fichten: 66 % aller Fälle. Die Begleitflora weist die Standorte in allen Fällen als sauer sowie nährstoff- und basenarm aus. Aufgrund des höchsteten Vorkommens von *Luzula luzuloides* sind alle Bärlapp-Buchenwälder des UG, ebenso wie die des nahe gelegenen geplanten Waldnaturschutzgebietes Glindfeld (s. WITTIG 1999), dem *Luzulo-Fagetum* zuzuordnen. Für eine Einstufung als eigene Assoziation, wie sie von BÜKER (1942) vorgenommen wird, besteht keine Notwendigkeit (s. DIEKJOBST 1980, POTT 1995).

WALTER & STRAKA (1970) stufen *Lycopodium annotinum* als boreales Goelement ein. Hiermit stimmt die eindeutige Bevorzugung der höchsten Lagen sowie nördlicher Expositionen gut überein. In der englischsprachigen Literatur existiert sogar die Bezeichnung „Tundra-Pflanze“ (z. B. HEADLEY et al. 1985). In der Tat ähneln die Böschungsgesellschaften mit *Lycopodium annotinum* physiognomisch und floristisch einer Gras-Tundra (*Avenella flexuosa*-Fazies) oder einer Zwergstrauch-Tundra (*Vaccinium myrtillus*-Fazies). Genau wie *Lycopodium clavatum* scheint sich auch *Lycopodium annotinum* nicht in ungestörten Wald- und Forstbeständen ansiedeln zu können. Vermutlich wird er durch die in den Buchenwäldern und Fichtenforsten vorhandene dichte Auflage von Moder bis hin zu Rohhumus an der Ansiedlung gehindert. Die einzige Chance zur Neuansiedlung bieten daher Wegeböschungen.

Die Erfahrungen im Bereich des flächig kartierten Forstbetriebsbezirkes Schanze zeigen, daß von *Lycopodium annotinum* großflächige Bestände existieren können, die vom Weg nicht sichtbar sind, im Rahmen der für das restliche Kartierungsgebiet angewendeten Methode also übersehen werden können. Aufgrund der bei *Lycopodium annotinum*-freien oder -armen Kartierungsfeldern zusätzlich durchgeführten Nachsuche in Grenzbereichen von Buche und Fichte wird die Gefahr des völligen Übersehens von im Gebiet vorhandenen großflächigen Beständen jedoch reduziert. Es ist allerdings wahrscheinlich, daß in denjenigen Gebieten, in denen mehrere großflächige *Lycopodium annotinum*-Bestände gefunden wurden, zusätzlich noch weitere vorhanden sind, die nicht erfaßt wurden. Die Autoren gehen daher davon aus, daß eine flächendeckende Kartierung in den Randbereichen des UG kaum zusätzliche Fundpunkte erbringen würde, während einige bereits jetzt eine hohe Verbreitungsdichte von *Lycopodium annotinum* aufweisende Raster tatsächlich eine noch höhere Dichte besitzen. Da allerdings eines der Hauptverbreitungszentren, der Forstbetriebsbezirk Schanze, flächendeckend kartiert wurde, bezieht sich diese zu erwartende Kartierungsgenauigkeit nur noch auf wenige Rasterfelder.

5.3 *Huperzia selago*

Auch *Huperzia selago* ist ein boreales Goelement (WALTER & STRAKA 1970), das in Mitteleuropa daher bevorzugt in Gebirgen auftritt und hier (OBERDORFER 1994) „in Fichtenwäldern und Bergkiefernbeständen, auch in Buchen- und Eichenwäldern oder in Blockmeerspalten auf moosigen, frischen basenarmen saueren, Mineral-, humosen Sand- oder Steinböden... in luftfeuchter Klimallage.“ Weiterhin bezeichnet OBERDORFER die Art als Schatten-Halbschattensporenpflanze sowie als *Vaccinio-Piceetalia*-Ordnungscharakterart, die auch in *Luzulo-Fagetum* und *Luzulo-Querceten* vorkommt.

