



Moose

Arten, Bioindikation, Ökologie



Moose

Arten, Bioindikation, Ökologie

Markus Höper

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
der Naturwissenschaftlichen Fakultät III

Biologie und Vorklinische Medizin der Universität Regensburg

Impressum:

Nationalpark Berchtesgaden
Forschungsbericht 35/1996

Herausgeber:

Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Doktorberg 6,
D-83471 Berchtesgaden, Telefon 0 86 52/96 86-0, Telefax 0 86 52/96 86 40,
im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums
für Landesentwicklung und Umweltfragen

Alle Rechte vorbehalten!

ISSN 0172-0023
ISBN 3-922325-38-6

Druck: Berchtesgadener Anzeiger, Berchtesgaden

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

Titelbild:

Liegender Baumstamm mit Moosbewuchs (Watzmann-Gebiet)

Abbildungen:

M. Höper

Inhaltsverzeichnis

Moose – Arten, Bioindikation, Ökologie von Markus Höper

	Danksagung	7
1.	Einleitung	9
2.	Das Arbeitsgebiet: Der Nationalpark Berchtesgaden	9
2.1	Geographie	11
2.2	Standörtliche Bedingungen für Moose	12
2.2.1	Fels	12
2.2.2	Böden	13
2.2.3	Lebendholz und Totholz als Substrat für epiphytische Moose	13
2.3	Klimatische Verhältnisse	13
2.4	Geschichte der bryologischen Erforschung des Nationalparks Berchtesgaden	15
3.	Die Moosflora des Nationalparks Berchtesgaden	16
3.1	Erfassung der Moosarten im Nationalpark und nahegelegenen Gebieten	16
3.1.1	Lokale Verbreitungsangaben	17
3.1.2	Soziologische Angaben	17
3.1.3	Historische Funde	17
3.1.4	Rote Liste	18
3.1.5	Verwendete Bestimmungswerke und Floren	21
3.1.6	Aufbewahrung der Funde	21
3.1.7	Nomenklatur	21
3.2	Liste der Laub- und Lebermoose des Nationalparks und angrenzender Gebiete	21
3.2.1	Liste der Lebermoose	21
3.2.2	Liste der Laubmoose	29
4.	Bioindikation	51
4.1	Grundlagen der Bioindikation	51
4.2	Moose als Schadstoffindikatoren	52
4.3	Der Reaktorunfall von Tschernobyl und das Leitnuklid ¹³⁷ Caesium ...	54
4.4	Kernwaffencaesium	55
4.5	Auswahl der Bioindikatorart	56
4.6	Meßverfahren	57
4.7	Meßergebnisse	59
4.8	Interpretation	62

5.	Dauerbeobachtungsflächen	63
5.1	Botanische Dauerbeobachtungsflächen (passives Umweltmonitoring)	63
5.2	Das Waldinventur-Programm des Nationalparks Berchtesgaden	64
5.3	Dauerbeobachtungsflächen von Moosgemeinschaften im NP Berchtesgaden	67
5.4	Fortschreibung der Dauerflächenbeobachtung	71
5.5	Beispiele von Dauerbeobachtungsflächen (DBF)	72
5.5.1	Dauerbeobachtungsfläche Nr. 4 auf Bergahorn	73
5.5.2	Dauerbeobachtungsfläche Nr. 10 auf Fichte	73
5.5.3	Dauerbeobachtungsfläche Nr. 32 auf Fichte	76
6.	Moosgesellschaften im Nationalpark Berchtesgaden	76
6.1	Die Behandlung von Moosgemeinschaften in der Pflanzensoziologie ..	78
6.2	Quantitative Methoden in der Vegetationskunde	79
6.2.1	Gruppierungsanalyse bzw. Clusteranalyse	80
6.2.2	Kanonische Korrelationsanalyse als Ordinationsverfahren	81
6.3	Beschreibung der Moosbestände	81
6.3.1	Epiphytische Bestände auf lebender Baumrinde, Klasse <i>Hypnetea cupressiformis</i>	83
6.3.2	Epiphytische Bestände auf Totholz, Klasse <i>Lepidozio-Lophocoletea</i> <i>heterophyllae</i> , Ordnung <i>Lophocoletalia heterophyllae</i>	84
6.3.3	Betrachtung der Totholzbestände im Licht multivariater Methoden ..	85
6.3.3.1	Clusteranalyse 1	85
6.3.3.2	Clusteranalyse 2	88
6.3.3.3	Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA)	89
6.3.4	Bestände auf karbonatreichem Gestein, Klasse <i>Tortulo-</i> <i>Homalothecietea sericei</i> , Ordnung <i>Ctenidietalia mollusci</i>	93
6.4	Syndynamische Entwicklungslinien	98
6.5	Methodendiskussion	98
7.	Zusammenfassung	99
8.	Literatur	101
9.	Anhang	103
9.1	Probenentnahmepunkte für die Radiocaesium-Messungen	103
9.2.1	Musteraufnahmebogen (Dauerbeobachtungsfläche Nr. 12)	104
9.2.2	Rasteraufnahme (Dauerbeobachtungsfläche Nr. 12)	105
9.3	Abkürzungen und Skalierungen im Aufnahmebogen	106
9.4	Skalierungen in den Vegetationstabellen	109
9.5	Artnamencodierungen	109
9.6	Liste der in den Vegetationstabellen unberücksichtigten Arten	111

Das Koboldmoos

*Fernab von hellem Tageslicht in tiefen Wäldern
bedecken umgestürzte Baumstämme den Boden,
Wasser aufsaugend, von Käfern, Pilzen und Schattpflanzen besiedelt,
von Spechten zerhackt.
Aus gepflegten und aufgeräumten Forsten längst vertrieben wohnt hier,
wo Totholz noch Totholz ist,
nach Lust und Laune vermodernd, kreuz und quer liegend,
der grüne Waldkobold.
Aufgrund seiner unsteten und versteckten Lebensweise
meist achtlos und unwissend übersehen,
wird er nur selten von wenigen wohlgesonnenen Menschen erkannt und besucht.
Und wer etwas länger verweilt, in angenehm kühl-feuchter Luft
auf morschen weichen Stämmen sitzend,
den Geruch von Harz und Humus in der Nase und Insektenkrabbel an den Beinen,
erfährt aus früheren Zeiten
von Koboldstädten auf prächtigen Baumriesen.
Vielleicht, wenn Wald wieder Wildnis würde,
verschont von des Menschen planender und ordnender Hand,
würden auch Kobolde wieder genügend Wohnraum finden.*

Annette, März 1996



Abb. 1: *Buxbaumia indusiata*, das grüne Koboldmoos.

Danksagung

An erster Stelle möchte ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Andreas Bresinsky, Institut für Botanik der Universität Regensburg, danken, der die Anregung zu dieser Arbeit gab, den Kontakt zum Nationalpark Berchtesgaden hergestellt und die Arbeit betreut hat.

Weiterhin bin ich sehr dankbar, daß die Begabtenförderung der Konrad-Adenauer-Stiftung e.V. im Rahmen eines Stipendiums von zweieinhalb Jahren Dauer die finanzielle Förderung übernommen hat und mir darüberhinaus mit einem vielfältigen Bildungsangebot interessante Fortbildungsmöglichkeiten verschafft hat.

Von Seiten des Nationalparkes gilt mein Dank folgenden Personen: Herrn Forstdirektor Dr. Hubert Zierl, Nationalparkleiter, danke ich für die Ermöglichung des Projektes, die bereitwillige Übernahme der Veröffentlichung dieser Arbeit als „Forschungsbericht“ mit den damit verbundenen Kosten für Gestaltung und Drucklegung; Herrn Dr. Helmut Wunder danke ich für seine intensive Betreuung und für die Bestimmung der von mir gesammelten Flechtenproben, Herrn Nikolaus Hasenknopf für die Bearbeitung meiner Dissertation vom Manuskript bis zur Druckreife, Herrn Diplom-Biologen Helmut Franz für die Beratung bei EDV-Fragen und die Bereitstellung eines Computer-Arbeitsplatzes in Ramsau, Herrn Kurt Wagner für die Bereitstellung von Fotoausrüstung und Mikroskopen, Frau Christel Wagner für die unbürokratische Beschaffung einer PKW-Fahrerlaubnis im Nationalpark, Frau Elisabeth Sieger für die freundliche Aufnahme im Unterkunftshaus am Forstamt 6 in Ramsau.

Schließlich bedanke ich mich herzlich bei Herrn Diplom-Ingenieur Josef Seidenschwarz für seine Anteilnahme an dieser Arbeit und sein Engagement, die Moose in die künftige Schutzkonzeption des Nationalparkes miteinzubeziehen.

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Diplom-Biologen Udo Beyerlein für die Überlassung seiner unveröffentlichten Mooslisten für diese Arbeit. Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Henning Philipsborn der Physikalischen Fakultät der Universität Regensburg für die Überlassung des Labors zur Durchführung meiner Radioaktivitätsmessungen an Moosproben. Schließlich gilt mein Dank meiner Mitdotorandin Frau Diplom-Biologin Angelika Huber, die mich beim Biodikationsteil meiner Arbeit beraten und in die Meßtechnik eingewiesen hat.

Ramsau bei Berchtesgaden im Juli 1996

Markus Höper



Blick von der Sagereckwand auf das Südufer des Königssees mit Saletstock, einem Hochmoorstock mit interessanter Vegetation.

Moose

Arten, Bioindikation, Ökologie

Markus Höper

1 Einleitung

Die Pflanzengruppe der Moose stößt heutzutage wieder auf größeres Interesse. Das war nicht immer so: Auf eine Periode intensiver Erforschung im letzten Jahrhundert bis etwa in die Dreißiger Jahre dieses Jahrhunderts, in der sich zahlreiche Botaniker und Pflanzenliebhaber (zum Beispiel Volksschullehrer, Pfarrer, Apotheker etc.) auf dem Gebiet der Systematik, der Floristik und der Physiologie mit Moosen beschäftigten, folgte eine jahrzehntelange Phase, in der Moose kaum Beachtung fanden. Dies ist umso erstaunlicher, da die Mooskunde (Bryologie) gerade in Deutschland auf eine beachtliche Tradition zurückblicken kann. So entstanden mit die bedeutendsten Florenwerke von Moosen durch deutsche Bryologen (Moosforscher), zum Beispiel die weitverbreitete Laubmoosflora von MONKEMEYER und die Lebermoosflora von MULLER.

Auch das heutige Nationalparkgebiet, das dieser Tage auf sein 75-jähriges Bestehen als „Naturschutzgebiet Königssee“ zurückblicken kann, wurde in den Zwanziger und Dreißiger Jahren intensiv von den Botanikern PAUL und V. SCHOENAU erforscht, was an einer Vielzahl von Veröffentlichungen über dieses Gebiet abzulesen ist (siehe Bibliographie, Kap. 8).

Nicht zuletzt die Erkenntnis, daß durch das heutige Wirtschaften des Menschen viele natürliche Lebensräume und damit auch zahlreiche Moosarten unwiederbringlich verschwunden sind, ein geschärftes öffentliches Bewußtsein für Umweltbelange, sowie die mittlerweile anerkannte Tauglichkeit von Moosen als Bioindikatoren haben dazu beigetragen, daß Moose wieder verstärkt Zuwendung erfahren.

So gibt es mittlerweile „Rote Listen“ für Moose, Symposien, die zum Ziel haben, die Schutzbemühungen für Moose zu koordinieren und voranzutreiben, oder nationale und transnationale Umweltbeobachtungsprogramme, zum Beispiel das „Monitoring der Schwermetallbelastung in der Bundesrepublik Deutschland mit Hilfe von Moosanalysen“ im Auftrag des Umweltbundesamtes (HERPIN 1995).

So entstand auch vorliegende Arbeit unter dem Eindruck, daß Moose zu Unrecht lange Zeit vernachlässigt wurden und daß es an der Zeit ist, diese Pflanzengruppe wieder etwas mehr ins allgemeine Bewußtsein zu rücken. Hat man die erste Scheu überwunden, sich mit Moosen zu beschäftigen und öffnet man seinen Blick für die Ästhetik im Kleinen dieser Pflanzen, üben sie einen Reiz aus, dem man sich kaum entziehen kann, so

unscheinbar Moose auf den ersten Blick auch wirken mögen.

Die vorliegende Arbeit ist in den Jahren 1994 bis 1996 entstanden und ein Forschungsbeitrag zu den Forschungsprojekten des Nationalparks Berchtesgaden. Sie dient als Grundlage für weitere Untersuchungen auf dem Gebiet der langfristigen Umweltbeobachtung und -überwachung. So werden Teile dieser Arbeit dazu verwendet werden, ein mooskundliches Gutachten zu erstellen, das im Rahmen der Ausarbeitung des sogenannten Nationalparkplanes (Planungsgrundlage des Nationalparks für das nächste Jahrzehnt) mit in die Schutzbemühungen integriert wird. Damit ist ein erster Schritt getan, nicht nur die „spektakuläreren“ Tier- und Pflanzenarten bei Schutzkonzepten zu berücksichtigen, sondern auch unauffälligere (aber genauso wertvolle) Organismen wie die Moose, so daß hoffentlich das allgemeine Bewußtsein für die Bedeutung dieser Pflanzen geschärft werden wird.

2 Das Arbeitsgebiet: Der Nationalpark Berchtesgaden

Der Nationalpark Berchtesgaden (NP) liegt im äußersten Südosten Bayerns an der bayerisch-österreichischen Grenze südlich der Städte Salzburg und Bad Reichenhall (siehe Karte 1, S. 10). Der NP umfaßt eine Fläche von etwa 210 km² und ist nach bayerischer Rechtsgrundlage Nationalpark seit dem 1. August 1978 durch Verordnung vom 18. Juli 1978. Er ist einer von 12 deutschen Nationalparks und der zweite bayerische Nationalpark neben dem „Nationalpark Bayerischer Wald“. Nach den von nationaler Gesetzgebung abweichenden internationalen Richtlinien der IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) für Schutzgebiete fallen unter den deutschen Nationalparks nur die beiden bayerischen in die Kategorie II „Nationalparke“ (BAYSTMLU 1994), da nur diese einen genügend großen Flächenanteil innerhalb des Schutzgebietes aufweisen, der nicht wesentlich durch menschliche Inanspruchnahme oder Nutzung verändert ist. Entsprechend den Vorgaben der IUCN-Richtlinien hat die für den Nationalpark zuständige Verwaltung die vorrangige Aufgabe, sicherzustellen, daß die Eigenschaften, die zur Ausweisung des Schutzgebietes geführt haben, unantastbar bleiben, das Gebiet also vor menschlichem Zugriff geschützt wird; zudem gehören

Karte 1: Der Nationalpark Berchtesgaden



zu den Aufgaben der Verwaltung die Organisation von Umweltbildung und Forschung.

Der NP hat außerdem den Status eines Biosphärenreservates, gehört also dem von der UNESCO vorgeschlagenen und anerkannten Netz von geschützten Gebieten an, die unter Zielsetzung des wissenschaftlichen „Man and the Biosphere“ (MAB)-Forschungsprogramms errichtet wurden (BIBELRIETHER & SCHREIBER 1990).

Die Forschung hat im Nationalpark Berchtesgaden einen hohen Stellenwert. Man unterhält daher auch eine eigene Forschungsstation sowie ein gut ausgestattetes EDV-Zentrum. Die meisten der im Nationalpark Berchtesgaden durchgeführten Forschungsvorhaben sind als Umwelt-Monitoring-Projekte angelegt, d.h. als langfristige wissenschaftliche Beobachtungsprogramme zur Ermittlung natürlicher Abläufe oder zur Erfassung der Auswirkungen von Umweltveränderungen. Weiterhin soll die Forschung die natürlichen Komponenten des NP möglichst vollständig erfassen, vom Boden über Klima, Wasser und Luft bis hin zur Pflanzen- und Tierwelt.

Die von mir vorgelegte Arbeit ist unter den genannten Vorgaben so angelegt, daß durch die Anlage von moosdominierten Dauerbeobachtungsflächen ein Anschluß an bestehende Umwelt-Monitoring-Projekte erfolgen kann und zum anderen durch die Erfassung des Moosartenspektrums sowie der Moosgesellschaften eine Kenntnisgrundlage für nachfolgende Untersuchungen geschaffen wird.

2.1 Geographie

Der Nationalpark Berchtesgaden bildet den zentralen Teil der Berchtesgadener Alpen; von Westen nach Osten hat der Nationalpark Anteil an folgenden Gebirgsgruppen: Reiteralm (Stadelhorn 2286 m), Hochkaltergebirge (Hochkalter 2607 m, Hocheisspitze 2523 m), Watzmannstock (Mittelspitze 2713 m), Steinernes Meer (Großer Hundstod 2594 m, Funtenseetauern 2578 m), Hagengebirge (Großes Teufelshorn 2362 m, Kahlersberg 2350 m, Schneibstein 2276 m), Göllstock (Hoher Göll 2522 m, Jenner 1874 m). Die Gebirgsgruppen Watzmann-Stock, Hochkaltergebirge und Göllstock sind Kammgebirge, während die an den Nationalparkrändern gelegenen Gebirgsgruppen Reiteralm, Steinernes Meer und Hagengebirge reine Plateaugebirge sind. Insgesamt hat der Nationalpark Berchtesgaden mit seinen Bergen Hochgebirgscharakter. Auch wenn keine Höhen von 3000 m erreicht werden, werden auf vergleichsweise geringer Fläche Höhenunterschiede von mehr als 2000 m erreicht; so liegt der in einem fjordartigen, steil eingeschnittenem Trogtal gelegene Königssee (603 m) zwischen dem Watzmann-Massiv (Mittelspitze 2713 m) und den Bergen des Hagengebirges (Kahlersberg 2350 m).

Die Berchtesgadener Alpen ihrerseits gehören zu den Nördlichen Kalkalpen, die eine markante morphologische Front mit steil aufragenden und schroffen Felsen bilden zwischen dem nördlich sich erstreckenden hü-



Abb. 2: Der Watzmann, bekanntester Berg der Berchtesgadener Alpen mit der Südspitze, aufgenommen vom Trischübel, südwestlich des Watzmanns.

geligen Alpenvorland und den sich südlich anschließenden Gebirgen der Grauwackenzone mit Mittelgebirgscharakter (LANGENSCHIEDT 1994).

2.2 Standörtliche Bedingungen für Moose

Im folgenden wird eine Beschreibung der standörtlichen Verhältnisse des Nationalparks aus mooskundlicher Sicht gegeben. Für Moose stehen im wesentlichen 4 Substratgruppen zur Verfügung:

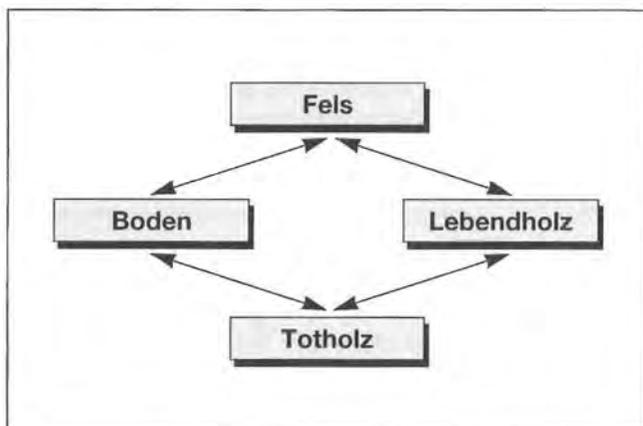


Abb. 3: Die vier wichtigsten Substratgruppen für Moose. Die beidseitigen Pfeile bringen zum Ausdruck, daß die genannten Substratgruppen nicht streng getrennt sind, sondern miteinander in Verbindung stehen, was sich im Moosbewuchs deutlich zeigt, wie es in Kap. 6.4 ausgeführt wird.

2.2.1 Fels

Das Nationalparkgebiet wird dominiert von Kalk- und Dolomitgesteinen; der Dachsteinkalk mit annähernd 1000 m Mächtigkeit ist hier die beherrschende geologische Einheit, der zahlreiche Steilwände bildet und die bedeutenden Massive im oberen Teil aufbaut (Gipfelbildner); die andere großflächig anstehende Einheit ist der 600–800 m mächtige Ramsaudolomit. Kleinflächig stehen auch noch andere Kalke an, was aber für die Qualität als Moossubstrat keinen erkennbaren Unterschied ausmacht. Generell bietet der Dachsteinkalk mit seinen Verwitterungsformen für Moose günstigere Bewuchsmöglichkeiten als der Ramsaudolomit. Hier ist weniger die unterschiedliche chemische Zusammensetzung von Bedeutung als der Umstand, daß Dachsteinkalk so verwittert, daß zahlreiche Karstformen entstehen (z.B. Karren, Spalten, Höhlungen und Mulden), die als Habitate für die Besiedlung von Moosen wesentlich besser geeignet sind als der vor allem physikalisch verwitternde, spröde Ramsaudolomit mit grusigen, schuttbildenden Verwitterungsprodukten. Von Bedeutung als Moosstandort sind noch kleinflächig oder punktuell anstehende kalkarme Gesteine zu nennen: Ramsauer Mülstein, z.B. südlich der Gemeinde Ramsau, oder Radiolarit, z.B. im Krautkasergraben am Jenner (LANGENSCHIEDT 1994). Die genannten Gesteine sind zum Teil von Moosen bewachsen, wie sie von silikatischen Gesteinen bekannt sind.



Abb. 4: Massiver Dachsteinkalk (Ledererkopf im südlichen Funtenseegebiet) mit Firstkarren, die sich durch Lösungsverwitterung herausgebildet haben.

2.2.2 Böden

Die Entstehung von Böden ist eng mit der Art des Ausgangsgesteins verknüpft. Da überwiegend Kalkgesteine als Ausgangssubstrat für die Bodenbildung anstehen, entwickelten sich im Gebiet überwiegend Kalkböden; bei der Verwitterung des Kalkgesteins wird Karbonat und Sulfat ausgewaschen und geht ins Grundwasser; lediglich der tonreiche Lösungsrückstand steht für die Bodenbildung zur Verfügung. So muß 1 m Fels verwittern, um 10 cm Verwitterungsprodukt entstehen zu lassen. Die Bodenbildung über Hartkalken wie Dachsteinkalk dauert wesentlich länger als jene über kalkhaltigen Lockergesteinen wie zum Beispiel Kalkmergeln; tiefgründige Almböden haben sich meist über letzteren entwickelt (REISIGL 1989).

Im Nationalparkgebiet dominieren als Bodentypen in der kollinen und montanen Höhenstufe (600–1500 m) *Rendzinen* (kleinräumig gibt es auch *Terrae fuscae* als tertiäre Bodenbildungen). Da Rendzinen im moosbesiedelten Auflagehorizont einen meist hohen pH-Wert aufweisen, kommen viele der Kalkfelsesmoose auch auf diesen Kalkböden vor. Der pH-Wert ist ein indirekt auf die Pflanzen wirkender Faktor, der mit dem Kalkgehalt des Bodens korreliert. Der mit hohem Kalkgehalt einhergehende hohe pH-Wert ist Ausdruck dafür, daß „Kalkpflanzen“ Stoffwechselspezialisten sind, die den Überschuß an Ca^{2+} -Ionen gut verkräften, also kalzitolerant sind (REISIGL 1987).

In der subalpinen und alpinen Stufe nahe und oberhalb der Waldgrenze entwickeln sich über Kalkgesteinen häufig *Tangelrendzinen* mit einer dicken Humusaufgabe, die stärker entkalkt ist und niedrigere pH-Werte aufweist, so daß in der Krummholzstufe (Legföhren/Latschen) auf Tangelrendzinen ein anderes Moosartenspektrum anzutreffen ist, mit Arten, die saure Verhältnisse bevorzugen.

Auch in den verbreiteten Fichtenwäldern des Nationalparks haben sich durch oberflächliche Entkalkung und Versauerung Braunerden oder zumindest entkalkte Humusaufgaben entwickelt, die mit säureliebenden Moosen bewachsen sind. Für Bodenbildungen über dem inselhaft anstehenden Radiolarit, mit Bodenentwicklungen bis hin zum Podsol, gilt Entsprechendes.

Kalkmoose herrschen also auch auf den Böden vor, acidophilere Moose findet man überall dort, wo es zu oberflächlicher Entkalkung und Versauerung gekommen ist, oder Bodenbildungen über kalkarmem Gestein vorliegen.

2.2.3 Lebendholz und Totholz als Substrat für epiphytische Moose

Lebendholz, besser gesagt die Rinde (botanisch Borke und Periderm) lebender Bäume, und Totholz (schwach bis stark zersetztes Holz in Form von Stubben und liegenden Stämmen) bieten Moosen ein von der sonstigen Umgebung weitgehend unabhängiges Substrat. Für die epiphytischen Moose zählen standörtlich vorrangig die Bedingungen, die die lebende bzw. in Zersetzung befindliche Baumart den Moosen bietet. Jede Baumart

hat eine artspezifische Borkenbildung mit artspezifischen ökologischen Parametern: So besitzt Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) eine hinsichtlich des pH-Wertes im neutralen Bereich liegende Borke, während die Fichtenborke (*Picea abies*) im sauren Bereich liegt. Auch morphologisch unterscheiden sich die genannten Borken, was in der Folge unterschiedliche Anhaftungsleistungen der epiphytischen Moose erfordert; so hat Fichtenborke eine raue Schuppenstruktur und platzt fortlaufend in kleinen Schuppen ab, während Buchenborke (*Fagus sylvatica*) vergleichsweise glatt und beständig ist.

Die Wälder des Nationalpark-Gebietes wurden jahrhundertlang vorrangig als Brennstoffressource genutzt (Salinenwälder), da es für die Salzgewinnung erforderlich war, die aus den Bergen gewonnene Salzsole durch Erhitzung zu verdampfen. Geeignester Brennstoff hierfür war Nadelholz, was eine einseitige Förderung von Nadelbaumarten zur Folge hatte, während Laubbaumarten verdrängt wurden. Die vergleichsweise schnellwüchsige und unempfindliche Fichte konnte bei dem meist praktizierten Kahlschlagbetrieb gegenüber der empfindlichen Schattbaumart Tanne besser mithalten, was zu einer deutlichen Zurückdrängung der Tanne führte.

Ein Übriges tat die königliche *Hofjagd* bzw. *Staatsjagd* mit den damit einhergehenden künstlich hoch gehaltenen Schalenwildbeständen (Winterfütterung, Abzäunung und Überhege), die durch Jungwuchsverbiß den waldbaulich erwünschten Laubbaumarten und der Tanne keine Chance ließen (RALL 1990).

So sind die heutigen Nationalparkwälder stark von der Fichte dominiert, die in der Pflegezone des Nationalparks einen Anteil von 75% am Gesamtwald hat. Die Lärche kommt auf 12%, Buche und Bergahorn auf je 3%.

Als Substrat für Moose stehen fast ausschließlich Nadelhölzer (Fichte und Lärche) zur Verfügung, mit geringen Anteilen von Buche und Bergahorn. Der weit überwiegende Anteil des Totholzes stammt von der Fichte (RALL 1990).

2.3 Klimatische Verhältnisse

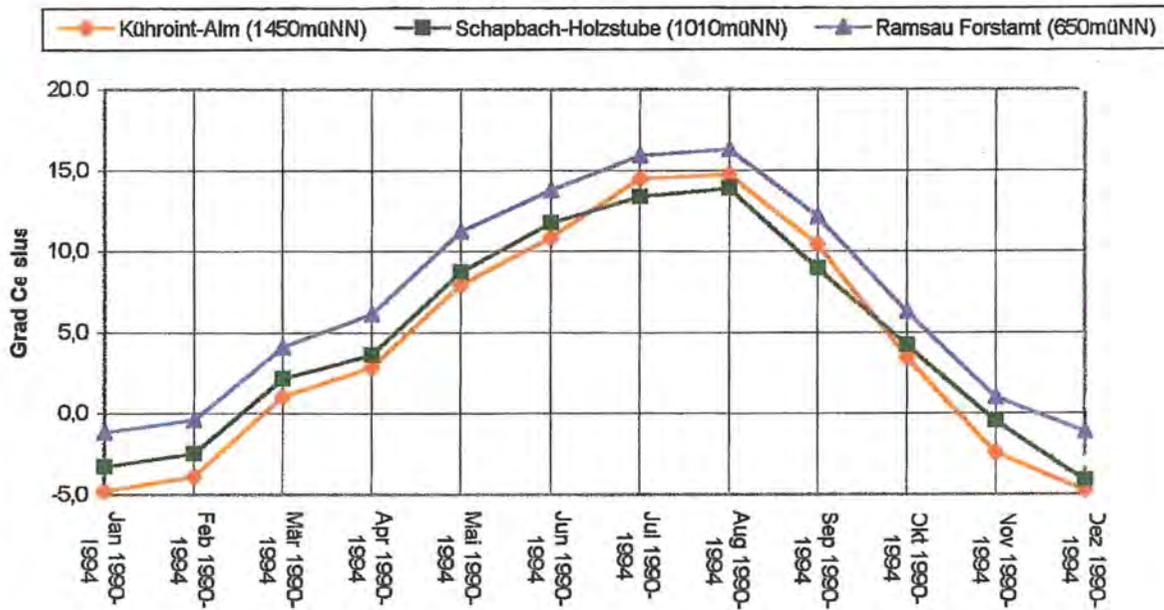
Der Nationalpark Berchtesgaden liegt am nördlichen Alpenrand und damit im Bereich des Alpennordstaus, also innerhalb einer Zone, in der hohe Jahresniederschlagssummen gemessen werden, da feuchte Luftmassen an der wie ein Regenfänger wirkenden Nordalpenkette aufsteigen, zu Wolken kondensieren und sich abregnen.

Nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes schwanken die Niederschläge im langjährigen Mittel um 1500 mm, in den Gipfelregionen liegen die Niederschläge bei weit über 2000 mm pro Jahr (RALL 1990).

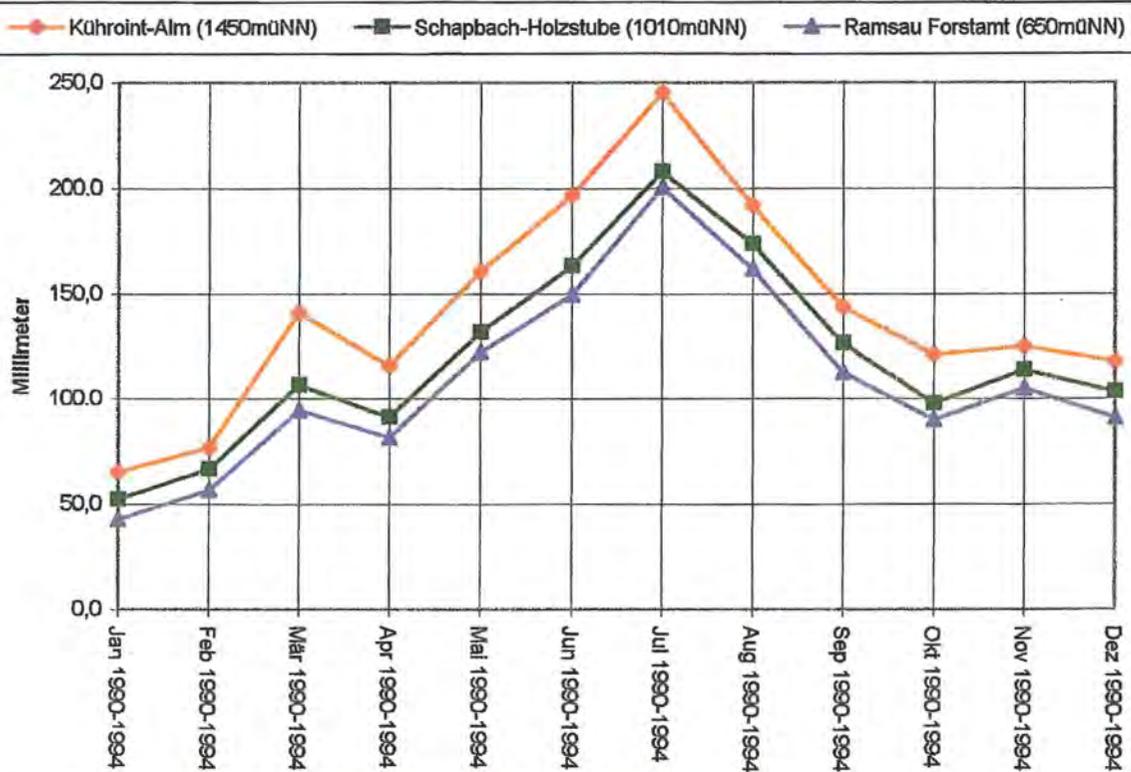
Bei den vom Nationalpark betriebenen Klimastationen liegen die Jahresniederschlagssummen der letzten 5 Jahre etwas unter den langjährigen Mitteln (Abb. 5).

Für die Moosstandorte ist jedoch von Bedeutung, wieviel Wasser an ihren jeweiligen kleinflächigen Wuchsorten verfügbar ist; darüber hinaus spielt die bodennahe

Temperaturen im nördlichen Watzmann-Gebiet 1990-1994



Gemittelte Niederschlagssummen im nördlichen Watzmann-Gebiet 1994



Gemittelte Niederschlagsmonatssummen der Jahre 1990-1994:

Kühroint-Alm:	1700mm
Schapbach-Holzstube:	1432mm
Ramsau-Forstamt:	1306mm

Abb. 5

Luftfeuchtigkeit für viele Moosarten eine wichtige Rolle; so kann ein niederschlagsreicher Südhang mit spärlicher Vegetation, schnellem oberflächlichen Wasserabfluß und hoher Verdunstungsrate nur für trockenheits-ertragende Moose geeignet sein, ein niederschlagsarmer, waldbedeckter Nordhang mit höherer durchschnittlicher Luftfeuchtigkeit jedoch zahlreiche feuchtigkeitsliebende Moosgesellschaften „hervorbringen“. Allgemein gilt jedoch, daß die generell hohen Niederschlagssummen der Voralpen im Zusammenhang mit der Vegetation höherer Pflanzen zahlreiche für Moose besiedelbare Standorte bereitstellen.

Der Nationalpark Berchtesgaden hat mit seiner großen Höhenerstreckung von 600–2700 m Anteil an allen Höhenstufen, von der kollinen bis zur alpinen Stufe, und es wirken auf engem Raum die für das allgemeine Gebirgsklima gültigen Faktoren:

- Abnahme der durchschnittlichen und absoluten Temperaturen mit steigender Meereshöhe; die Messungen der in der Abbildung angegebenen Stationen zeigen eine durchschnittliche Temperaturabnahme von 0,46°/100 m Höhenzunahme.
- Zunahme der Anzahl der Schneefalltage, der Frosttage, der Schneehöhe und der Dauer der Schneebedeckung mit steigender Höhe.
- Zunahme der Strahlungsintensität des Sonnenlichts bei gleichzeitiger Zunahme der Bewölkungshäufigkeit, insbesondere in den Randalpen, mit steigender Höhe.
- Abnahme des Luftdrucks insbesondere des für Pflanzen relevanten CO₂-Partialdrucks, Abnahme der Mikrofaunaaktivität sowie Zunahme der Windgeschwindigkeiten mit steigender Höhe (REISIGL 1987).

Die genannten Punkte zeigen deutlich, daß die bodennahen klimatischen Verhältnisse auf engstem Raum mit einer gewaltigen Amplitude wechseln. An Moosstandorten herrschen jedoch teilweise von den allgemeinen gebirgsklimatischen Faktoren etwas abweichende Bedingungen. Moose wachsen zum Teil an Wuchsorten mit ausgeglicheneren Verhältnissen: Wuchsorte wie Fließgewässer, Höhlungen und Karrenspalten ohne direkte Einstrahlung usw. weisen ganzjährig gleichbleibendere Klimaparameter auf als die bodennahen Bereiche.

2.4 Geschichte der bryologischen Erforschung des Nationalparks Berchtesgaden

Das Gebiet des heutigen Nationalparks Berchtesgaden hat schon seit Jahrhunderten wegen seiner Naturschönheiten Forscher und Naturfreunde angezogen. So ist es gewiß kein Zufall, wenn der Weltreisende Freiherr von Hallberg zu Beginn des 19. Jahrhunderts bemerkt: *Berchtesgaden überrascht Jeden, auch wenn er sich aller Natur-Schönheiten der Welt erinnern könnte. Da muß man selbst sein, fühlen und empfinden, staunen, und nicht schreiben. Wer wollte es auch wagen das Kunstwerk des Schöpfers auf's Papier zu legen?* (SPIEGEL-SCHMIDT 1988).

Auch der große Humanist und Naturforscher Alexander von Humboldt, der das Berchtesgadener Land im Frühjahr 1798 bereist hat, weiß in einem Schreiben Etliches

über die Schönheit dieser Region zu berichten (SPIEGEL-SCHMIDT 1988). So nimmt es nicht Wunder, daß das heutige Nationalparkgebiet auch von zahlreichen Botanikern besucht worden ist. Der besondere Reiz, der von der Pflanzenwelt der Berchtesgadener Alpen ausgeht, hat wohl dazu beigetragen, daß es schon zu Beginn dieses Jahrhunderts Initiativen für einen „Pflanzenschonbezirk“ im heutigen Nationalparkgebiet gegeben hat. Schon 1907 wird auf die Schutznotwendigkeit dieses Gebietes hingewiesen, wenn von einem der Initiatoren (für die Einrichtung des Pflanzenschonbezirks) der Handel mit Alpenpflanzen angeprangert wird: *„Körbe voll den beliebtesten Alpenblumen werden auf Bahnhöfen und auf Märkten in Form von Buketts feilgeboten. Edelweiß-Sterne von der Größe eines Fünfmärk-Stücks, ganze Büschel Edelraute, Kohlröserl-Sträusse sind überall käuflich zu haben“* (SPIEGEL-SCHMIDT 1988). Der Tatsache, daß der „Pflanzenschonbezirk Königssee“, das spätere „Naturschutzgebiet Königssee“, schon 1911 realisiert wurde, ist es auch zu verdanken, daß auch heute noch eine beeindruckende Flora, sowohl der Gefäßpflanzen als auch der Kryptogamen, im heutigen Nationalparkgebiet und seiner Umgebung anzutreffen ist.

PAUL 1925 weist auf folgende Bryologen hin, die sich um die Erforschung der Moosflora des Berchtesgadener Gebietes verdient gemacht haben: Auf den bekannten Münchener Botanik-Professor SENDTNER gehen um die Mitte des letzten Jahrhunderts die ersten interessanten Moosfunde zurück, die von seinen Schülern MOLENDO und LORENZ später ergänzt wurden. Auch EINSELE, PROGEL, ZUCCHARINI und ALLESCHER müssen unter den frühen Moosforschern genannt werden. Unter den neueren Botanikern trifft man auf so klingende Namen wie LOESKE und HERZOG sowie den Regensburger I. FAMILLER, den Verfasser der Florenwerke „Die Laubmoose Bayerns“ (1911, 1913) und „Die Lebermoose Bayerns“ (1917, 1920). Ein vergleichbares Werk für Bayern steht seitdem aus. FAMILLER soll eine stattliche Erscheinung gewesen sein, der Aufmerksamkeit erregte, wenn er mit seiner schwarzen Pastoral-Soutane, behängt mit seiner grünen Botanisierbüchse, im felsigen Gelände kletterte oder durch Sümpfe watete (FRAHM 1995). Sein Herbar befindet sich heute im Besitz der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft.

Das größte Verdienst um die systematische Erforschung dieses Gebietes gebührt den beiden Botanikern H. PAUL und K. V. SCHOENAU, denen wir von 1925 bis 1943 zahlreiche Veröffentlichungen über die Moosvegetation des Berchtesgadener Gebietes verdanken (siehe Bibliographie, Kap. 8). Insgesamt konnten PAUL und V. SCHOENAU an die 500 Moosarten im Gebiet der Berchtesgadener Alpen entdecken, womit das Gebiet neben den Allgäuer Alpen zu den moosreichsten und besterforschten Bayerns gehört. Dieser beeindruckenden Leistung wird man sich bewußt, wenn heutzutage auch bei intensiven Begehungen keine Neufunde mehr verbucht werden können, sondern man genötigt ist, sich langsam an die von PAUL und V. SCHOENAU erzielte Artenzahl heranzutasten. Das umfangreiche Herbarium von PAUL befindet sich im Besitz der Botanischen Staatssammlung in München.

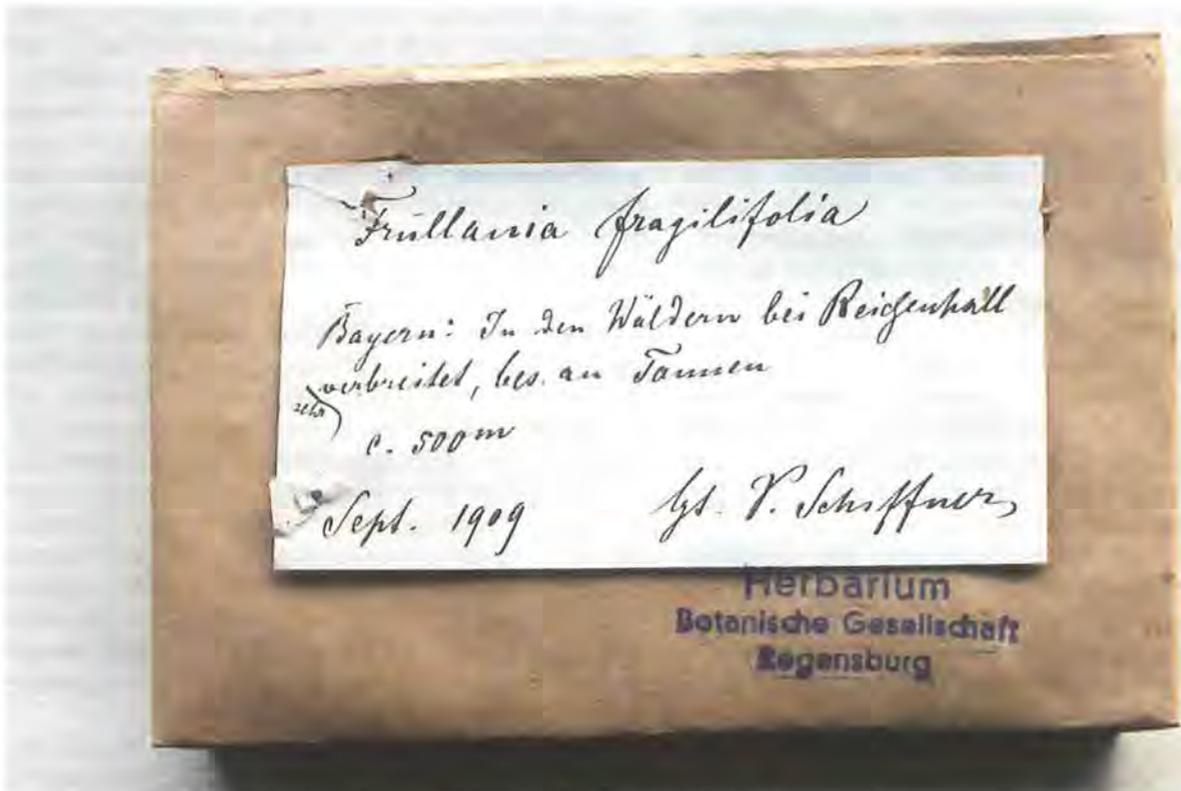


Abb. 6: Herbaretikette von I. FAMILLER (Moosart: *Frullaria fragilifolia*, aus dem Gebiet um Bad Reichenhall, 1909).

Nach PAUL und V. SCHOENAU ist es eher still um die Moose des heutigen Nationalparks Berchtesgaden geworden. Zu erwähnen sind hier DULL 1985 mit Mooskartierungen in Bayern und MEINUNGER, der durch systematische Mooskartierungen auf Quadrantenbasis (Quadranten der Topographischen Kartenblätter 1:25.000) auch das Berchtesgadener Gebiet mehrmals besucht hat und seine Ergebnisse unter anderem in der „Roten Liste gefährdeter Moose in Bayern“ zusammengefaßt hat. Intensive Kartierungsarbeiten gehen auch auf den Diplom-Biologen Udo Beyerlein aus Regensburg zurück, dessen Funde zum Teil in privater Sammlung, im Herbarium der Nationalparkverwaltung und der Universität Regensburg vorliegen. Die Funde von Herrn Beyerlein werden in vorliegender Arbeit in der Liste der Moose (Kap. 3.2) mit aufgeführt.

3 Die Moosflora des Nationalparks Berchtesgaden

Mit der nachstehenden Liste der Moose (Kap. 3.2) habe ich mich bemüht, einen möglichst weitreichenden Überblick über die im Nationalpark vorkommenden Moosarten zu geben.

3.1 Erfassung der Moosarten im Nationalpark und angrenzenden Gebieten

Eine vollständige Erfassung der Moosflora im Gebiet ist wohl unmöglich, da man ein Gebiet wie den National-

park Berchtesgaden nicht flächendeckend begehen kann: Die Unwegsamkeit bis Unbegehbarkeit eines großen Teils der Parkfläche bedingt, daß man im wesentlichen nur die Pflanzen zu beiden Seiten der vorhandenen Wanderwege und Klettersteige erfassen kann. Lediglich an nicht zu stark geneigten Hängen und in Tälern kann man auch etwas flächiger nach Moosen suchen.

Trotz der im Vergleich zur gesamten Parkfläche geringen begehbaren Fläche wird man auch die Moosarten der prinzipiell begehbaren Flächen nicht vollständig erfassen können; die geringe Größe der Moose allgemein, sowie die Vielzahl der nur bei genauem Nachsehen mit der Lupe sichtbaren Moose, die zwischen anderen, optisch dominanten Moosarten wachsen, lassen an Vollständigkeit nicht denken, da man buchstäblich jeden einzelnen Baum oder Stein mit der Lupe absuchen müßte.

Schließlich spielt eine subjektive, beobachterabhängige Komponente eine maßgebliche Rolle, ein individuelles Wahrnehmungsphänomen:

Zum einen sieht man das, was man kennt wesentlich leichter als das, was man zuvor noch nicht gesehen hat. Das heißt, ein Bearbeiter, der einen Großteil der potentiell in einem Gebiet vorkommenden Arten an ihren natürlichen Standorten schon gesehen hat und damit kennt, wird in dem gleichen Gebiet wesentlich mehr Arten finden als ein Beobachter, der eine geringere Vorkenntnis hat.

Zum anderen kann auch ein sehr erfahrener Mooskenner bei einem Teil der im Gelände gefundenen Arten nicht mit Sicherheit sagen, um welche Art es sich bei der gefundenen handelt. Man ist also häufig gezwungen Proben „auf Verdacht“ zu sammeln und wird erst durch die Bestimmung der Art mit dem Mikroskop wissen, welche Art gesammelt wurde. So wird man häufig Proben sammeln, die sich später als schon gefundene Arten herausstellen. Umgekehrt kann es sein, daß man eine Probe, die man im Gelände betrachtet hat, unbestimmt am Ort läßt, da man sie für eine schon gesammelte Art hält, tatsächlich jedoch eine Probe einer noch nicht gesammelten Art vor sich hatte.

Außerdem gibt es einfach unbestimmbare Proben: unbestimmbar, da die Proben zur Bestimmung notwendige Merkmale wie reife Kapseln, eindeutige Geschlechtsmerkmale usw. nicht aufweisen oder eine Art in ihren Merkmalsausprägungen genau zwischen zwei Arten steht, so daß eine eindeutige Entscheidung nicht möglich ist.

Die Vorgehensweise bei einer so weit als möglich vollständigen Artenerfassung wird also sinnvollerweise sein, daß man zunächst die häufigeren Moose, sammelt; hat man erst einen Überblick über diese Moose wird man Biotoptypen wie Bäche, Moore, Felswände, Almböden, Wegränder etc. aufsuchen und hier gezielt nach weiteren Arten suchen.

Die gesammelten Moosproben habe ich mit Hilfe eines Lichtmikroskops bestimmt, von anderen Moosarten – man findet ja meistens sogenannte Mischrasen – so weit als möglich befreit, getrocknet, in die Herbarkapseln (Papiertütchen) gelegt, etikettiert und in das Herbarium einsortiert.

In der Liste der Moose (Kap. 3.2) habe ich meine eigenen Funde mit denen des Diplom-Biologen Herrn Udo Beyerlein, der Ende der Achtziger Jahre im Nationalpark-Gebiet umfassend kartiert hat (seine Ergebnisse jedoch nicht veröffentlicht hat) zu einer gemeinsamen Liste zusammengefaßt.

Von einer Rasterkartierung habe ich Abstand genommen, da der Aufwand dafür in dem mir zur Verfügung stehenden Zeitraum zu groß gewesen wäre.

3.1.1 Lokale Verbreitungsangaben

- Vorfeld: Gebiet nördlich der Nationalparkgrenze, Gebiet des Alpenparks bzw. des Biosphärenreservates Berchtesgaden.
- h: häufig: nahezu überall im Gebiet auf dem entsprechenden Substrat vorhanden.
- v: verbreitet: die betreffende Art ist größerflächig vorhanden, aber weniger oft als die häufigen Arten.
- z: zerstreut: mehr oder weniger vereinzelte Funde, jedoch mehr als 5 Fundpunkte im Laufe der beiden Untersuchungsjahre.
- s: selten: weniger als 5 Fundpunkte in den beiden Untersuchungsjahren.

Die von mir definierten Verbreitungsangaben berücksichtigen also nur die Bezugsflächenfrequenz (F), nicht jedoch die relative Dominanz (D) (ELLENBERG 1991):

- F beschreibt, wie oft eine Art in einem bestimmten Gebiet in einem definierten Rasterfeld auftritt, zum Beispiel: Die Art x tritt in 48 von insgesamt 60 Minutenfeldern einer Topographischen Karte auf, hat also eine hohe Frequenz und ist bezogen auf die Fläche einer Topographischen Karte „häufig“, eine Art, die nur in 3 der 60 Minutenfelder vorkommt dagegen „selten“.
- D beschreibt die Häufung der Art am Ort des Vorkommens: So kann eine Art in vereinzelt Exemplaren wachsen oder in mehr oder weniger großen und dichten Zusammenschlüssen zu Gruppen, Teppichen, Polstern etc. Die Dominanz hängt also immer ab von der „Lebensform“ (MAGDEFRAU in SMITH 1982) einer Art, also ihrer Tendenz – in Abhängigkeit externer Faktoren und ihrer Wuchsform – zu überindividuellen Aggregaten zusammenzutreten (Die Einteilung der Moosarten in Lebensformen erfolgt in Anhang 9.3).

Bei Moosen der Häufigkeitskategorien h, v und z gebe ich eine allgemeine Charakteristik des Wuchsortes im Untersuchungsgebiet sowie ihre Höhenverbreitung (das heißt den am niedrigsten und am höchsten gelegenen Fundort der betreffenden Art) an.

Bei seltenen Moosen (weniger als 5 Fundpunkte) erfolgt eine möglichst genaue Angabe des Fundortes mit Höhenangabe.

- GKK: Gauß-Krüger-Koordinaten; diese werden angegeben, wenn die betreffende Art von einer Dauerbeobachtungsfläche stammt, ihr Wuchsort also innerhalb eines Waldinventurpunktes liegt, von dem die GKK exakt vorliegen und im Gelände wegen der vorhandenen Markierung leicht gefunden werden kann.
- TK, zum Beispiel 8443/23: Angabe der Nummer der Topographischen Karte und des Viertelquadranten (siehe Karte 2, Seite 19).

3.1.2 Soziologische Angaben

Bei Moosarten, die in den pflanzensoziologischen Tabellen dieser Arbeit erscheinen (Tabellen 6, 8.1 & 9) wird deren soziologischer Status anhand der eigenen Ergebnisse angegeben. Ansonsten wird der soziologische Rang nach HUBSCHMANN 1986 bezeichnet. Verbands-, Ordnungs- und Klassenkennarten werden in den synthetischen Tabellen blockweise aufgeführt. Dabei bedeuten VO-Kennart (Verbands- und/oder Ordnungskennart) und VOK-Kennart (Verbands- und/oder Ordnungs- und/oder Klassenkennart) nach HUBSCHMANN 1986.

3.1.3 Historische Funde

Mit dem Vermerk „(hF)“ werden diejenigen Arten aufgelistet, die von früheren Bearbeitern gefunden wurden, jedoch seither nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Unter den nicht mehr nachgewiesenen Arten kann ein beträchtlicher Teil bei gezielter Suche noch gefunden werden, ein anderer Teil muß jedoch als ver-

schwunden oder nicht mehr auffindbar betrachtet werden: Zum Beispiel die seltene Laubmoosart *Meesia triquetra* Ängstr., ehemals in den Funtenseemooren gefunden, ist wohl definitiv verschwunden.

Bei den historischen Funden wird die Veröffentlichung, aus der die Funde stammen (Nomenklatur angepaßt an FRAHM/FREY 1992) nach folgendem Schlüssel angeführt.

(1) PAUL und V. SCHOENAU 1925 (hier sind die örtlichen Angaben ungenau, so daß keine Höhenangabe erfolgt), (2) PAUL und V. SCHOENAU 1927, (3) PAUL und V. SCHOENAU 1928, (4) PAUL und V. SCHOENAU 1929, (5) PAUL und V. SCHOENAU (1930), (6) PAUL und V. SCHOENAU 1931, (7) PAUL und V. SCHOENAU 1932, (8) PAUL und V. SCHOENAU 1933, (9) PAUL und V. SCHOENAU 1934, (10) PAUL und V. SCHOENAU 1937, (11) PAUL 1943, (12) FAMILLER 1911.

3.1.4 Rote Liste

Für betroffene Arten wird ihr Status gemäß der „Roten Liste gefährdeter Moose in Bayern“ (MEINUNGER 1995) angegeben. Es bedeuten:

– **RL0:** Ausgestorben oder verschollen

Sippen, die im Freiland in Bayern seit 40 Jahren oder mehr nicht mehr nachgewiesen worden, nachweisbar ausgestorben, ausgerottet oder verschollen sind, wobei der begründete Verdacht besteht, daß ihr Bestand erloschen ist.

Voraussetzung für die Zuordnung zu dieser Kategorie ist, daß ein sicherer Nachweis in Form eines Herbarbelegs oder einer Veröffentlichung mit eindeutiger Fundortangabe vorhanden ist.

– **RLR:** Extrem selten

Seit jeher extrem seltene Sippen mit nicht mehr als ± 10 Fundorten in Bayern.

- * Es ist kein merklicher Rückgang bzw. keine Gefährdung feststellbar und
- * sie können aufgrund ihrer Seltenheit durch unvorhersehbare, lokal begrenzte Entwicklungen schlagartig ausgerottet oder erheblich dezimiert werden.

Nur Sippen mit sehr wenigen (maximal ± 10) und kleinen Vorkommen werden hier eingestuft. Wichtig für die Bewertung ist nicht nur die Anzahl der Fundorte, sondern auch deren räumliche Verteilung. Mit der Formulierung „seit jeher“ wird der Zeitabschnitt bezeichnet, für den gute Informationen über die Bestandssituation der Sippe vorliegen.

– **RL1:** Vom Aussterben bedroht

Sippen, welche so schwerwiegend bedroht sind, daß sie voraussichtlich aussterben, wenn die Gefährdungsursachen fortbestehen. Eines der folgenden Kriterien muß erfüllt sein:

- * Die Sippe ist so erheblich zurückgegangen, daß sie nur noch selten ist. Ihre Restbestände sind weiterhin gefährdet.
- * Sie ist seit jeher selten und durch laufende menschliche Einwirkungen außerordentlich stark bedroht. Ein Aussterben kann nur durch sofortige Beseitigung der Gefährdungsursachen oder wirksame Hilfsmaßnahmen für die Restbestände dieser Sippen verhindert werden.

Entscheidend für die Einstufung in Kategorie 1 ist die Kleinheit der verbliebenen Restbestände und deren Bedrohung, nicht das Ausmaß des Rückgangs.

Voraussetzung ist auch die Gefährdung durch laufende menschliche Einwirkungen. Eine Gefährdung lediglich durch absehbare Einwirkungen genügt nicht für die Zuordnung zu dieser Kategorie.

RL2: Stark gefährdet

Sippen, welche erheblich zurückgegangen sind oder durch laufende bzw. absehbare, menschliche Einwirkungen stark bedroht sind. Eines der folgenden Kriterien muß zusätzlich erfüllt sein:

- * Die Sippe ist in großen Teilen Bayerns verschwunden.
- * Sie ist sehr selten bis selten.
- * Sie ist noch mäßig häufig, aber stark bedroht.
- * Die Vielfalt der früher von ihr besiedelten Lebensräume ist weitgehend eingeschränkt.

Besteht die Gefährdung nur in absehbaren menschlichen Einwirkungen, muß die Sippe zumindest selten sein.

Wird die Gefährdung der Sippe nicht abgewendet, rückt sie voraussichtlich in die Kategorie „vom Aussterben bedroht“ auf.

In diese Kategorie werden zum einen seltene bis mäßig häufige Sippen eingestuft, die durch Eingriffe stark gefährdet bzw. deren Bestände bereits stark dezimiert sind. Die verbleibenden Sippen reichen aber aus, um das Überleben der Sippe vorerst zu sichern.

Zum anderen werden hierher Sippen gestellt, welche durch Rückgang sehr selten geworden sind, sich aber auf einem gegenwärtig nicht gefährdeten Standorttyp noch halten können (z.B. Rückzug auf einen Standorttyp im Bergland oder in den Alpen). Auch bei stärkstem Rückgang sollen diese Sippen nicht in die Kategorie 1 aufgenommen werden.

RL3: Gefährdet

Sippen, welche merklich zurückgegangen sind oder durch laufende bzw. absehbare menschliche Einwirkungen bedroht sind. Eines der folgenden Kriterien muß zusätzlich erfüllt sein:

- * Die Sippe ist in großen Teilen Bayerns bereits sehr selten.
- * Sie ist noch häufig, aber stark bedroht.
- * Die Vielfalt der früher von ihr besiedelten Lebensräume ist eingeschränkt.

Besteht die Gefährdung nur in absehbaren menschlichen Einwirkungen, muß die Sippe zumindest selten sein.

Wird die Gefährdung der Sippe nicht abgewendet, kann sie in die Kategorie „stark gefährdet“ aufrücken.

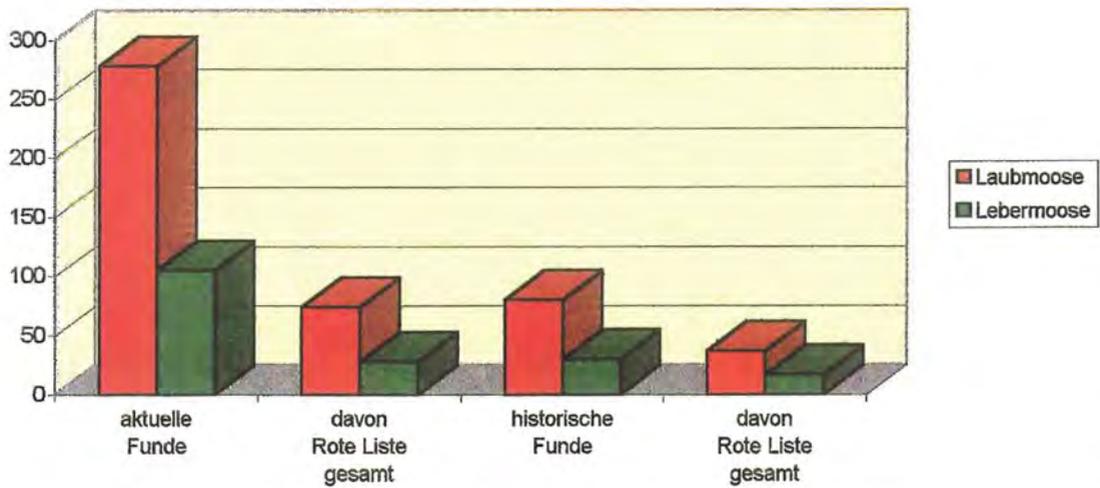
Hierher gehören Sippen, welche noch relativ große Bestände aufweisen. Noch sehr häufige Sippen sind auch bei Rückgang und Gefährdung auszuschließen, wenn ihre Bestände noch groß genug sind, um das Überleben der Sippe auch bei Fortbestehen der Gefährdungsursachen langfristig zu sichern.

– **RLG:** Wahrscheinlich gefährdet, exakte Einstufung nicht möglich

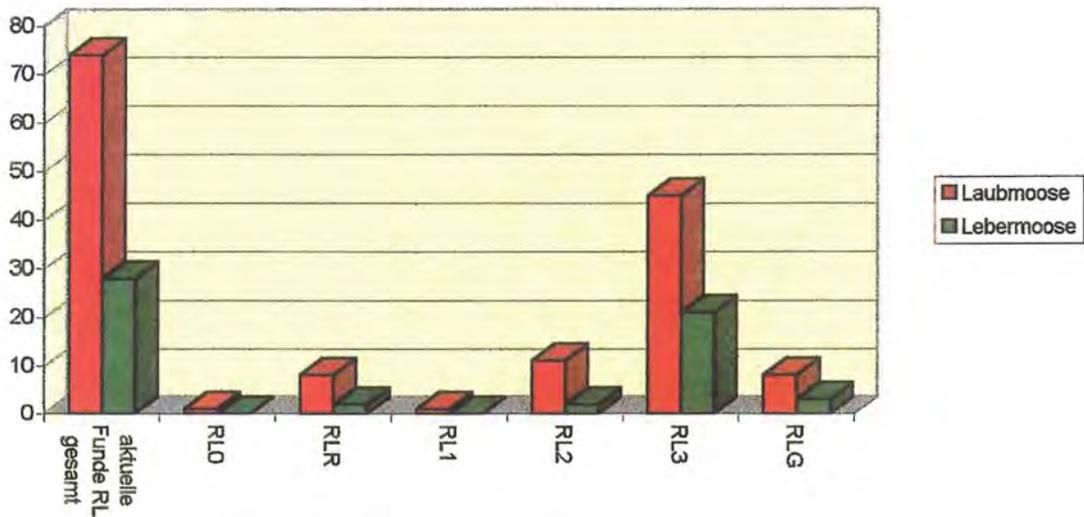
Sippen, welche gefährdet sind: Die Informationen reichen jedoch nicht für eine Zuordnung zu den Kategorien 0 bis 3 bzw. R aus.

Sippen werden im Sinne der Roten Liste als nicht gefährdet angesehen, wenn

Anzahl der Moosarten im Untersuchungsgebiet



Verteilung der aktuellen Moosfunde in Gefährdungskategorien



Verteilung der historischen Moosfunde in Gefährdungskategorien

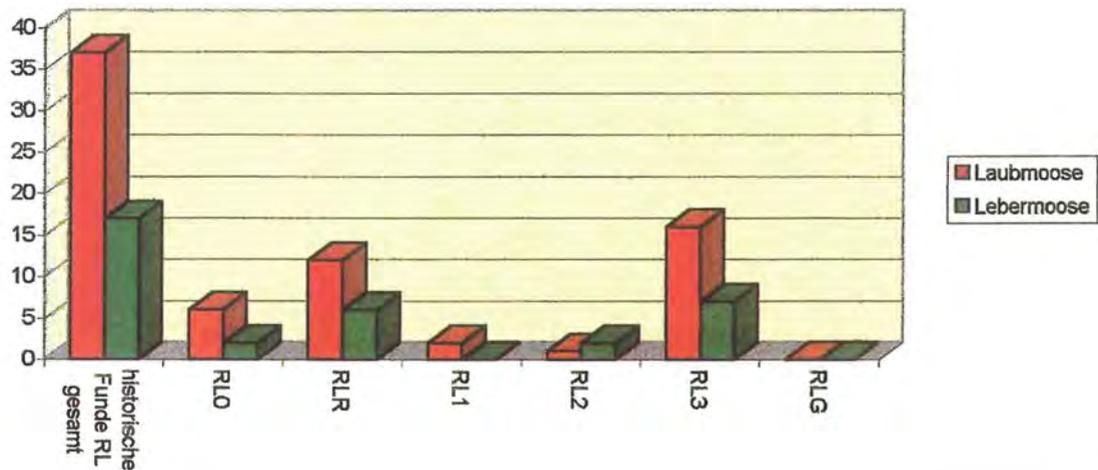


Abb. 7

- * sie noch über ausreichend große Bestände verfügen und
- * in der Vielfalt ihrer Standorte im Vergleich zu früher nicht wesentlich eingeschränkt sind.

Wenn eine Sippe nicht in eine der Gefährdungskategorien eingestuft wird, schließt das eine Gefährdung der Sippe in einzelnen Gebieten oder den Rückgang einzelner Bestände nicht aus. Die verbleibenden Bestände reichen aber aus, um das Überleben der Sippe in Bayern langfristig zu sichern.

Für die Einordnung der Rote-Liste-Arten in Gefährdungskategorien hat sich die Notwendigkeit ergeben, für eine Vielzahl von Moosarten zu differenzieren zwischen dem Gefährdungsgrad in den Alpen einschließlich des Alpenvorlandes (**Teil A**) und dem außerhalb dieses Bereiches (**Teil B**), weil ihre Bestände in den Alpen derzeit noch nicht oder noch nicht so stark gefährdet sind (Alpen und Alpenvorland: Nördliche Kalkhochalpen, die schwäbisch-oberbayerischen Voralpen und das voralpine Hügel- und Moorland). **Beispiel:** Die karbonatgesteinbewohnenden Moosarten *Ptychodium plicatum* und *Meesia uliginosa* sind in den Bayerischen Alpen nicht gefährdet, während sie im nördlichen „Flachland“ mittlerweile ausgestorben sind.

Die Gefährdungsangaben in der folgenden Moosliste richten sich also nach MEINUNGER 1995, Teil A.

Insgesamt werden in der nachfolgenden Moosliste 493 Moosarten aufgelistet. Davon sind 383 Arten (278 Laubmoos- und 105 Lebermoosarten) in den letzten Jahren nachgewiesen worden (aktuelle Funde), während 110 Arten (80 Laubmoos- und 30 Lebermoosarten) seit PAUL und V. SCHOENAU nicht mehr gefunden wurden (historische Funde).

Von den aktuellen Funden sind 74 Laubmoos- und 28 Lebermoosarten in der „Roten Liste gefährdeter Moose in Bayern“ (MEINUNGER 1995) aufgeführt, während von den historischen Funden 37 Laubmoos- und 17 Lebermoosarten der Roten Liste angehören (siehe Abb. 7).

3.1.5 Verwendete Bestimmungswerke und Floren

CRUM/ANDERSON (1981): Mosses of Eastern North America, volume 1 & 2; DANIELS/EDDY (1985): Handbook of European Sphagna; FRAHM/FREY (1992): Moosflora; MULLER, K. (1954): Die Lebermoose Europas; NYHOLM, E. (1986–1993): Illustrated Flora of Nordic Mosses, Fascicle 1–3; SCHUSTER, R.M. (1966–1992): The Hepaticae and Anthocerotae of North America, volume 1–6; SMITH, A.J.E. (1978): The moss flora of Britain and Ireland; SMITH, A.J.E. (1990): The liverworts of Britain and Ireland.

3.1.6 Aufbewahrung der Funde

Das Herbarmaterial befindet sich im Gebäude der Nationalparkverwaltung, Doktorberg 6, D-83471 Berchtesgaden.

3.1.7 Nomenklatur

Die Nomenklatur in der Liste der Moose richtet sich nach FRAHM/FREY 1992, der meistbenutzten Moosflora für Deutschland.

3.2 Liste der Moose

3.2.1 Liste der Lebermoose

Anastrepta orcadensis (Hook.) Schiffn., **RL3, s**

- Watzmann, südlich der Gugelalm (verfallen), auf Rohhumus in dichtem Latschengebüsch, 1790 m, TK 8443/21

Anthelia juratzkana (Limpr.) Trev., **s**

- am Weg vom Funtensee zum Stuhljoch, Schneetälchen, 2240 m, TK 8543/12
- zwischen Teufelsgemäuer und Schneibstein, auf Erde zwischen Kalksteinblöcken, 2180 m, TK 8444/14

Arnellia fennica (Gott.) Lindb., **RLO** (historischer Fund = hF)

- zwischen Feldkogel und Glunkerer, auf Lias unter Felsen, ca. 1700 m (9)

Asterella lindenberghiana (Corda) Lindb., **s**

- auf Humus in einem Schneetälchen westlich des Seeleinsees, 1670 m, TK 8444/31
- südlich der Blauen Lacke, auf Humus am Grund eines Karren, 1885 m, 8544/11

Athalamia hyalina (Sommerf.) Hatt., **RLR** (hF)

- Funtensee (1); Funtenseetauern, Schneibstein, Blühbachtörl (1); Blau eis am Hochkalter ca. 1800 m (4)

Barbilophozia attenuata (Mart.) Loeske, **z**

- auf nicht zu beschattetem Boden, an Felsen und auf morschem Holz, 790–1180 m

Barbilophozia barbata (Schreb.) Loeske, **v**

- an Kalkfelsen und an Baumwurzeln und Baumbasen, 1030–1400 m

Barbilophozia floerkei (Web. & Mohr) Loeske, **z**

- auf feuchter humoser oder lehmiger Erde in höheren Lagen, 1580–1800 m

Barbilophozia hatcheri (Evans) Loeske (hF)

- am Watzmann TK 8443/23 (1); Blau eis tal 1670 m TK 8443/11 (9); Schneibstein 1950 m TK 8444/14 (3)

Barbilophozia kunzeana (Hub.) Gams, **RL3**

- Hochkalter, Rotpalfen 2300 m TK 8443/11 (7); Königstal 1550 m TK 8444/13, Krautkasergraben 1200 m TK 8444/11, Schneibstein 2169 m TK 8444/14, Feldalm 1810 m TK 8543/21 (8)

Barbilophozia lycopodioides (Wallr.) Loeske, **z**

- auf Fichtenwaldboden, Humus im Alpenrosengebüsch oder in Latschenfeldern, 1600–2270 m

Barbilophozia quadriloba (Lindb.) Loeske, **s**

- am Gipfel des Schneibstein auf Erde zwischen Kalkfelsen, 2275 m, TK 8444/14

Bazzania flaccida (Dum.) Grolle (hF)

- Weg zur Schärtenalm 1200 m TK 8443/11 (4); Hirschbichl 1160 m TK 8442/24 (7)

Bazzania tricrenata (Wahlenb.) Lindb., **v**

- an Kalkfelsen, auf humoser Erde oder an übererdeten Kalkfelsen, 620–1790 m

Bazzania trilobata (L.) S.F. Gray, **h**

- meist auf nadelreichem Waldboden oder auf stark zersetztem Totholz, 600–1300 m; Differentialart der *Tetraphis-pellucida*-Gesellschaft (Tab. 8.1)



Abb. 8: *Calypogeia azurea* auf lehmigem Waldboden, bisweilen auch auf morschem Holz.

***Blepharostoma trichophyllum* (L.) Dum., h**

- auf Fichtenborke, auf Totholz verschiedener Zersetzungsstufen, gelegentlich auf Kalkfels, 650–2000 m; VO-Kennart der Totholzgesellschaften (Tab. 6 & 8.1)

***Calypogeia azurea* Stotler & Crotz, v**

- auf morschem Holz und auf lehmiger oder humoser Erde, 660–1770 m

***Calypogeia fissa* (L.) Raddi, s**

- auf Fichtenwaldboden nahe der Gletscherquellen westlich von Ramsau, 695 m, TK 8343/34
- auf lehmigem Fichtenwaldboden östl. der Rabenwand, östl. Königsseegeb., 840 m, TK 8444/11

***Calypogeia muelleriana* (Schiffn.) K. Müll., s**

- auf morschem Baumstumpf oberhalb der Gugelalm (verfallen), Lärchenwald am Watzmann-Nordhang, 1600 m, TK 8443/21

***Calypogeia neesiana* (Mass. & Carrins) K. Müll., z**

- auf morschem Holz, über Baumwurzeln und auf humoser Erde, 720–1580 m

***Calypogeia sphagnicola* (Arn. & Perss.) Warnst. & Loeske**

- im westlichen Teil (Niedermoor) des Priesberger Moos, 1360 m, TK 8444/13

***Calypogeia suecica* (Arn. & Perss.) K. Müll., RL3, v**

- auf ständig feuchtem bis nassem Totholz von *Picea abies*, 820–1080 m; schwache Kennart der *Nowellia-curvifolia*-Gesellschaft (Tab. 8.1)

***Cephalozia ambigua* Mass. (hF)**

- Kehlstein 1760 m TK 8344/43 u. 44, auf Humus über Fels und auf Erde unterh. der Falzalm 1610 m TK 8443/23 (8)

***Cephalozia bicuspidata* (L.) Dum., h**

- auf morschem Holz und auf humoser Erde, 640–1790 m

***Cephalozia catenulata* (Hüb.) Lindb., RL3, z**

- auf morschem Holz aller Zersetzungsstadien, 720–1100 m; Kennart der *Riccardia-palmata*-Gesellschaft (Tab.8.1)

***Cephalozia connivens* (Dicks.) Lindb.**

- im Hochmoorbereich des Saletstocks in einer Schlenke, südliches Königsseeufer, 600 m, TK 84443/44
- auf nassem Torf im Hochmoorbereich des Priesberger Moos, 1360 m, TK 8444/13

***Cephalozia lacunculata* (Jack) Spruce (hF)**

- auf kalkarmen Liasfelsen im Krautkasergraben bei 1340 m TK 8444/11

***Cephalozia leucantha* Spruce, v**

- ausschließlich auf morschem Holz, 820–1280 m; Differentialart der *Riccardia-palmata*-Gesellschaft (Tab. 8.1)

***Cephalozia loitlesbergeri* Schiffn., RLR (hF)**

- Priesberger Moor 1340 m (8)

***Cephalozia lunulifolia* (Dum.) Dum., z**

- meist einzeln zwischen anderen Moosen, bisweilen in dichten Rasen auf feuchtem und morschem Holz,

700–1100 m; Differentialart der *Nowellia-curvifolia*-Gesellschaft (Tab.8.1)

***Cephalozia macrostachya* Kaal., RL3, s**

– in einer Schlenke im Moor am Saletstock, 603 m, TK 8443/44

***Chiloscyphus pallescens* (Ehrh.) Dum., z**

– an feuchten und eher schattigen Kalkfelsen und auf feuchter Erde, 820–1380 m

***Chiloscyphus polyanthos* (L.) Corda, z**

– auf feuchtem Holz oder auf feuchter Erde, 570–820 m

***Cladopodiella fluitans* (Nees) Buch, RL3, s**

– in einer Schlenke im Moor am Saletstock, 603 m, TK 8443/44

***Cladopodiella francisci* (Hook.) Buch, RLR, s**

– auf Torf im Priesberger Moos, 1340 m, TK 8444/13

***Cololejeunea calcarea* (Lib.) Schiffn., v**

– meist an ausgesetzten, vorspringenden Stellen auf schattigen Kalkfelsen, 940–1470 m

***Conocephalum conicum* (L.) Lindb., h**

– an schattig-feuchtem Kalkfels, oft in Nischen, auf kalkreicher nasser Erde, 770–2050 m; Kennart der *Conocephalum-conicum*-Gesellschaft (Tab. 9, Teil 1)

***Crossocalyx hellerianus* (Nees) Meyl., s**

– auf Borke von *Picea abies* im oberen Schapbachboden, 1050 m, GKK 717717, TK 8443/21; VO-Kennart der Totholzgesellschaften

– auf der Stirnfläche eines Baumstumpfes nördlich der Stubenalp, Watzmann-Nordhang, 1000 m, TK 8443/21

***Diplophyllum albicans* (L.) Dum., z**

– in Spalten einer Radiolarit-Wand im oberen Krautkasergraben, 1345 m, TK 8444/11

***Diplophyllum obtusifolium* (Hook.) Dum. (hF)**

– zwischen Hirschbichl und Kammerlinghorn 1200 m TK 8442/24 und zwischen Königsbachalm und Königsbergalm 1400 m TK 8444/13 (7)

***Eremonotus myriocarpus* (Carring.) Pears., RLR, s**

– auf kalkarmem Liasgestein, im oberen Krautkasergraben, 1350 m, TK 8444/11

***Frullania dilatata* (L.) Dum., RL3, v**

– auf Borke von *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus*, 610–1280 m; VOK-Kennart der Gesellschaften auf lebender Rinde (Tab. 6)

***Frullania fragilifolia* (Tayl.) Gott., Lindb. & Nees, RL3, v**

– überwiegend an Bergahornstämmen, seltener an Buchen oder Eschen, 700–1100 m; Kennart der *Orthotrichum-stramineum*-Gesellschaft (Tab. 6)

***Frullania jackii* Gott. RL2 (hF)**

– auf Humus und abgestorbener *Carex firma* in einer Kalkfelsspalte am Schneibstein 1850 m TK 8444/14 (3)

***Frullania tamarisci* (L.) Dum., RL3, h**

– an Bergahorn- und Buchenstämmen, 670–900 m

***Geocalyx graveolens* (Schrad.) Nees, RL2, s**

– Vorfeld, auf morschem Holz zwischen *Jungermannia leiantha* wachsend, an der Ramsauer Ache nördlich Oberschönau, 560 m, TK 8343/44



Abb. 9: *Conocephalum conicum*, Besiedler schattig-feuchter Felswände und kalkreicher Erde.

- Gymnocolea inflata*** (Huds.) Dum., s
 – an Schlenkenrändern im Priesberger Moos, 1360 m, TK 8444/13
 – in einem kleinen Moor am Stuhlgrabenkogel südöstlich des Funtensees, 1875 m, TK 8543/21
- Haplomitrium hookeri*** (Sm.) Nees **RL3** (hF)
 – Farrenleiten-Osthang auf lehmig-sandigem Wegrand 1660 m TK 8444/13
- Harpanthus flotovianus*** (Nees) Nees, **RLR, s**
 – auf Rohhumus in dichtem Latschengebüsch, südlich der Gugelalm (verfallen) am Watzmann-Nordhang, 1790 m, TK 8443/21
 – in einer humosen Felsnische im oberen Krautkasergraben, 1250 m, TK 8444/11
 – in einem sumpfigen Kessel zwischen Unterlahneralm und Mausalm, südwestliches Königsseegebiet, 1000 m, TK 8443/42
- Harpanthus scutatus*** (Web. & Mohr) Spruce, **RL3** (hF)
 – auf morschem Holz zwischen Sankt Bartholomä und der Eiskapelle 750 m TK 8443/41
- Jamesoniella autumnalis*** (Dc.) Steph., **RL3, z**
 – auf feuchtem und morschem Holz, 790–1500 m
- Jungermannia atrovirens*** Dum., **h**
 – an schattig-feuchten Kalkfelsen, an senkrechten Wänden, in Nischen und Spalten, 600–2100 m; Differentialart der *Seligeria-trifaria*-Gesellschaft (Tab. 9, Teil 1)
- Jungermannia gracillima*** Sm., **s**
 – Vorfeld, auf lehmigem, kalkarmem Boden am nordwestlichen Hang des Ahornbüchsenkopfes, an der Roßfeld-Ringstraße, 1540 m, TK 8344/44
- Jungermannia leiantha*** Grolle, **z**
 – auf feuchtem bis nassem, mäßig bis stark zersetztem Totholz, ausgedehnte Decken bildend, 820–1400 m
- Jungermannia obovata*** Nees, **s**
 – am Boden im Uferbereich der Blauen Lache südlich der Wasseralm, südliches Königsseegebiet, 1820 m, TK 8544/11
- Jungermannia polaris*** Lindb. (hF)
 – an den Teufelshörnern TK 8544/11
- Jungermannia pumila*** With., **RL3** (hF)
 – im Krautkasergraben 1340 m TK 8444/11
- Jungermannia sphaerocarpa*** Hook., **s**
 – auf Erde im alpinen Rasen zwischen Teufelsgemäuer und Schneibstein, 2150 m, TK 8444/14
- Jungermannia tristis*** Nees
 – an feuchten und schattigen Felsen, an Felsen in Bächen und an Quellen überflutet, 600–1800 m
- Kurzia pauciflora*** (Dicks.) Grolle, **RL3, s**
 – Vorfeld, in dichten Filzen zwischen bultbildenden Sphagnen in einem kleinem Hochmoor zwischen Moosenalm und „Schwimmendem Moos“, Lattengebirge, 1390 m, TK 8343/13
 – auf Torf am Rand einer Schlenke, Priesberger Moos, 1360 m, TK 8444/13
 – im Rasenbinsen-Hochmoor des „Schwimmenden Moos“, südliches Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14
- im Hochmoorbereich des Saletstocks am südlichen Königsseeufer, 600 m, TK 8443/44
- Kurzia trichocladus*** (K. Müll.) Grolle, **s**
 – auf Rohhumus in dichtem Latschengebüsch südlich der Gugelalm, 1790 m, TK 8443/21
- Leiocolea badensis*** (Gott.) Jörg., **s**
 – an einer Kalkquelle auf dem Gebiet der Bindalm, ca. 20 m westlich der Hirschbichl-Staatsstraße bei km 32,2, 1060 m, TK 8442/24
- Leiocolea bantriensis*** (Hook.) Jörg., **s**
 – auf nassem Kalkfels bei einem Quellbach am Wegrand nordwestlich der Koppenwand, Watzmann-Nordhang, 860 m, TK 8443/43
- Leiocolea collaris*** (Nees) Schljak, **v**
 – an feuchten Kalkfelsen, auch auf sandigem oder grusigem Lockersediment, 800–2050 m; VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)
- Leiocolea gillmanii*** (Aust.) Evans, **RLR** (hF)
 – an feuchten Felsen „In der Röth“, TK 8544/11
- Leiocolea heterocolpos*** (Thed.) Buch, **RLG, s**
 – auf Humus am Grunde eines Kalksteinblocks westlich Kührint im Fichten-Lärchenwald, 1440 m, GKK 705717, TK 8443/23
 – auf einer übererdeten Baumwurzel zwischen Eckaualm und Hochalm, Hochkaltergebiet, 1310 m, TK 8443/12
- Lejeunea cavifolia*** (Ehrh.) Lindb., **v**
 – an Bergahornstämmen, einmal auch auf *Ulmus montana* gefunden, ansonsten an Kalkfelsen, 730–1240 m
- Lepidozia reptans*** (L.) Dum., **h**
 – meist auf morschem bis völlig zersetztem Holz, auf rissiger Fichtenborke, 820–1620 m; VO-Kennart der Totholzgesellschaften (Tab. 6 & 8.1), Differentialart der *Orthodicrano-Ptilidium pulcherrimum*-Gesellschaft (Tab. 6)
- Lophocolea bidentata*** (L.) Dum., **s**
 – in einer Sumpfwiese südlich des Straßendreiecks am SW-Ende des Hintersees, 790 m, TK 8343/33
 – auf Waldboden nördlich der Stubenalm, Watzmann-Nordhang, 1100 m, TK 8443/21
 – Vorfeld, auf bemoosten Felsen in kleinflächiger Schlagflur etwa 600 m südwestlich der Jenner-Mittelstation, 1170 m, TK 8444/11
- Lophocolea cuspidata*** (Nees) Limpr., **s**
 – Vorfeld, Buckelwiese beim Wirtshaus „Datzmann“, an der Straße zwischen Ramsau und Hintersee, 780 m, TK 8343/33
- Lophocolea heterophylla*** (Schrad.) Dum., **h**
 – auf Fichtenborke, Stirnflächen von Baumstümpfen und auf anderem morschem Holz, 640–1570 m; Kennart der *Lophocolea-heterophylla*-Gesellschaft (Tab. 6 & 8.1), Differentialart der *Orthodicrano-Ptilidium-pulcherrimum*-Gesellschaft (Tab. 6)
- Lophocolea minor*** Nees (hF)
 – in Kalkfelsspalten auf der Königsbergalm 1670 m TK 8444/13 (3); auf morschem Baum im Krautkasergraben 1350 m TK 8444/11 (8)



Abb. 10: *Lophocolea heterophylla* auf einem morschen Baumstamm.