Im UG ist die Art eindeutig keine Waldpflanze i.e.S., wohl aber ist sie deutlich an das Gefüge von Wäldern gebunden, wo sie bevorzugt an Wegeböschungen auftritt. (Wege-) Böschungen werden auch für andere mitteleuropäische Regionen als typische Standorte genannt (s. z. B. SCHUMACKER & DE ZUTTERE 1980 und ADOLPHI & DICKORÉ 1980). Die Einschätzung als Schatt-Halbschattensporenpflanze, das heißt die im Vergleich zu *Lycopodium clavatum* (Lichtpflanze) und *Lycopodium annotinum* (Schattsporenpflanze) in etwa intermediäre Stellung, wird dagegen durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt:

- nur ausnahmsweise im Wald aber niemals in Südexposition,
- eindeutige Bevorzugung der Nordexposition,
- überwiegend in höheren Lagen.

Das bevorzugte Auftreten in *Avenella flexuosa*-Rasen ist offensichtlich auch außerhalb des UG zu beobachten (s. z. B. SCHUMACKER & DE ZUTTERE 1980). Während im UG keine Vergesellschaftung mit *Calluna vulgaris* zu verzeichnen war, sind solche aus anderen Regionen, z. B. Belgien (s. SCHUMACKER & DE ZUTTERE 1974) sowie auch aus dem benachbarten Ebbegebirge (SCHRÖDER 1965) bekannt.

Sieht man von den Lichtverhältnissen und der Bevorzugung bestimmter Höhenlagen sowie der mit beiden Bedingungen häufig korrespondierenden Luftfeuchtigkeit ab, so sind die Standorte von *Lycopodium clavatum*, *Lycopodium annotinum* und *Huperzia selago* in vieler Hinsicht identisch. Dies äußert sich in der in hohem Maße übereinstimmenden Begleitflora (insbesondere was die Arten betrifft, die mit höheren Deckungsgraden auftreten können), aber auch darin, daß nicht selten zwei Arten gemeinsam auftreten (s. Tab. 12), wobei insbesondere *Huperzia selago* sehr häufig mit einer der beiden anderen Arten vergesellschaftet ist. Die beiden *Lycopodium*-Arten treten dagegen relativ selten gemeinsam auf. Als Erklärung dafür, daß gerade *Huperzia selago* häufig mit einer der beiden anderen Arten vergesellschaftet ist, was auch für andere Regionen zutrifft (s. z. B. ADOLPHI & DICKORÉ 1980, HAEUPLER 1968), kann der intermediäre Lichtanspruch dieser Art herangezogen werden. Bezüglich der Besiedlung neuer Standorte gilt für *Huperzia selago* offensichtlich das gleiche wie für die beiden vorab behandelten Bärlapp-Arten.

Tab. 12: Gemeinsame Vorkommen von *Lycopodium clavatum*, *Lycopodium annotinum* und *Huperzia selago* im Rothargebirge.

Art	<i>Lycopodium clavatum</i>	<i>Lycopodium annotinum</i>	<i>Huperzia selago</i>
Ausgewertete Nachweise	326	162	42
mit <i>Lycopodium clavatum</i>	-	6,00%	42,90%
mit <i>Lycopodium annotinum</i>	4,00%	-	14,30%
mit <i>Huperzia selago</i>	5,50%	2,50%	-

Die flächendeckende Kartierung im Bereich des Forstbetriebsbezirk Schanze ergab im Vergleich zur normalen Kartierungsmethode keinen einzigen Neufund. Da aber die eindeutige Mehrheit der *Huperzia selago*-Vorkommen im UG äußerst kleinflächig ist (oft weniger als 0,01 m²) und sich die Art zudem farblich leicht in Moospolstern oder Fichtenkeimlingen „verstecken“ kann, muß davon ausgegangen werden, daß nicht alle Vorkommen erfaßt wurden.