Lophozia grandiretis (Lindb.) Schiffn. (hF)

- am Watzmann TK 8443/23 (1); am Steinberg im Hochkaltergebiet 1800–1850 m TK 8443/12 (7)

Lophozia guttulata (Lindb. & S. Arn.) Evans, s

- auf morschem Baumstumpf im Lärchenwald oberhalb der Gugelalm (verfallen), Watzmann-Nordhang, 1600 m, TK 8443/21
- auf morschem Holz in dichtem Latschengebüsch südlich der Gugelalm (verfallen), Watzmann-Nordhang, 1790 m, TK 8443/21

Lophozia incisa (Schrad.) Dum., v

- auf morschem Holz, in höheren Lagen auf Rohhumus über Kalkfelsen (Latschenfelder und Alpenrosenheiden), 720–1640 m

Lophozia longiflora (Nees) Schiffn. (hF)

- am Torrener Joch 1730 m TK 8444/12 & 14 (1); zwischen Oberlahner und Funtensee 1700 m TK 8443/43 (2)

Lophozia longidens (Lindb.) Mac., s

- überwiegend auf Fichtenborke oder an wenig zeretztem Totholz, 1000–1200 m

Lophozia obtusa (Lindb.) Evans, RL3, s

- auf Erde am Rande von Latschengebüsch, südlich der Gugelalm (verfallen), Watzmann-Nordhang, 1790 m, TK 8443/21

Lophozia sudetica (Nees) Grolle (hF)

- auf lehmigem Boden der Schönbichlalm 1990 m (6); im Krautkasergraben 1340 m TK 8444/11 (7)

Lophozia ventricosa (Dicks.) Dum., v

- auf Borke von *Picea abies*, auf liegendem und stehendem Totholz (Fichte), 650–1400 m

Lophozia wenzelii (Nees) Steph.

- auf torfiger Erde am Rand des Schwimmenden Moos, südliches Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14

Mannia triandra (Scop.) Grolle, RL3, s

- in einer ständig überrieselten Kalkfelsnische zwischen Feldkogel und Grünsee, südliches Königsseegebiet, 1770 m, TK 8543/22
- in einer feuchten Nische an der Mooswand westlich des Karlkogels, südliches Hochkaltergebiet, 1550 m, 8442/32

Mannia pilosa (Hornem.) Frye & Clark, RLO (hF)

- im Funtenseegebiet TK 8543/21, am Kammerlinghorn TK 8443/31, am Oberlahner TK 8443/43, am Hocheck in der Röth TK 8543/22 (1); in Kalkfelsspalten bei der Hochlandhütte am Hochkalter 1750 m TK 8443/12 (4)

Marchantia polymorpha L., v

- an schattig-feuchtem Kalkfels, an quelligen und riefelfeuchten Stellen auf Erde und Geröll, 600–2050 m

Marsupella funckii (Web.) & Mohr Dum. (hF)

- im Hochkaltergebiet zwischen Mittereis und Totenlöchern 1500 m TK 8442/24 (6)

Metzgeria conjugata Lindb., v

- auf Humus über Kalkgestein und an Buchenborke, 650–1000 m

Metzgeria fruticulosa (Dicks.) Evans, **RL3, s**

- auf Borke von *Fagus sylvatica* im unteren Klausbachtal, ca. 200 m nordwestlich der Abzweigung des Weges zur Halsgrube von der Hirschbichl-Staatsstraße, 840 m, TK 8443/11
- Vorfeld, auf Borke von *Fagus sylvatica* am Parkplatz von Oberjettenberg östlich der Militäranlage, TK 8342/23

Metzgeria furcata (L.) Dum., **v**

- an Buche, Bergahorn, Ulme und Esche, 640–1400 m; VOK-Kennart der Gesellschaften der lebenden Baumrinde (Tab. 6)

Metzgeria pubescens (Schrank) Raddi, **v**

- an senkrechten Flächen von Kalkfelsen an feuchten Stellen, oft überhängende Polster bildend, 870–1480 m

Moerckia blyttii (Moerck.) Brockm., **RLR** ^(hF)

- auf lehmigem Boden unterhalb d. Königsbergalm 1480 m TK 8444/13, an d. Lohmaishütte 1440 m TK 8444/13 (8)

Moerckia hibernica (Hook.) Gott., **RL3, s**

- auf ständig durchfeuchtetem Kalkfels in der unteren Almbachklamm, 560 m, TK 8344/13

Mylia anomala (Hook.) S.Gray, **RL3, s**

- Vorfeld, auf einem Hochmoor-Bult beim Böcklweiher nördlich Strub, 610 m, TK 8343/42
- in einer Schlenke im Moor des Saletstocks, TK 8443/44
- in Schlenken des zentralen Hochmoorbereiches des Priesberger Moos, 1360 m TK 8444/13

Mylia taylorii (Hook.) S.Gray, **v**

- auf morschem und feuchtem Holz, über Baumwurzeln und auf Humus, 730–1580 m, Differentialart der *Riccardia-palmata*-Gesellschaft

Nowellia curvifolia (Dicks.) Mitt., **v**

- auf feuchtem und morschem Holz, auch auf rissiger Fichtenborke, 700–1080 m; Kennart der *Nowellia-curvifolia*-Gesellschaft (Tab. 8.1)

Odontoschisma denudatum (Mart.) Dum., **v**

- auf mäßig bis stark zersetztem, feuchtem Totholz, 730–1100 m; Differentialart der *Riccardia-palmata*-Gesellschaft (Tab. 8.1)

Odontoschisma elongatum (Lindb.) Evans ^(hF)

- im Moor zwischen Geigen und Hirsch im Funtenseegebiet 1610 m TK 8543/21 (9)

Odontoschisma macounii (Aust.) Und. **RLR** ^(hF)

- im Watzmanngebiet (1)

Odontoschisma sphagni (Dicks.) Dum., **RL3** ^(hF)

- im Priesberger Moos 1360 m TK 8444/13 (8); im Moor zwischen Geigen und Hirsch im Funtenseegebiet 1610 m TK 8543/21 (9)

Pedinophyllum interruptum (Nees) Kaal., **v**

- an nassem Kalkfels in schattiger Lage; Kennart des *Pedinophylletum interrupti* (Tab. 9, Teil 1)

Pellia endiviifolia (Dicks.) Dum., **z**

- an nassen Stellen an Kalkfelsen oder unter Felsüberhängen, auch auf nasser Erde, 600–1800 m

Pellia neesiana (Gott.) Limpr., **s**

- Vorfeld, auf lehmigem, entkalktem Boden am nord-



Abb. 11: *Moerckia hibernica* **RL3**, eine seltene Lebermoosart, die hier eine schattig-feuchte Kalkfelswand am unteren Ende der Almbachklamm besiedelt.



Abb. 12: *Mylia taylorii*, eine Lebermoosart, die bevorzugt auf feuchtem und stark zersetztem Holz wächst und meist kräftige Polster bildet.



Abb. 13: *Preissia quadrata* auf kalkreichem Boden am Fuß einer Kalkfelswand.

- westlichen Hang des Ahornbüchsenkopfes, 1540 m, Roßfeldgebiet, TK 8344/44
- auf übererdetem Kalkfels, südlich der Grubenalm, Watzmann-Gebiet, 1400 m, TK 8443/21
- Peltolepis quadrata** (Scop.) Nees, **RLG, s**
- auf Erde in einem Karren (Dachsteinkalk), von der Priesbergalm Richtung Fagstein, 1830 m, TK 8444/13
- Plagiochila asplenioides** (L.) Dum., **h**
- auf Waldboden, auf morschem Holz, an Baumbasen (Fichte, Buche, Bergahorn), 600–1600 m
- Plagiochila porelloides** (Torrey ex Nees) Lindenb., **h**
- auf Waldboden, an Kalkfelsen und auf Humus über Kalkfelsen, 780–1580 m
- Porella arboris-vitae** (With.) Grolle, **RL2** (hF)
- Liasfelsen über dem Böselgütl 900 m (4)
- Porella cordaeana** (Hub.) Moore, **RL3** (hF)
- am Kehlstein TK 8344/44, südl. Gotzenalm 1680 m TK 8443/42, Osthang des Farrenleiten 1640 m TK 8444/13 (9)
- Porella platyphylla** (L.) Pfeiff., **z**
- an Baumstämmen (Bergahorn, Buche) und an schattigen Stellen an Kalkfelsen, 640–1820 m
- Preissia quadrata** (Scop.) Nees, **h**
- an Kalkfelsen, in Kalksteinhöhlungen, auf Humus über Kalkgestein und in Geröllen und Schutthalde, 700–2250 m
- Ptilidium ciliare** (L.) Hampe, **s**
- am südlichen Rande des Priesberger Moores, 1360 m, TK 8444/13
 - auf morschem Fichtenstamm oberhalb der Eckau-alm, 1110 m, TK 8443/11
- Ptilidium pulcherrimum** (G. Web.) Vainio, **z**
- auf Borke von *Picea abies* und *Larix decidua*, auch auf morschem Holz, 1000–1480 m; VO-Kennart der Totholzgesellschaften (Tab. 6 & 8.1); Kennart der *Orthodicrano-Ptilidium-pulcherrimum*-Gesellschaft (Tab. 6)
- Radula complanata** (L.) Dum., **RL3, v**
- an Bergahorn und Buche, an trockeneren Kalkfelsen, 640–1780 m; Kennart der *Orthotrichum-stramineum*-Gesellschaft und der *Leucodon-sciuroides*-Gesellschaft (Tab. 6)
- Radula lindenbergiana** Gott., **RLG, s**
- an morschem Ast im Lärchenwald oberhalb der Gugelalm (verfallen), Watzmann-Nordhang, 1600 m, TK 8443/21
- Reboulia hemisphaerica** (L.) Raddi, **RL2, s**
- auf Erde zwischen Kalksteinen am Schneibstein, 2275 m, TK 8444/14
 - auf Humus in einem Schneetälchen westlich des Seeleinsees, 1650 m, TK 8444/31
- Riccardia chamaedryfolia** (With.) Grolle, **RL3, s**
- an einer Felswand in der Almbachklamm, 560 m, TK 8344/13
- Riccardia latifrons** (Lindb.) Lindb., **s**
- auf morschem Holz am Viehtriebsteig, südwestliches Königsseegebiet, 810 m, TK 8443/42
 - auf nassem Torf (Schlenkenwände) im Hochmoorbereich des Priesberger Moos, 1360 m, TK 8444/13

- Riccardia multifida** (L.) S.F.Gray, **RL3, s**
- auf ständig sickerfeuchtem Boden des westlichen Schapbachsteilhanges, 810 m, TK 8543/21
 - auf sickerfeuchtem Boden am Nordhang des Kleinen Watzmann, 1500 m, TK 8443/23
- Riccardia palmata** (Hedw.) Carruth., **v**
- auf feuchtem bis nassem, morschem Holz an meist schattigen Standorten, 820–1500 m; Kennart der *Riccardia-palmata*-Gesellschaft (Tab. 8.1)
- Riccardia pinguis** (L.) S.F.Gray, **v**
- an nassen Felsen an Kalkquellen, Kalktuffen und Kalksümpfen, 840–1570 m
- Riccia bifurca** Hoffm., **RL3** (hF)
- auf schlammigem Boden im *Carex*-Sumpf in der Halsgrube 1053 m TK 8342/44 & 8442/22
- Saccobasis polita** (Nees) Buch, **s**
- in einer versumpften Mulde südöstlich des Stuhlgrabenkogels, südöstliches Funtenseegebiet, 1960 m, TK 8543/21
- Sauteria alpina** (Nees) Nees, **s**
- auf einem Schneeboden in dem Blockschutthang zwischen Seeleinsee und Hochgschirr, 1850 m, TK 8444/31
 - an schattig-feuchter Kalkfelswand in einer Spalte, Nordhang des Kleinen Watzmann, 1580 m, GKK 703715, TK 8443/23
 - auf Erde in einem Karren am Weg vom Funtensee zum Stuhljoch, 2210 m, TK 8543/22
- Scapania aequiloba** (Schwaegr.) Dum., **v**
- an Kalkfelsen und auf skelettreicher Erde, 840–1660 m; Differentialart des *Tortello-Ctenidietum mollusci* (Tab. 9, Teil 1)
- Scapania aspera** H.Bern., **h**
- an Kalkfelsen, oft mächtige Polster bildend, 840–1780 m; Differentialart des *Tortello-Ctenidietum mollusci* (Tab. 9, Teil 1)
- Scapania curta** (Mart.) Dum., **s**
- auf lehmiger Erde an der Wegböschung zwischen dem Parkplatz Hinterbrand und der Jenner-Mittelstation, 1160 m, TK 8444/11
- Scapania cuspiduligera** (Nees) K. Müll. (hF)
- am Torrener Joch 1730 TK 8444/12 & 14 (1), im Hochkaltergebiet zwischen Schönem Fleck und Rotpalfen 2100–2200 m, TK 8443/11, im Krautkasergraben 1400 m TK 8444/11, unterhalb des Watzmannhauses 1920 m TK 8443/23 (7); zwischen Hocheck und Mittelspitze am Watzmann 2600–2700 m TK 8443/23, am Hohen Brett 2210–2220 m TK 8444/12, am Schneibstein 2160–2270 m TK 8444/14, an der Dießbachscharte 2100 m TK 8443/34, auf der Falzalm 1630 m TK 8443/23 (8)
- Scapania helvetica** Gott. (hF)
- im Funtenseemoor 1605 m und bei der Funtenseediensthütte „Am Stein“ 1640 m TK 8543/21, am Farrenleiten-Osthang 1660 m TK 8444/13 (8)
- Scapania irrigua** (Nees) Dum.
- in einem kleinen Moor westlich des Ledererkopfes nach der Abzweigung vom Weg Richtung Stuhljoch, südöstliches Funtenseegebiet, 1960 m, TK 8543/21



Abb. 14: *Sauteria alpina* auf feucht-humosem Boden in der alpinen Höhenstufe.

Scapania massalongi K. Müll. (hF)

- auf einem morschen Baumstumpf an der Hochbahn 900 m TK 8444/11 (8)

Scapania nemorea (L.) Grolle, z

- überwiegend auf morschem Holz, auch auf Humus, 670–1020 m

Scapania paludicola Loeske, **RL3, s**

- am Rande eines Bachlaufs im Flachmoor auf dem Gebiet der Sagereckalm (verfallen), südliches Königsseegebiet, 1360 m, TK 8443/44
- im Niedermoorbereich des Priesberger Moos zwischen *Sphagnum cuspidatum* und *Sphagnum fallax*, 1360 m, TK 8444/13
- im Schwimmenden Moos im südlichen Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14

Scapania umbrosa (Schrad.) Dum., **RL3, s**

- auf durchfeuchtetem, meist stärker zersetztem Totholz in schattigen Lagen, 820–1600 m

Sphenolobus minutus (Schreb.) Steph., **z**

- auf trockenem morschem Holz, auf Humus zwischen anderen Moosen in Alpenrosenheiden und Latschengebüsch, 1000–1620 m; schwache Kennart der *Tetraxis-pellucida*-Gesellschaft (Tab. 8.1)

Trichocolea tomentella (Ehrh.) Dum., **z**

- an rieselfeuchten Wegböschungen, an feuchten Grasplätzen unter Gebüsch, auf quelligem Waldboden, 610–980 m

Tritomaria exsecta (Schrad.) Loeske, **z**

- auf rissiger Fichtenborke, auf morschem Holz, 770–1400 m

Tritomaria quinquedentata (Huds.) Buch, **v**

- meist an Kalkfelsen, seltener auf kalkhaltiger skelettreicher Erde, 1100–2270 m

3.2.2 Liste der Laubmoose

Abietinella abietina (Hedw.) Fleisch., **v**

- einzeln oder in lockeren Gruppen in sonnigen Kalkmagerrasen der montanen bis subalpinen Stufe, besonders auf Almflächen, 1000–1900 m

Amblyodon dealbatus (Hedw.) P.Beauv., **RL3, s**

- an einer Kalkfelswand zwischen Funtensee und Grünsee, 1700 m, TK 8443/43
- an ständig feuchtem Fels in der Almbachklamm, 600 m, TK 8344/13

Amblystegiella confervoides (Brid.) Loeske (hF)

- im unteren Krautkasergraben 740 m TK 8444/11 (8)

Amblystegiella jungermannioides (Brid.) Loeske, **RL3**

- (hF)
- am Hirschbichl an Kalkfels 1100 m TK 8442/24 (8); zwischen Torrener Joch u. Jenner an Kalkfelsen 1700 m TK 8444/11 (3); vor der Dießbachscharte 2100 m TK 8443/34, am Hundstod bei 2530 m TK 8443/34 (8)

Amblystegiella subtilis (Hedw.) Loeske, **RL3, z**

- überwiegend auf Borke von *Acer pseudoplatanus*, aber auch *Fagus sylvatica*, in dichten Rasen, häufig fruchtend, 600–1200 m; VOK-Kennart der Gesellsch. lebender Baumrinde (Tab. 6)

Amblystegium serpens (Hedw.) B.S.G., **z**

- an schattig-feuchten Stellen auf Holz und Kalkstein, 650–1400 m

Amphidium mougeottii (B.S.G.) Schimp., **RL3, s**

- an einer Radiolarit-Felswand im oberen Krautkasergraben, 1345 m, TK 8444/11

Anoetangium aestivum (Hedw.) Mitt., **RLR, s**

- an einer Radiolarit-Felswand im oberen Krautkasergraben, 1345 m, TK 8444/11

Anomobryum filiforme (Dicks.) s

- in kleinen Mulden grüppchenweise (spärlich) an feuchtschattiger Kalkfelswand in der Almbachklamm, 640 m, TK 8344/13

Anomodon attenuatus (Hedw.) Hüb., z

- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* oder auf trockenem Kalkstein, 600–1000 m

Anomodon longifolius (Brid.) Hartm., s

- an der Stammbasis von *Acer pseudoplatanus* zwischen Zauberwald und Gletscherquellen, Gemeinde Ramsau, 720 m, TK 8343/33

Anomodon rugelii (C.Müll.) Keissl., **RL2, s**

- auf Borke eines mächtigen Bergahorns (*Acer pseudoplatanus*) an der Futterstelle „Im Reitl“ gegenüber Sankt Bartholomä, 610 m, TK 8443/42

Anomodon viticulosus (Hedw.) Hook.&Tayl., z

- meist an Stammbasis von *Acer pseudoplatanus* oder an schattigeren Felsen, oft mächtige Wedel bildend, 600–1150 m

Antitrichia curtipendula (Hedw.) Brid., **RL3, v**

- meist auf Borke von *Acer pseudoplatanus* (Stamm, dicke Äste), selten auf *Fagus sylvatica*, in teilweise mächtigen Gehängen, 620–1400 m; VOK-Kennart der Gesellschaften auf lebender Baumrinde (Tab. 6)

Aongstroemia longipes (Sommerf.) B.S.G., **RLR, s**

- auf sandiger Erde zwischen Trischübl und Großem Hundstod, 1840 m, TK 8443/34

Atrichum tenellum (Röhl) B.S.G., **RL3, s**

- auf lehmiger Erde an feuchten Stellen auf dem südöstlichen Gebiet der Schapbachalm, 1020 m, TK 8443/21
- auf lehmigem Boden nordwestl. des Ahornbüschenkopfes, Roßfeldgebiet, 1540 m, TK 8344/44

Atrichum undulatum (Hedw.) P.Beauv., **h**

- überwiegend auf feuchtem Waldboden, aber auch auf Wiesen an feuchten Stellen oder an Böschungen oder Erdanrissen

Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwaegr., **RL3, s**

- im Sumpfbereich südwestlich des Hintersees, 790 m, TK 8343/33
- in einer Schlenke im Priesberger Moos, 1360 m, TK 8444/13
- im Hochmoorbereich des Saletstocks am südlichen Königsseeufer, 600 m, TK 8443/44
- Vorfeld, im Rasenbinsen-Hochmoor im Schwimmden Moos, südliches Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14

Barbula acuta Brid. (hF)

- am Watzmann 2570 m TK 8443/23 (8)

Barbula asperifolia Mitt., **RLR** (hF)

- am Funtenseetauern TK 8543/22 (1); am Hohen Brett 2030 m TK 8444/12 (8)

Barbula bicolor (B.S.G.) Lindb. (hF)

- am Schottmalhorn TK 8443/14 (1); beim Schönen Fleck im nördlichen Hochkaltergebiet 2100 m TK 8443/11, am Hohen Göll 2400–2500 m TK 8444/12 (8)

Barbula convoluta Hedw. (hF)

- auf den Schottern des oberen Wimbachtales TK 8443/32 (5)

Barbula crocea (Brid.) Web. & Mohr, z

- an feuchten Kalkfelsen oder Steinmauern, 450–1200 m

Barbula enderesii Garov. (hF)

- am Krautkaser 1300 m TK 8444/11 (7); zwischen Hinterbrand und Krautkasergraben 1100 m TK 8444/11 (8)

Barbula reflexa (Brid.) Brid., z

- an mehr oder weniger schattigen und feuchten Kalkfelsen, 700–1000 m

Barbula spadicea (Mitt.) Braithw., s

- auf feuchtem Kalkfels am Ufer der Ramsauer Ache, nahe am Hintersee, 780 m, TK 8343/33

Barbula tophacea (Brid.) Mitt.

- im oberen Krautkasergraben 1380 m TK 8444/11 (8)

Barbula unguiculata Hedw., z

- nur im Vorfeld gefunden, dort an Mauern, Böschungen und auf kalkhaltigen Böden

Bartramia halleriana Hedw., **RL3, h**

- in dichten Polstern oder Gehängen an schattigen und feuchten Kalkfelsen, 700–1400 m; Kennart der *Bartramia-halleriana*-Bestände (Tab. 9, Teil 2)

Bartramia ithyphylla Brid., **RL3** (hF)

- im oberen Krautkasergraben 1340 m TK 8444/11 (7); auf lehmigem Waldboden zwischen Königsbach- und Königsbergalm Nähe Lohmaishütte 1400 m TK 8444/13 (8)

Blindia acuta (Hedw.) B.S.G., **RL3** (hF)

- im oberen Krautkasergraben 1340 m TK 8444/11 (7)

Brachythecium albicans (Hedw.) (hF)

- im Königstal 1570 m TK 8444/13 (8)

Brachythecium glaciale B.S.G., **RLG, s**

- über Felsschotter am Weg vom Stuhlloch zum Funtenseetauern, kurz vorm Gipfel einige Meter nordöstlich den Hang hinab, 2505 m, TK 8543/22

Brachythecium glareosum (Spruce) B.S.G., z

- auf trockenem und auch stärker besonntem Kalkstein, auf Schotter und Grus, in Kalkmagerrasen, 800–1100 m

Brachythecium latifolium Kindb. (hF)

- am Funtenseetauern TK 8543/22 (1), auf nassem Humusboden zwischen Funtensee und Viehkogel 1700 m TK 8543/21 (2)

Brachythecium mildeanum (Schimp.) Schimp., s

- im Seggenriet westlich des Funtensees, 1602 m, TK 8543/21

Brachythecium oxycladum (Brid.) Jaeg. **RL3** (hF)

- am Grunde von *Tilia* sp. bei Sankt Bartholomä 605 m TK 8443/42 (8)

Brachythecium plumosum (Hedw.) B.S.G. (hF)

- im oberen Krautkasergraben 1340 m TK 8444/11 (8)



Abb. 15: *Bryum neodamense* RL2, eine der größten Arten der Gattung *Bryum*, die hier im Sagereckmoor im südlichen Königsseegebiet zwischen Simetsberg und Halsköpfl einen ihrer wenigen Standorte in Bayern hat. Im Bild sind die letztjährigen Triebe olivgrün, die diesjährigen jungen Triebe sind rötlich.

Brachythecium populeum (Hedw.) B.S.G., z

- auf trockenerem Kalkstein, auf Borke von *Acer pseudoplatanus*, in Decken das Substrat überziehend, 800–1000 m

Brachythecium reflexum (Starke) B.S.G., s

- an Stammbasis von *Acer pseudoplatanus* zwischen Eckaualm und Hochalm, 1320 m, TK 8443/12
- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* im Schapbach-Boden, GKK 721715, westliche Teilfläche der Schapbachalm, 1020 m, TK 8443/21

Brachythecium rivulare B.S.G., h

- häufiges Wassermoss im Nationalpark, in meist schnellfließenden Bächen auf Kalkstein, 700–1300 m

Brachythecium rutabulum (Hedw.) B.S.G., z

- auf Gestein, Holz und Boden (Wald und Grasplätze), 500–800 m

Brachythecium salebrosum (Web. & Mohr) B.S.G., z

- auf Fichten-, Buchen- und Bergahornborke, in Decken oder Filzen, 600–1100 m

Brachythecium starkei (Brid.) B.S.G., s

- auf feuchtem Kalkfels südlich des Ledererkopfes, südliches Funtenseegebiet, 2020 m, TK 8543/22

Brachythecium trachypodium (Brid.) B.S.G. (hF)

- zwischen Kalkgeröll und an Felsen vor dem Blauisgletscher am Hochkalter bei ca. 1900 m TK 8443/11 (4); an den Wänden einer Kalkkluff bei der Grünseealm 1650 m TK 8543/22 (2); vor der Dießbachscharte

- bei 2000 m TK 8443/34 (6); zwischen Rotpalfen und Kleinkalter 2400–2500 m TK 8443/11 und um den Hochkaltergipfel 2600 m TK 8443/13, am Schneibsteingipfel 2270 m TK 8444/14 (8)

Brachythecium velutinum (Hedw.) B.S.G., v

- auf Waldboden und Borke, aber auch auf Kalkstein, 600–1200 m

Brotherella lorentziana (Lor.) Loeske, s

- über einer Baumwurzel im Zauberwald ca. 250 m östlich des Hintersees, 770 m, TK 8343/33
- Vorfeld, am Boden eines Fichtenwaldes auf der nördlichen Bachseite im unteren Krautkasergraben, Jenner-Gebiet, TK 8444/11
- über Rohhumus und zersetzten Holzstücken, in der Nähe des Punktes „930“(m) genau südlich der Wim-bachklamm, 860 m, TK 8443/21

Bryoerythrophyllum recurvirostre (Hedw.) Chen, s

- am Gipfel des Schneibsteins, Hagengebirge, 2275 m, TK 8444/14
- am Hang westlich der Eckaualm auf Kalkfels, südlich Ramsau, 1135 m, TK 8443/12
- auf Dachsteinkalk am Hocheck (Nordgipfel des Watzmanns), 2595 m, TK 8443/23
- an Stammbasis von *Fagus sylvatica* im Schneelahnwald, Wim-bachtal, 1035 m, TK 8443/14

Bryoerythrophyllum rubrum (Jur.) Chen, RLG, s

- unter Überhang einer Kalkfelswand im Krautkasergraben, Jennergebiet, 1300 m, TK 8444/11

- Bryum archangelicum** B.S.G., **RLR** (hF)
– im Funtenseegebiet TK 8543/21 (1)
- Bryum arcticum** (R. Br.) B.S.G. (hF)
– am Trischübel 1760 m TK 8443/32 (8)
- Bryum arcticum ssp. watzmannii** (H. Winter) Amann (hF)
– im Watzmanngebiet TK 8443/23 (1)
- Bryum argenteum** Hedw., **s**
– Vorfeld, auf einer Mauer am Parkplatz Wimbachbrücke, Gemeinde Ramsau, 625 m, TK 8343/43
– Vorfeld, auf einer Steinmauer in Berchtesgaden bei der Weggabel Fürstenstein- und Soleleitungsweg
- Bryum caespiticium** Hedw., **s**
– verbreitet auf Humus über Kalkfels im oberen Watzmannkar, 1900–2000 m, TK 8443/23
– Vorfeld, in einer Kalkfesspalte, oberhalb des Purtscheller Hauses Richtung Hoher Göll, 1830 m, TK 8344/34
- Bryum capillare** Hedw. s.str., **h**
– überwiegend auf Kalkfels, jedoch auch auf Waldböden oder Bergahornborke, 600–2300 m
- Bryum creberrimum** Tayl., **s**
– auf Erdboden am östlichen Talhang des Wimbachs nordöstl. der Klamm, 670 m, TK 8443/21
- Bryum elegans** Hedw. s.str., **z**
– an Kalkfelsen in beschatteten Lagen, 1100–2500 m
- Bryum flaccidum** Brid., **v**
– auf wenig zersetztem Totholz, auf feuchtem Kalkgestein, 800–1550 m
- Bryum neodamense** Itzigs., **RL2, s**
– am Rand eines kleinen Bachlaufs im Flachmoor der Sagereckalm (verfall.), 1360 m, TK 8443/44
– am Weidbach auf feuchtem Boden auf der Mitterkaseralm, 1510 m, TK 8444/11
– im Niedermoor am Schwarzensee, südliches Königsseegebiet, 1570 m, TK 8443/44
- Bryum pallens** Sw., **s**
– an einer Quelle mit *Cratoneuron commutatum* am östlichen Schapbachufer, 820 m, TK 8443/21
- Bryum pseudotriquetrum** (Hedw.) Schwaegr., **z**
– auf feuchtem bis überflutetem Kalkgestein, in Kalkflachmooren und an Quellen, 720–1900 m
- Bryum schleicheri** Schwaegr., **s**
– an einer Quelle südlich des Ledererkopfes, südliches Funtenseegebiet, 2050 m, TK 8543/22
– an einer Quelle auf dem Gebiet der Königstalalm, 1620 m, TK 8444/13
- Bryum weigellii** Spreng., **RL3, s**
– in einer Karrenspalte beim Ledererkopf südöstlich des Funtensees, 2050 m, TK 8543/12
- Buxbaumia indusiata** Brid., **RLR, s**
– auf einem stärker zersetztem Baumstumpf im Klausbachtal nahe der Abzweigung des Wegs zur Halsgrube, 805 m, TK 8443/11
– auf schwächer und stärker zersetztem Totholz, auf stehendem und liegendem Totholz an mehreren Stellen im Schapbachboden, insgesamt wurden über 50 Individuen gezählt, 1000–1050 m, TK 8443/21; VO-Kennart der Totholzgesellschaften (Tab. 8.1)
- Calliergon giganteum** (Schimp.) Kindb., **s**
– in stehendem Wasser im Kalkflachmoor am Südwestende des Hintersees, 790 m, TK 8343/33
– Vorfeld, auf Torf am Rande des „Schwimmenden Moos“, Lattengebirge, 1340 m, TK 8343/14
– im seichten Uferbereich des Königssees bei Salet, 601 m, TK 8443/44
- Calliergon richardsonii** (Mitt.) Kindb., **RL0, s**
– im Seggenriet am westlichen Ufer des Funtensees, 1602 m, TK 8543/11
- Calliergon sarmentosum** (Wahlenb.) Kindb., **RLR, s**
– Vorfeld, im „Schwimmenden Moos“, südliches Lattengebirge, 1340 m, TK 8343/14
- Calliergon stramineum** (Brid.) Kindb., **s**
– im Uferbereich des Schwarzensees im Seggenriet, 1568 m, TK 8443/44
- Calliergon trifarium** (Web. & Mohr) Kindb., **RL3, s**
– Vorfeld, im Flachmoor südwestlich des Hintersees, 790 m, TK 8343/33
- Calliergonella cuspidata** (Hedw.) Loeske, **v**
– in sumpfigen Wiesen und auf feuchtem Holz, 600–1600 m
- Campylium chrysophyllum** (Brid.) L. Lange, **s**
– an mäßig zersetzter, entrindeter Baumwurzel nördlich der Stubenalp, Watzmann-Nordhang, 1100 m, TK 8443/21
– in nasser Kalkfesspalte zwischen Grünsee und Funtensee, 1665 m, TK 8443/43
- Campylium halleri** (Hedw.) Lindb., **h**
– in zarten Decken auf Kalkgestein, in schattigen-feuchten, aber auch in besonnten und trockenen Lagen, 800–2600 m; Differentialart des *Tortello-Ctenidietum mollusci* (Tab. 9, Teil 1 & 2)
- Campylium stellatum** (Hedw.) C.Jens., **v**
– überwiegend auf Kalkfels, aber auch in Sumpfwiesen, 700–2100 m
- Campylopus fragilis** (Brid.) B.S.G., **RL3** (hF)
– zwischen Sankt Bartholomä und Schrainbach 680 m TK 8443/42 (2); humoser Boden beim Malerwinkel am Königssee 610 m TK 8443/22 (3); in der Nähe des Watzmannhauses 1910 m TK 8443/23 (8)
- Campylopus schimperi** Milde, **RLR** (hF)
– auf der Hirschwiese 2100 m TK 8443/32 & 41, am Schottmalhorn im Funtenseegebiet TK 8543/21, am Eckerfirst im nördlichen Göllgebiet TK 8344/44 (1); am Watzmannhaus 1910 m TK 8443/23 und auf der Feldalm im Funtenseegebiet 1750 m TK 8543/21 (8)
- Catocopium nigratum** (Hedw.) Brid., **RL3, s**
– Vorfeld, in kleinen Kalksümpfen zusammen mit *Scorpidium scorpioides* in der Mordau, ca. 1 km östlich des Taubensees, 930 m, TK 8343/32
- Campylopus flexuosus** (Hedw.) Brid., **s**
– auf saurem Boden vor *Fagus sylvatica* südlich der Wimbachklamm, 890 m, TK 8443/21
- Ceratodon purpureus** (Hedw.) Brid., **z**
– überwiegend im Vorfeld in Rasen auf Gestein und offenem Erdboden, 500–900 m



Abb. 16: *Catoscopium nigratum* RL3, in einem Kalksumpf im Nationalpark-Vorfeld (Mordau); eine seltene Laubmoosart, die leicht kenntlich ist an den runden, im Reifezustand schwarzen Kapseln.



Abb. 17: *Cirriphyllum cirrosomum*, eine bleichgrüne Art der *Brachytheciaceae* mit wurmförmigen Sprossen und auffällig gespitzten Blattspitzen, bevorzugt an feuchten kalkreichen Wuchsorten. Die letztjährigen Sprosse sind braun, die diesjährigen bleichgrün.

***Cinclidium stygium* Sw., RL3, s**

- an nährstoffreicheren Stellen am Rande des „Schwimmenden Moos“, Lattengebirge, 1340 m, TK 8343/14
- am westlichen Ufer des Funtensees, 1602 m, TK 8543/11

***Cinclidotus aquaticus* (Hedw.) B.S.G., RL3, s**

- Vorfeld, auf Kalkfels in der Aufprallzone des herabstürzenden Wassers, im Schwarzenbachloch, Schwarzbachwacht, 760 m, TK 8343/31

***Cinclidotus fontinaloides* (Hedw.) B.S.G., s**

- auf Kalkfels in der Ramsauer Ache westl. der Einmündung des Wimbachs, 620 m, TK 8343/43

***Cinclidotus nigricans* (Brid.) Wijk & Marg., s**

- auf Kalkfels im Überflutungsbereich der Ramsauer Ache beim Wirtshaus zum Zauberwald, 705 m, TK 8343/33

***Cirriphyllum cirrhosum* (Schwaegr.) Grout., v**

- bleichgrüne Schweife bildend (kätzchenförmig beblättert), in schattig-feuchten Kalkfelsklüften und -spalten, 1300–2200 m

***Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout., v**

- auf Waldboden, auch auf Borke von *Picea abies*, 900–1700 m

***Cirriphyllum tenuinerve* (Lindb.) Wijk & Marg., v**

- auf trockenem und mäßig schattigem bis besonntem Kalkfels, 600–1200 m

***Climacium dendroides* (Hedw.) Web. & Mohr, v**

- in sumpfigen Wiesen oder an feuchteren Stellen auf Almflächen, 600–1610 m

***Cratoneuron commutatum* (Hedw.) Roth, h**

- an feuchten Kalkfelsen, in Kalktuffen und an Quellen, 700–2050 m

***Cratoneuron decipiens* (De Not.) Loeske, RL3, z**

- an Kalkquellen oder an ständig sickerfeuchten Stellen, 1200–1500 m

***Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce, z**

- auf feuchtem Kalkgestein, in Kalksümpfen oder an Quellen 900–1800 m

***Ctenidium molluscum* (Mol.) Lindb., h**

- eines der häufigsten Moose überhaupt, in dichten auffälligen Filzen auf schattigem Kalkgestein, auch auf kalkhaltigem Boden, in jeder Höhenlage vorkommend, 600–2500 m; Kennart des *Tortello-Ctenidium mollusci* (Tab. 9, Teil 1 & 2)

***Ctenidium procerrimum* (Mol.) Lindb., s**

- auf Kalkfels am Hocheck (Watzmann), 2650 m, TK 8443/23
- auf Kalkfels westlich des Watzmannhauses, 1885 m, TK 8443/23

***Cynodontium alpestre* (Wahlenb.) Milde (hF)**

- auf Humus in einem Latschenfeld zwischen Oberlahner und Funtensee 1700 m TK 8443/43 (2)

***Cynodontium gracilescens* (Web. & Mohr) Schimp., RL3**

- (hF)
- am Viehkogel TK 8543/21 (1)

***Cynodontium polycarpum* (Hedw.) Schimp. (hF)**

- am Krautkaser TK 8444/11 (1)

***Cyrtomnium hymenophylloides* (Hüb.) Nyh., RLR, s**

- unter einem überhängenden Kalkfelsblock am Sit-



Abb. 18: *Cratoneuron commutatum*, eine Art, die an Quellen in Kalkgebieten und an Kalktuffen selten fehlen wird.