5.4 *Diphasiastrum alpinum*

Die Artenzusammensetzung des einzigen Vorkommens von *Diphasiastrum alpinum* ist nahezu identisch mit der von VIGANO (1997) für Skihänge im benachbarten Asten-Gebirge angegebenen. Auch dort tritt die Art in Pionierstadien von Heide-Gesellschaften gemeinsam mit *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Cladonia* div. spec. und *Lycopo-*

dium clavatum auf. VIGANO sieht *Diphasiastrum alpinum* daher als Pionierart der Hochheiden (*Vaccinio-Callunetum* bzw. *Vaccinium vitis-idaea*-Gesellschaft) an (s. NIESCHALK & NIESCHALK 1983, VIGANO 1997). Von BUDDÉ & BROCKHAUS (1954) wird sie als Differentialart gewertet, durch die sich die montane Ausbildung des *Genisto-Callunetum* von planar-kollinen Formen unterscheidet. Entsprechend stuft sie BÜKER (1942) als lokale Charakterart seiner Hochheiden (*Vaccinio-Callunetum*) ein. Für das UG ist unser Fund, dessen Bestimmung von K. Horn (Erlangen) überprüft wurde, der erste Nachweis. Alle bisher im Sauerland nachgewiesenen Vorkommen liegen im Winterberger Raum (s. RUNGE 1990, VIGANO 1997) sowie im Bereich folgender topographischer Karten/Quadranten: 4516/4, 4915/3, 5016/2 und 5115/2 (s. ARDELMANN et al. (1995).

6. Ausblick

Wie die Untersuchungen klar ergeben haben, siedeln sich alle vier im UG vorkommenden Bärlapp-Arten bevorzugt, wenn nicht sogar ausschließlich, auf streufreien Böden an, die im UG an Wegrändern und stellenweise auch auf Skihängen vorkommen. Selbst die Waldart *Lycopodium annotinum* ist offensichtlich auf derartige Störstellen angewiesen. Eventuell war früher eine Ansiedlung in Wäldern leichter möglich, weil es dort aufgrund zahlreicher Eingriffe (Streuerechen, Niederwaldwirtschaft, Vieheintrieb) mit hoher Sicherheit stets einige streufreie Bereiche gab. Da keine Jungbestände von *Lycopodium annotinum* in Wäldern gefunden werden konnten, stellt sich die Frage nach dem Alter der in Wäldern vorhandenen Bestände. Interessant ist auch die Frage, ob es sich bei den sehr großen Beständen um Klone oder um mehrere Individuen handelt. Nicht auszuschließen ist, daß vielleicht sogar benachbarte Bestände aus ein und dem selben Individuum hervorgegangen sind. Auch im Falle von *Lycopodium clavatum* und *Huperzia selago* könnte eine Ermittlung des Alters der großflächigen Bestände interessant sein. Für die Zukunft stellt sich außerdem das Problem, wie die Bärlapp-Arten des UG, insbesondere die beiden offensichtlich sehr stark an kühle, luftfeuchte Standorte gebundenen Arten *Lycopodium annotinum* und *Huperzia selago* auf die zu erwartende Klimaerwärmung reagieren werden.

Somit bieten sich vier zukünftige Forschungsprojekte an:

- Ermittlung der Altersstruktur der Bärlapp-Bestände des UG. (Methode: Bei *Lycopodium annotinum* und *Lycopodium clavatum* ist der jährliche Zuwachs gut meßbar, da die Erneuerungsknospe des Vorjahres als Jahresgrenze sichtbar bleibt. Je nach Standort ist daher eine Rückverfolgung des Wachstums für die letzten 5 bis 15 Jahre möglich, so daß man das durchschnittliche jährliche Wachstum errechnen kann. Aus der Größe des Gesamtbestandes läßt sich dann anschließend auf dessen Alter schließen.)
- Ermittlung der genetischen Struktur der Bärlapp-Populationen. (Methode: molekularbiologische Untersuchungen. Fragestellung: Handelt es sich um Klone oder um wenige nahe verwandte Individuen oder sind alle Vorkommen auch einzelne Individuen?)
- Untersuchungen zur Ansiedlung von Bärlappen. (Methode: Gezieltes Ausbringen von Sporen auf neuen Wegeböschungen sowie auf künstlich humusfrei gemachten Stellen im Wald; Anmerkung: Da Bärlappe bekanntlich sehr lange für ihre Entwicklung brauchen, ist dies nur im Zuge einer Langzeituntersuchung möglich.)
- Untersuchungen zum Verhalten der Bärlappe angesichts der zu erwartenden Klimaveränderungen. (Methode: genaues Ausmessen vorhandener Bärlapp-Populationen, am besten solcher in Naturwaldzellen oder Naturschutzgebieten, und jährliche Ermittlung der Zuwachsrate, Beobachtung des Sporenansatzes sowie Messungen von Transpiration, Gaswechsel und Photosynthese zu bestimmten phänologischen Zeitpunkten.)