- tersbach etwas oberhalb der Sittersbachhütte, westliches Hochkaltergebiet, 1090 m, TK 8442/22
- in einer kleinen Höhlung an der oberen Einmündung des Sagerecksteigs in den Weg zum Funtensee, 1520 m, TK 8443/44
- Desmatodon latifolius** (Hedw.) Brid., **RL3, s**
- in einer Kalkfesspalte am Schneibstein, 2275, TK 8444/14
 - Vorfeld, auf senkrechtem Kalkfels oberhalb des Purtschellerhauses Richtung Hoher Göll, Eckerfirst, 1870 m, TK 8344/34
 - über Kalkfels am Weg vom Stuhljoch zum Funtenseetauern in der Nähe des Gipfels, einige Meter nordöstlich den Hang hinab, 2505 m, TK 8543/22
- Desmatodon laurerii** (Schultz) B.S.G., **RL0** ^(hF)
- im Funtenseetauerngebiet TK 8543/22 (1)
- Dichodontium pellucidum** (Hedw.) Schimp., **s**
- auf feuchtem kalkhaltigen bis lehmigen Boden, 870–1260 m
- Dicranella cerviculata** (Hedw.) Schimp., **s**
- Vorfeld, an Torfwänden im Schwimmenden Moos östlich der Moosenalm, Lattengebirge, 1340 m, TK 8343/14
- Dicranella grevilleana** (Brid.) Schimp.
- im Watzmanngebiet TK 8443/23 (1); humoser Boden am Viehkogel 1700 m TK 8543/21 (2); bei den Gletscherquellen in Ramsau 700 m TK 8343/34 (6)
- Dicranella heteromalla** (Hedw.) Schimp., **s**
- auf oberflächlich entkalktem Fichtenwaldboden westlich der Schapbach-Holzstube, 1000 m, TK 8443/21
- Dicranella schreberiana** (Hedw.) Dix. ^(hF)
- im unteren Krautkasergraben 740 m TK 8444/11 (8); am Nordufer des Grünsees 1480 m TK 8443/43 (9)
- Dicranella subulata** (Hedw.) Schimp., **s**
- ca. 200 m westlich der Neuen Traunsteiner Hütte an durch Kuhtritt offenerdiger Stelle, 1570 m, Reiteralm, TK 8342/42
- Dicranella varia** (Hedw.) Schimp., **z**
- an offenerdigen Stellen, an Böschungen und Wegrändern, 500–1100 m
- Dicranodontium denudatum** (Brid.) Britt., **h**
- überwiegend auf mäßig zersetztem Totholz oder auf Borke von *Picea abies*, in dichten Rasen, 600–1700 m; VO-Kennart der Totholzgesellschaften (Tab. 8.1)
- Dicranoweisia crispula** (Hedw.) Milde ^(hF)
- auf Bergahornborke östlich der Mitterkaseralm im Jennergebiet 1580 m TK 8444/11, im Krautkasergraben auf Fels 1150 m TK 8444/11 (8)
- Dicranum bonjeanii** De Not., **RL3, s**
- Vorfeld, am Rande einer Wiese beim Café Schwarzeck an der Straße Richtung Loiplsau, Gebiet um den Toten Mann, 1040 m, TK 8343/34
 - am nördl. Rand des Schwimmenden Moos im südl. Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14
- Dicranum elongatum** Schwaegr., **RLR** ^(hF)
- allgemein auf Humus über Kalkfels oberhalb der Waldgrenze, am Nordostufer des Hintersees auf Kalkblöcken 795 m TK 8343/33 (4)
- Dicranum fuscescens** Turn., **z**
- auf morschem Holz oder auf Waldboden, 1000–1600 m; schwache Differentialart d. *Nowellia-curvifolia*-Gesellschaft (Tab. 8.1)
- Dicranum muehlenbeckii** B.S.G., **RL2, s**
- im alpinen Rasen am Schneibsteingipfel, 2275 m, TK 8444/14
- Dicranum polysetum** Sw., **s**
- auf Boden am nördlichen Rand der Schapbachalm (westlicher Teil), 1020 m, TK 8443/21
 - Vorfeld, auf Waldboden südsüdwestlich des Hintersees, 790 m, TK 8343/33
- Dicranum scoparium** Hedw., **h**
- auf Fichtenborke, auf morschem Holz, aber auch auf übererdetem Kalkfels, 600–1800 m
- Dicranum undulatum** Brid., **RL3, s**
- in ausgedehnten Rasen in der Hochmoorheide des Priesberger Moooses, 1360 m, TK 8444/13
 - im Hochmoorbereich des Saletstocks am südlichen Königsseeufer, 600 m, TK 8443/44
- Dicranum viride** (Sull. & Lesq.) Lindb., **RL3, z**
- an Stammbasis und an Stämmen von *Fagus sylvatica*, 600–1000 m
- Diphyscium foliosum** (Hedw.) Web. & Mohr, **RL3** ^(hF)
- zwischen Hirschbichl und Mittereismalm 1200 m TK 8442/24, am Lohmaisweg zwischen Königsberg- und Königsbachalm 1470 m TK 8444/13 (7); zwischen Jenner-Mittelstation und Hinterbrand 1140 m TK 8444/11 (8)
- Distichium capillaceum** (Hedw.) B.S.G., **z**
- auf schattig-feuchtem Kalkgestein, gern auch in Nischen und Klüften, 1000–2550 m; VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)
- Distichium inclinatum** (Hedw.) B.S.G., **s**
- über Kalkfels beim Ledererkopf südöstlich des Funtensees, 2060 m, TK 8543/12
 - in einer Kalkfesspalte am Weg vom Funtensee zum Stuhljoch, 2380 m, TK 8543/12
- Ditrichum flexicaule** (Schwaegr.) Hampe, **v**
- in hohen Rasen auf trockenem bis feuchtem, schattigem bis besonntem Kalkgestein, 600–2600 m; VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)
- Ditrichum heteromallum** (Hedw.) Britt. ^(hF)
- im oberen Krautkasergraben 1340 m TK 8444/11, unterhalb der Königsbergalm 1410 m TK 8444/11 (8)
- Ditrichum pusillum** (Hedw.) Hampe ^(hF)
- im Scharitzkehlgebiet im Endstal am Fuß des Gölls TK 8344/43 & 44
- Drepanocladus aduncus** (Hedw.) Warnst., **s**
- in Schlenken eines kleinen Hochmooses zwischen Schwimmendem Moos und Moosenalm, 1380 m, Lattengebirge, TK 8343/13
- Drepanocladus fluitans** (Hedw.) Warnst. ^(hF)
- im Priesberger Moos 1360 m TK 8444/13 (9)
- Drepanocladus exannulatus** (B.S.G.) Warnst., **s**
- im Flachmoor am Schwarzensee, südliches Königsseegebiet, 1570 m, TK 8443/44

- in Schlenken in einem kleinen Hochmoor zwischen Schwimmendem Moos und Moosenalm, 1380 m, Lattengebirge, TK 8343/13
- im Schapbach im unteren Schapbachboden, 1010 m, TK 8443/21
- Vorfeld, im Schwimmenden Moos, südliches Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14

***Drepanocladus revolvens* (Sw.) Warnst., RL3, z**

- in Kalksümpfen und Sumpfwiesen, 800–1570 m

***Drepanocladus sendtneri* (H. Müll.) Warnst. (hF)**

- am Selletack nördlich des Hintersees 800 m TK 8343/33 (4)

***Drepanocladus vernicosus* (Mitt.) Warnst., RL2, s**

- in einem kleinen Davallseggen-Sumpf auf dem Gebiet der Bindalm ca. 5 m westlich der Staatsstraße bei km 32,2, 1060 m, TK 8442/24

***Encalypta alpina* Sm., z**

- auf kalkhaltiger Erde und auf Kalkgestein in alpinen Lagen, 2000–2400 m

***Encalypta ciliata* Hedw. (hF)**

- im Gebiet des Hohen Göll 1970 m TK8444/12 & 8344/34 (6); im oberen Krautkasergraben 1340 m TK 8444/11 (7)

***Encalypta longicolla* Bruch (hF)**

- am Eckerfirst südlich des Purtschellerhaus 1800 m TK 8344/34 (1)

***Encalypta rhabdocarpa* Schwaegr. (hF)**

- am Großen Hundstod 2400 m TK 8443/34 (8); mehrfach zwischen Torrener Joch und dem Pfaffenkegel

nördlich des Hohen Bretts 1700 bis 1835 m TK 8444/12 (3); am Funtensee 1630 m TK 8543/21 (8)

***Encalypta streptocarpa* Hedw., h**

- auf beschattetem und mehr oder weniger feuchtem Kalkgestein, 600–1400 m; VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)

***Encalypta vulgaris* Hedw., s**

- auf Kalkfels am Hocheck etwas südlich der Nothütte, Watzmanngrat, 2650 m, TK 8443/43

***Entodon concinnus* (De Not.) Par., s**

- über Kalkstein in ausgedehnten Hochrasen zusammen mit *Rhytidium rugosum* am Watzmann-Nordhang, 2300 m, TK 8443/23
- auf übererdetem Kalkfels am Straßenrand etwas östlich des Hintersees, 785 m, TK 8343/33
- im alpinen Rasen westlich des Stuhljochs, Steinernes Meer, 2200 m, TK 8543/22

***Eucladium verticillatum* (Brid.) B.S.G., RL3, s**

- an ständig triefnassem Kalktuff am unteren Ende der Almbachklamm, 520 m, TK 8344/13

***Eurhynchium angustirete* (Broth.) Kop., h**

- meist an wasserzügigen Stellen auf Waldboden, aber auch auf Gestein und Borke, 700–1180 m

***Eurhynchium swartzii* (Turn.) Curnow (hF)**

- in Felslöchern der Gletscherquellen in Ramsau 700 m TK 8343/34, auf Fels im Schwarzenbachloch nordwestlich des Wachterls 770 m TK 8343/31 (4); auf der Königsbergalm 1600 m TK 8444/13 (3)



Abb. 19: *Encalypta streptocarpa*, ein typischer Vertreter an feuchten Kalkfelswänden.

***Fissidens adianthoides* Hedw., RL3, s**

- Vorfeld, auf sickerfeuchtem Boden am Nordausgang der Aschauer Klamm, Oberjettenberg, 640 m, TK 8342/23
- am Ufer eines ausgetrockneten Quellbaches der Gletscherquellen zwischen Hintersee und Ramsau, 685 m, TK 8343/34
- auf moorigem Boden beim Stuhlgrabenkogel südöstlich des Funtensees, 1875 m, TK 8543/21

***Fissidens bryoides* Hedw. (hF)**

- am Schneibstein 2000 m TK 8444/14 (8); auf Radiolarit im oberen Krautkasergraben 1340 m TK 8444/11 (9)

***Fissidens crassipes* Wils., s**

- in nassen Felsspalten am Ufer des Weidbachs, Krautkasergraben, 940 m, TK 8444/11
- auf Kalkfels im Überflutungsbereich der Ramsauer Ache beim Wirtshaus Zauberwald, zwischen Ramsau und Hintersee, 705 m, TK 8343/33

***Fissidens cristatus* Wils. ex Mitt., h**

- auf beschattetem Kalkgestein, an Wänden, in Klüften, Spalten und Karren, 600–2100 m; VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)

***Fissidens exilis* Hedw. (hF)**

- im oberen Krautkasergraben 1340 m TK 8444/11 (7)

***Fissidens minutulus* Sull., z**

- auf schattigem und nassem Kalkfels, 700–1350 m; Differentialart der *Seligeria-trifaria*-Gesellschaft (Tab. 9, Teil 1)

***Fissidens osmundoides* Hedw., RL3, s**

- auf einer Felsnase eines Kalksteinblocks am Weg vom Grünsee zum Schwarzensee Nähe Grünsee, 1530 m, TK 8443/43
- auf Humus über Kalkfels nördlich der Stubenalp, nördliches Watzmannggebiet, 1100 m, TK 8443/21
- auf Erde im alpinen Rasen zwischen Teufelsgemäuer und Schneibstein, 2075 m, TK 8444/14

***Fissidens taxifolius* Hedw., z**

- auf lehmigem und entkalktem Erdboden in Wäldern und an Wegböschungen, 700–1400 m

***Fontinalis antipyretica* Hedw., z**

- Vorfeld, auf Kalkstein in einem Quellbach der Gletscherquellen westlich von Ramsau, 685 m, TK 8343/34

***Funaria hygrometrica* Hedw., z**

- an offenerdigen Stellen, auch auf Holz oder Steinmauern, 600–1630 m

***Geheebia gigantea* (Funck) Boul., z**

- in mächtigen, teilweise überhängenden Polstern an feuchtem Kalkgestein höherer Lagen, 1000–2300 m

***Grimmia anodon* B.S.G., RL3, s**

- auf Kalkfels beim Hocheck etwas südlich der Nothütte am Watzmanngrat, 2650 m, TK 8443/23

***Grimmia teretinervis* Limpr., RLR (hF)**

- am Schneiber östlich des Großen Hundstodes TK 8443/34 (1)

***Gymnostomum aeruginosum* Sm., v**

- an feuchten bis nassen oder ständig überrieselten Kalkfelsen, 600–2100 m

***Heterocladium dimorphum* (Brid.) B.S.G., RLO (hF)**

- bei der Blaueishütte 1650 m TK 8443/11, beim Funtensee 1610 m TK 8543/21, am Hohen Brett 2220 m TK 8444/12 (8); auf lehmigem Boden zwischen Königsbach- und Königstalalm 1600 m TK 8444/13 (3)

***Homalia trichomanoides* Hedw., z**

- auf Borke von *Fagus sylvatica* und *Fraxinus excelsior* in Wedeln oder vereinzelt zwischen anderen Moosen, 500–800 m

***Homalothecium geheebii* (Milde) Wight, RL3 (hF)**

- zwischen Sagereckalm und Grünsee TK 8443/44 (1); an Buchen vor der Eiskapelle ca. bei 800 m TK 8443/41 (4)

***Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins., z**

- auf trockenem und besonntem Kalkgestein, 600–1080 m

***Homalothecium nitens* (Hedw.) Robins., RL3, s**

- Vorfeld, am Rande eines Moortümpels im Sumpfbereich südwestlich des Hintersees, 790 m, TK 8343/33

***Homalothecium philippeanum* (Spruce) B.S.G., RLG, s**

- auf Kalkfels am Wegrand zwischen Wasseralm und Landtalgraben kurz nach der Abzweigung Richtung Obersee, 1220 m, TK 8444/33

***Homalothecium sericeum* (Spruce) B.S.G., v**

- auf Borke von *Acer pseudoplatanus*, auch an besonnten Kalkfelsen, in Rasen, 600–1100 m; VOK-Kennart der Gesellschaften auf lebender Baumrinde (Tab. 6)

***Homomallium incurvatum* (Brid.) Loeske, s**

- an steiler Kalkfelswand am Hang westlich der Eckaualm, nordöstliches Hochkaltergebiet, 1130 m, TK 8443/12

***Hookeria lucens* (Hedw.) Sm., s**

- in sickerfeuchten Bereichen auf Boden des westlichen Talhangs des Schapbachs, 820 m, TK 8443/21
- auf Erde am Rande eines Waldpfades rechts der Ramsauer Ache zwischen Ramsau und Hintersee, 730 m, TK 8343/33
- auf feuchtem Waldboden im Schluchtwald östlich der Hirschbichl-Staatsstraße bei km 32, Klausbachtal, 990 m, TK 8442/24

***Hygrohypnum luridum* (Hedw.) Jenn., v**

- auf überflutetem Kalkgestein in Bachbetten und auf feuchtem Kalkfels, 800–2200 m

***Hylocomium pyrenaicum* (Spruce) Lindb., z**

- auf übererdetem Kalkgestein, besonders in Alpenrosenheiden, 1000–1900 m

***Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G., h**

- auf feuchtem Kalkfels, an sickerfeuchten Böschungen, auf feuchtem Holz, in mächtigen oft überhängenden Decken und Filzen, 600–2250 m

***Hylocomium umbratum* (Hedw.) B.S.G., s**

- auf übererdetem Kalkfels kurz nach dem Grünsee Richtung Schwarzensee, 1530 m, TK 8443/43
- auf Waldboden südlich der Grubenalm, nördliches Watzmannggebiet, 1400 m, TK 8443/21
- auf Rohhumus in dichtem Latschengebüsch südlich der Gugelalm (verfallen), nördliches Watzmannggebiet, 1790 m, TK 8443/21



Abb. 20: *Homalothecium sericeum*, eine Art mit anliegender Beblätterung, die man auf trockenem Kalkgestein und auf der Borke von Bergahornen (*Acer pseudoplatanus*) findet.



Abb. 21: *Hypnum lacunosum*, eine meist braungrüne Art trockeneren Kalkgesteins.

Hymenostylium recurvirostre (Hedw.) Dix., **s**

- auf Kalkfels am Wegrand des Forstweges zwischen Hintersee und Schärtenalm, 1200 m, TK 8443/11
- Vorfeld, auf feucht-schattigem Kalkfels in der Almbachklamm, 620 m, TK 8344/13
- in einer Kalkfesspalte an einer Felswand im Landtalgraben, 1420 m, TK 8444/33
- an senkrechter Kalkfelswand nördlich der Stubenalm, nördliches Watzmanngebiet, 1000 m, TK 8443/21

Hypnum bambergeri Schimp., **z**

- auf Kalkfels in alpinen Lagen, 2000–2600 m

Hypnum callichroum Brid., **z**

- auf feuchtem Holz und wasserzügigem Waldboden in Bergwäldern, 850–1500 m

Hypnum cupressiforme Hedw. s.str., **h**

- auf allen Baumarten und auf Fels, auch auf Totholz, 600–1600 m

Hypnum hamulosum B.S.G. (hF)

- am Schneibstein mehrfach zwischen 1900 und 2000 m TK 8444/14 (3)

Hypnum lacunosum (Brid.) Hoffm., **v**

- auf besonntem Kalkfels in niedrigeren Lagen bis 1000 m

Hypnum lindbergii Mitt., **v**

- an feuchteren Stellen auf Almen und an nassen Wegrändern und in Sumpfwiesen, 800–1500 m

Hypnum mamillatum (Brid.) Loeske, **v**

- überwiegend auf Fichtenborke und liegendem Totholz in hochmontanen Wäldern, 1000–1200 m

Hypnum pallescens (Hedw.) P. Beauv., **s**

- mehrfach auf Borke von *Picea abies* im oberen Schapbachboden, 1040–1080 m, TK 8443/21; Differentialart der *Orthodicrano-Ptilidium-pulcherrimum*-Gesellschaft (Tab. 6)
- an Stammbasis von *Larix decidua* bei der Hochalm, nordöstliches Hochkaltergebiet, 1495 m, TK 8443/12

Hypnum pratense (Rabenh.) Hartm., **RL3** (hF)

- sumpfige Stellen am Königsseeufer bei Sankt Bartholomä 605 m TK 8443/42 (4); auf dem Saletstock am südlichen Königsseeufer 602 m TK 8443/44 (7)

Hypnum ravaudii Boul. ssp. *fastigiatum* (Hampe) Wijk & Marg., **v**

- in zarten Überzügen auf trockenem bis feuchtem Kalkgestein, 800–2180 m; VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)

Hypnum revolutum (Mitt.) Lindb., **s**

- auf feuchtem Kalkstein am Watzmann-Nordhang zwischen Falzkopf und Hocheck, 2300 m, TK 8443/23
- über Kalkfels nahe des Gipfels des Funtenseetauern, 2505 m, TK 8543/22
- im alpinen Rasen am Schneibsteingipfel, 2275 m, TK 8444/14

Hypnum sauteri Schimp., **z**

- in zarten Überzügen dicht angepreßt auf Kalkfelsen; 870–2100 m, VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)

Hypnum vaucheri Lesq., **s**

- in einer Kalkfesspalte am Hocheck, Watzmann, 2650 m, TK 8443/23

Isopterygium elegans (Brid.) Lindb.

- in einer Fesspalte auf Radiolarit im oberen Krautkasergraben am Weidbach, 1345 m, TK 8444/11

Isopterygium muellerianum (Schimp.) Jaeg. (hF)

- im Krautkasergraben bei 760 m und 1340 m TK 8444/11, auf Felsen am südwestlichen Königsseeufer 605 m TK 8443/44 (8)

Isopterygium pulchellum (Hedw.) Jaeg., **s**

- auf Erde in einer Kalkfesspalte am Pfad auf dem Grat zwischen Stuhljoch und Funtenseetauern, 2440 m, TK 8543/22
- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* östlich der Mitterkaser Diensthütte nördlich der Hochalm, nordöstliches Hochkaltergebiet, 1315 m, TK 8443/12
- unter einem Felsüberhang am Weg zwischen Grünsee und Funtensee, 1665 m, TK 8443/43

Isothecium alopecuroides (Dubois) Isov., **v**

- auf verschiedenen Baumarten, aber auch auf Kalkfels, 600–1100 m; Kennart der Bestände auf *Fagus sylvatica* (Tab. 6)

Kiaeria starkei (Web. & Mohr) Hagen, **RL3** (hF)

- auf Liasboden beim Teufelsgemäuer am Schneibstein 1950 m TK 8444/14 (3)

Lescurea mutabilis (Brid.) Lindb., **s**

- an der Stammbasis von *Acer pseudoplatanus* am Weg von der Röth (Wasseralm) zur Blauen Lacke, südliches Oberseegebiet, 1535 m, TK 8544/11
- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* westlich des Schwarzensees, 1580 m, TK 8443/12

Leskeella nervosa (Brid.) Loeske, **v**

- auf trockenerem Kalkgestein, in dünnen Decken, 600–2050 m; VOK-Kennart der Gesellschaften auf lebender Baumrinde (Tab. 6)

Leucobryum glaucum (Hedw.) Ångstr., **z**

- auf nadelstreureichem Waldboden, außerdem je einmal an einem Mostrand und auf einer Kalkfelsstirnfläche gefunden, 800–1850 m

Leucodon sciuroides (Hedw.) Schwaegr., **h**

- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* oder an trockenen Kalkfelsen, 600–1400 m; Kennart der *Leucodon sciuroides*-Gesellschaft (Tab. 6)

Meesia triquetra Ångstr., **RL1** (hF)

- Sümpfe am West- und Südufer des Funtensees 1600 m TK 8543/21 (3)

Meesia uliginosa Hedw., **z**

- an feuchtem bis ständig rieselfeuchtem Kalkfels an Felswänden oder in Karren oder Dolinen, 500–1650 m

Mnium marginatum (With.) P. Beauv., **s**

- auf Karbonatgestein, übererdeten Kalkfelsen und auf Erde, 650–1300 m

Mnium spinosum (Voit) Schwaegr., **z**

- auf Waldboden, auf Nadelstreu über Kalkgestein, auch auf Borke, 1000–1700 m



Abb. 22: *Meesia uliginosa*, eine Art kalkreicher Sumpfstandorte, aber auch auf nassem Kalkfels.

Mnium stellare Reich. ex Hedw., s

- auf Kalkfels in ausgedehnten Rasen im Schapbachtal westlich der Schapbach-Holzstube, 1000 m, TK 8443/21
- auf Borke von *Fagus sylvatica* östlich der Mitterkaser Diensthütte nördlich der Hochalm, nordöstliches Hochkaltergebiet, 1320 m, TK 8443/12
- auf Humus und morschem Holz südlich der Grubenalm im nördlichen Watzmann-Gebiet, 1400 m, TK 8443/21
- in übererdeten Kalkfesspalten südlich der verfallenen Gugelalm im nördlichen Watzmann-Gebiet, 1780 m, TK 8443/21

Mnium thomsonii Schimp., z

- auf ständig nassem Kalkgestein, oft in Überhängen, 900–1600 m

Myurella apiculata (Hüb.) B.S.G. (hF)

- am Funtensee TK 8543/21 (1); beim Watzmannhaus 1920 m TK 8443/23, am Steinberg im Hochkaltergebiet 1860 m TK 8443/12 & 11 (7)

Myurella julacea (Schwaegr.) B.S.G., s

- an einer Felswand am Weg von der Röth (Wasseralm) zur Blauen Lacke, 1535 m, TK 8544/11
- auf Kalkfels am Schneibsteingipfel, 2275 m, TK 8444/14
- Vorfeld, an senkrechtem Kalkfels oberhalb des Purtscheller Hauses Richtung Hoher Göll, Eckerfirst, 1830 m, TK 8344/34
- am oberen Ende des Sagarecksteigs kurz vor der

Einmündung in den Weg von der Wasseralm zum Grünsee, 1520 m, TK 8443/44

Neckera complanata (Hedw.) Hüb., z

- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* oder an trockenerem Kalkfels, 700–1400 m

Neckera besseri (Lobar.) Jur., RL3 (hF)

- in einer Kalkfelskluft auf der Königstalalm, 1500 m TK 8444/13 (3)

Neckera crispa Hedw., h

- an Kalkfelsen und an Borke von *Acer pseudoplatanus*, teilweise in mächtigen Gehängen, 600–1400 m; Kennart der *Neckera-crispa*-Bestände (Tab. 9, Teil 2)

Neckera pennata Hedw., RL1 (hF)

- an Buchen am Weg von Sankt Bartholomä zur Eiskapelle bei 650 m TK 8443/42 (4)

Neckera pumila Hedw., RL2, s

- am Stamm von *Fagus sylvatica* am Hang westlich der Eckaualm, nördliches Hochkalter-Gebiet, 1110 m, TK 8443/12
- am Stamm von *Fagus sylvatica* am westlichen Talhang des Schapbachs im Buchenwald oberhalb des Hauses Oberstanzer, 720 m, TK 8343/43
- auf Borke von *Fagus sylvatica* im Wimbachtal etwas nördlich des Wimbachschlosses, 920 m, TK 8443/14

Oligotrichum hercynicum (Hedw.) Lam. & Cand., s

- Vorfeld, auf lehmig-sandigem Boden am Nordhang des Ahornbüchsenkopfes, Roßfeldgebiet, 1540 m, TK 8344/44

- auf lehmigem Boden am Südhang des Farrenleiten, 1660 m, TK 8444/13

Oncophorus virens (Hedw.) Loeske, z

- auf kalkhaltiger, nasser Erde und auf Gestein in subalpinen bis alpinen Lagen, 1600–2150 m

Orthodicranum flagellare (Hedw.) Loeske (hF)

- mehrfach im Eisbachtal in Königsseenähe auf der Halbinsel von Sankt Bartholomä 605 m TK 8443/42 (7)

Orthodicranum montanum (Hedw.) Loeske, h

- auf Borke von *Picea abies* und auf mäßig bis stärker zersetztem Totholz, 600–1400 m; VO-Kennart der Totholzgesellschaften (Tab. 6 & 8.1), Kennart der *Orthodicrano-Ptilidium-pulcherrimum*-Gesellschaft (Tab. 6)

Orthothecium chryseum (Schwaegr.) B.S.G., RLR (hF)

- im Watzmanngebiet TK 8443/23, im Funtenseetauerengebiet TK 8543/22, am Glunkerer TK 8543/21 (1); auf Erde bei der Niederbrunnsulzenscharte 2120 m TK 8543/24 (2); auf der Göll-Leiten mehrfach bei 2400–2500 m TK 8444/12 und am Schneibstein 2200 m TK 8444/14 (6); am Steinberg im Hochkaltergebiet 1950 m TK 8443/12 und am Großen Hundstod 2560 m TK 8443/34 (7)

Orthothecium intricatum (Hartm.) B.S.G., z

- an feuchten und schattigen Kalkfelsen in Klüften und Spalten, 1000–1800 m; VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen mit Schwerpunkt in den schatt-

liebenden Gesellschaften, der *Seligeria-trifaria*-Gesellschaft, der *Conocephalum-conicum*-Ges. und dem *Pedinophylletum interrupti* (Tab. 9, Teil 1 & 2)

Orthothecium rufescens (Brid.) B.S.G., h

- an meist rieselnassen Kalkfelsen in auffälligen kupferglänzenden Rasen, 950–2450 m; schwache Kennart der *Conocephalum-conicum*-Gesellschaft (Tab. 9, Teil 1)

Orthotrichum affine Brid. ssp. *fastigiatum* (Brid.) Hartm., RL3, s

- Vorfeld, am Stamm von *Salix* sp. südwestlich des Hintersees, 790 m, TK 8343/33

Orthotrichum alpestre Hornsch., RL3, s

- auf Ramsaudolomit südwestlich des Stadelhorns am Schafelsteig unmittelbar an der bayerisch-österreichischen Grenze, Reiteralmgebiet, TK 8342/22, 1940 m

Orthotrichum anomalum Hedw., z

- auf besonnten Kalkfelsen, auch an Steinmauern, 600–1100 m

Orthotrichum cupulatum Brid.

- an einer Felswand am Hocheck, Watzmann, 2650 m, TK 8443/23

Orthotrichum lyellii Hook. & Tayl., RL3, z

- auf Borke von *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus*, 650–1100 m



Abb. 23: *Orthothecium rufescens*, eine auffällig kupferfarbige Art feuchter Kalkfelsen.

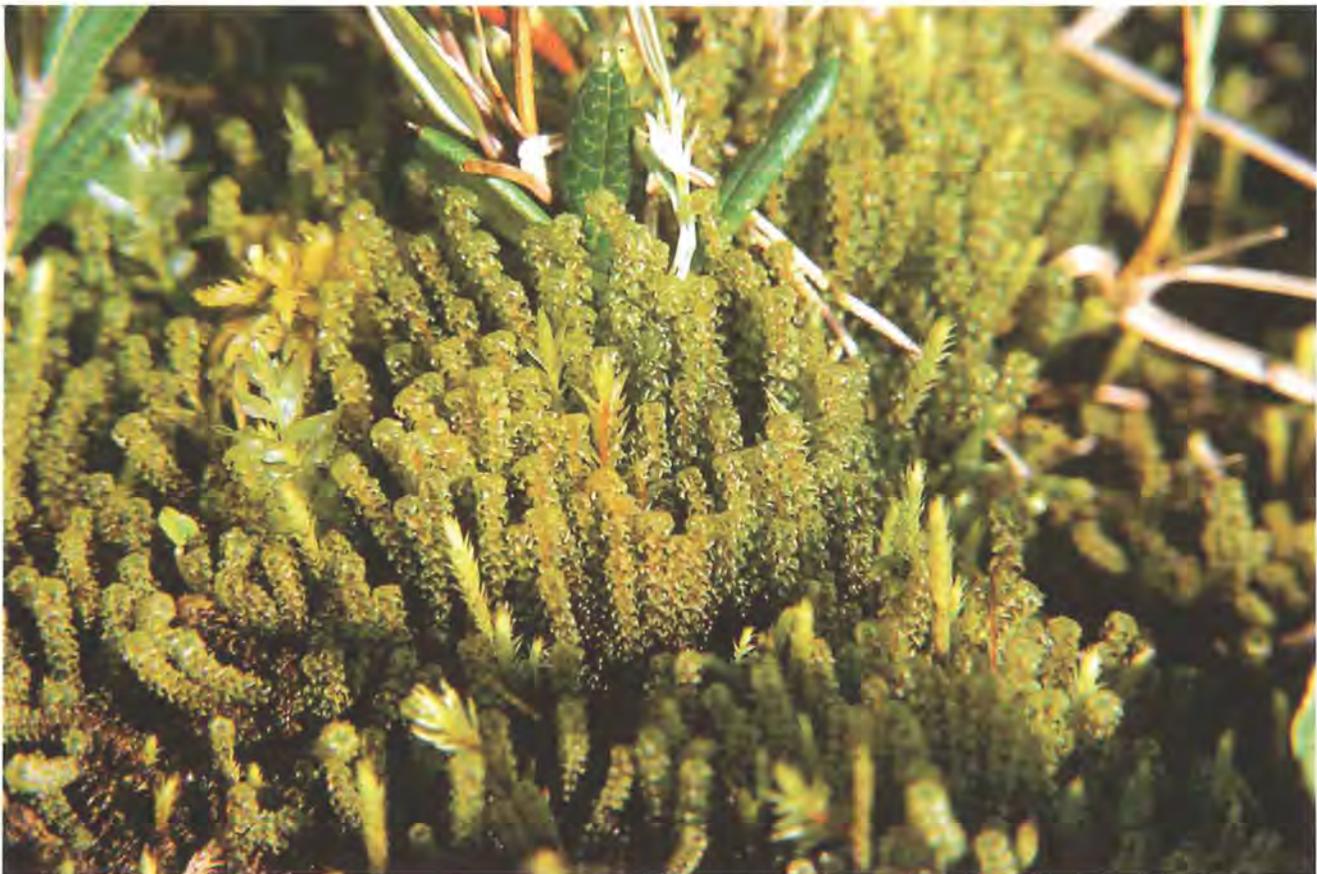


Abb. 24: *Paludella squarrosa* RL2, eine sehr seltene Moorart mit auffallend vierzeiliger Beblätterung an ihrem Standort im Rasenbinsen-Moor des „Schwimmenden Moos“, Lattengebirge.

***Orthotrichum obtusifolium* Brid., RL3, s**

- Vorfeld, am Stamm eines abgestorbenen Bergahorns (*Acer pseudoplatanus*) am Südwestufer des Hintersees neben der Straße, 790 m, TK 8343/33

***Orthotrichum pallens* Bruch., RL3, s**

- auf Borke von *Salix* sp. etwas nördlich der Eckaualm, nordöstliches Hochkalter-Gebiet, 1045 m, TK 8443/12

***Orthotrichum patens* Bruch. ex Brid. (hF)**

- am Verbindungsweg zwischen Königstal- und Königsbachalm (Lohmaisweg) bei 1380 m TK 8444/13 und im Wimbachtal bei 1240 m TK 8443/32 (7)

***Orthotrichum pumilum* Sw., RL3 (hF)**

- bei der Eiskapelle westlich von Sankt Bartholomä 800 m TK 8443/41, am Kehlstein 1480 m TK 8344/33 & 34, am Böselsteig an der Reiteralm 1120 m TK 8442/22 (8)

***Orthotrichum speciosum* Nees, RL3, z**

- auf Borke von *Acer pseudoplatanus*, auch auf trockeneren Kalkfelsen, 800–1050 m

***Orthotrichum stramineum* Hornsch., RL3, z**

- auf Borke von *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus*, 820–1070 m; Kennart der *Orthotrichum-stramineum*-Gesellschaft (Tab. 6)

***Orthotrichum striatum* Hedw., RL3, z**

- auf Borke von *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus*, 810–1020 m

***Oxystegus tenuirostris* (Hook. & Tayl.) A.J.E. Smith, s**

- an Stammbasis von *Fagus sylvatica* im Schneelahnwald, Wimbachtal, 1035 m, TK 8443/14

***Paludella squarrosa* (Hedw.) Brid., RL2, s**

- Vorfeld, im Flachmoorbereich des Schwimmenden Moos südöstlich des Moosenkopfes, 1340 m, Lattengebirge, TK 8343/13

***Paraleucobryum enerve* (Thed.) Loeske (hF)**

- auf Latschenhumus bei der Hochlandhütte im Hochkaltergebiet 1750 m TK 8443/11 bis 14 (4); mehrfach um den Funtensee 1610–1630 m TK 8543/21 und im Moor beim Baumgartl 1780 m TK 8543/21 (2); in Matten auf dem Schneibstein 2000 m TK 8444/14 (3); am Karlkopf westlich des Kammerlinghorns 2000 m TK 8442/42 (7); am Feldkogel im Funtenseegebiet 1850 m TK 8543/22 (8)

***Paraleucobryum longifolium* (Hedw.) Loeske, s**

- auf Borke von *Larix decidua* etwas unterhalb der Hochalm, 1480 m, TK 8443/12
- auf dem liegendem Stamm einer Rotbuche (*Fagus sylvatica*) im Schneelahnwald im Wimbachtal, 1035 m, TK 8443/14
- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* am Hang westlich der Eckaualm, nordöstliches Hochkaltergebiet, 1130 m, TK 8443/12
- an Stammbasis von *Fagus sylvatica* im Landtalgraben, östliches Oberseegebiet, 1275 m, TK 8444/33

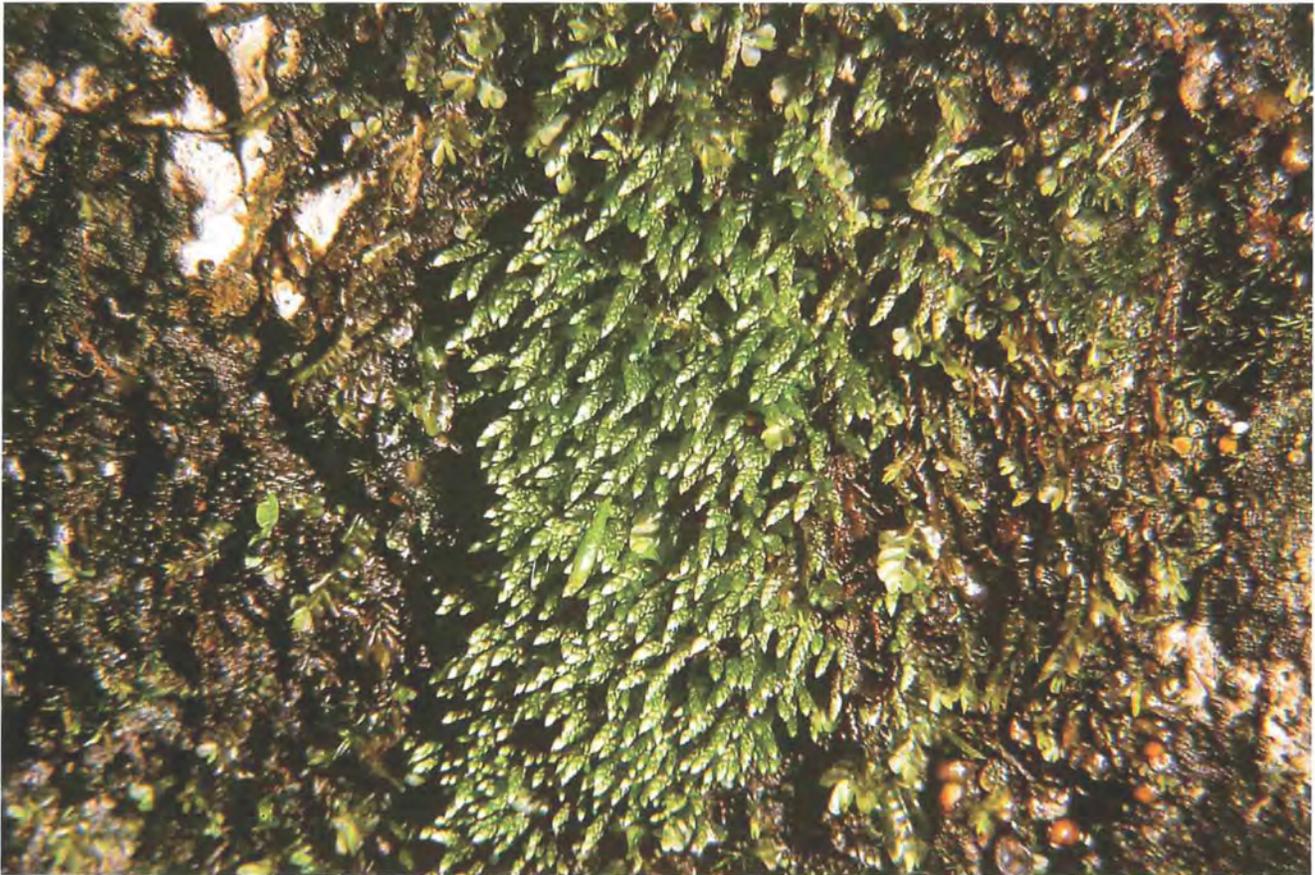


Abb. 25: *Plagiobryum zierii*, eine Art schattiger Kalkfelsstandorte, die auf den ersten Blick mit der bekannten und häufigen Art an Steinmauern, *Bryum argenteum*, verwechselt werden kann.



Abb. 26: *Plagiopus oederi*, eine stattliche Kalkfelsart, deren Kapseln kugelförmig sind.

- Philonotis caespitosa*** Wils.
– in einer Sumpfwiese bei Sankt Bartholomä 610 m TK 8443/42 (4)
- Philonotis calcarea*** (B.S.G.) Schimp., s
– im Seggenriet westlich des Funtensees, 1601 m, TK 8543/11
– im Kalkflachmoor südwestlich des Hintersees, 790 m, TK 8343/33
- Philonotis fontana*** (Hedw.) Brid., **RL3, s**
– im Flachmoor auf dem Gebiet der Sagereckalm (verfallen), südliches Königsseegebiet, 1360 m, TK 8443/44
– am Südufer des Königssees im Moor am Saletstock nördlich des Punktes „612,7“ (m), 603 m, TK 8443/44
- Philonotis seriata*** Mitt., **RLR, s**
– Vorfeld, in kleinen Kalksümpfen in der Mordau, ca. 1 km östlich des Taubensees, 930 m, TK 8343/32
- Philonotis tomentella*** Lor., **s**
– auf Erde zwischen Kalksteinen am Gipfel des Schneibstein, 2275 m, TK 8444/14
– in einer Karrenspalte am Ledererkopf südwestlich des Stuhljochs, 2100 m, TK 8543/12
- Plagiobryum demissum*** (Hook.) Lindb., **RL0**
– am Hohen Brett TK 8444/12 und im Funtenseetauerngebiet TK 8543/22 (1)
- Plagiobryum zierii*** (Hedw.) Lindb., **z**
– in humosen Kalkfelsnischen, bleiche weißliche Rasen bildend, 1100–2100 m
- Plagiomnium affine*** s.str. (Funck) Kop., **v**
– auf feucht-schattigem Waldboden und auf Kalkfels, 800–1400 m
- Plagiomnium cuspidatum*** (Hedw.) Kop., **v**
– auf feucht-schattigem Waldboden, auf Kalkfels und auf Holz, 600–1300 m
- Plagiomnium elatum*** (B.S.G.), **RL3, z**
– an und um Quellen, auf wasserzünftigem Waldboden, 700–900 m
- Plagiomnium medium*** (B.S.G.) Kop., **RL3** (hF)
– bei der Bindalm im oberen Klausbachtal 1100 m TK 8443/24 und bei der Dießbachscharte 2100 m TK 8443/34 (8)
- Plagiomnium rostratum*** (Schrad.) Kop., **z**
– auf übererdetem Gestein sowie auf wenig zersetztem Totholz und auf Waldboden, 700–1100 m
- Plagiomnium undulatum*** (Hedw.) Kop., **v**
– auf rieselfeuchtem und wechselfeuchtem Waldboden, auf übererdetem Kalkstein, 750–1100 m
- Plagiopus oederi*** (Brid.) Limpr., **v**
– auf beschatteten und feuchten Kalkfelsen, teilweise überhängende Polster bildend, 700–1300 m
- Plagiothecium cavifolium*** (Brid.) Iwats., **z**
– überwiegend auf schattigem Waldboden, auch an Stammbasen, 670–900 m
- Plagiothecium curvifolium*** Schlieph., **s**
– über Wurzeln von *Larix decidua* im Lärchenwald oberhalb der verfallenen Gugelalm, Watzmann-Nordhang, 1600 m, TK 8443/21
- Plagiothecium denticulatum*** (Hedw.) B.S.G., **z**
– auf Fichtenborke (Stammbasis) und Waldboden, 1000–1400 m
- Plagiothecium laetum*** B.S.G., **v**
– auf Fichten- und Lärchenborke, auf Totholz, 1000–1200 m; Differentialart der *Tetraphis-pellucida*-Gesellschaft (Tab. 6 & 8.1), Differentialart der *Orthodicrano-Ptilidium-pulcherrimum*-Gesellschaft (Tab. 6)
- Plagiothecium nemorale*** (Mitt.) Jaeg., **z**
– auf feuchtem Waldboden und auf übererdeten Kalkfelsen, 700–1100 m
- Plagiothecium platyphyllum*** Mönk., **RLG, s**
– auf Borke von *Fagus sylvatica* unterhalb der Mitterkaiser-Diensthütte nördlich der Hochalm, nordöstliches Hochkalter-Gebiet, 1320 m, TK 8443/12
- Plagiothecium undulatum*** (Hedw.) B.S.G., **z**
– auf oberflächlich versauertem oder nadelstreureichen Waldböden, 800–1200 m
- Plasteurhynchium striatulum*** (Spruce) Fleisch. (hF)
– auf Kalkfels auf dem Gebiet der Königstalalm 1650 m TK 8444/13 (3)
- Platygyrium repens*** (Brid.) B.S.G., **z**
– an Laub- und Nadelbaumarten sowie liegendem, wenig zersetztem Totholz, 700–1000 m
- Pleurozium schreberi*** (Brid.) Mitt., **z**
– auf Waldboden, auch auf stärker zersetzten Holzstümpfen, 750–1850 m
- Pogonatum aloides*** (Hedw.) P.Beauv., **z**
– an offenerdigen und kalkarmen (auch lehmigen) Stellen in höheren Lagen, 1100–1650 m
- Pohlia cruda*** (Hedw.) Lindb., **v**
– überwiegend an feuchteren Kalkfelsen, auch an Wegböschungen, 900–1800 m
- Pohlia cucullata*** (Schwaegr.) Bruch. (hF)
– weit verbreitet im Gebiet des heutigen Nationalparks (1)
- Pohlia drummondii*** (C.Müll.) Andr., **s**
– auf Erde am Weg vom Funtensee zum Stuhlgrabenkogel, 1800 m, TK 8543/12
- Pohlia elongata*** Hedw., **s**
– in einer Felsspalte (Radiolarit) am Weidbach im oberen Krautkasergraben, Jenner-Gebiet, 1345 m, TK 8444/14
- Pohlia filum*** (Schimp.) Maort, **RL3** (hF)
– auf dem Funtenseetauern im Steinernen Meer 2540 m TK 8543/22 (9)
- Pohlia longicolla*** (Hedw.) Lindb. (hF)
– zwischen Oberlahner (oberhalb der Saugasse) und Funtensee TK 8443/43 (1)
- Pohlia ludwigii*** (Spreng.) Broth., **RLR** (hF)
– am Hohen Brett im Göllgebiet TK 8444/12 und bei den Teufelshörnern TK 8544/11 (1)
- Pohlia nutans*** (Hedw.) Lindb., **z**
– an offenerdigen kalkarmen Stellen und in Moorheiden, 900–1360 m
- Pohlia rothii*** (Carr.) Broth. (hF)
– östlich der Farrenleitenwand, südwestlich der Königstalalm 1660 m TK 8444/13 (9)



Abb. 27: *Ptilium crista-castrensis* RL3, eine schöne und stattliche Art, die durch ihre farnwedelartige Beblätterung gut kenntlich ist.

Pohlia wahlenbergii (Web. & Mohr) Andrews in Grout, z
– an sandigen und lehmigen Stellen unter Felswänden oder an Bachläufen, an Wegböschungen, 800–1600 m

Polytrichum alpinum Hedw., v
– auf kalkhaltiger Erde, an Kalkfelsen, auf Humus über Baumstümpfen, 1450–2100 m

Polytrichum commune Hedw., s
– auf saurem Boden (über Radiolarit) im Fichtenwald zwischen Kühroint und Herrenroint, 1390 m, TK 8443/22
– auf Humus in ausgedehnten Rasen bei der Abzweigung des Wegs zur Eisbachscharte vom Weg 470 Richtung Schwarzbachwacht, Reiteralm, 1500 m, TK 8342/42

Polytrichum formosum Hedw., v
– überwiegend auf Waldböden, über Baumwurzeln und auf stärker zersetzten Baumstümpfen, 600–1600 m

Polytrichum juniperinum Hedw., z
– an offenerdigen Stellen, 1100–2200 m

Polytrichum longisetum Brid., RL3 (hF)
– im Moor beim Funtensee TK 8543/21 (10)

Polytrichum norvegicum Hedw. (hF)
– an der Dießbachscharte beim Ingolstädter Haus 2100 m TK 8443/34 (1); am Weg vom Funtensee zum Toten Weib in einem Schneetälchen 1900 m TK 8543/21 (2); in Schneetälchen um den Funtensee TK 8543/21 (9)

Polytrichum sexangulare Brid., s
– in einem Schneetälchen südwestlich des oberen Endes der Langen Gasse beim Rosenthalhörnl, äußerster südlicher Zipfel des Nationalparkgebietes, 2190 m, TK 8543/24

Polytrichum strictum Menz ex Brid., RL3, s
– Vorfeld, auf einem trockenen Bult im Hochmoor beim Böcklweiher nördlich Strub (westlich Berchtesgaden), 610 m, TK 8343/42
– auf Hochmoorbülten des Priesberger Moos, östliches Königsseegebiet, 1365 m, TK 8443/13
– im Hochmoorbereich des Saletstocks am südlichen Königsseeufer, 600 m, TK 8443/44

Pottia truncata (Hedw.) B.S.G., s
– Vorfeld, auf blanker Erde einer Buckelwiese beim Wirtshaus Datzmann östlich des Hintersees, 780 m, TK 8343/33

Pseudoleskea incurvata (Hedw.) Loeske, z
– an mehr oder weniger besonnten Kalkfelsen, 1150–2200 m; schwache Kennart der *Tortula-norvegica*-Gesellschaft (Tab. 9, Teil1), VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)

Pseudoleskea radicata (Mitt.) Kindb. & Mac. var. *denudata* (Mitt.) Wijk & Marg., RLR (hF)
– im Königstal bei 1560 m TK 8444/13 (8)

Pseudoleskeella catenulata (Schrad.) Kindb., v
– an trockeneren und nicht beschatteten Kalkfelsen, dünne Decken bildend, 600–2600 m

Pterigynandrum filiforme Hedw., v

- meist an Stamm von *Acer pseudoplatanus*, auch an *Fagus sylvatica*, 600–1150 m; Kennart der *Leucodon-sciuroides*-Gesellschaft und der Bestände auf *Fagus sylvatica* (Tab. 6)

Ptilium crista-castrensis (Hedw.) De Not., RL3, s

- auf der Wegböschung westlich der Schärtenalm, Hochkalter-Gebiet, 1260 m, TK 8443/11
- auf Humus im Latschengebüsch südlich der Gugelalm, Watzmann-Nordhang, 1635 m, TK 8443/21
- im Hochmoorbereich des Saletstocks am südlichen Königsseeufer 600 m TK 8443/44

Ptychodium plicatum (Web. & Mohr) Schimp., v

- an unbeschatteten und eher besonnten Kalkfelsen höherer Lagen, 1150–2500 m; schwache Kennart der *Tortula-norvegica*-Gesellschaft (Tab. 9, Teil 1), VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)

Pylaisia polyantha (Hedw.) B.S.G., RL3, z

- auf verschiedenen Baumarten und auf Totholz, fast immer reichlich fruchtend, 600–1050 m

Racomitrium canescens s.str. (Hedw.) Brid., z

- ausschließlich auf besonnten und trockenen Kalkfelsen, 600–1650 m

Racomitrium lanuginosum (Hedw.) Brid., s

- an einem Bultrand im Hochmoorbereich des Priesberger Moores, 1360 m, östliches Königsseegebiet, TK 8444/13

Rhabdoweisia crispata (With.) Lindb., RLR, s

- auf Radiolaritfels im Krautkasergraben am Weidbach, 1345 m, TK 8444/11

Rhizomnium pseudopunctatum (B.S.G.) Kop., RL1, s

- am sumpfigen Grund eines Kessels zwischen Unterlahneralm (verfallen) und Mausalmbeck, südwestliches Königsseegebiet, 970 m, TK 8443/43

Rhizomnium punctatum (Hedw.) Kop., h

- auf feuchtem Kalkgestein, auf Totholz, Waldboden und auf Baumborke, meist *Picea abies*, 600–1800 m; Kennart der *Nowellia-curvifolia*-Gesellschaft (Tab. 8.1)

Rhodobryum roseum (Hedw.) Limpr., z

- auf krautreicherem Waldboden, an feuchteren Grasplätzen, an Böschungen, 600–1400 m

Rhynchostegium murale B.S.G., z

- an beschattetem und mäßig feuchtem Kalkgestein, auch auf Holz, 840–1750 m; VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)

Rhynchostegium riparioides (Hedw.) Card., s

- auf überflutetem Kalkstein im Klausbach, auf Höhe km 32,0 der Staatsstraße zum Hirschbichl, 1040 m, TK 8443/24
- Vorfeld, auf überflutetem Kalkstein am südseitigen Ufer der Ramsauer Ache beim E-Werk Ramsau, 630 m, TK 8343/34
- im Sumpfgebiet südwestlich des Hintersees, 790 m, TK 8343/33

Rhytidiadelphus loreus (Hedw.) Warnst., h

- auf Fichtenwaldboden, auf Baumstümpfen und Tot-

holz, 600–1400 m; VO-Kennart der Totholzgesellschaften (Tab. 8.1)

Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst., z

- an Böschungen und an feuchteren Grasplätzen, 500–1250 m

Rhytidiadelphus subpinnatus (Lindb.) T. Kop., z

- an feuchteren Stellen auf Boden im Bergwald, 800–1200 m

Rhytidiadelphus triquetrus (Hedw.) Warnst., h

- auf Waldboden, an Kalkfelsen und auf älteren Baumstümpfen, 570–1670 m

Rhytidium rugosum (Hedw.) Kindb., z

- bevorzugt in sonnigen alpinen Rasen oder an trockenen Kalkfelsen, 1100–2400 m

Saelania glaucescens (Hedw.) Broth., RLO (hF)

- am Schneibstein TK 8444/14 (1); im Göllgebiet 2350 m TK 8444/12 (8)

Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske, h

- auf Baumstümpfen, auf Totholz, an Bäumen, auf feuchtem Boden, an Kalkfelsen und feuchten Steinmauern, 640–1820 m; Differentialart der *Nowellia-curvifolia*-Gesellschaft (Tab. 8.1)

Schistidium apocarpum (Hedw.) B.S.G., h

- an trockeneren und besonnten bis mäßig beschatteten Kalkfelsen, 800–2300 m; VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)

Schistidium atrofusum (Schimp.) Limpr., s

- über Kalkfels am Schneibsteingipfel, 2275 m, TK 8444/14

Schistidium confertum (Funck) B.S.G. (hF)

- am Landtalsteig im südöstlichen Oberseegebiet 1700 m TK 8444/33 (8)

Scleropodium purum (Hedw.) Limpr., z

- auf krautreichen Waldböden und an Böschungen der Waldwege, 830–1180 m

Scorpidium scorpioides (Hedw.) Limpr., RL3, s

- Vorfeld, in einem Moortümpel im Sumpfgebiet südwestlich des Hintersees, 790 m, TK 8343/33
- Vorfeld, in ausgedehnten Decken in kleinflächigen Kalksümpfen in der Mordau, 1 km östlich des Taubensees, 930 m, TK 8343/32

Scorpidium turgescens (T. Jens.) Loeske, RL2, s

- im Niedermoorbereich der Verlandungszone des Schwarzensees, 1570 m, TK 8443/44

Seligeria alpestris Schauer, RLG, s

- Vorfeld, in ausgedehnten lockeren Räschen an schattig-feuchtem Kalkstein in der Almbachklamm, TK 8344/13

Seligeria calcarea (Hedw.) B.S.G., s

- in einem Kalktuff westlich der Koppenwand, Watzmann-Nordhang, 960 m, TK 8443/21

Seligeria donniana (Sm.) C.Müll., s

- in feucht-schattiger Kalkfelsnische im Fichten-Lärchenwald westlich Kührint, 1440 m, TK 8443/23

Seligeria pusilla (Hedw.) B.S.G., z

- an senkrechten oder überhängenden Kalkfelswänden, in Kalkfelsnischen, 900–1380 m; schwache Kennart der *Seligeria-trifaria*-Gesellschaft (Tab. 9, Teil 1)

Seligeria recurvata (Hedw.) B.S.G., s

- an einer Felswand im Krautkasergaben am Weidbach, Jenner-Gebiet, 1345 m, TK 8444/11

Seligeria trifaria (Brid.) Lindb., z

- in extrem schattigen und feuchten Kalkfelsnischen in lockeren Räschen, 700–1820 m; Kennart der *Seligeria trifaria*-Gesellschaft (Tab. 9, Teil 1)

Sharpiella seligeri (Brid.) Iwats., z

- an älteren Baumstümpfen und auf morschem Holz, 820–1010 m; VO-Kennart der Totholzgesellschaften (Tab. 8.1)

Sphagnum angustifolium (Russ.) C.Jens., s

- Vorfeld, in Bulten im Hochmoor südlich des Böcklweiher nördlich Strub (westlicher Ortsteil von Berchtesgaden), 610 m, TK 8343/42

Sphagnum capillifolium (Ehrh.) Hedw., s

- Vorfeld, am Rand eines kleinen Moores auf dem östlichen Gebiet der Moosenalm, Lattengebirge, 1390 m, TK 8343/13
- auf Rohhumus in dichtem Latschengebüsch südlich der Gugelalm am Watzmann-Nordhang, 1790 m, TK 8443/21
- Vorfeld, im Schwimmenden Moos, südliches Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14

Sphagnum centrale C. Jens., RL3

- Vorfeld, im Schwimmenden Moos im südlichen Lattengebirge, 1360 m TK 8343/13 & 14

Sphagnum compactum DC., RL3, s

- in der Hochmoorheide des Priesberger Moos, östliches Königsseegebiet, 1360 m, TK 8444/13
- im Rasenbinsen-Hochmoor des Schwimmenden Moos, südliches Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14
- im Sagereckmoor zwischen Simetsberg und Halsköpfl, 1360 m, TK 8443/44

Sphagnum contortum K.-F. Schultz, RL3, s

- Vorfeld, im Schwimmenden Moos östlich der Moosenalm, Lattengebirge, 1340 m, TK 8343/13

Sphagnum cuspidatum Hoffm. em. Warnst., RL3, s

- in Schlenken des Priesberger Moos, östliches Königsseegebiet, 1360 m, TK 8444/13
- Vorfeld, in Schlenken im Hochmoor beim Böcklweiher nördlich Strub, westlicher Ortsteil von Berchtesgaden, 610 m, TK 8343/42

Sphagnum fallax v. Klingg., s

- auf feuchtem Fichtenwaldboden zwischen dem Hintersee und dem Haus Antenbichl (rechts der Ramsauer Ache), 720 m, TK 8343/33
- im westlichen Niedermoorbereich des Priesberger Moos, 1360 m, TK 8444/13

Sphagnum flexuosum Dozy & Molk., s

- im Rasenbinsen-Hochmoor des Schwimmenden Moos, südliches Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14

Sphagnum fuscum (Schimp.) v. Klingg. (hF)

- auf dem Saletstock am südlichen Königsseeufer 600 m TK 8443/44 (7)

Sphagnum girgensohnii Russ., s

- auf saurem Fichtenwaldboden zwischen Herrenröint und Kühröint, nordöstliches Watzmanngebiet, 1390 m, TK 8443/22
- im Flachmoorbereich des Priesberger Moos, östliches Königsseegebiet, 1340 m, TK 8444/13

Sphagnum magellanicum Brid., s

- Vorfeld, bultbildend in dem Hochmoor beim Böcklweiher nördlich Strub, westlicher Ortsteil von Berchtesgaden, 610 m, TK 8343/42
- in einem kleinen Moor auf dem östlichen Teil der Moosenalm, Lattengebirge, 1390 m, TK 8343/13
- im Schwimmenden Moos östlich der Moosenalm, Lattengebirge, 1340 m, TK 8343/13 & 14
- im Hochmoorbereich des Saletstocks am südlichen Königsseeufer, 600 m, TK 8443/44

Sphagnum obtusum Warnst., RLG, s

- im Flachmoor auf dem Gebiet der Sagereckalm (verfallen), südliches Königsseegebiet, 1360 m, TK 8443/44

Sphagnum papillosum Lindb., RL3, s

- Vorfeld, in einer Schlenke im Hochmoor beim Böcklweiher nördlich Strub, westlich von Berchtesgaden, 610 m, TK 8343/42
- in Schlenken des zentralen Moores der Priesberger Moos, östliches Königsseegebiet, TK 8444/14

Sphagnum platyphyllum (Braithw.) Warnst., RL2, s

- in Schlenken des Priesberger Moos, östliches Königsseegebiet, 1360 m, TK 8444/13

Sphagnum quinquefarium (Braithw.) Warnst., z

- an quelligen Stellen in Bergwäldern, auf Kalkfelsen mit dickerer Humusaufgabe, 700–1400 m

Sphagnum rubellum Wils.

- Vorfeld, am Rand eines Bultes mit Legföhren im Hochmoor beim Böcklweiher nördlich Strub, westlich von Berchtesgaden, 610 m, TK 8343/42
- im Hochmoorbereich des Saletstocks am südlichen Königsseeufer, 600 m, TK 8443/44

Sphagnum russowii Warnst., s

- in einem kleinen Moor auf dem östlichen Teil der Moosenalm, südliches Lattengebirge, 1380 m, TK 8343/13

Sphagnum subnitens Russ. & Warnst., RL2, s

- auf Bülden des Hochmoorbereichs des Priesberger Moos, 1360 m, TK 8444/13

Sphagnum subsecundum Nees, s

- im Flachmoorbereich des Priesberger Moos, östliches Königsseegebiet, 1360 m, TK 8444/14
- Vorfeld, im Schwimmenden Moos (Flachmoor), östlich der Moosenalm, südliches Lattengebirge, TK 8343/14

Sphagnum tenellum (Brid.) Brid., RL3, s

- am Rand einer Schlenke im Priesberger Moos, östliches Königsseegebiet, 1360 m, TK 8444/14

Sphagnum teres (Schimp.) Ångstr., s

- im Schwimmenden Moos im südlichen Lattengebirge, 1360 m, TK 8343/13 & 14



Abb. 28: *Sphagnum teres*, eine der weniger häufigen Torfmoosarten, die meist semmelfarbige Polster ausbildet; hier im Rasenbinsen-Hochmoor des „Schwimmenden Moos“ im Lattengebirge.



Abb. 29: *Splachnum ampullaceum*, auf Kuhdung in einem Quellmoor.

***Sphagnum warnstorffii* Russ., RL3, s**

- Vorfeld, im Flachmoor des Schwimmenden Moos, östlich der Moosenalm, südliches Lattengebirge, 1340 m, TK 8343/14

***Splachnum ampullaceum* Hedw., RL3, s**

- Vorfeld, auf verrottetem Kuhdung in der Mordau, 1 km östlich des Taubensees, 930 m, TK 8343/32
- Vorfeld, auf verrottetem Kuhfladen im Schwimmenden Moos östlich der Moosenalm, südliches Lattengebirge, 1340 m, TK 8343/13 & 14
- am Rand des Priesberger Moos auf Kuhdung, östliches Königseegebiet, 1360 m, TK 8444/14

***Splachnum sphaericum* Hedw. fide Hook. & Tayl., s**

- auf Erde südlich der Gugelalm (verfallen) am Watzmann-Nordhang, 1790 m, TK 8343/21

***Stegonia latifolia* (Schwaegr.) Vent., RLR (hF)**

- im Kammerlinghorngebiet TK 8443/31, im Funtenseetauerngebiet TK 8543/22, am Hohen Brett TK 8444/12, am Schneibstein TK 8444/14 (1)

***Taxiphyllum wissgrillii* (Garov.) Wijk & Marg. (hF)**

- auf Liasfelsen über dem Böslgütl 900 m (4); mittleres Alpental im Göllgebiet 1250 m TK 8444/11 und am Trischübel 1780 m TK 8443/32 (6)

***Tayloria froelichiana* (Hedw.) Mitt., s**

- im alpinen Rasen zwischen Kalksteinen unterhalb des Stuhljochs bei der Abzweigung Richtung Ledererkopf, 2225 m, TK 8543/22
- auf Erde am Weg vom Funtensee Richtung Stuhlgrabenkogel, 1800 m, TK 8543/21
- auf Erde zwischen Kalksteinen am Schneibstein, 2060 m, TK 8444/14

***Tayloria lingulata* (Dicks.) Lindb., s**

- in einer sumpfigen Senke unterhalb des Weges zum Stuhljoch via Ledererkopf kurz nach der Abzweigung vom Weg 429, südöstliches Funtenseegebiet, 1960 m, TK 8543/21

***Tayloria rudolphiana* (Garov.) B.S.G., RL2, s**

- an Stamm von *Acer pseudoplatanus* südlich der Diensthütte bei der Wasseralm (In der Röth), 1550 m, TK 8544/11
- in einer Astgabel von *Acer pseudoplatanus* am Weg vom Grünsee zum Schwarzensee kurz nach der Abzweigung des Sagerecksteigs, 1525 m, TK 8443/44

***Tayloria splachnoides* (Schwaegr.) Hook., RLR (hF)**

- am Trischübel 1780 m TK 8443/32 und im Göllgebiet TK 8444/12 (1)

***Tayloria serrata* (Hedw.) B.S.G., s**

- auf stark verrottetem Kuhdung südlich der Grubenalm, Watzmann-Nordhang, 1400 m, TK 8443/21
- über Kalkgestein an mehreren Stellen zwischen Watzmann-Haus und Hocheck, 2150 bis 2400 m, TK 8443/23

***Tetraphis pellucida* Hedw., h**

- auf mäßig bis stark zersetztem Totholz, auch auf risiger Borke älterer Bäume, 820–1550 m; Kennart der *Tetraphis-pellucida*-Gesellschaft (Tab.6 & 8.1), Differentialart der *Orthodicrano-Ptilidium-pulcherrimum*-Gesellschaft (Tab. 6)

***Tetraplodon angustatus* (Hedw.) B.S.G., RLR (hF)**

- bei der Blaueishütte am Hochkalter 1750 m TK 8443/11 (6)

***Tetraplodon mnioides* (Hedw.) B.S.G., RL3, s**

- Vorfeld, auf Humus oberhalb des Purtscheller Hauses Richtung Hoher Göll, Eckerfirst, 1830 m, TK 8344/34
- in einem ausgedehnten Polster im als Schafweide genutzten alpinen Rasen unterhalb des Stuhljochs, südöstliches Funtenseegebiet, 2400 m, TK 8543/22

***Tetraplodon urceolatus* (Brid.) B.S.G., RL0**

- am Schneibstein 2100 m TK 8444/14, am Kahlersberg 2300 m TK 8444/31, am Schönfeld am Hanauer Laubl bis Wildalmriedel im Hagengebirge TK 8444/33, vom Hohen Brett bis zum Torrener Joch TK 8444/12 (1); bei der Niederbrunnsulzenscharte im Steinernen Meer 2300–2375 m TK 8543/24 (2)

***Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Nieuwl., s**

- Vorfeld, an feucht-schattiger Felswand zwischen der Verbindungsstraße Ramsau-Hintersee und der Ramsauer Ache östlich des Hintersees, 775 m, TK 8343/33
- auf überhängendem Kalkfels am Hang westlich der Eckaualm, nordöstliches Hochkaltergebiet, 1130 m, TK 8443/12
- auf Fels am Weidbach im Krautkasergraben, Jennergebiet, 1245 m, TK 8444/11

***Thuidium delicatulum* (Hedw.) Mitt., z**

- auf Almflächen in Magerrasen, aber auch auf Waldboden, 700–1100 m

***Thuidium philibertii* Limpr., z**

- auf flachgründigen, steinigen Böden und auf Kalkfelsen, 800–1450 m

***Thuidium tamariscinum* (Hedw.) B.S.G., h**

- auf Waldböden, Baumstümpfen und morschem Totholz, 780–1400 m

***Timmia austriaca* Hedw., RLR (hF)**

- im oberen Wimbachtal TK 8443/32 (1)

***Timmia bavarica* Hessel., RLR, s**

- auf übererdetem Kalkstein in ausgedehnten Rasen, meist in Nischen, Watzmannkar, 1900 m, TK 8443/23

***Timmia norvegica* Zett., z**

- in Kalkfesspalten oder -nischen, am steinigen Grund von Dolinen, in Schuttkaren, 1600–2500 m

***Tortella fragilis* (Hook. & Wils.) Limpr. (hF)**

- an trockener Felswand der Gletscherquellen in Ramsau 700 m TK 8343/34 (4)

***Tortella inclinata* (Hedw. f.) Limpr., s**

- auf Kalkfels westlich der Schärtenalm, nördliches Hochkaltergebiet, 1020 m, TK 8443/11
- auf Erde am Weg vom Funtensee Richtung Stuhlgrabenkogel, 1790 m, TK 8543/12

***Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr., h**

- an Kalkfelsen, in Spalten und Klüften, aber auch großflächig Kalksteine bedeckend, 600–2520 m; Kennart des *Tortello-Ctenidietum mollusci*, VOK-Kennart der Moosbestände auf Kalkfelsen (Tab. 9, Teil 1 & 2)



Abb. 30: *Ulota crispa*, ein im Flachland wegen Luftverschmutzung selten gewordenes Rindenmoos, das in den Alpen aber noch weit verbreitet ist.

***Tortula mucronifolia* Schwaeagr., s**

- in einer Felsspalte am Hocheck, Watzmann, 2650 m, TK 8443/23

***Tortula muralis* Hedw., s**

- Vorfeld, auf der Vertikalfäche einer Steinmauer am Fürstensteinweg zwischen Markt und Kalvarienberg, Berchtesgaden, 610 m, TK
- Vorfeld, an einer Straßenmauer beim Oberwirt in Ramsau, 670 m, TK 8443/23

***Tortula norvegica* (Web. f.) Wahlenb.ex Lindb., z**

- auf Kalkgestein, auch in hochalpinen Schneetälchen oder Vernässungen, 1600–2580 m; Kennart der *Tortula-norvegica*-Gesellschaft (Tab. 9, Teil 1)

***Tortula ruralis* (Hedw.) Gärtln., Meyer & Scherb., z**

- an Steinmauern und auf Kalkgestein, 610–1130 m

***Tortula sinensis* (C. Müll.) Broth., RL0 (hF)**

- Watzmanngebiet TK 8443/23 (1)

***Trematodon ambiguus* (Hedw.) Hornsch., RL2 (hF)**

- im Funtenseegebiet TK 8543/21

***Trichostomum crispulum* Bruch, s**

- auf ständig nassem Kalkfels in der Wimbachklamm, 700 m, TK 8443/21

***Ulota coarctata* (P. Beauv.) Hammar, RL2, s**

- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* im Klausbachtal, am Hang westlich der Hirschbichl-Staatsstraße zwischen km 31 und 32, südöstlich der Sulzenstein-Diensthütte, 1150 m, TK 8442/24

***Ulota crispa* (Hedw.) Brid., h**

- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* und *Fagus sylvatica*, 610–1580 m; VOK-Kennart der Gesellschaften der lebenden Baumrinde (Tab. 6)

***Weisia controversa* Hedw. (hF)**

- im Funtenseegbiet TK 8543/21 (1)

***Weisia wimmeriana* (Sendt.) B.S.G., RLG, s**

- an sandig-lehmiger Wegböschung etwas westlich des Schneibsteinhauses, Jennergebiet, 1700 m, TK 8444/11

***Zygodon dentatus* Breidl., z**

- auf Borke von *Acer pseudoplatanus* und *Fagus sylvatica*, 630–1580 m

***Zygodon viridissimus* (Dicks.) Brid., RL3 (hF)**

- im Wimbachtal auf *Fagus sylvatica* 1000 m TK 8443/14 (6); an *Acer pseudoplatanus* in der Bartholomä-Au 605 m TK 8443/42 (7)

4 Bioindikation

4.1 Grundlagen der Bioindikation

Unter Bioindikation versteht man die Anzeige (lat. *indicare*: anzeigen) von abiotischen und biotischen Standortfaktoren durch biologische Systeme (SCHUBERT 1991). Als Bioindikatoren im weiteren Sinn bezeichnet man dementsprechend Organismen oder Organismengemeinschaften, die als Zeiger für bestimmte Umweltfaktoren natürlicher Art oder infolge menschlichen Einwirkens verwendet werden können.

Nach dieser weitgefaßten Definition ist jede biologische Art ein Bioindikator, da sich im Laufe der Evolution jede Art an einen Komplex von Standortfaktoren angepaßt hat und diesen im Besetzen der ökologischen Nische anzeigt. Diese natürliche Bioindikation macht man sich in der Land- und Forstwirtschaft, der Vegetationskunde und anderen Disziplinen schon seit langem zunutze. So sagt man, daß eine Art Feuchte- oder Kalkzeiger ist usw. Seit einigen Jahrzehnten interessiert man sich jedoch zunehmend für solche Bioindikatoren, die anthropogene Faktoren anzeigen. Im Zuge zahlreicher Programme und Projekte der Umweltüberwachung hat man weltweit schon eine unübersehbare Zahl an tierischen oder pflanzlichen Organismen als Bioindikatoren eingesetzt. Somit sind Bioindikatoren im engeren Sinn Organismen, die auf Schadstoffbelastungen mit Veränderung ihrer Lebensfunktionen antworten, also eine möglichst

spezifische Reaktion (Reaktionsindikatoren) zeigen oder den bzw. die betreffenden Schadstoffe aufnehmen und anreichern (Akkumulationsindikatoren), also akkumulieren (ARNDT, NOBEL & SCHWEIZER 1987).

Grundsätzlich stehen zwei Verfahren zur Verfügung, wie Bioindikatoren eingesetzt werden können: aktives und passives Monitoring (anglo-amerikanisch *to monitor*: kontrollieren, überwachen).

Beim aktiven Monitoring werden unter Laborbedingungen gezüchtete, *standardisierte* Organismen, d.h. solche mit genau bekannter Reaktionsnorm auf bestimmte Schadstoffe, in die Umwelt ausgebracht und die dann unter Schadstoffeinwirkung eintretenden Reaktionen kontrolliert. Beispiele sind die Standard-Graskultur oder die speziell ozon-sensitive genetische Variation der Tabakpflanze *Nicotiana tabacum* Sorte Bel W3.

Beim passiven Monitoring überwacht man an natürlichen Standorten vorkommende Organismen auf feststellbare physiologische und/oder morphologische Veränderungen oder mißt im Labor die in dem Indikatororganismus akkumulierten Schadstoffe.

Bekannt sind in diesem Zusammenhang die zahlreichen Monitoringprojekte mit Flechten hinsichtlich der Luftreinheit, die artabhängig unterschiedlich sensitiv auf die SO₂-Konzentrationen in der Luft reagieren. Man kann mit Flechtenkartierungen somit längerfristige SO₂-Konzentrationen quantitativ ermitteln, da bekannt ist, welche Flechtenarten bei welchen Konzentrationen noch leben können: Fehlt beispielsweise in einem Gebiet

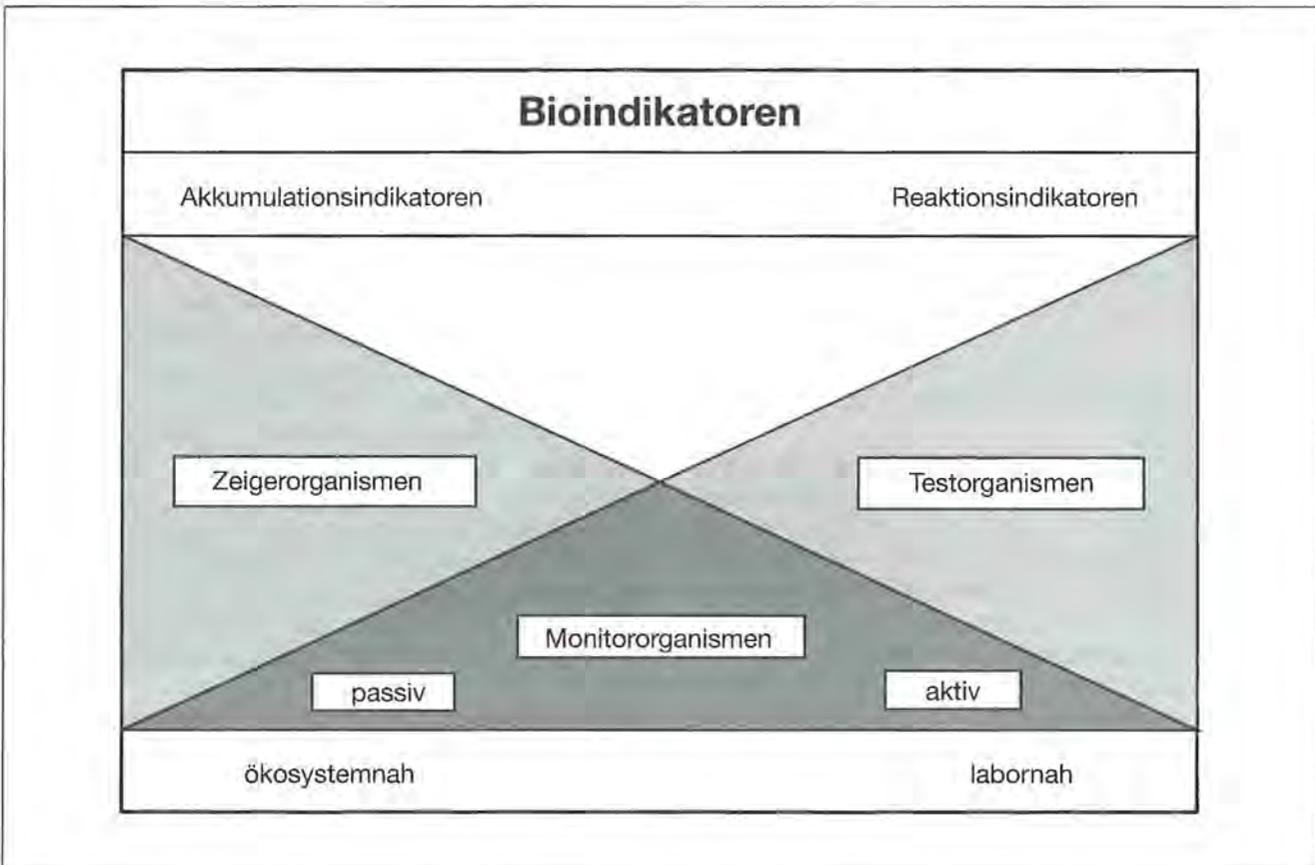


Abb. 31: Übersicht zur Benennung unterschiedlicher Indikationsverfahren (NACH ARNDT, NOBEL & SCHWEIZER 1987).

eine sensible Art, die standortstypisch dort wachsen sollte oder früher dort gewachsen ist, ist von einer höheren SO_2 -Konzentration auszugehen als diese Art vertragen kann. Die Abstufungsmöglichkeiten mit einer größeren Zahl von unterschiedlich sensitiven Flechten-Arten sind ziemlich fein.

Bioindikatoren können daher in vielen Fällen aufwendige technische Verfahren als kostengünstige Alternative ersetzen. Besonders in Baden-Württemberg sind außerordentlich viele landesweite Bioindikatoren-Meßnetze, sogenannte Wirkungskataster, in Betrieb.

Entsprechend der Organisationsstufen biologischer Systeme kann man auch für die Bioindikation verschiedene Bioindikationsstufen schwerpunktmäßig heranziehen. Beginnend bei Reaktionen auf zellulärem Niveau (biochemische und physiologische Reaktionen) über individuelle (anatomische, morphologische, biorhythmische und Verhaltens-Abweichungen) bis hin zu Änderungen überindividueller Aggregate, d.h. Organismengemeinschaften, Biotope, Landschaftsausschnitte etc. Hinsichtlich der Anforderungen an einen zum Einsatz kommenden Bioindikator gelten folgende Grundsätze (SCHUBERT 1991):

Die Bioindikation muß verhältnismäßig schnell durchführbar sein und muß ausreichend genaue und reproduzierbare Ergebnisse liefern. Die verwendeten Bioindikatoren sollen außerdem in großer Zahl in einheitlicher Qualität zur Verfügung stehen. Der Fehlerbereich der Bioindikation soll im Vergleich zu anderen Testverfahren gering sein.

4.2 Moose als Schadstoffindikatoren

Moose (*Bryophyta*) sind eine Gruppe der Pflanzen und werden zusammen mit Flechten, Pilzen, Algen und Farne als Kryptogamen bezeichnet. Moose finden als Schadstoffindikatoren in vielen Ländern Verwendung, aber ihre Einsatzhäufigkeit spiegelt ihre besonders gute Eignung als Bioindikator bei weitem nicht wider, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, daß die Bestimmung – von wenigen leicht kenntlichen Moosen abgesehen – relativ schwierig ist und einige Erfahrung erfordert.

Moose haben im folgenden genannte Eigenschaften, die sie als Bioindikatoren geeignet machen (HOCK & ELSTNER 1984):

Moose decken ihren Nährstoffbedarf überwiegend aus der Atmosphäre, das bedeutet sie nehmen Nährstoffe aus Niederschlägen und aus der Luft über ihre meist einzellschichtige Blättchenoberfläche und die Epidermisoberfläche anderer Sproßteile auf; Moosepidermen haben keine Cuticula (wachsartige, weitgehend undurchlässige Abschlußschicht der Epidermis höherer Pflanzen), so daß Moose eine Stoffaufnahme über ihre Oberfläche nicht verhindern können. Moose können die Schadstoffaufnahme auch nicht regulieren über Stomata (Spaltöffnungen), sofern sie überhaupt vorhanden sind. Die „Wurzeln“ (= Rhizoide) der Moose dienen im Gegensatz zu höheren Pflanzen nur der Verankerung der Moose im Substrat und nicht der Wasser- und Nährstoffaufnahme.

Moose können Schadstoffe bis zu sehr hohen Konzentrationen akkumulieren, da sie eine große Oberfläche aufweisen und eine hohe Kationenaustauschkapazität (KAK) besitzen.

Die meisten Moose sind nicht an bestimmte Jahreszeiten gebunden, können also jederzeit gesammelt oder kontrolliert werden; zudem besiedeln sie nahezu alle Substrate, auch künstliche Standorte wie Mauern und Hausdächer etc.

Für Moose bestehen folgende Einsatzmöglichkeiten als Bioindikatoren (HOCK & ELSTNER 1984):

Moosarten können als Zeiger für „verunreinigte“ Luft aufgrund artspezifischer Ermittlung eines Luftreinheitsindex (index of air purity IAP) eingesetzt werden oder Moosgesellschaften als Zeiger für durchschnittliche Schadstoffkonzentrationen, z.B. SO_2 (so wurden in England verschiedene Moosgesellschaften nach ihrer SO_2 -Empfindlichkeit definiert).

Moose werden auch als Testorganismen unter kontrollierten Bedingungen im Labor eingesetzt. Hierbei werden bestimmte Moosarten definierten Schadstoffkonzentrationen ausgesetzt und ihre konzentrationsabhängigen Reaktionen im Vergleich zu Referenzproben überprüft.

Aktives Monitoring mit Moosexponaten kann erfolgen durch Transplantation von Moospolstern zur Ermittlung der Schadstoffaufnahme über einen bestimmten Zeitraum oder durch Exposition von Moosen in frei über dem Boden, z.B. an Bäumen, aufgehängten Nylonhaarnetzen.

Die Verwendung von Moosen als Akkumulationsindikatoren (*passives Monitoring*) ist die häufigste Nutzungsmöglichkeit. Hier gibt und gab es zahlreiche Programme mit Schwermetallen (z.B. Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel, Chrom und Zink) und organischen Schadstoffen (z.B. die Chlorpestizide p.p.-DDT, o.p.-DDT, α -HCH, γ -HCH, Chlorkohlenwasserstoffe CKW, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, usw.) An dieser Stelle sei verwiesen auf (HERPIN 1995, THOMAS & HERRMANN 1980, MASCHKE 1981).

Besonders wichtig und aktuell erscheint mir hier das in HERPIN 1995 beschriebene Programm für Moosmonitoring als deutscher Beitrag zum europäischen Projekt „*Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe – estimations based on moss analysis*“, welches Teil des „*European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP)*“ ist.

Von deutscher Seite soll hierbei ein bundesweites Meßnetz erprobt, installiert und langfristig als Monitoring-Programm betrieben werden, um das Ausmaß regionaler Schwermetall-Belastungen ermitteln oder Emissionsquellen und Problem-Gebiete lokalisieren zu können.

So wie Moose Schwermetalle und organische Verbindungen akkumulieren können, sind sie auch sehr gut in der Lage, radioaktive Nuklide aufzunehmen und anzureichern, womit sie auch im Zusammenhang mit der Deposition radioaktiver Stoffe als Bioindikatoren sehr gut eingesetzt werden können (HUBER 1992, RITTE-RER 1994).