7. Danksagung

Die Autoren danken den Herren Forstdirektoren von der Golz (Schmallenberg) und Reifert (Altenhundem) sowie seiner Durchlaucht Prinz Richard zu Sayn-Wittgenstein und Berleburg für die Erteilung einer Fahrgenehmigung in ihren Zuständigkeitsbereichen, Herrn K. Horn (Erlangen) für die Bestätigung der Bestimmung von *Diphasiastrum alpinum* und Herrn Prof. Dr. Th. Butterfaß (Frankfurt) für die Bestimmung zahlreicher Moosproben.

8. Zusammenfassung

Im zentralen Rothaargebirge traten im Untersuchungszeitraum (1994-1999) vier Bärlapp-Arten auf, von denen eine (*Diphasiastrum alpinum*) allerdings lediglich einmal gefunden wurde. Fundpunkt war eine Wegeböschung. Wegeböschungen stellen auch den bevorzugten Wuchsort der drei anderen Arten (*Lycopodium clavatum*, *Lycopodium annotinum* und *Huperzia selago*) dar, wo sie häufig in *Avenella flexuosa*-reichen Gesellschaften auftreten, die überwiegend der Klasse *Nardo-Callunetea* zuzuordnen sind.

Die bezüglich der Anzahl der Vorkommen häufigste Art des UG, *Lycopodium clavatum*, darf im UG wohl als *Genistion*-Verbandscharakterart gelten. Anders als die beiden nachfolgenden Arten tritt sie auch häufig in niederen Lagen auf und zeigt keine so enge Bindung an nordexponierte Standorte.

Bezüglich der bedeckten Fläche ist *Lycopodium annotinum* die bedeutendste Bärlapp-Art des UG. Dies ist darauf zurückzuführen, daß in Buchenwäldern und Fichtenforsten teilweise sehr großflächige Vorkommen (nicht selten mehrere hundert m²) existieren. Bei der Verjüngung scheint die Art auf Wegeböschungen angewiesen zu sein, denn nur dort findet man kleinflächige (also junge) Bestände. *Lycopodium annotinum* bevorzugt eindeutig höhere Lagen sowie die Nordexposition.

Huperzia selago ist deutlich seltener als die beiden vorgenannten Arten. Die Vorkommen sind sehr kleinflächig (überwiegend kleiner 0,1 m²) und erstrecken sich, von zwei Ausnahmen abgesehen, auf Wegeböschungen. Bei den beiden Ausnahmen, die zudem etwas großflächiger sind (1 - 2 m²), handelt es sich um Vorkommen in Buchenwäldern inmitten von *Lycopodium annotinum*-Beständen.

Die drei Arten *Lycopodium clavatum*, *L. annotinum* und *Huperzia selago* zeigen im UG eine gewisse Bevorzugung der Nachbarschaft von Fichten. Insbesondere die Vorkommen an Böschungen befinden sich weit häufiger in Fichtenforsten als in Buchenwäldern. In weiterführenden Arbeiten sollte die Altersstruktur der Bärlappe des UG untersucht, die Populationszusammensetzung ermittelt, der Frage nach der Ansiedlung und der Beziehung zur Fichte nachgegangen sowie die Reaktion der luftfeuchte- und kühlebedürftigen Bärlappe auf die zu erwartende Klimaerwärmung beobachtet werden.

9. Summary

During the period under investigation (1994-1999), four species of club mosses (lycops) were found in the Rothaar Mountains in Germany, whereby one of these species (*Diphasiastrum alpinum*) was found only once, on an embankment. Embankments also proved to be the location favored by the three other species identified in the study area (*Lycopodium clavatum*, *Lycopodium annotinum* and *Huperzia selago*); here these species were frequently found in plant communities characterized by an abundance of *Avenella flexuosa*, a species which can be assigned primarily to the class of *Nardo-Callunetea*.

The lycopod species exhibiting the largest number of stands in the study area, *Lycopodium clavatum*, can be considered the character species of the *Genistion* alliance. In contrast to the latter two species, *L. clavatum* is also often found in low-lying areas; it apparently does not gravitate as strongly to sites facing north.