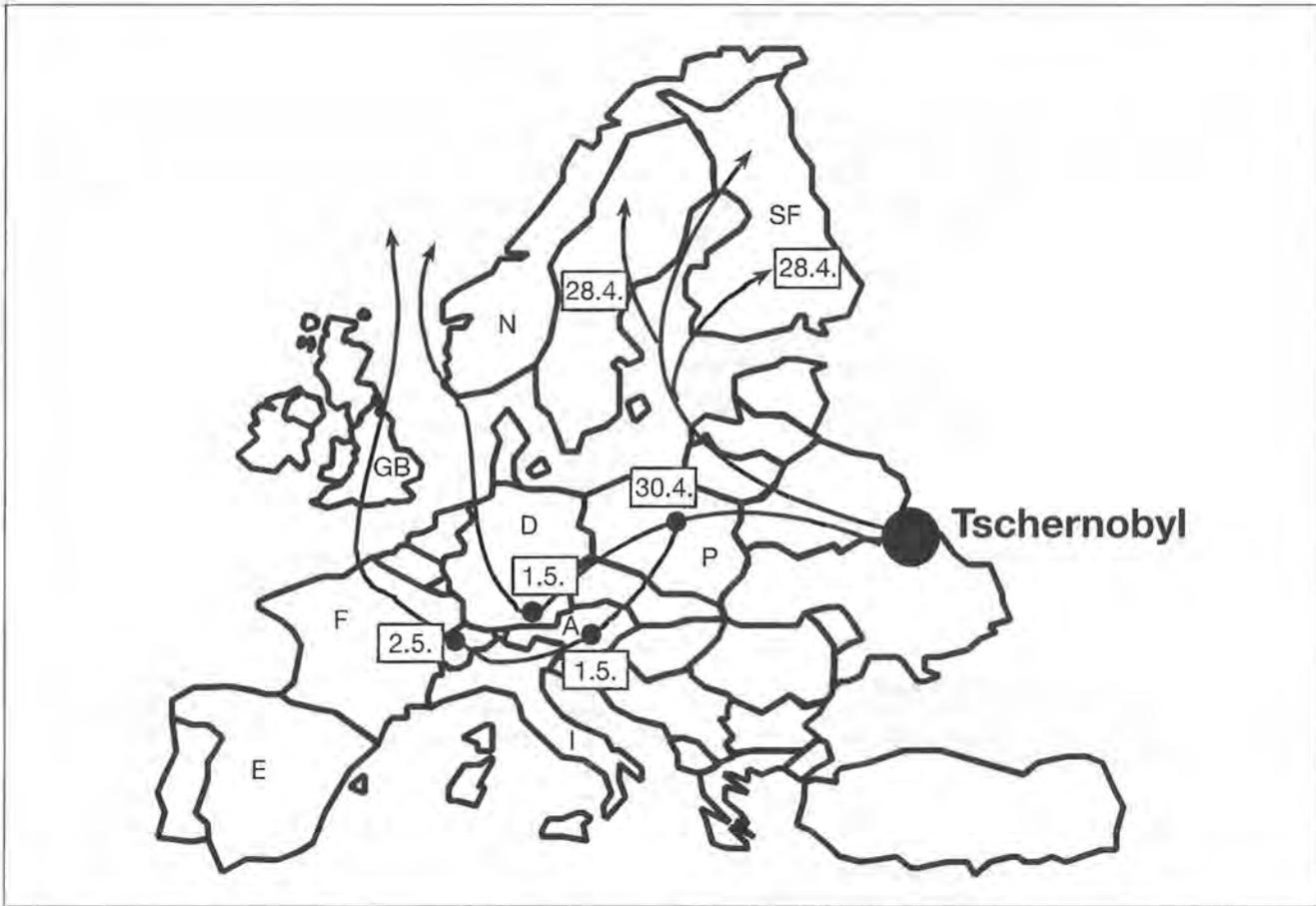


Abb. 32: Transportverlauf der beim Reaktorunfall von Tschernobyl am 26. und 27. April 1986 freigesetzten und ferntransportierten Radionuklide. In Süddeutschland gingen insbesondere am 30. April und am 1. Mai 1986 radioaktive Niederschläge zu Boden (FEIGE et al. 1988, verändert).

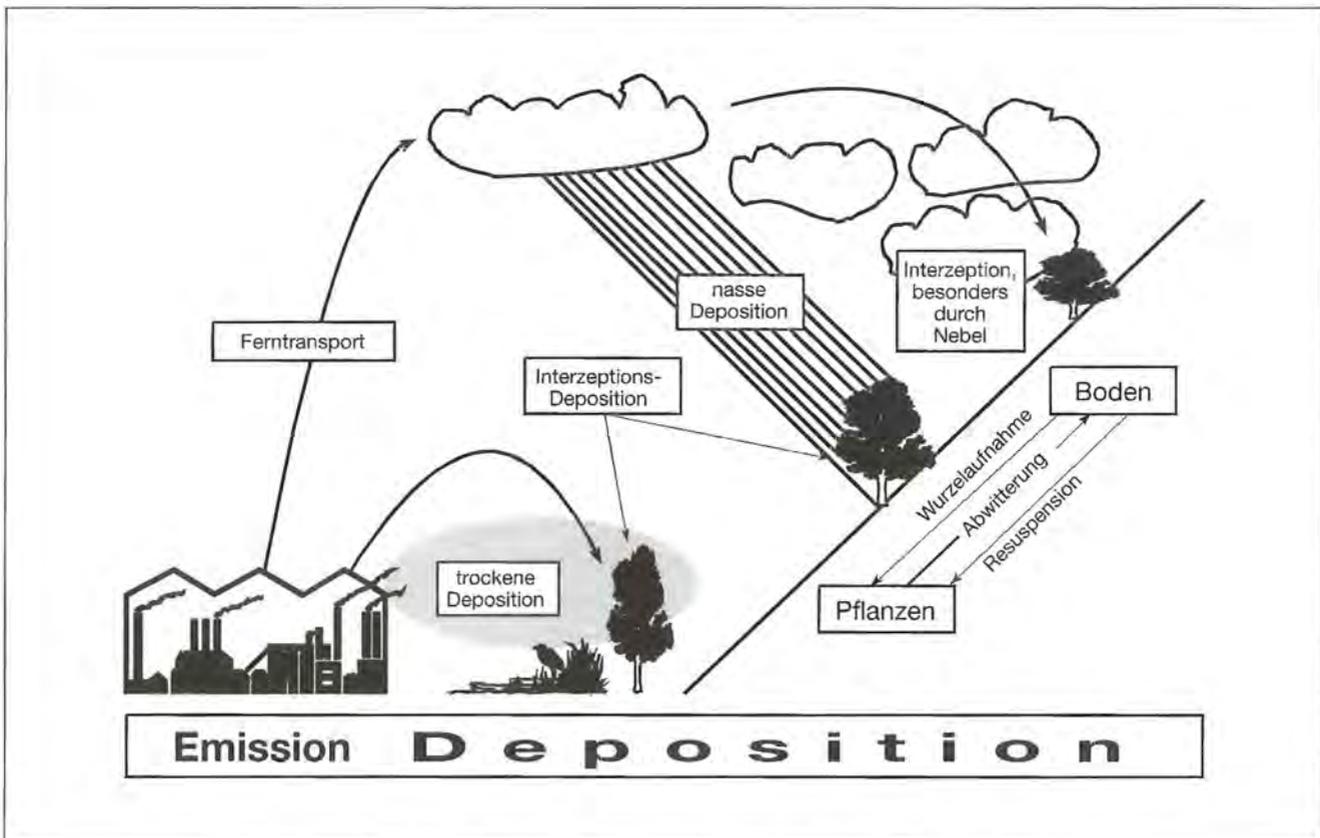


Abb. 33: Emission, Transport und Deposition von Partikeln, z.B. Radionukliden (nach JACOBI et al. 1989).

4.3 Der Reaktorunfall von Tschernobyl und das Leitnuklid ¹³⁷Cæsium

Am 26. April 1986 ereignete sich der Kernreaktorunfall von Tschernobyl in der Ukraine, der bisher größte Unfall seit Nutzung der Kernenergie zur Energieversorgung. Die infolge dieses GAUs (Größter Anzunehmender Unfall) freigesetzten radioaktiven Nuklide wurden nicht nur regional deponiert, sondern durch großräumige Luftströmungen über weite Teile Europas verfrachtet und gingen zwischen dem 28.4 und 8.5.1986 als radioaktiver Fallout auf die bodennahen Schichten und Böden nieder. In Deutschland war insbesondere Südbayern von hohen Depositionen betroffen. Im südbayerischen Raum wiederum wurden in den Regionen des Bayerischen Waldes und Teilen der Bayerischen Alpen, darunter auch die Berchtesgadener Alpen mit dem Nationalpark Berchtesgaden, Spitzenwerte erreicht (FEIGE et al. 1988).

Wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, besteht der Fallout aus einer ganzen Reihe radioaktiver Nuklide. Obwohl Radiocaesium, d.h. die beiden Radionuklide ¹³⁴Cs und ¹³⁷Cs, bei der Freisetzung mengenmäßig gar nicht dominiert – so ist der Anteil von ¹³²Te und ¹³¹I wesentlich höher – ist ¹³⁷Cs bei vergleichsweise hohem Mengenanteil und verhältnismäßig langer Halbwertszeit (HWZ) das für längerfristige Beobachtungen am besten geeignete Nuklid und damit ein sogenanntes Leitnuklid, das auch viele Jahre nach dem Reaktorunfall zu Untersuchungen herangezogen werden kann.

Andere Nuklide mit langen HWZ, wie die drei Plutoniumnuklide ²³⁸Pu, ²³⁹Pu und ²⁴⁰Pu, haben einen sehr geringen Mengenanteil. Ebenfalls einen geringen Mengenanteil hat das Strontiumnuklid ⁹⁰Sr, das zudem meßtechnisch großen Aufwand erfordert, da es ein reiner β -Strahler ist und daher vor dem Meßvorgang radiochemisch von den anderen Nukliden getrennt werden muß, während Radiocaesium als γ -Strahler diesen Vorgang nicht erfordert.

Tab. 1: Zusammensetzung des Tschernobyl-Fallouts (FEIGE et al. 1988) mit Darstellung der freigesetzten Nuklide im Verhältnis zum radioaktiven Nuklid ¹³⁷Cs (HOTZL et al. 1987) und ihrer charakteristischen Halbwertszeiten (SEELMANN-EGGEBERT et al. 1981) [#: keine Angabe, h: Stunden, d: Tage, a: Jahre; zu Spalte (3): die einzelnen Nuklide werden mengenmäßig in Bezug zu ¹³⁷Cs gesetzt, das selbst den Wert 1 erhält].

Radionuklid (1)	Anteil am Gesamt-Fallout [%] zur Zeit der max. Anfangskonzentration (2)	Freisetzung am 26.4. 1986 (¹³⁷ Cs = 1) (3)	HALBWERTSZEIT (HWZ) (4)
⁸⁹ Sr	<1	0,8	50,5 d
⁹⁰ Sr	<1	0,05	28,5 a
⁹⁵ Zr	#	1,5	64,0 d
^{99m} Mo	#	1,5	66,0 h
¹⁰³ Ru	3,5	2,0	39,4 d
¹⁰⁶ Ru	3,5	0,7	368,0 d
¹³² Te	50	13	76,3 h
¹³¹ I	30	15	8,0 d
¹³⁴ Cs	3	0,5	2,1 a
¹³⁷ Cs	5	1	30,2 a
¹⁴⁰ Ba	#	1,7	12,8 d
¹⁴¹ Ce	#	1,3	32,5 d
¹⁴⁴ Ce	#	1,5	284,8 d
²³⁹ Np	#	9,0	2,4 d
²³⁸ Pu	#	0,3*10 ⁻³	87,7 a
²³⁹ Pu	#	0,5*10 ⁻³	2,4*10 ⁴ a
²⁴⁰ Pu	#	0,5*10 ⁻³	6550 a
²⁴² Cm	#	10*10 ⁻³	162,8 d

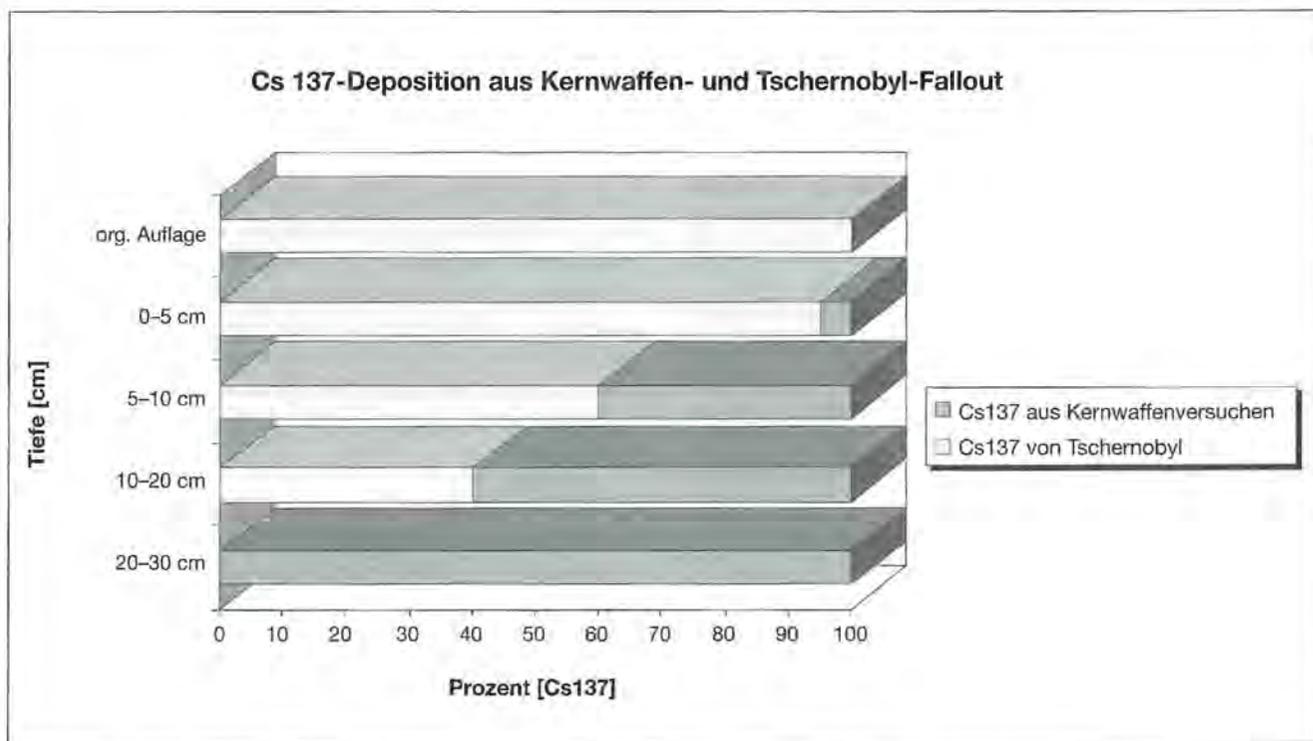


Abb. 34: Durchschnittliche prozentuale Tiefenverteilung von ¹³⁷Cs im Boden für den Tschernobyl- und den Kernwaffenfallout (nach VOLKEL & SENFT 1993).

Die Radioaktivitätsfreisetzung in Tschernobyl erfolgte nicht nur an einem Tag, dem 26. April 1986, sondern erstreckte sich über mehrere Tage. Von Bedeutung für die vorliegende Untersuchung ist, daß die Hauptmenge radioaktiver Nuklide am Nachmittag und Abend des 30. April und am 1. Mai 1986 zur Deposition kam und zwar überwiegend durch den Vorgang der nassen Deposition (siehe Abb. 43), d.h. durch Niederschlag als Regen. Der Anteil, der durch trockene Deposition, d.h. als verfrachteter Staub, niederging, ist wesentlich geringer. Das bedeutet, daß in Gebieten mit hoher Niederschlags-tätigkeit in dem genannten Zeitraum, wie das in den Berchtesgadener Alpen und in den Hochlagen des Bayerischen Waldes (aber auch in anderen Gebieten) der Fall war, die niedergegangene Menge an radioaktiven Nukliden vergleichsweise hoch gewesen ist.

4.4 Kernwaffencaesium

Von den oberirdischen Kernwaffenversuchen aus den Sechziger Jahren der damaligen UdSSR und der Vereinigten Staaten befindet sich auch heute das Radionuklid ¹³⁷Cs in den oberen Bodenschichten und auch in einigen Pflanzen (das Radionuklid ¹³⁴Cs hingegen ist dagegen ausschließlich auf den GAU von Tschernobyl zurückzuführen).

RITTERER 1994 weist in ihrer Arbeit nach, daß der Anteil des Kernwaffencaesiums in Moosen meist vernachlässigbar gering ist, da dieses durch Verwitterung und Auswaschung schon in tiefere Bodenschichten verlagert worden ist (VOLKEL & SENFT 1993). Lediglich in Mooren, wo der Anteil des Kernwaffencaesiums in Torfmoosen (Gattung *Sphagnum*) gemessen wurde (RITTERER

1994), kann der Anteil des Kernwaffencaesiums im Vergleich zum Tschernobyl-Caesium Werte bis zu 20% erreichen; meist liegen die Werte dort zwischen 0 und 10%. VOLKEL & SENFT 1993 zeigen, daß hinsichtlich der Verteilung des Radionuklids ¹³⁷Cs in Böden jenes, das von dem Reaktorunfall stammt, sich zu 95% noch in der organischen Auflage und den obersten 5 Zentimetern des Mineralbodenhorizonts befindet, während dasjenige aus den Kernwaffenversuchen zu weit über 90% schon in die tieferen Bodenschichten verlagert worden ist (siehe Abb. 34).

Es ist also davon auszugehen, daß das heute in Moosen (außerhalb der Moore) gemessene Radiocaesium weitestgehend von dem GAU von Tschernobyl stammt, da das von den Kernwaffenversuchen stammende Radiocaesium bereits in den Boden verlagert wurde und sich nicht oder nur in unbedeutenden Anteilen in der (mooszugänglichen) organischen Bodenaufgabe befindet. Es konnte daher bei meinen Messungen auch darauf verzichtet werden, die Nuklide ¹³⁴Cs und ¹³⁷Cs getrennt zu messen. Es genügte, die Nuklide summarisch (Aktivität von [¹³⁴Cs + ¹³⁷Cs]) mit einem einfacheren Meßverfahren (Natrium-Jodid-Szintillationszählung) zu ermitteln.

Die getrennte Messung dieser beiden Radionuklide des Caesiums wäre erforderlich gewesen, wenn der Kernwaffenanteil an Radioaktivität nicht vernachlässigbar gering gewesen wäre. Dann hätte man aus dem bekannten Isotopenverhältnis ¹³⁴Cs/¹³⁷Cs den Kernwaffenanteil des heute nachweisbaren ¹³⁷Cs errechnen müssen (¹³⁴Cs stammt ausschließlich vom Reaktorunglück, da dieses Nuklid bei Kernwaffenversuchen nicht entstand).

4.5 Auswahl der Bioindikatorart

Generell ist davon auszugehen, daß in bodennahen Schichten die Menge deponierter Radionuklide eng mit der Niederschlagstätigkeit am 30.4./1.5. 1986 korreliert. Unterschiedlich im weiteren Verlauf nach dieser sogenannten Primärdeposition sind die Transportwege der im Niederschlagswasser vorliegenden Radionuklide (LARCHER 1984):

Hier ist die ungleichmäßige Niederschlagsverteilung in Wäldern gegenüber dem Freilandniederschlag zu nennen, da unter Kronenlücken (Kronendurchlaß), im äußeren Bereich der Baumkronen (Kronentraufe) und vor allem in Stammnähe (Stammablauf) eine stärkere Benetzung festzustellen ist. Außerdem gibt es den sogenannten *Interzeptionsverlust*: Das Wasser, das auf höhergelegene Vegetationsschichten (aus der Sicht der Moose sind nahezu alle Pflanzen größer) trifft, fließt entweder ab, benetzt diese oder wird von diesen direkt aufgenommen. Ein großer Teil des Wassers, der die Pflanzen benetzt, verdunstet wieder; diese Menge heißt *Interzeptionsverlust*.

Festzuhalten ist, daß Moose durch ihre Eigenschaft, förmlich wie Antennen Wasser mit den darin gelösten Stoffen direkt über die Oberfläche aufzunehmen, am besten die Primärdeposition widerspiegeln.

In Vorversuchen habe ich ermittelt, welche Moosarten

sich als Bioindikatoren am besten für die nachträgliche Ermittlung der Primärdeposition eignen. Folgende Kriterien waren für die Auswahl ausschlaggebend:

Der Bioindikator soll mehrjährig sein, so daß 1986 aufgenommene Radionuklide sich auch heute – 10 Jahre nach dem Reaktorunglück – noch in der Pflanze befinden. Er soll möglichst im ganzen Nationalparkgebiet vorkommen, sowohl in der Fläche als auch in allen Höhenlagen, in Waldgebieten ebenso wie in der Felsregion, also im Parkgebiet ubiquitär sein. Er sollte Radionuklide bis zu hohen Konzentrationen akkumulieren können und in so großen Mengen vorkommen, daß eine Probenentnahme in der erforderlichen Quantität möglich ist.

Nach einer Reihe von Vormessungen an verschiedenen Moosarten und unter Berücksichtigung der genannten Kriterien habe ich mich für die kalkfelsbewohnende Art *Ctenidium molluscum* als Bioindikator entschieden. Diese Art erfüllt die vorgenannten Kriterien hinreichend. Von der Moosart *Ctenidium molluscum* wurden insgesamt 135 Proben gesammelt, jeweils 3 pro Entnahmestandort. 18 der Entnahmepunkte liegen innerhalb von Waldinventurpunkten entlang des für Dauerbeobachtungszwecke angelegten Höhentransektes (siehe Karte 4, Seite 66), 27 liegen verteilt über die Nationalparkfläche (Karte 3, Seite 58).

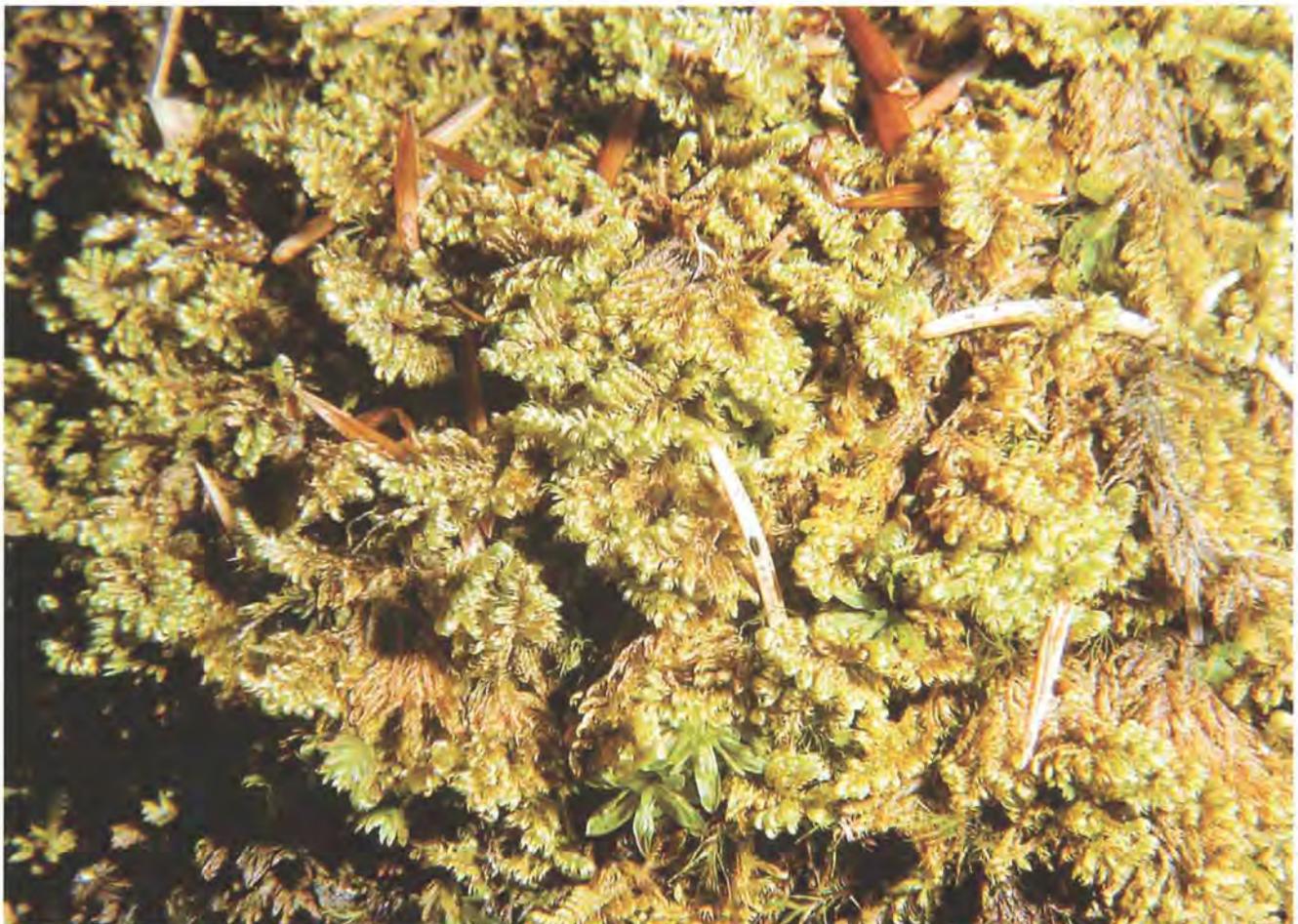


Abb. 35: *Ctenidium molluscum* an seinem natürlichen Standort auf Karbonatgestein.

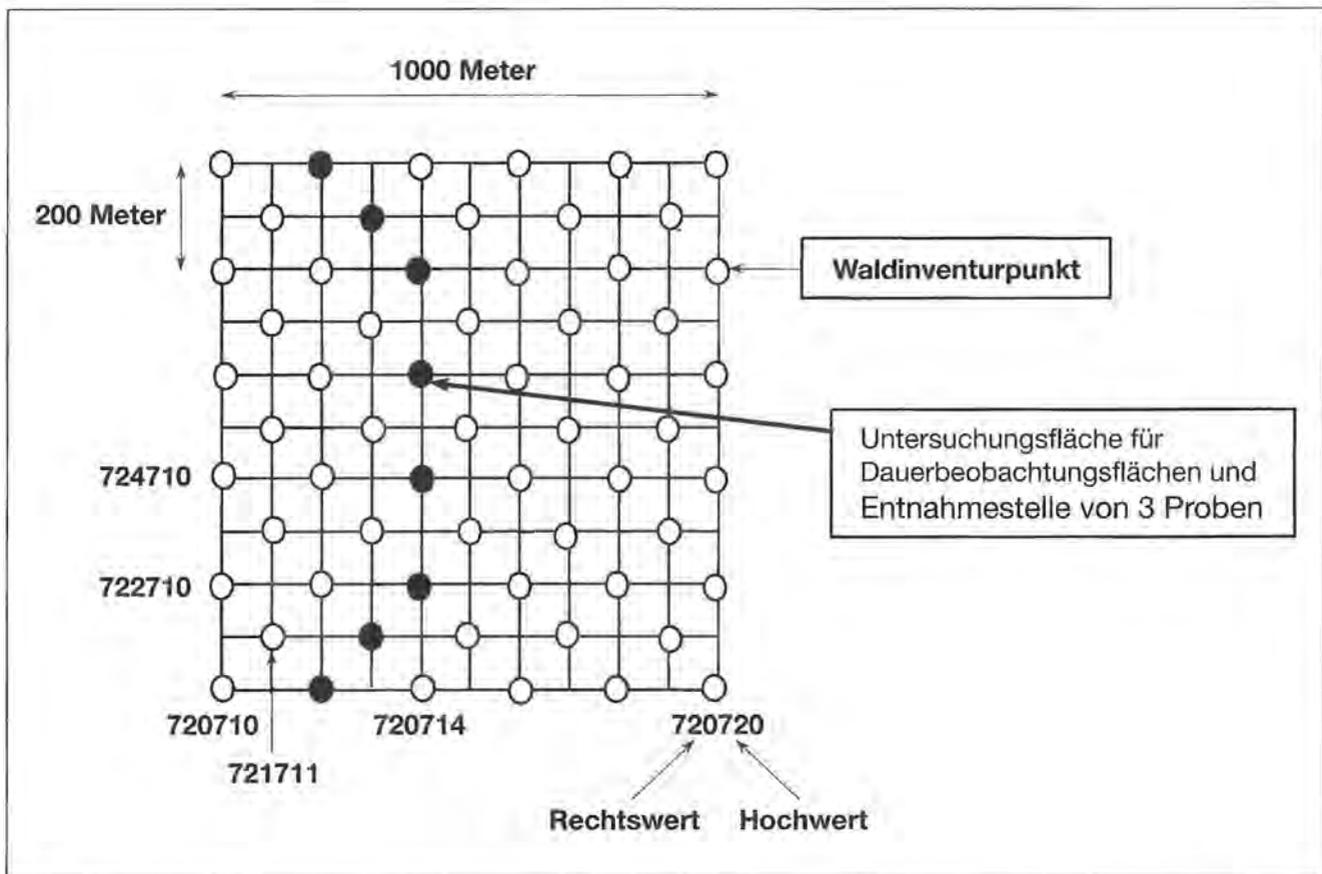


Abb. 36: Schema der Probenentnahme des Transekts: Von den insgesamt 18 Untersuchungsflächen, die mit Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet sind, wurden jeweils drei Proben der Moosart *Ctenidium molluscum* für die Radiocaesiummessungen entnommen (RALL 1990) [○ = Waldinventurpunkt, ● = Untersuchungsfläche, z.B. 722710 = Gauß-Krüger-Koordinaten].

4.6 Meßverfahren

Wie aus nebenstehender Abbildung ersichtlich hat eine Probenentnahmestelle einen Radius von ca. 10 Meter, d.h. zwei gesammelte Moosproben von *Ctenidium molluscum* liegen maximal 20 Meter auseinander, in den meisten Fällen zwischen wenigen Dezimetern und einigen Metern.

Beim Sammeln der Proben muß darauf geachtet werden, daß keine Mischproben, d.h. aus mehreren Moosarten bestehende Proben, sondern möglichst reinartige Proben entnommen werden. Nachdem die Proben gesammelt und von größeren Erdresten befreit worden sind, werden diese in Papiertüten gesteckt, etikettiert und getrocknet. Des weiteren werden die Proben wie folgt behandelt (siehe auch Abb. 38):

Die meist zusammenhängenden Probenstücke werden auseinandergezupft und Verunreinigungen aller Art so weit wie möglich entfernt.

Die getrockneten Moospflänzchen werden mit einer handelsüblichen Küchenmaschine (*Moulinette*) zerkleinert, so daß eine Art Moospulver vorliegt.

Das Pulver wird in vorgewogene Kunststoffdosen mit einem Volumen von 100 ml gefüllt und mit einem Kolben etwas zusammengedrückt, um eine plane Oberfläche zu bekommen; die gefüllte Dose wird anschließend gewogen. Durch Abzug des Dosengewichts erhält man das eingefüllte Trockengewicht.

Die Dosen werden mit Parafilm verschlossen, die Füllhöhe von außen mit einem Lineal ermittelt und in das jeweilige Füllvolumen umgerechnet. Die Dosen können daraufhin in die Meßkammer des Natrium-Jodid-Szintillationszählers eingebracht werden.

Auf meßtechnische Einzelheiten will ich hier nicht eingehen und verweise hier auf PHILIPSBORN 1992, REISINGER 1993 und SCHUPFNER 1991.

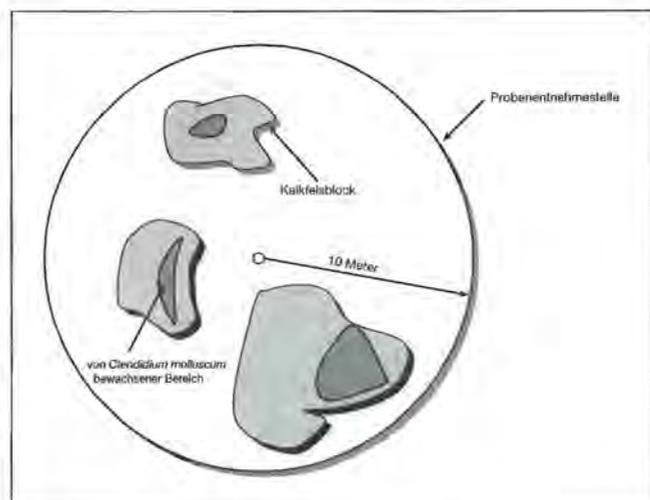
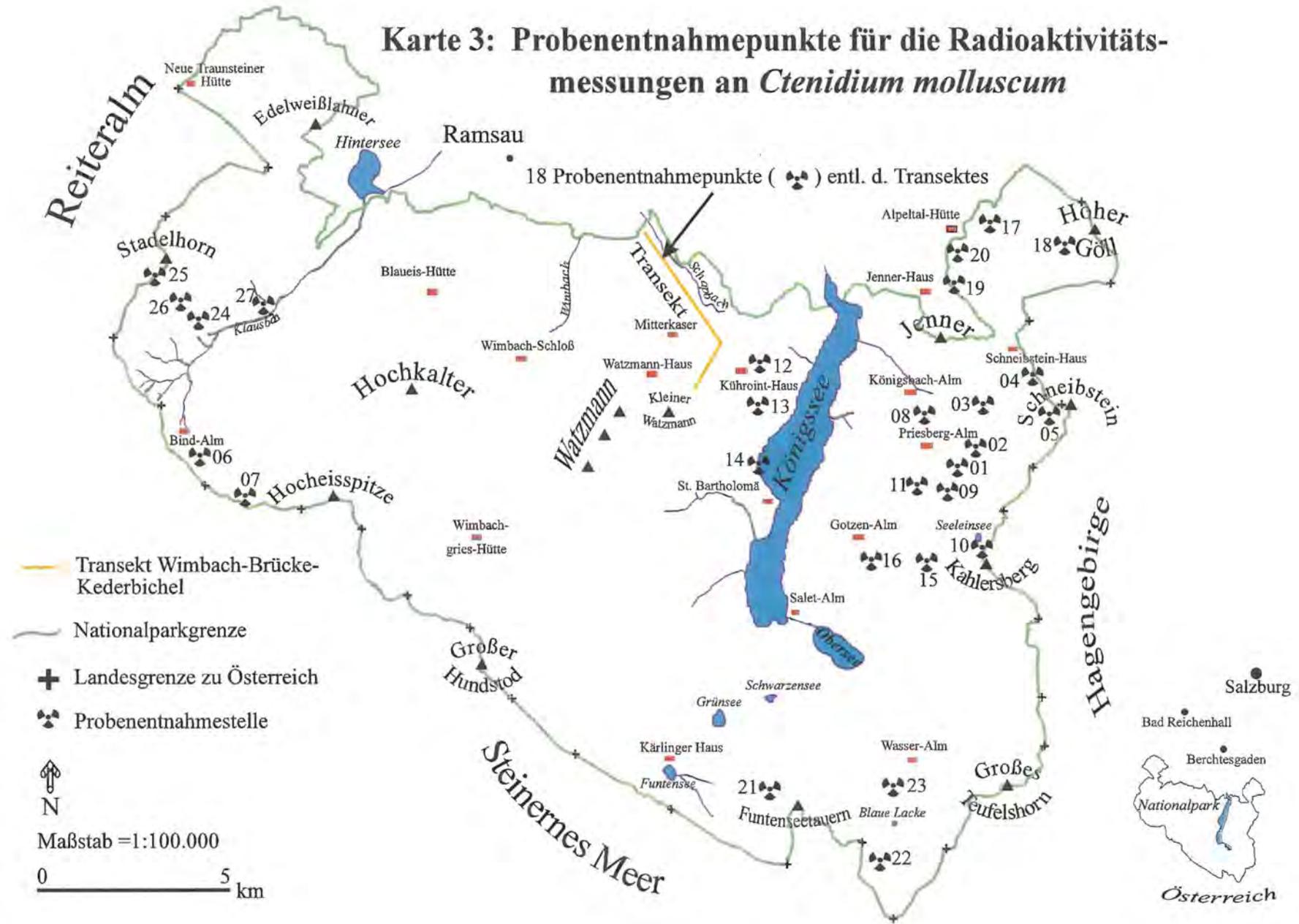


Abb. 37: Schema einer Probenentnahmestelle im Gelände.

Karte 3: Probenentnahmepunkte für die Radioaktivitätsmessungen an *Ctenidium molluscum*



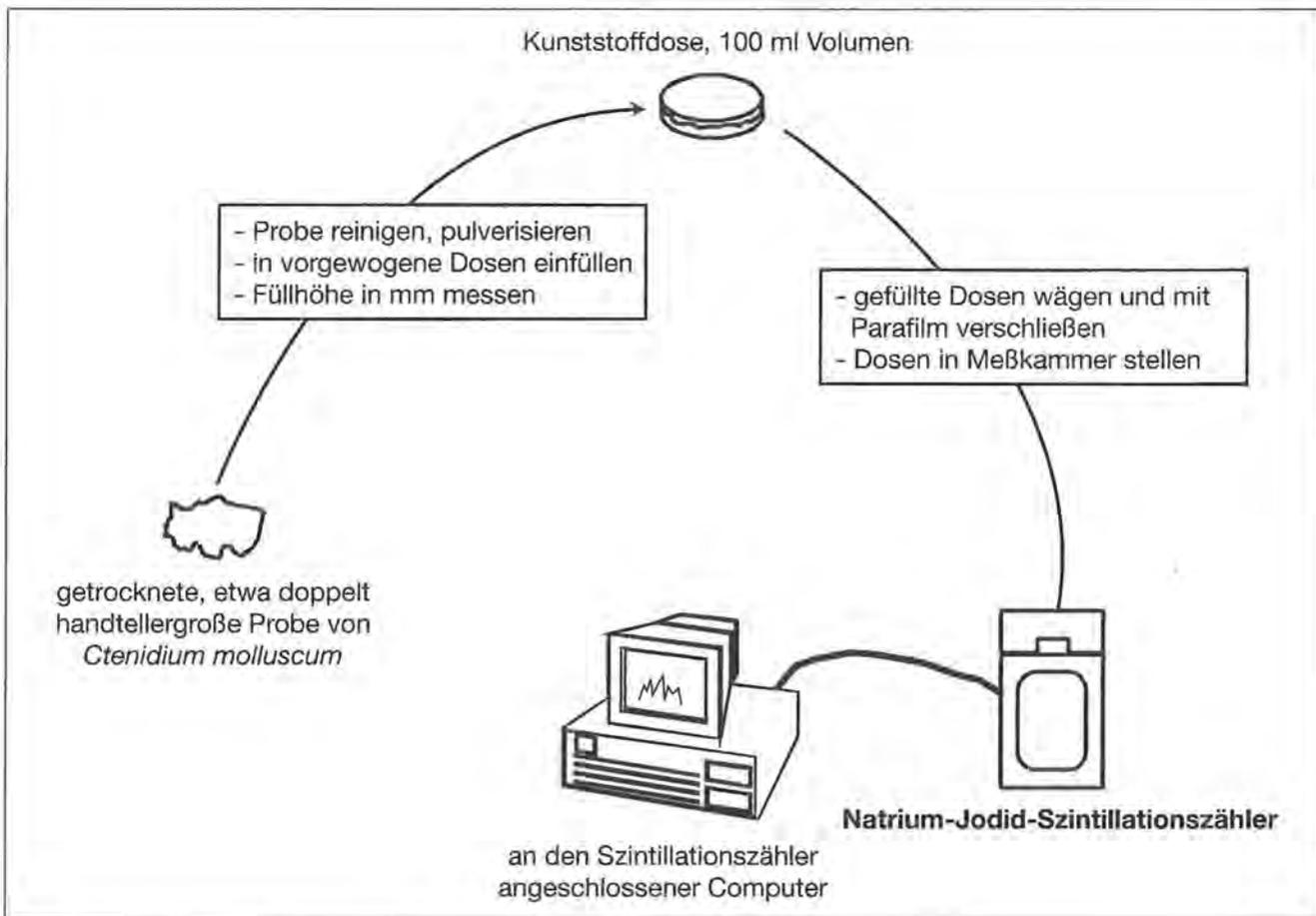


Abb. 38: Von der Probe zur Messung.

Mit dem Natrium-Jodid-Szintillationszähler als Meßinstrument der γ -Spektroskopie wird die summarische Aktivität der radioaktiven Nuklide $^{134}\text{Caesium}$ und $^{137}\text{Caesium}$ gemessen. Von jedem Meßergebnis muß die am Meßort vorhandene (natürliche) Hintergrundstrahlung abgezogen werden.

Der Szintillationszähler mißt die γ -Strahlungsimpulse der Probe für die eingestellte Meßdauer. Dieses Ergebnis muß umgerechnet werden – unter Berücksichtigung des füllhöhenabhängigen *Kalibrierkoeffizienten* (ein meßtechnischer Faktor) – in die Aktivität, bezogen auf 1 kg Trockengewicht (der Moosart *Ctenidium molluscum*); sie wird angegeben in Becquerel pro Kilogramm Trockengewicht (Bq/kgTG).

1 Becquerel = s^{-1} , also Impulse pro Sekunde (SI-Einheit)

4.7 Meßergebnisse

Betrachtet man Tabelle 2, folgende Seite, so fällt zunächst die enorme Varianz der Meßwerte auf, sowohl im lokalen Bereich (Distanzbereich 100 Meter bis 10 Kilometer Distanz [10^2 bis 10^4 Meter]) als auch im kleinräumigen Bereich (Distanzbereich 10 Zentimeter bis 10 Meter [10^{-1} bis 10^1 Meter]).

4.7.1 Distanzbereich 10^2 bis 10^4 Meter

Es stammt der absolut höchste Meßwert aller Messungen von einer Probe am Westhang des Schneibstein

(Probenentnahmestelle 05, „Schneibstein“, 2100 m über Normalnull) mit **176.400** Becquerel/Kilogramm Trockengewicht, diejenige mit dem niedrigsten Meßwert von einer Böschung in der Nähe des Parkplatzes Hinterbrand (Probenentnahmestelle 20, „Hinterbrand“, 1120 m über NN) mit **726** Becquerel/Kilogramm Trockengewicht. Die Entnahmestellen liegen Luftlinie etwas über 4 Kilometer auseinander, beide an offenen, nicht durch Baumbewuchs geschützten Stellen in Westhang-Lage.

4.7.2 Distanzbereich 10^{-1} bis 10^1 Meter

Bei 8 der insgesamt 45 Probenentnahmestellen differieren die ermittelten Werte zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert um mehr als Faktor 3 (siehe Tabelle 2, folgende Seite). Im Falle der Probenentnahmestelle (PES) 05 liegt dieser Faktor sogar bei 18,5, bei der PES 11 bei 7,3 (die Proben einer PES liegen ja maximal 20 Meter auseinander, in einigen Fällen nur wenige Dezimeter).

Diese enorme Varianz im Distanzbereich von 10^2 bis 10^4 Metern deckt sich mit Beobachtungen aus dem Bayerischen Wald (VOLKEL & IGL 1995): In den dort eingerichteten Testparzellen zeigten sich starke Schwankungen der Radiocaesium-Aktivitäten bei Farnen, Moosen und Gräsern beim Vergleich der Testparzellen untereinander. Ebenso zeigen die Auswertungen von RITTERER 1994 und HUBER 1992, daß die ermittelten Radiocaesium-Aktivitäten in Moosen im Abstand von einigen Hundert

Tab. 2: Radiocaesium-Aktivität von *Ctenidium molluscum* im NP Berchtesgaden.

Seehöhe [müNN]	Probenent- nahmestelle	Standortstyp	NR.	A Bq/kgTG	B Bq/kgTG	C Bq/kgTG
1680	Priesberg	Wald	01	1324	2089	5144
1630	Priesberg	Wald	02	2816	2550	2670
1570	Königstal	Wald	03	8482	7863	8832
2050	Schneibstein	Felsregion	04	22246	20399	30673
2100	Schneibstein	Felsregion	05	34395	176400	9559
1310	Mittereis	Wald	06	2879	5989	2944
1880	Karlkogel	Felsregion	07	2523	1988	4083
1420	Priesberg	Wald	08	7593	4329	8640
1500	Kammerl	Wald	09	7477	9226	2055
1850	Seelein	Felsregion	10	50790	17541	21413
1370	Hirschenlauf	Wald	11	1556	2269	11401
1410	Kührint	Wald	12	6281	4044	6698
1340	Archenkanzel	Wald	13	3362	4162	5429
770	Bartholomä	Wald	14	3377	1720	2026
1790	Rosengrube	Felsregion	15	7216	758	9417
1640	Bärengrube	Wald	16	2068	3410	2132
1350	unt. Alpeltal	Wald	17	1132	2935	2229
2090	ob. Alpeltal	Felsregion	18	5968		
1150	Krautkaser	Wald	19	1079	2435	2624
1120	Hinterbrand	Wald	20	726	1949	3082
2100	Ledererkopf	Felsregion	21	10840	24941	13063
1980	Steinhütterl	Felsregion	22	6883	2488	1789
1600	Röth	Wald	23	2773	2744	2757
1220	Schafelsteig	Wald	24	4563	4301	4817
1940	Stadelhorn	Felsregion	25	5911		
1300	Schafelsteig	Wald	26	2174	3279	3231
940	Engerthütte	Wald	27	1697	1318	1511
670	738696	Wald	I	1301	2651	2093
725	736696	Wald	II	2154	2883	4195
810	737705	Wald	III	2748	1388	5750
820	736606	Wald	IV	1223	1076	4293
1010	727713	Wald	V	5512	3964	3661
1020	723715	Wald	VI	2098	4092	3034
1025	721715	Wald	VII	4110	4205	4431
1030	720716	Wald	VIII	5009	10179	4106
1040	718716	Wald	IX	5508	6708	5908
1050	717717	Wald	X	8394	4906	10776
1080	715717	Wald	XI	4803	3608	9266
1220	710718	Wald	XII	8296	4695	4566
1290	708720	Wald	XIII	2994	3991	4297
1310	707719	Wald	XIV	3541	4805	3614
1450	705717	Wald	XV	7564	2759	4916
1500	704716	Wald	XVI	6153	4790	5566
1570	703715	Wald	XVII	2384	4243	3099
1670	702714	Wald	XVIII	2667	6159	2937

Erklärungen:

- A, B, C: parallele Proben einer Entnahmestelle
- NR.: Numerierung der Probenentnahmestellen, die von den Untersuchungsflächen stammenden Proben sind von I, II, III, ..., XVIII numeriert, die restlichen von 01 bis 27.
- Probenentnahmestellen: siehe Karte 3, Karte 4 und Anhang 9.1
- Grau unterlegte Zellen: Niedrigster und höchster Meßwert einer Probenentnahmestelle differieren um mehr als **Faktor 3**
- Dick umrandete Zellen: absolut höchster und niedrigster Wert

Tab. 3: Meßwerte der Radiocaesium-Aktivität von *Ctenidium molluscum* im NP Berchtesgaden.

laufd. Nr.	Seehöhe [müNN]	Probenentnahmestelle	Standortstyp	Nummer der Entnahmest.	A Becq/kgTG	B Becq/kgTG	C Becq/kgTG
1	670	738696	Wald	I	1301	2651	2093
2	725	736696	Wald	II	2154	2883	4195
3	770	Bartholomä	Wald	14	3377	1720	2026
4	810	737705	Wald	III	2748	1388	5750
5	820	736606	Wald	IV	1223	1076	4293
6	940	Engerthütte	Wald	27	1697	1318	1511
7	1010	727713	Wald	V	5512	3964	3661
8	1020	723715	Wald	VI	2098	4092	3034
9	1025	721715	Wald	VII	4110	4205	4431
10	1030	720716	Wald	VIII	5009	10179	4106
11	1040	718716	Wald	IX	5508	6708	5908
12	1050	717717	Wald	X	8394	4906	10776
13	1080	715717	Wald	XI	4803	3608	9266
14	1120	Hinterbrand	Wald	20	726	1949	3082
15	1150	Krautkaser	Wald	19	1079	2435	2624
16	1220	Schafelsteig	Wald	24	4563	4301	4817
17	1220	710718	Wald	XII	8296	4695	4566
18	1290	708720	Wald	XIII	2994	3991	4297
19	1300	Schafelsteig	Wald	26	2174	3279	3231
20	1310	Mittereis	Wald	06	2879	5989	2944
21	1310	707719	Wald	XIV	3541	4805	3614
22	1340	Archenkanzel	Wald	13	3362	4162	5429
23	1350	unt. Alpeltal	Wald	17	1132	2935	2229
24	1370	Hirschenlauf	Wald	11	1556	2269	11401
25	1410	Kühroint	Wald	12	6281	4044	6698
26	1420	Priesberg	Wald	08	7593	4329	8640
27	1450	705717	Wald	XV	7564	2759	4916
28	1500	Kammerl	Wald	09	7477	9226	2055
29	1500	704716	Wald	XVI	6153	4790	5566
30	1570	Königstal	Wald	03	8482	7863	8832
31	1570	703715	Wald	XVII	2384	4243	3099
32	1600	Röth	Wald	23	2773	2744	2757
33	1630	Priesberg	Wald	02	2816	2550	2670
34	1640	Bärengrube	Wald	16	2068	3410	2132
35	1670	702714	Wald	XVIII	2667	6159	2937
36	1680	Priesberg	Wald	01	1324	2089	5144
37	1790	Rosengrube	Felsregion	15	7216	758	9417
38	1850	Seelein	Felsregion	10	50790	17541	21413
39	1880	Karkogel	Felsregion	07	2523	1988	4083
40	1940	Stadelhorn	Felsregion	25	5911		
41	1980	Steinhütterl	Felsregion	22	6883	2488	1789
42	2050	Schneibstein	Felsregion	04	22246	20399	30673
43	2090	ob. Alpeltal	Felsregion	18	5968		
44	2100	Schneibstein	Felsregion	05	34395	176400	9559
45	2100	Ledererkopf	Felsregion	21	10840	24941	13063

Erklärungen:

- Sortierung der Probenentnahmestellen nach zunehmender Meereshöhe
- Probenentnahmestellen:
 - * Angabe der Gauß-Krüger-Koordinaten, wenn Probe von einer Untersuchungsfläche (Transekt), Numerierung mit römischen Ziffern (I, II, III, ..., XVIII)
 - * Ortsangabe, genaue Beschreibung s. Anhang 9.1., Numerierung mit arabischen Ziffern (01, 02, ..., 27)
- Standortstypen:
 - * Wald: die Probe stammt von Kalkblöcken in mehr oder weniger dichten Waldbeständen
 - * Felsregion: die Probe stammt von freigelegenen Felsen oberhalb der Waldgrenze
- Zellen mit Werten von >10 000 Becquerel/Kilogramm TG sind grau unterlegt

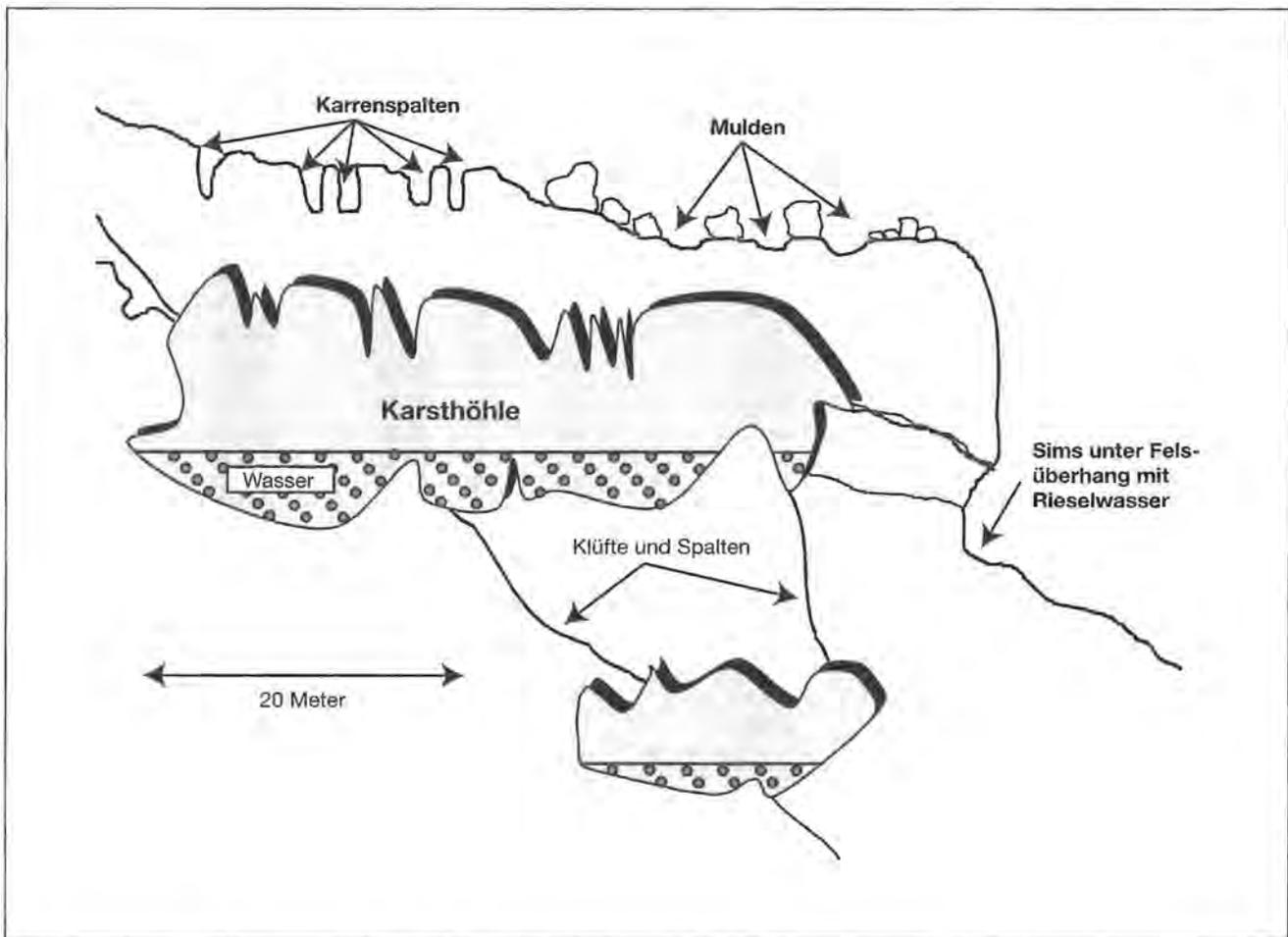


Abb. 39: Stellen, an denen in Karstgebieten Wasser über längere Zeit für Moose verfügbar ist (Original).

Metern bis zu einigen Kilometern – bezogen auf eine Art – etwa bis Faktor 10 oder sogar etwas mehr schwanken. Die genannten Arbeiten zielen allesamt auf die Erstellung eines Kontaminationsmusters auf lokaler oder regionaler Ebene ab.

Mir ist jedoch bis jetzt keine Arbeit bekannt, die auf die enormen Schwankungsbreiten der Aktivitäten, wie in diesem Fall, auf kleinsträumigem Niveau (Distanzbereich 0,1 Meter bis 10 Meter) hinweist. Ich werde im folgenden meine Hypothese dazu vertreten, die auf Plausibilitätsbetrachtungen zurückgeht. Eine Übertragung auf andere Gebiete kann ich nicht vornehmen, da vermutlich keine getrennten Meßwerte vorliegen, die von Proben stammen, die nur wenige Meter voneinander entfernt wachsen:

4.8 Interpretationsversuch

Die Spitzenwerte der Radiocaesium-Aktivitäten (siehe Tab. 3, S. 61) stammen von Probenentnahmestellen oberhalb der Waldgrenze, also aus einer Höhenregion, wo niederwüchsige Pflanzengesellschaften auf geringmächtigen Bodenaufgaben wachsen, die Landschaft (im Nationalpark Berchtesgaden) vom Gipfelbildner Dachsteinkalk mit seinen Verwitterungs- und Karstformen dominiert wird. Daß hier die Spitzenwerte erreicht werden, bringe ich mit folgenden Faktoren zusammen:

- Die Niederschlagsmenge ist im Durchschnitt höher als in niedriger gelegenen Bereichen.
- Der Oberflächenabfluß ist enorm hoch, das niedergehende Niederschlagswasser wird nur dort länger festgehalten, wo der Fels mit Vegetation bedeckt ist und zumindest initiale Bodenbildung stattgefunden hat, oder in Mulden und relativen Senken, in denen das Niederschlagswasser länger verbleiben kann. Der überwiegende Teil des Niederschlagswassers versickert im Karst, um an anderer Stelle aus dem unterirdischen Fließsystem wieder auszutreten.

Die Wuchsorte von *Ctenidium molluscum* oberhalb der Waldgrenze, also etwa oberhalb 1800 m üNN, befinden sich an schattig-feuchten Stellen, also in Mulden, am Grunde von Karren und an beschatteten Stellen, an denen Wasser austritt, Stellen also, an denen sich Wasser sammelt und wo es daher ganzjährig feucht bis naß ist. Das heißt, dort wo *Ctenidium molluscum* wächst, ist Wasser länger verfügbar, so daß die im Niederschlagswasser befindlichen Radionuklide gut aufgenommen werden können.

Ctenidium molluscum wächst in Wäldern auch an Standorten, die nach Regenfällen schnell abtrocknen; die notwendige Wasserversorgung erfolgt mittels der in Wäldern wesentlich konstanter vorhandenen Luftfeuchtigkeit; auf dem nackten Fels (ohne Vegetationsschutz) verdunstet das Wasser ja sofort, so daß hier eine

gleichmäßige Wasserversorgung via Luftfeuchtigkeit nicht möglich ist.

Die höchsten Radiocaesium-Aktivitäten an Waldstandorten (diese wurden im kühlfeuchten Schapbachboden gemessen) treten dementsprechend auch dort auf, wo sich Wasser auf irgendeine Art sammeln kann und länger für die oberflächlich wachsenden Moose verfügbar ist, die ja keine Wurzeln besitzen und daher vom Boden gespeichertes Wasser nicht aufnehmen können.

Die hohe Schwankungsbreite der Aktivitäten auf engstem Raum erklärt sich meines Erachtens aus dem Mikrorelief des Felsstandorts, der von *Ctenidium molluscum* besiedelt wird (für bodenbewohnende Moose, wie sie in den Arbeiten von HUBER 1992, RITTERER 1994 und VOLKEL & SENFT 1993 zur Indikation herangezogen wurden, werden die Verhältnisse wohl anders sein): So vermute ich, daß Moospflänzchen von Felsbereichen mit raschem oberflächlichem Wasserabfluß wie Felsnasen, Kuppen, Neigungsflächen etc. immer deutlich geringer belastet sind als Moose in Mulden, Höhlungen, Kavernen, Karren etc.

Das würde bedeuten, daß die Menge des auftreffenden Niederschlags, unabhängig davon, ob der Niederschlag direkt oder nach Interzeption auf *Ctenidium molluscum* fällt, von sekundärer Bedeutung ist und daß hauptsächlich das direkt an der mehr oder weniger felsigen Oberfläche vorhandene und zugängliche Wasser für die Menge der (mit dem Wasser) aufgenommenen Radionuklide (hier durch *Ctenidium molluscum*) verantwortlich ist.

Auf andere Weise kann ich mir nicht erklären, wie sonst Meßwerte zustande kommen, die auf engstem Raum von wenigen Metern um mehr als den Faktor 10 differieren, wie zum Beispiel bei den Probenentnahmestellen 05 „Schneibstein“ und 10 „Seelein“ (siehe Tab. 3 und Karte 3, Seite 58).

Unter diesen besonderen Umständen werden im Nationalpark Berchtesgaden mit 176.400 Bq pro kg TG

(Trockengewicht) und 50.790 Bq pro kg TG die höchsten Radiocaesium-Aktivitäten in Moosen überhaupt gemessen. Dies sagt jedoch nichts über eine flächenhafte Belastung des Gebietes aus, sondern das sind punktuelle Spitzenwerte, die eindrücklich zeigen, wie stark Moose Radionuklide akkumulieren können.

Das Gros der Meßwerte in Tab. 2 und 3 deutet jedoch darauf hin, daß die flächenhafte Radiocäsiumbelastung für das Berchtesgadener Gebiet (gemessen an *Ctenidium molluscum*) im Bereich von 1.000 bis 10.000 Becquerel pro Kilogramm Trockengewicht anzusiedeln ist.

5 Dauerbeobachtungsflächen

5.1 Botanische Dauerbeobachtungsflächen als Methode des passiven Umweltmonitorings

Die langfristige Umweltbeobachtung (Monitoring bzw. Dauerbeobachtung) gehört heutzutage zu den Standardverfahren. Zur Dauerbeobachtung kann im Prinzip jedes beliebige System herangezogen werden, so kann man die Veränderung der Ozonkonzentration in der Stratosphäre, die weltweite Zunahme von Wüsten (Desertifikation), die langjährige Niederschlagstätigkeit in einer Region oder die Hangerosion in Berggebieten ebenso langfristig beobachten wie die Entwicklung der Maulwurfpopulation im eigenen Garten.

Das heißt, die räumlichen Ebenen der Dauerbeobachtung im Rahmen der Umweltbeobachtung reichen von der einzelnen Tier- oder Pflanzenpopulation, über Landschaftsräume und Großräume, bis hin zur globalen Dimension.

Folgende Fragestellungen werden bei Dauerbeobachtungen häufig verfolgt:

Tab. 4: Generelle Möglichkeiten der Dauerbeobachtung (ARNDT, NOBEL & SCHWEIZER 1987).

Zielrichtung	Bereich	Beispiele wichtiger Fragestellungen
A: Ermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse		Wirkung von Schad- und Nährstoffen auf Arten und Ökosysteme, Erfassung von gerichteten und ungerichteten ökosystemaren Prozessen (Sukzession, lang- und kurzfristige zyklische Vorgänge)
B: Umwelt-Überwachungsprogramme	B1: Allgemeines Umweltmonitoring	Erkennen auffälliger Veränderungen von Landschaft, Ökosystemen und Populationen als allgemeines „Warnsystem“, z.B. im Falle der Waldschäden
	B2: Spezifische Überwachungsprogramme	<ul style="list-style-type: none"> a) Gezielte Überwachung einzelner Schad- und Nährstoffe durch physikalisch-chemische Messungen oder spezifische Bioindikatoren b) Veränderungen durch Nutzungseinflüsse, z.B. Moortrockenlegung durch Straßenbau c) Artendynamik, z.B. Abnahme oder regionales Aussterben von Arten, Einwanderung von Arten etc. d) Erfolgskontrolle von Naturschutzmaßnahmen

Natürliche Pflanzengemeinschaften werden häufig zur Dauerbeobachtung herangezogen. Beispiele für mögliche Fragestellungen in diesem Bereich sind in der untenstehenden Tabelle 5 aufgeführt und geben einen Überblick, auf welche Art derartige geobotanische Dauerbeobachtungsstudien angelegt sein können.

Im oberen Teil der Tabelle 5 werden Dauerbeobachtungen an Gefäßpflanzengemeinschaften vorgestellt, im unteren Teil dagegen Dauerbeobachtungen von Kryptogamengemeinschaften.

Die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen in charakteristischen Vegetationstypen liefert oft die beste Möglichkeit, Kenntnisse über das „Funktionieren“ eines Ökosystems zu erlangen, da man bei genügend langen Beobachtungszeiten (Beobachtungsdauer abhängig vom Vegetationstyp) feststellen kann, welche ökosystemaren Vorgänge exogener und welche endogener Natur sind, welche Vorgänge gerichtet, welche ungerichtet sind. Damit sind Dauerbeobachtungen auch ein unentbehrliches Mittel zur Erarbeitung von Simulationsmodellen der theoretischen Ökologie (PFADENHAUER, POSCHLOD & BUCHWALD 1985).

An die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen ist auf jeden Fall die Forderung zu stellen, daß Anlage und Bearbeitungsverfahren trotz verschiedener Bearbeiter jederzeit reproduzierbar sind, Vergleichbarkeit zwischen den Flächen besteht, die erhobenen Daten mit einem Computer auswertbar sowie nachfolgende und weitergehende Bearbeitungen möglich sind.

5.2 Das Waldinventur-Programm (WIP) des Nationalparks Berchtesgaden

Von den knapp 21.000 Hektar der Nationalparkfläche sind gut 8.000 Hektar bewaldetes Gebiet. Dieses Waldgebiet befindet sich gänzlich in Staatseigentum (Bayerische Staatsforstverwaltung). Ein großer Teil der Waldfläche des heutigen Nationalparks (eingerrichtet 1978) ist jahrhundertlang wirtschaftlich genutzt worden. Im Sinne der Nationalpark-Idee waren diese Waldflächen aus der wirtschaftlichen Nutzung herauszunehmen; darüberhinaus sollten die großflächig vorhandenen Fichtenreinbestände wieder langfristig in naturnahe Bergmischwälder zurückverwandelt werden. Dazu war es notwendig, zunächst eine möglichst genaue Inventarisierung der Waldbestände vorzunehmen, d.h. eine möglichst genaue Beschreibung des Ausgangszustandes, um die Notwendigkeit pflegender oder begleitender Maßnahmen als Starthilfe zu einer natürlichen Rückentwicklung der Wälder in einen naturnäheren Zustand beurteilen zu können.

In den Jahren 1982 bis 1986 wurde eine an die Hochgebirgsverhältnisse des Nationalparks angepaßte Inventurplanung ausgearbeitet und die Grundinventur durchgeführt.

Folgende Vorgehensweise wurde bei der Grundinventur zugrundegelegt (RALL 1990):

Auf sogenannten Orthophotos (Luftbildaufnahmen in senkrechter Projektion mit flächentreuer Abbildung)

Tab. 5: Beispiele für Dauerbeobachtungsprojekte von Pflanzengemeinschaften aus PFADENHAUER, POSCHLOD & BUCHWALD 1985 und MUHLE & POSCHLOD 1989.

Aufnahmeflächengröße		Zeitraum	Bestand	Ziel und Zweck
Gesamtfläche	Untersuchungsfl.			
4,25 Hektar	10 m ²	1980/82	Kalkbuchenwald	Beobachtung der langfristigen ungestörten Vegetationsentwicklung
10 x 10 m		1972–1979	Grünlandgesellschaften	Änderung der floristischen Zusammensetzung und Produktion mit und ohne Beweidung, mit und ohne Schnitt
5 parallele Transekte	2 m x 2 m	1966–1980	Hochmoore	Veränderung der Vegetation nach Beendigung der Beweidung durch (2 x 100 m) Schafe
	20 x 20 cm	1974–1977	Flechten auf verschiedenen Baumarten	Dokumentation des Flechtenrückgangs nach Erhöhung der Luftverschmutzung
4 Hektar	1x1 m	1968–1972	Waldmoore	Dynamik der Ausbreitung von Torfmoosen in Waldmooren
in 11 Höhen 5–10 Flächen	3 x 33 m	1965–1979	Moosgesellschaften	Abnahme der Moosbedeckung durch „sauren Regen“ entlang eines Höhengradienten
	30 x 20 cm	1959–1973	Flechtengemeinschaften auf Küstenfels	Vegetationsdynamik mit Hilfe von Photos des Flechtenmosaiks

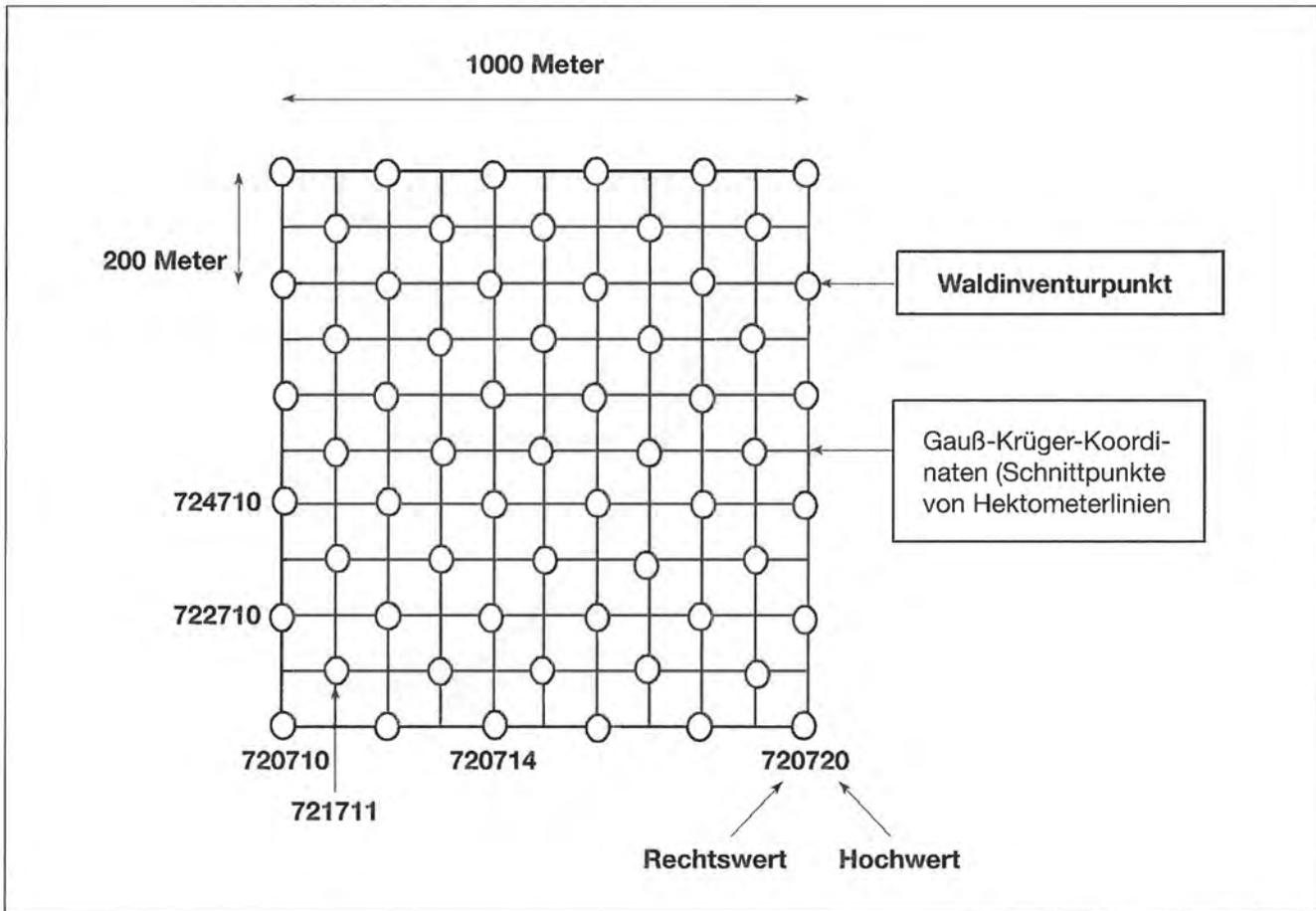


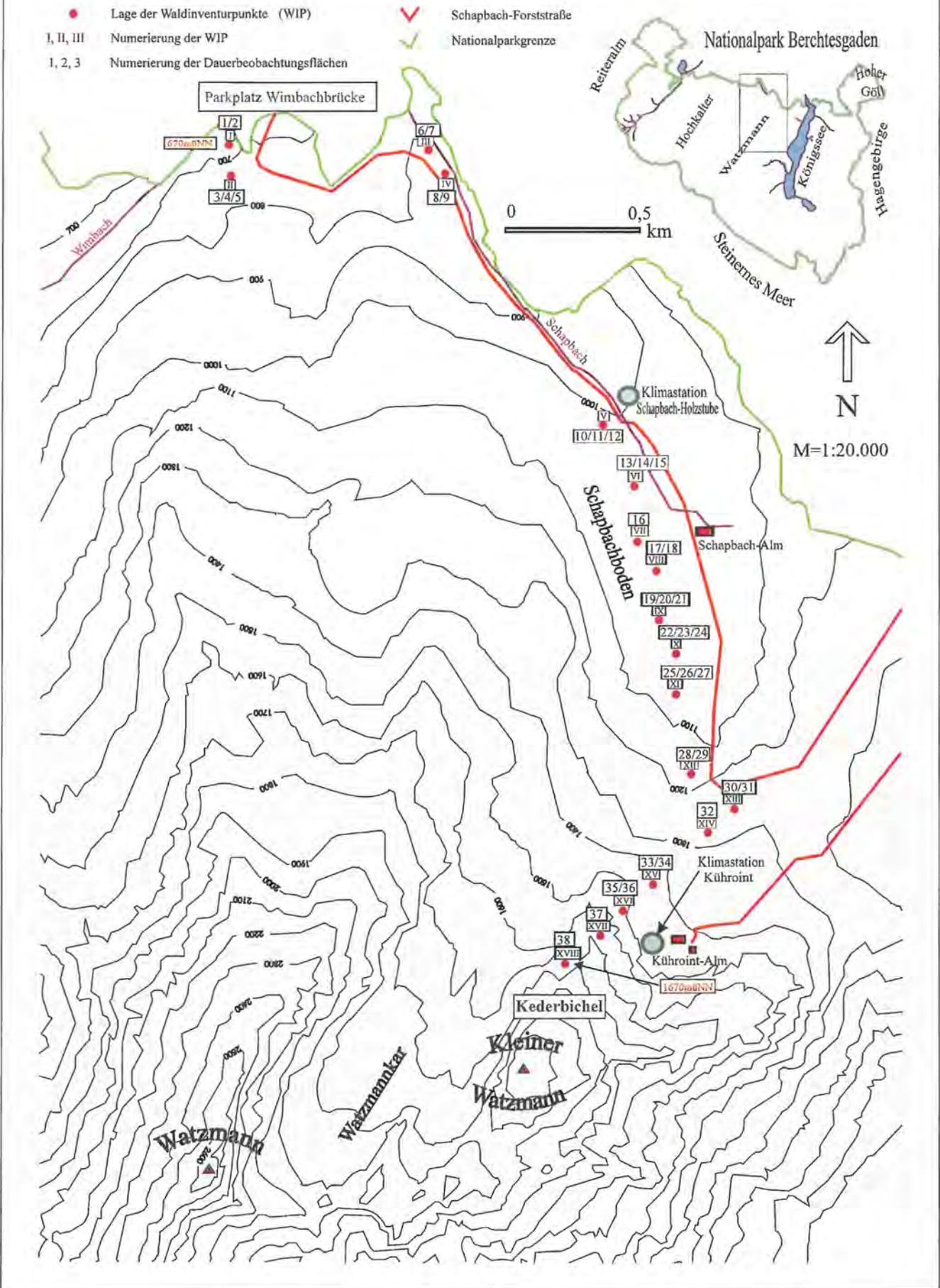
Abb. 40: Gauß-Krüger-Koordinaten-Netz (sechsstellige Hektometer-Koordinaten) und Lage der Waldinventurpunkte (o) im Nationalpark Berchtesgaden (RALL 1990).



Abb. 41: Waldinventurpunkt mit den Gauß-Krüger-Koordinaten $^{52}723\ ^{45}715$, 1020 müNN, im Schapbachboden, Watzmann-Gebiet. In der Mitte des Bildes erkennt man den mit dem orangen Farbring markierten Baum, von dem als Kreismittelpunkt für die Moosdauerbeobachtungsflächen ein Kreis mit einem Radius von 10 Metern im Gelände markiert wird; vorne rechts sieht man die Eckmarkierungen der Dauerbeobachtungsfläche Nr. 13.

Karte 4: Lage der Dauerbeobachtungsflächen

- Lage der Waldinventurpunkte (WIP)
- I, II, III Numerierung der WIP
- 1, 2, 3 Numerierung der Dauerbeobachtungsflächen
- ✓ Schapbach-Forststraße
- Nationalparkgrenze



wird das Gauß-Krüger-Koordinaten-Netz im Hektometer-Abstand (1 Hektometer = 100 Meter) markiert; jeder zweite der ermittelten Gitterlinienkreuzungspunkte ist nun Aufnahmepunkt für die Waldinventur (Waldinventurpunkt), wenn dieser Punkt in einem Waldgebiet liegt (siehe Abb. 40). Das gewählte Verfahren bedient sich also einer systematischen Stichprobenauswahl, wobei der Stichproben-Mittelpunkt mit dem entsprechenden Gitterlinien-Kreuzungspunkt übereinstimmt. Die ermittelten Waldinventurpunkte werden im Gelände eingemessen. An der Stelle des Stichproben-Mittelpunktes wird ein Permanent-Magnet im Boden vergraben, der dem Stichproben-Mittelpunkt nächstgelegene Baum, wird mit einem orangen Farbring markiert. Von dem Stichproben-Mittelpunkt ausgehend wurden die Inventuraufnahmen durchgeführt, wobei bei variablem Durchmesser der Waldinventurpunkte folgende Parameter ermittelt wurden: Baumarten, Brusthöhendurchmesser der einzelnen Bäume, Baumhöhen, Verjüngungssituation in der Inventurfläche, Waldtyp, Waldentwicklungsphase, Totholzanteil usw.

Folgerung aus der Grundinventur war das Ausweisen der sogenannten Waldpflegezone mit einer Fläche von 2642 Hektar; auf einer Fläche von ca. 1000 Hektar sind waldbauliche Maßnahmen vorgesehen mit dem Ziel, die Rückentwicklung dieser Waldbestände (meist Fichtenreinbestände) in einen naturnäheren Zustand zu unterstützen oder überhaupt erst zu ermöglichen.

Das Waldinventurprogramm ist als Dauerbeobachtungsprogramm ausgelegt und im Moment wird die erste Wiederholungsinventur durchgeführt, um den Erfolg durchgeführter Pflegemaßnahmen zu überprüfen und die generelle Entwicklung der Nationalparkwälder zu kontrollieren.

5.3 Dauerbeobachtungsflächen (DBF) von Moosgesellschaften im NP Berchtesgaden

Die günstigste Möglichkeit, Dauerbeobachtungsflächen von Moosgemeinschaften einzurichten, bestand darin, diese Flächen an Waldinventurpunkte „anzuhängen“, d.h. innerhalb der Waldinventurpunkte einzurichten, da die kleinflächigen Moosaufnahmepunkte dort recht einfach eingemessen werden können, was für das Wiederfinden unerlässlich ist. Einen Moosaufnahmepunkt von 20 x 20 cm Größe im freien Gelände ohne definierte Fixpunkte im Gelände zu finden, ist zeitraubend und aufwendig.

Die Festlegung der Moosaufnahmeflächen erfolgte in folgenden Schritten: Vorgabe seitens der Nationalparkverwaltung war, die Moosaufnahmeflächen in das MAB-Testgebiet Watzmann zu legen (MAB: Man and the Biosphere, UNESCO-Forschungsprogramm).

Um eine leichte Erreichbarkeit der Dauerbeobachtungsflächen bei erneuten Aufnahmen zu gewährleisten, wurde innerhalb des MAB-Testgebietes Watz-

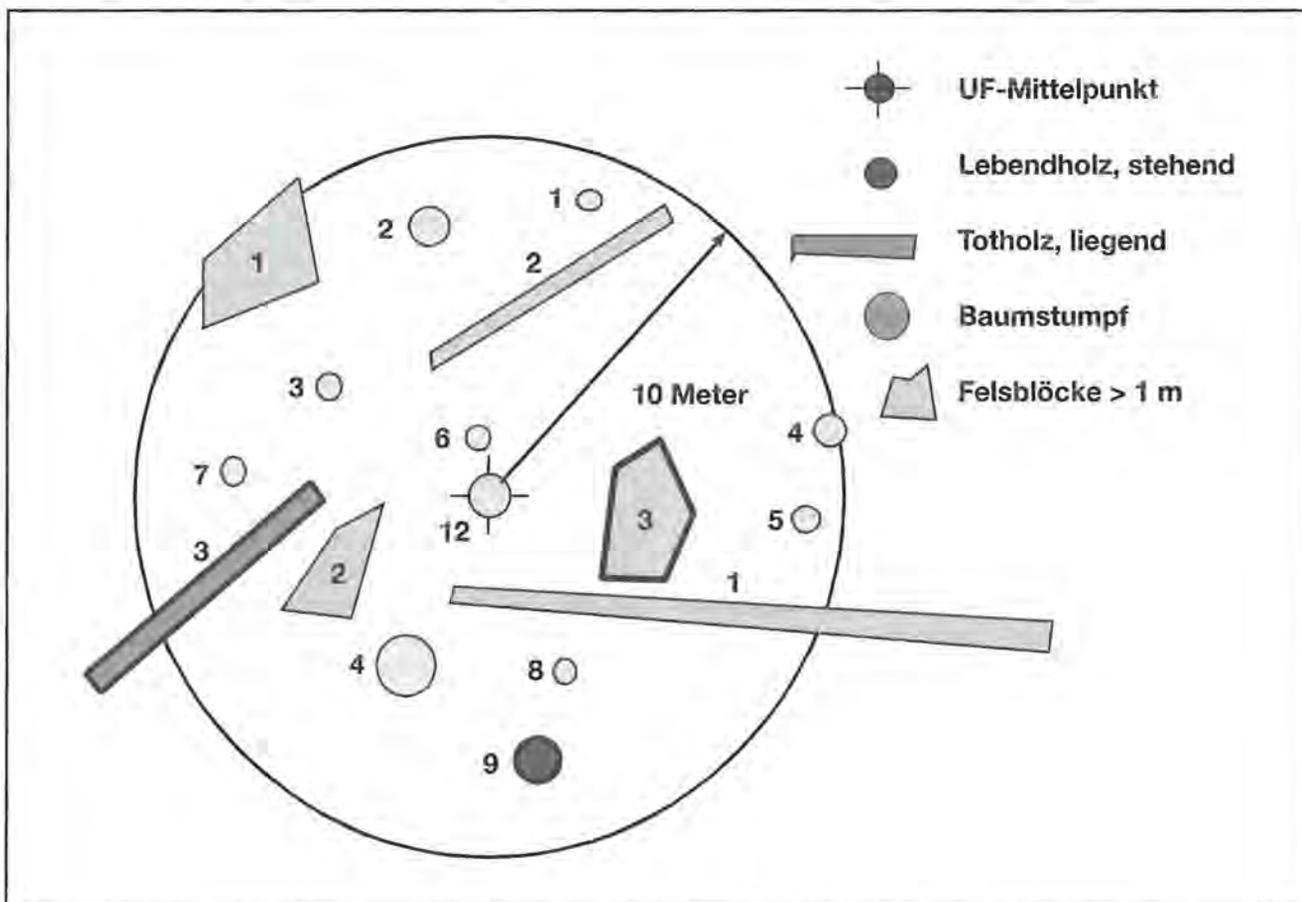


Abb. 42: Aufsicht einer Untersuchungsfläche (UF) mit nach den Substraten Kalkfels, Totholz und Bäumen getrennt vorgenommener Nummerierung. Die Zufallsauswahl lieferte folgende Objekte für die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen (in der Abbildung hervorgehoben): Baum Nummer 9, Kalkfels Nr. 3 und Totholzobjekt Nr. 3 (Original).