From the point of view of area coverage, *Lycopodium annotinum* is the most important species of club moss in the study area. This is due to the occurrence of large stands of this species (covering in some instances several hundred square meters) in beech woods and forests of norway spruce. This species is apparently dependent on embankments for its regeneration phase; this is the only location where we found populations covering only a small area, i.e. young populations. *Lycopodium annotinum* clearly prefers higher altitudes and sites facing north.

Huperzia selago occurs with a distinctly lower frequency than the two afore mentioned species. The stands cover a very small area (usually smaller than 0.1 square meter) and are confined, with two exceptions, to embankments. The two exceptions, which cover a somewhat larger area (1-2 square meters), are stands found in beech forests amidst populations of *Lycopodium annotinum*.

Within the study area it was observed that the three lycopod species (*Lycopodium clavatum*, *Lycopodium annotinum* and *Huperzia selago*) display a certain affinity to the area around spruce trees. In particular, the embankment stands occur far more frequently in spruce forests than in beech woods. Futures studies will attempt to elucidate the age distribution of the lycopod population in the study area, the population structure, the question of colonization and the relationship between lycopods and spruce trees. Another question to be explored is the expected impact of global warming on the lycopods, plant species which require a cool climate with a high humidity.

10. Literatur

- ADOLPHI, K. & DICKORÉ, B. (1980): *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank & Mart. und *Lycopodium clavatum* L. bei Altenberg (TK 25 4908 Burscheid). - *Decheniana* **133**: 23-24.
- ARDELMANN, U., HORN, K., SCHIEMONIEK, A. & BENNERT, H.W. (1995): Verbreitung, Vergesellschaftung, Ökologie und Gefährdung der Flachbärlappe (*Lycopodium* sect. *Complanata*, Lycopodiaceae) in Nordrhein-Westfalen. - *Tuexenia* **15**: 481-511.
- BELZ, A., FASEL, P. & PETER, A. (1992): Die Farn- und Blütenpflanzen Wittgensteins. - Geologische Station Rothaargebirge, Erndtebrück.
- BOHN, U., H. BUTZKE, H. GENBLER, H.B. HAASE, A. KRAUSE, W. LOHMEYER, F. ROST, W. TRAUTMANN, H. WACHTER, G. WOLF, K. ZAK & E.V. ZEZWITSCH (1978): Naturwaldzellen in Nordrhein-Westfalen. Teil II Bergisches Land, Sauerland. - *Schr.reihe Landesanstalt Ökologie, Landschaftsentwicklung u. Forstplanung Nordrhein-Westfalen* **3**, 103 S.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. - Springer, Wien/New York, 865 S.
- BRÜCKNER, D. (1995): Ein Wiederfund von *Lycopodium tristachyum* Pursh im Ebbegebirge. - *Natur und Heimat* **55**: 31-32.
- BRUNZEL, S. (1991): Ein Wiederfund des Zypressen-Bärlapps (*Diphasiastrum tristachyum*) für das Märkische Sauerland. - *Natur u. Heimat* **51**: 31-32.
- BUDE, H. & BROCKHAUS, W. (1954): Die Vegetation des südwestfälischen Berglandes. - *Decheniana* (Bonn) **102b**: 42-275.
- BÜKER, R. (1942): Beiträge zur Vegetationskunde des südwestfälischen Berglandes. - *Beih. Bot. Centralbl.* (Dresden) **61B**: 425-558.
- CLAUSEN, C.-D., HILDEN, H.D., KAMP, H., LUSZNAT, H. v., MÜLLER, H., THÜNKER, M. & VOGLER, H. (1985): Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100000, Blatt C 5114 Siegen, mit Erläut. - *Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.* (Hrsg.), Krefeld.
- DIEKJOBST, H. (1980): Die natürlichen Waldgesellschaften Westfalens. Teil 1. - *Natur und Landschaftskunde in Westfalen* **11**(1): 1.-10.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992): Zeiger-

- werte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobot. **18** (1991, 2. Aufl. 1992): 258 S.
- GRUBER, M. (1995): Les callunaies montagnardes humides des Hautes-Pyrénées (France). - Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse **131**: 61-65.
- HAEUPLER, H. (1968): Bemerkenswerte Neufunde und Bestätigungen, II. Folge. - Göttinger Floristische Rundbriefe **2**: 13-14.
- HEADLEY, A.D., CALLAGHAN, T. V., & LEE, J. A. (1985): The phosphorus economy of the evergreen tundra plant, *Lycopodium annotinum*. - Oikos **45**: 235-245. Copenhagen.
- HORN, K. (1997): Verbreitung, Ökologie und Gefährdung der Flachbärlappe (*Diphasiastrum* ssp., Lycopodiaceae, Pteridophyta) in Niedersachsen und Bremen. - Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen **38**, 83 S.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. - Schr.-R. f. Vegetationskde. **28**: 21-187. Bonn-Bad Godesberg
- MEUSEL, W. & HEMMERLING, J. (1969): Die Bärlappe Europas. - Neue Brehm-Bücherei. A. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt.
- M.U.R.L. = Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (1989) (Hrsg.): Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen.
- NIESCHALK, A. (1957): Der Tannenbärlapp (*Lycopodium selago* L.) im Hochsauerland. - Natur und Heimat **17**: 41-42.
- NIESCHALK, A. & NIESCHALK, C. (1983): Hochheiden im Waldecker Upland und angrenzendem Westfälischen Sauerland. - Philippia **5**: 127-150.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - 7. überarb u. ergänzte Aufl., Ulmer, Stuttgart. 1050 S.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. - 2. Aufl., Ulmer, Stuttgart. 622 S.
- RINGLEB, A. & RINGLEB, R. (1989): Das Sauerland - Aspekte seines Klimas. - Spieker (Münster) **33**: 19-32.
- RUNGE, F. (1990): Die Flora Westfalens. - 3. Aufl., Aschendorf, Münster. 589 S.
- SCHRÖDER, E. (1965): Neue Funde des Tannen-Bärlapps im Sauerland. - Natur und Heimat **25**: 27-28.
- SCHUMACKER, R. & DE ZUTTERE, P. (1974): Une remarquable station de *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank & Mart. dans la Réserve domaniale des Hautes Fagnes et les stations actuelles de cette espèce en Belgique. - Natural. Belges **55**: 151-158.
- SCHUMACKER, R. & DE ZUTTERE, P. (1980): *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank & Mart. bei Kobscheid (Kr. Prüm, Schneidell, Bundesrepublik Deutschland). - Decheniana **133**: 23.
- SERAPHIM, E. (1965): Zur Ökologie eines Bärlapp-Vorkommens im Ravensberger Lößhügelland. - Ber. Naturwiss. Ver. Bielefeld **17**: 58-66.
- VIGANO, W. (1997): Grünlandgesellschaften im Rothaargebirge im Beziehungsgefüge geoökologischer Prozeßgrößen. - Diss. Bot. **275**, J. Cramer, Berlin, Stuttgart. 212 S., Tabellenbeilage.
- WALTER, H. & STRAKA, H. (1970): Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. - 2. neubearb. Aufl., Ulmer, Stuttgart. 478 S.
- WITTIG, R. (1999): Vegetation, Flora und Schutzwürdigkeit des geplanten Waldnaturschutzgebietes „Glindfeld“ im Hochsauerland. Abhandlungen Westf. Mus. Naturkunde **61**(3): 5-38.
- WITTIG, R. & WALTER, S. (1999): Die Vegetation des geplanten Waldnaturschutzgebietes Schanze (Rothaargebirge, Hochsauerland). - Decheniana **152**: 9-27.
- WOLFF-STRAUB, R., BANK-SIGNON, W., DINTER, W., FOERSTER, E., KUTZELNIGG, H., LIENENBECKER, H., PATZKE, E., POTT, R., RAABE, U., RUNGE, F., SAVELSBERGH, E. & SCHUMACHER, W. (1986): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta). - In: LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG (LÖLF) NRW (Hrsg.): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere - 2. Fassung. - Schriftenreihe der LÖLF NRW **4**: 41-82.

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. Rüdiger Wittig, Stefan Huck, Monika Wittig, Geobotanik und Pflanzenökologie, Botanisches Institut, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Siesmayerstr. 70, D-60323 Frankfurt am Main