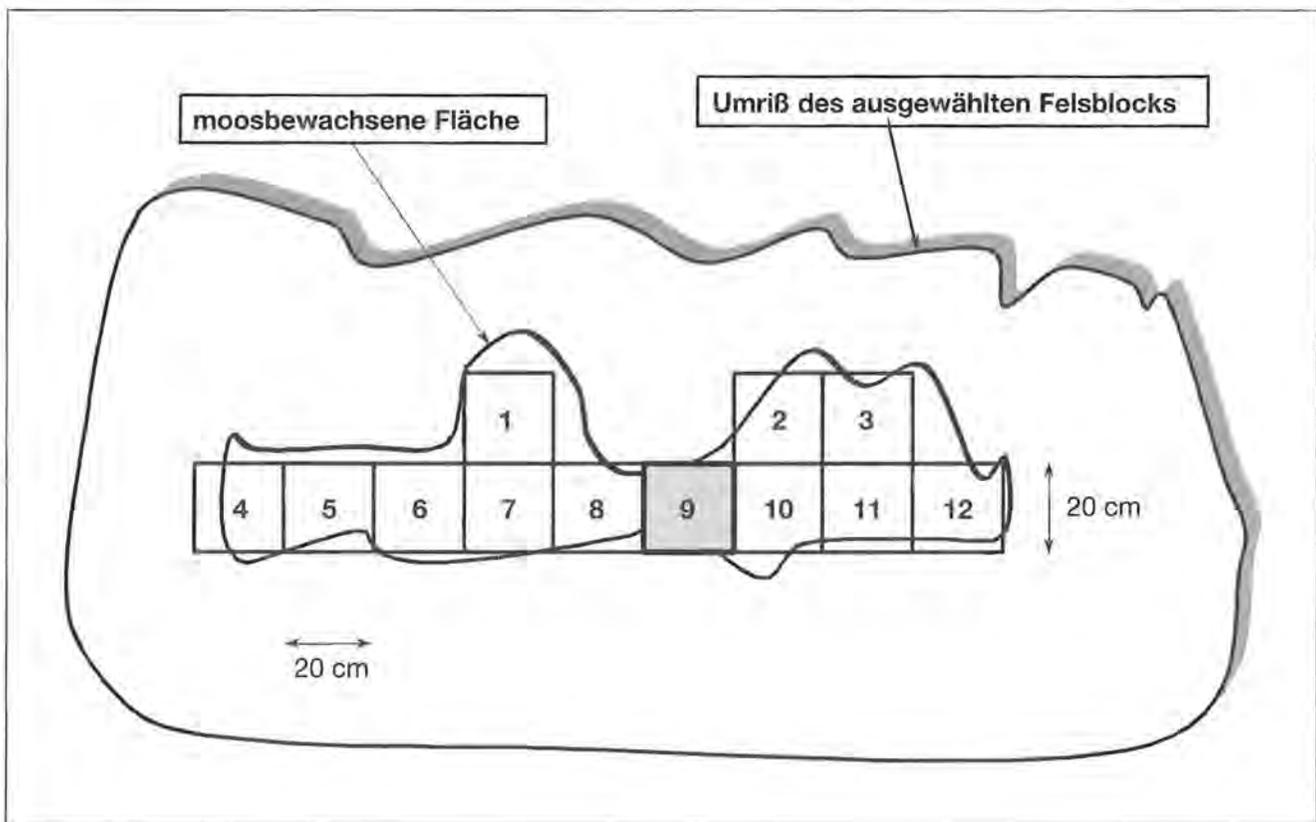


Abb. 43: Beispiel für das Vorgehen zum Festlegen der zufällig ausgewählten Dauerbeobachtungsfläche: die hauptsächlich von Moosen bewachsene Fläche kann in 12 Quadrate à 20 x 20 cm eingeteilt werden. Durch die vorherige Festlegung der Numerierung kann mit Hilfe der Zufallsfunktion eines Taschenrechners die Dauerbeobachtungsfläche ausgewählt werden, hier die Nummer 9 der markierten Quadrate (Original).

mann eine Trasse in der Nähe der mit Pkw befahrbaren Schapbach-Forststraße als Richtlinie für den Transektverlauf festgelegt; Moosaufnahmepunkte liegen also innerhalb von Waldinventurpunkten nahe der Schapbach-Forststraße, was zu folgendem Transektverlauf führt (siehe Karte 4, S. 66).

Innerhalb der ausgewählten Waldinventurpunkte wurde, ausgehend von dem mit dem orangen Farbring markierten Baum, ein *Kreis* mit einem Radius von 10 Metern im Gelände mit einem Maßband abgemessen und grob markiert (siehe Abb. 42); diese Fläche stellt die Grundgesamtheit bzw. Untersuchungsfläche für die sich nun anschließende Zufallsauswahl der Moosaufnahmeflächen dar:

Als geeignete Substrate für Moosaufnahmepunkte habe ich Kalkfelsen, Bäume (Lebendholz) und Totholz (liegende Baumstämme und Baumstümpfe) festgelegt. Als für Moosaufnahmepunkte „geeignete“ Objekte habe ich willkürlich folgende Kriterien festgelegt:

Kalkfelsen sollen größer als etwa 1x1x1 m sein, Bäume einen Brusthöhendurchmesser von mindestens 15 cm haben, Baumstümpfe sollen eine Stirnflächendurchmesser von mindestens 30 cm besitzen und liegendes Totholz mindestens einen Durchmesser von 15 cm.

Diese ausgewählten Objekte werden im Gelände getrennt nach Substrat durchnummeriert (durch Auslegen von Zahlenkarten im Gelände) und mit Hilfe der Zufallsfunktion eines Taschenrechners wird für jedes Substrat 1 Objekt ausgewählt (siehe Abb. 42).

Nach Auswahl der Objekte erfolgt die Auswahl der ei-

gentlichen Dauerbeobachtungsfläche, die eine Größe von 20 x 20 cm aufweist, eine bewährte Flächengröße (MUHLE & POSCHLOD 1989). Das ausgewählte Objekt ist nun mehr oder weniger dicht und flächig von Moosen und anderen Pflanzengruppen bewachsen. Wenn die gesamte moosbewachsene Fläche des Objektes die Fläche von 20 x 20 cm übersteigt oder inselhaft verteilt ist, muß auch diese Bewuchsfläche unterteilt werden, um die Vorgaben einer Zufallsauswahl einzuhalten. Ich habe dabei folgende Methode angewendet:

Mit einem Maßband habe ich die gesamte Bewuchsfläche in die entsprechende Anzahl an 20 x 20 cm-Quadraten unterteilt, daraufhin die entsprechende Anzahl von Zahlenkarten den Quadraten zugeordnet und die endgültige Fläche mit der Zufallsfunktion eines Taschenrechners ausgewählt.

Anschließend erfolgt das Anbringen der Grenzmarkierungen mit Hilfe einer Schablone aus Kunststoff: Bei Dauerbeobachtungsflächen auf Bäumen und Totholz werden große Aluminiumnägel (diese werden auch zum Anbringen von Vogelnistkästen an Bäumen verwendet, da sie angeblich dem Baum den geringsten Schaden zufügen) eingeschlagen, bei Flächen auf Kalkfels werden Löcher mit einem akkugetriebenen Schlagbohrer gesetzt und verdübelt.

Schließlich werden die Flächen mit gut sichtbaren Plaketten versehen, um die Flächen eindeutig zu kennzeichnen und leicht wiederfinden zu können.

Nach diesen Schritten erfolgt die Aufnahme der im Bereich der nun festgelegten Dauerbeobachtungsfläche

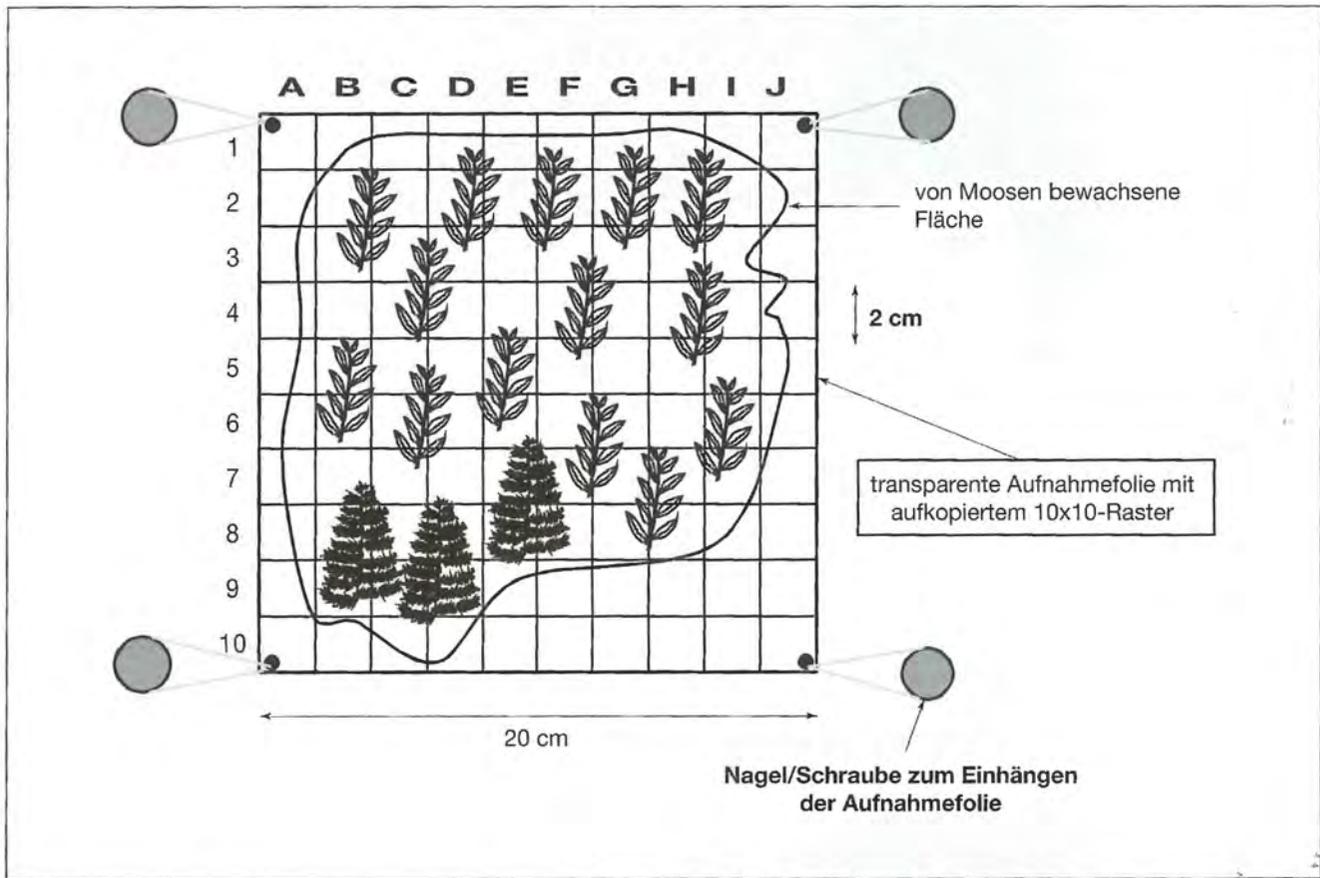


Abb. 44: Ansicht der eingehängten Aufnahmefolie, nachdem die Eckpunkte der Dauerbeobachtungsfläche mit Nägeln als Grenzmarkierungen versehen worden sind.



Abb. 45: Auf einem Totholzstamm ausgelegte Nummernkarten. In jeden Astzwischenraum wurde eine Karte gelegt. Die Zufallsfunktion des Taschenrechners bestimmte, welcher Astzwischenraum die künftige Dauerbeobachtungsfläche werden sollte.



Abb. 46: Auf einen zufällig ermittelten 20 cm-Maßbandabschnitt eines Totholzstammes aufgelegte Eckpunktschablone; hier wurden später Aluminiumnägeln eingeschlagen.



Abb. 47: In die Eckpunktmarkierungen eingehängte Aufnahmeplatte mit dem 10x10-Raster.

wachsenden Pflanzen (Muster eines Aufnahmeblattes siehe Anhang 9.2.1 und 9.2.2), also die Vegetationsaufnahme:

Dazu wird eine transparente Folie von 20 x 20 cm Größe, die mit Gummischlaufen versehen ist, in die Eckpunkte der Dauerbeobachtungsfläche eingehängt; diese Folie ist unterteilt in ein Raster von 10 x 10 (= 100) Subquadraten mit einer Kantenlänge von 2 cm (siehe Abb. 44).

Für jedes der 100 Subquadrate werden die darin vorkommenden Arten notiert; somit liegt für jede insgesamt vorkommende Art ein Häufigkeitswert (Frequenz) zwischen 1 und 100 vor; im Anschluß wird die gesamte Deckung jeder vorkommenden Art als Anteil der Gesamtfläche auf 5% genau geschätzt, was mit Hilfe des aufliegenden Rasters ohne weiteres möglich ist (siehe Muster-Aufnahmebogen Anhang 9.2.1 und 9.2.2).

Jede Dauerbeobachtungsfläche wurde anschließend (formatfüllend) fotografisch dokumentiert; zusätzlich wurde die Umgebung der Dauerbeobachtungsfläche fotografiert, d.h. der Waldabschnitt, in dem die Dauerbeobachtungsfläche liegt, um einen Eindruck davon zu bekommen, wie das entsprechende Waldstück zum Aufnahmezeitpunkt ausgesehen hat.

Jede Dauerbeobachtungsfläche wurde auf Dezimeter genau auf den mit dem orangen Farbring markierten Baum (Waldinventur) eingemessen: Für jede DBF liegen die Himmelsrichtung in Grad (0–360°) und die Entfernung in Metern in Bezug auf den markierten Baum vor, so daß jede DBF eindeutig zugeordnet und leicht wiedergefunden werden kann.

5.4 Fortschreibung der Dauerflächenbeobachtung

Die Grundaufnahme der Moos-Dauerbeobachtungsflächen erfolgte in den Jahren 1994 und 1995. Parallel zur Einrichtung und Grundaufnahme der Moos-DBF wurde von Waldarbeitern der Nationalparkverwaltung die erste Wiederholungsinventur der Waldbestände im gleichen Gebiet (nördliches Watzmann-Gebiet) durchgeführt. Das heißt, es bietet sich in hervorragender Weise an, Wiederholungsaufnahmen der Waldinventur und der Moos-DBF gleichzeitig durchzuführen, also voraussichtlich im Jahre 2004: Der Wiederholungszeitraum beträgt somit 10 Jahre.

Folgendes Minimalprogramm erachte ich für eine Wiederholungsaufnahme als unabdingbar:

- A:** Aufnahme der Flächen mit der *Klein-Quadrat-Methode*, d.h. eine transparente Folie mit dem 10 x 10-Raster wird wieder in die Eckpunktmarkierungen eingehängt und für jedes der 100 Klein-Quadrate notiert, welche Arten dort vorkommen; für jede vorkommende Art sollte wiederum deren Häufigkeit (Frequenz) summiert werden.
- B:** Vegetationsaufnahme nach den Vorgaben des Aufnahmebogens (siehe Anhang 9.2.1): Schätzung der Gesamtdeckung, also der Summendeckung aller vorkommenden Arten und Schätzung der Deckung jeder vorkommenden Art, was mit Hilfe der auf die

Fläche aufgelegten Rasterfolie sehr genau möglich ist, da jedes Klein-Quadrat genau 1% der Gesamtfläche repräsentiert und man somit recht gut abzählen kann, wieviele Klein-Quadrate eine Art bedeckt.

- C:** Fotografische Dokumentation: mit Hilfe der Fotos von den Moos-DBF kann man größere Veränderungen der Fläche erkennen, beispielsweise, ob bei Bäumen Borkenteile abgeplatzt sind, bei Felsen durch Frostverwitterung Spalten entstanden sind oder gar Stücke abgesprengt worden sind, oder Totholz (im Vergleich zur Grundaufnahme) höhere Verfallsgrade aufweist. Auf den Fotos erkennt man auch, ob sich das räumliche Verteilungsmuster der dominanten Arten verändert hat, man sieht, wie sich das Erscheinungsbild der Fläche seit der Grundaufnahme bzw. Einrichtung verändert hat.

Darüberhinaus sollte auch die Waldinventurfläche als Ganzes fotografisch belegt werden, da man mit Hilfe der Umgebungsfotos erkennt, welche Veränderungen in dem entsprechenden Waldstück vor sich gegangen sind, was stets Rückwirkungen auf die Moos-DBF nach sich ziehen wird.

Indem die Wiederholungsaufnahme der Moos-DBF parallel mit derjenigen der Waldinventur vorgenommen wird, liegen somit für erstere auch recht genaue Angaben über die Waldentwicklung vor, zum Beispiel über die Entwicklung des Jungbaumwuchses, was lichtklimatische Auswirkungen auf Moose haben kann, über die Entwicklung des Borkenkäferbefalls etc.

Für einen weniger geübten Bearbeiter, der die Wiederholungsaufnahme der Moos-DBF durchführen könnte, sind in den Aufnahmebögen der Grundaufnahme artspezifisch die Wuchsformen angegeben, was das Erkennen der Moosarten erleichtert.

Beim Vergleich der Flächen der Grundaufnahme mit denen der Wiederholungsaufnahme wird man besonders auf folgende Ereignisse achten:

Sind im Vergleich zur Grundaufnahme neue Arten hinzugekommen? Was haben die hinzugekommenen Arten für einen diagnostischen Aussagewert?

Sind Arten, die bei der Grundaufnahme noch in erheblichen Quantitäten vorhanden waren, zurückgegangen oder sogar verschwunden, oder haben sich diese weiter ausgebreitet?

Haben Ereignisse in der Fläche stattgefunden, die mit den gerade genannten Veränderungen zu korrelieren sind, wie zum Beispiel großflächiges Abblättern von Borke bei Bäumen?

Diese Überlegungen zielen darauf ab, festzustellen, welche Veränderungen auf natürliche Prozesse zurückzuführen sind und welche Veränderungen mit Faktoren menschlichen Wirkens oder klimatischer Veränderungen etc. in Verbindung zu bringen sind.

Gemäß MUHLE & POSCHLOD 1989 können insbesondere Dauerbeobachtungsflächen auf Lebendholz und auf Felsblöcken oder -wänden mögliche Umweltveränderungen anzeigen; die Einrichtung solcher Dauerbeob-

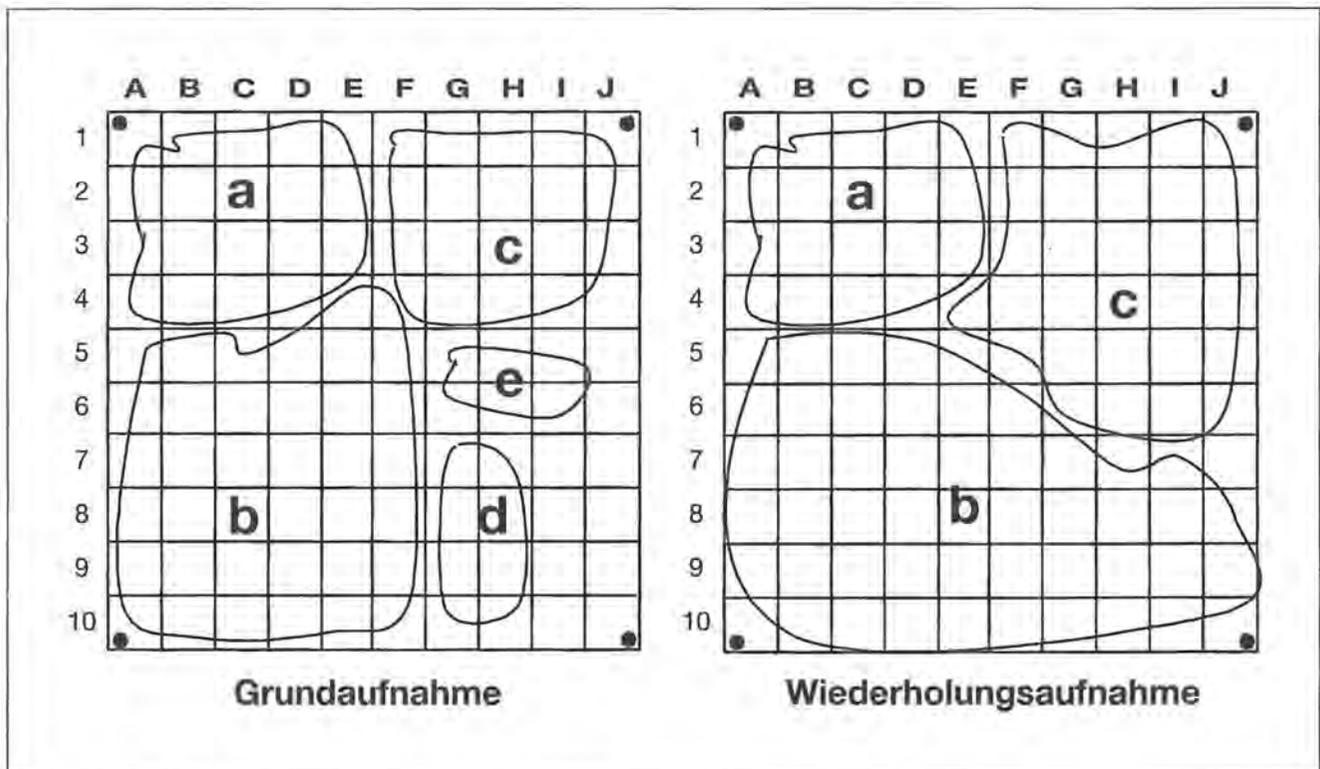


Abb. 48: Vereinfachtes Beispiel für die mögliche Entwicklung einer Dauerbeobachtungsfläche nach der Wiederholungsaufnahme im Vergleich zur Grundaufnahme; in dem gezeigten Beispiel sind die Arten **d** und **e**, die als Zeiger besonders reiner Luft gelten, verschwunden, während sich die Arten **b** und **c** flächenmäßig ausgebreitet haben und die Art **a** keine Veränderungen anzeigt.

achtungsflächen in einem Nationalpark, wie in diesem Fall, ist dabei besonders günstig, da ein Nationalpark eine kontrollierte Umgebung darstellt, in der keine nutzungsbedingten Veränderungen auftreten, die, falls sie auftreten, eine Interpretation von Ergebnissen aus Dauerbeobachtungen erschweren.

Zum Herausarbeiten von diagnostisch wichtigen Veränderungen nach der Wiederholungsaufnahme könnten aus heutiger Sicht beispielsweise folgende Beurteilungshilfen herangezogen werden:

- Die Zeigerwerte aller in Mitteleuropa vorkommenden Moosarten von DULL in ELLENBERG et al. 1991.
- Die Luftreinheitswerte für Moose von DULL 1974, sogenannte Air-purity-Indices, oder etwa die Untersuchungen von D.N. RAO in SMITH 1982.
- Die Rote Liste gefährdeter Moose in Bayern von MEINUNGER 1995.

Zum Zeitpunkt der Wiederaufnahme liegen möglicherweise noch viele weitere Untersuchungen vor, die zu gutachtlichen Stellungnahmen geeignet sein werden, denn auf dem Gebiet der Dauerflächenbeobachtung sind ständig neue Entwicklungen und Erkenntnisse festzustellen.

Die Dauerbeobachtungsflächen auf Totholz werden auch dazu dienen, das Verständnis für natürliche Sukzessionen zu vertiefen, da sich die Artenzusammensetzung der Totholzbesiedler mit dessen zunehmendem Zerfall verändert. So konnte SODERSTROM 1993 nachweisen, daß totholzbesiedelnde Moosarten be-

stimmte Zerfallsstadien des Totholzes bevorzugen. In meinen Aufnahmebögen ist für etwaige Studien in dieser Richtung der Zerfallsgrad des Totholzes bei der Grundaufnahme berücksichtigt worden.

Die genaue Dokumentation aller Dauerbeobachtungsflächen ist in der Bibliothek der Nationalparkverwaltung, Doktorberg 6, D-83471 Berchtesgaden, hinterlegt.

5.5 Beispiele von Dauerbeobachtungsflächen (DBF)

Im folgenden Abschnitt werden exemplarisch einige Dauerbeobachtungsflächen gezeigt. Eine steckbriefartige Beschreibung der Fläche in ihrer Umgebung, die Rasteraufnahme und ein zugehöriges Photo sollen ermöglichen, daß man sich eine möglichst genaue Vorstellung von derartigen Flächen machen kann. Das flächige Verteilungsmuster der Arten kann mit Hilfe der Rasteraufnahme, folgende Seiten, erfaßt werden, indem man in Gedanken das Quadratnetz des Aufnahmebogens auf das Photo projiziert (die Eckquadrate stimmen in etwa mit der Position der Nägel, an denen die Aufnahme folie eingehängt wird, überein).

In den Rasteraufnahmebögen (Abb. 50, 51, 53) sind unterhalb des Quadratnetzes die Artnamen angegeben, dahinter die Artnamencodierung und die Anzahl der Quadrate, in denen die betreffende Art beobachtet wurde (**Frequenz**).

5.5.1 DBF Nr. 4 auf *Acer pseudoplatanus* (Lebendholz)

Diese Dauerbeobachtungsfläche befindet sich in einem fichtendominierten Waldstück mit eingestreuten Bergahornen, wenige Hundert Meter südlich des Parkplatzes Wimbachbrücke in 725 Meter Höhe auf der rechten Seite des Wimbachs. Der Fichtenbestand steht sehr locker (parkartig), der Unterwuchs ist grasreich entsprechend des relativ günstigen Lichtklimas. Die DBF ist eingerichtet auf einem Bergahorn mit einem Brusthöhendurchmesser von etwas über 15 cm. Die Unterkante der DBF liegt etwa 115 cm über dem Erdboden. Von einer Stelle abgesehen, an der die Borke schräg abzuplatzen beginnt, ist die Borke relativ glatt.

Der Aufbau der Moosschicht ist sehr einfach, da letztere nur aus wenigen Arten besteht, die nur einen Teil der nach Südwesten exponierten DBF bedecken. Die Artenarmut ist wohl darauf zurückzuführen, daß dieser Standort wenig luftfeucht ist. Im oberen Teil der Fläche, siehe Abb. 49, dominiert *Brachythecium populeum* im mittleren und unteren Teil dominiert *Ulota crispa* (polsterförmiger Wuchs). *Orthotrichum stramineum* kann man erahnen auf der Linie zwischen den beiden unteren Nägeln, etwas rechts der Mitte, als kleinen grünen Fleck. Etwas links darüber befindet sich die Flechtenart *Parmelia saxatilis*. Die Lebermoosart *Frullania fragilifolia* (in der linken unteren Ecke von Abb. 50) kann man auf dem Photo nicht erkennen.

Man kann zum jetzigen Zeitpunkt nur spekulieren, wie sich die Fläche weiterentwickelt. Anzunehmen ist, daß

in zehn Jahren der Bergahornjungwuchs wesentlich höher aufgekommen sein wird und den Kronenschluß in dieser Fläche verdichten werden, so daß weniger Licht einfallen und die Luftfeuchtigkeit etwas zunehmen wird. Damit verbunden sein könnte eine Ausbreitung der Arten *Frullania fragilifolia* und *Orthotrichum stramineum*. Möglicherweise wandern aber auch ganz neue Arten ein, oder die beiden dominierenden Arten füllen zum nächsten Aufnahmezeitpunkt die gesamte Fläche aus.

5.5.2 DBF Nr. 10 auf *Picea abies* (Totholz)

Diese DBF liegt in einem Fichtenreinbestand ca. 200 Meter nordwestlich der Schapbach-Diensthütte (Schapbach-Holzstube, siehe Karte 4). Bei relativ dichtem Kronenschluß fällt relativ wenig Licht ein. In dem fast ebenen Waldstück liegen eine ganze Reihe umgefallener Baumstämme. Auf einem dieser befindet sich die in Abb. 52 gezeigte DBF etwa einen halben Meter über dem Erdboden (Exposition Nordwest). Die Borke, auf der die Fläche liegt, ist noch weitgehend intakt, das Holz praktisch noch unzersetzt. Insofern ähnelt die Moosschicht in ihrer Zusammensetzung weitgehend der auf der Borke lebender Fichten. In der Bildmitte der Abb. 52 erkennt man als hellgrüne Matte *Ptilidium pulcherrimum* als dominierende Art der Fläche. Hellgrau erscheint die Flechtenart *Cladonia coniocraea* (im oberen Bildteil mit Podetien). In der rechten Ecke von Abb. 52 ist eine außerhalb der Fläche liegende *Buxbaumia indusiata* zwischen zwei Nägeln mit einem schwarzen



Abb. 49: DBF Nr. 4 auf jüngeren Bergahorn in 725 Meter Höhe, in der Nähe des Parkplatzes Wimbachbrücke, siehe Karte 4, Seite 66.

	Ulocri Parsax		Brapop	Brapop	Brapop	Brapop	Brapop		
Ulocri	Ulocri		Brapop	Brapop	Brapop	Brapop	Brapop	Parsax	Ulocri
Ulocri	Brapop Ulocri		Brapop	Brapop	Brapop	Brapop	Brapop	Brapop	Ulocri
Ulocri	Brapop	Brapop	Brapop	Brapop	Brapop	Brapop	Brapop Ulocri	Brapop Ulocri	Brapop Ulocri
			Brapop				Ulocri	Ulocri	
Parsax				Ulocri	Ulocri	Ulocri	Ulocri	Ulocri	Ulocri
Ulocri Brapop	Parsax	Parsax		Ulocri	Ulocri	Ulocri	Brapop Ulocri	Brapop Ulocri	
	Parsax	Parsax	Ulocri		Ulocri	Ulocri	Brapop Ulocri	Brapop	
Ulocri		Parsax			Parsax	Ulocri			
Frufra	Ulocri Parsax		Ulocri	Brapop Parsax	Brapop Ortstr Parsax	Ortstr	Parsax	Parsax	

Brachythecium populeum (Brapop)

33

Parmelia saxatilis (Parsax)

15

Frullania fragilifolia (Frufra)

1

Orthotrichum stramineum (Ortstr)

2

Ulotia crispa (Ulocri)

32

Abb. 50: Rasteraufnahme der DBF Nr. 4, Gauß-Krüger-Koordinaten 736696, 725 müNN.

Bletri Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Clacon	Bletri Dicsco Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Ptipul Clacon	Bletri Ptipul Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Clacon
Lcohet Clacon	Dicsco Lcohet Clacon	Dicsco Ptipul Clacon	Dicsco Ptipul Sanunc Clacon	Bletri Dicsco Ptipul Sanunc Clacon	Dicsco Ptipul Clacon	Dicsco Clacon	Dicsco Clacon	Rhipun Clacon	Dicsco Rhipun Clacon
Sanunc Clacon	Ptipul Clacon	Ptipul Clacon	Ptipul Sanunc	Dicsco Ptipul Sanunc	Dicsco Ptipul Rhipun Sanunc	Bletri Dicsco Sanunc Clacon	Bletri Dicsco Clacon	Bletri Dicsco Clacon	Dicsco Rhipun Shasel
Dicsco Sanunc Clacon	Ptipul Sanunc Clacon	Ptipul Sanunc	Ptipul Sanunc	Ptipul	Dicsco Ptipul Sanunc Clacon	Bletri Dicsco Clacon	Bletri Dicsco Clacon	Dicsco Lcohet Rhipun Clacon	Bletri Lcohet Rhipun
Clacon	Ptipul Clacon	Ptipul Clacon	Ptipul Sanunc	Ptipul	Ptipul Clacon	Bletri Dicsco Clacon	Bletri Dicsco Rhipun Clacon	Lcohet Rhipun Clacon	Buxind Lcohet Rhipun
Clacon	Dicsco Ptipul Clacon	Ptipul Sanunc Clacon	Dicsco Ptipul Sanunc Clacon	Dicsco Ptipul Sanunc	Dicsco Ptipul Clacon	Bletri Dicsco Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Rhipun Clacon	Bletri Lcohet Rhipun
Clacon	Ptipul Clacon	Dicsco Ptipul Clacon	Dicsco Ptipul Clacon	Dicsco Lcohet Ptipul	Dicsco Clacon	Dicsco Lcohet	Bletri Clacon	Bletri Buxind Lcohet Rhipun Clacon	Lcohet Rhipun Shasel Clacon
Clacon	Dicsco Clacon	Dicsco Clacon	Bletri Dicsco Ptipul Clacon	Bletri Dicsco Ptipul Sanunc	Bletri Dicsco Rhipun	Dicsco Lcohet	Dicsco Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Clacon	Bletri Lcohet Rhipun
Clacon	Dicsco Clacon	Dicsco Clacon	Dicsco Clacon	Dicsco Sanunc Clacon	Dicsco Clacon	Bletri Dicsco Clacon	Bletri Rhipun Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Sanunc Clacon	Bletri Rhipun
Clacon	Dicsco Clacon	Dicsco Clacon	Dicsco Clacon	Dicsco Sanunc Clacon	Dicsco Rhipun Clacon	Bletri Dicsco Clacon	Bletri Dicsco Ptipul Rhipun Clacon	Bletri Dicsco Lcohet Ptipul Tetpel	Bletri Dicsco Lcohet Tetpel

<i>Blepharostoma trichoph.</i> (Bletri)	38	<i>Rhizomnium punctat.</i> (Rhipun)	19
<i>Buxbaumia indusiata</i> (Buxind)	2	<i>Sanionia uncinata</i> (Sanunc)	20
<i>Dicranum scoparium</i> (Dicsco)	64	<i>Sharpiella seligeri</i> (Shasel)	2
<i>Lophocolea heteroph.</i> (Lcohet)	28	<i>Tetraphis pellucida</i> (Tetpel)	2
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (Ptipul)	34	<i>Cladonia coniocr.</i> (Clacon)	78

Abb. 51: Rasteraufnahme der DBF Nr. 10, Gauß-Krüger-Koordinaten 727713, 1010 müNN. Richtung und Entfernung der DBF vom Untersuchungsflächenmittelpunkt aus: 330°, 10,0 m

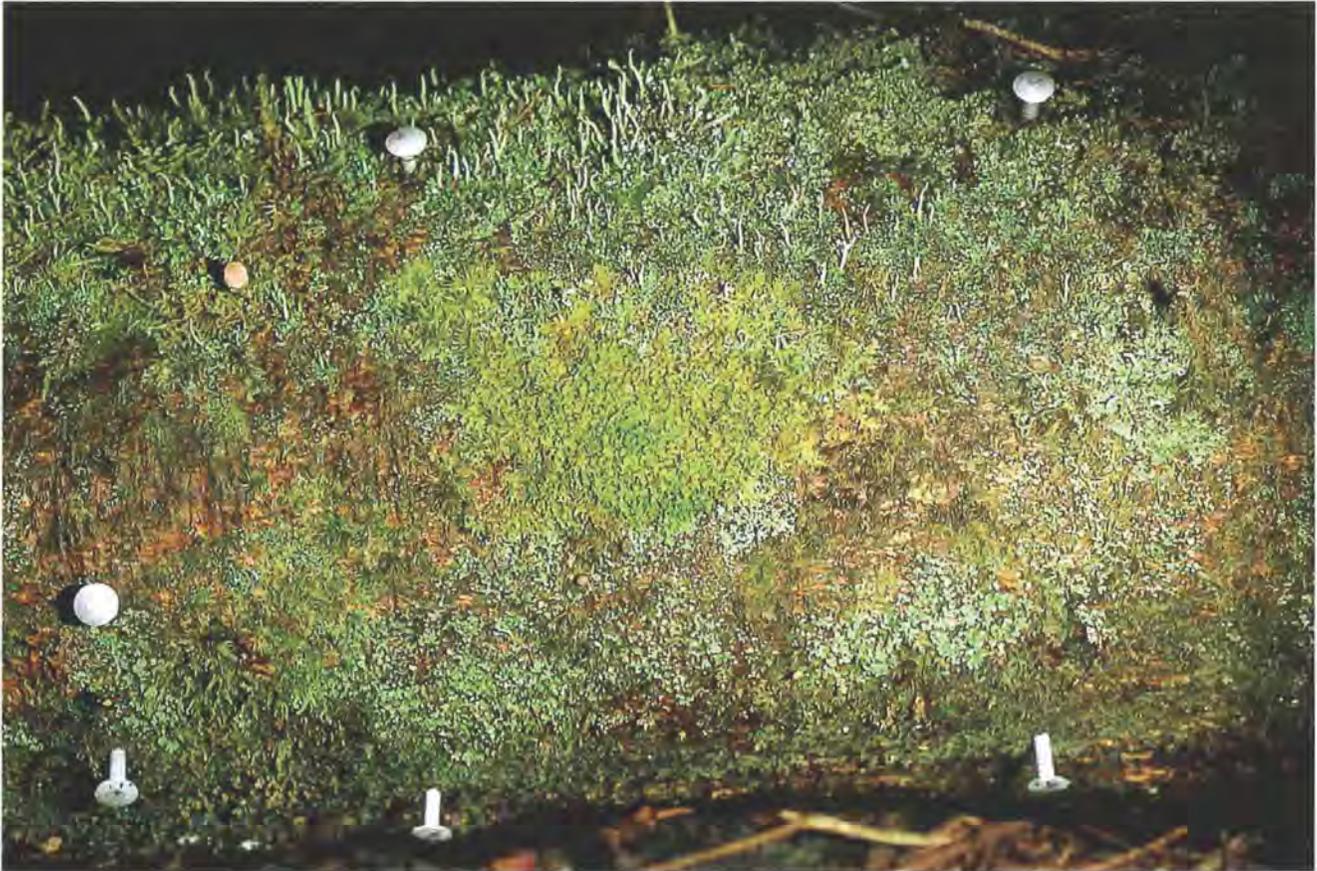


Abb. 52: DBF Nr. 10, in einem Fichtenreinbestand in 1010 Meter Höhe in der Nähe der Schapbach-Diensthütte (siehe Karte 4).

Kreis markiert. Die anderen Arten sind auf dem Foto nur schwer auszumachen.

In den nächsten zehn Jahren wird der Baumstamm, auf dem die DBF eingerichtet ist, langsam weiter zersetzt werden. Gleichzeitig wird sich die Moosflora verändern, wobei höchstwahrscheinlich die Moosart *Tetraphis pelucida* zur Ausbreitung kommen wird, die bei höheren Zerfallsgraden des Holzes in der Regel dichtere Rasen bildet.

5.5.3 DBF Nr. 32 auf *Picea abies* (Totholz)

Diese DBF befindet sich in einem Fichten-Lärchenwald an einem steilen Nordhang etwa 700 Meter westlich der Kührintalm. Im Unterschied zur vorgenannten DBF Nummer 10, die auf trockenerem, wenig zersetztem Totholz liegt, befindet sich die DBF Nr. 32 (siehe Abb. 54) auf stärker zersetztem und feuchtem Totholz. Die Fläche ist nach Norden exponiert und liegt etwa einen halben Meter über dem Erdboden. Auf diesem Substrat stellt sich eine *Riccardia-palmata*-Gesellschaft (siehe Tab. 8.1; die Vegetationsaufnahme dieser Fläche ist dort unter „Nummer der Aufnahme“ 15 zu finden) ein, wie sie im Gebiet für feuchtes und morsches Totholz typisch ist. Dominiert wird die Fläche von der in Abb. 54 dunkelgrün erscheinenden Lebermoosart *Riccardia palmata*. Links im Bild erscheint hellgrün *Mylia taylorii*. Rechts oben im Bild dominiert die zierliche Laubmoosart *Hyp-*

num callichroum. Die Art *Cephalozia leucantha* durchzieht (im Bild nicht zu erkennen, da diese Art sehr klein ist) den geschlossenen Moosteppich dieser Fläche in dünnen Fäden. Die beiden anderen Moosarten dieser Fläche, *Dicranum scoparium* und *Dicranodontium denudatum*, wachsen hier in kümmerlichen Formen, Flechten kommen hier gar nicht vor.

6 Moosgesellschaften im Nationalpark Berchtesgaden

Moose verhalten sich wie andere Pflanzen auch: sie sind gesellig, sie leben mit anderen Pflanzen zusammen in Pflanzengemeinschaften (Phytocoenosen).

Zur Einführung sollen hier einige Grundregeln des pflanzlichen Zusammenlebens angeführt werden (DIERSCHKE 1994):

Keine Pflanze, ob Individuum oder (biologische) Art, lebt solitär, sondern stets in einem lebendigen Gefüge als Teil einer Vergesellschaftung von Pflanzen.

Der Standort als die Summe aller Umweltfaktoren (Umweltbedingungen) wirkt als Filter, der es nur einer begrenzten Anzahl von Pflanzenarten (aus der Gesamtheit der Pflanzenarten) ermöglicht, an einem konkreten Wuchsort miteinander zu leben.

Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Loplon Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay	Cepleu Myltay	Cepleu Myltay	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Hypcal Myltay	Hypcal Myltay	Hypcal Myltay
Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Myltay	Cepleu Myltay	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay	Cepleu Hypcal Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Hypcal Myltay	Myltay
Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Hypcal Myltay Ricpal	Myltay	Myltay	Hypcal Myltay
Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Ricpal	Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Hypcal Myltay	Hypcal Myltay	Hypcal Myltay	Hypcal Myltay
Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Hypcal Myltay	Loplon Myltay Ricpal	Hypcal Myltay	Hypcal
Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Dicden Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Loplon Myltay Ricpal	Hypcal Loplon Myltay	Hypcal Myltay
Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Myltay	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Myltay	Hypcal Loplon Myltay	Myltay
Cepleu Dicden Myltay Ricpal	Cepleu Dicden Myltay Ricpal	Cepleu Myltay	Cepleu Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay	Myltay	Myltay
Cepleu Dicden Myltay Ricpal	Cepleu Dicden Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Loplon Myltay Ricpal	Loplon Myltay	Myltay	Myltay
Cepleu Dicden Ricpal	Dicden Dicsco Myltay Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Cepleu Myltay Ricpal	Loplon Myltay	Loplon Myltay	Myltay	Myltay

<i>Cephalozia leucantha</i> (Cepleu)	70	<i>Mylia taylorii</i> (Myltay)	85
<i>Dicranodontium denudatum</i> (Dicden)	7	<i>Riccardia palmata</i> (Ricpal)	62
<i>Dicranum scoparium</i> (Dicsco)	1		
<i>Hypnum callichroum</i> (Hypcal)	16		

Abb. 53: Rasteraufnahme der DBF Nr. 32, Gauß-Krüger-Koordinaten 707719, 1310 müNN. Richtung und Entfernung der DBF vom Untersuchungsflächenmittelpunkt aus: 15°, 8,0 m

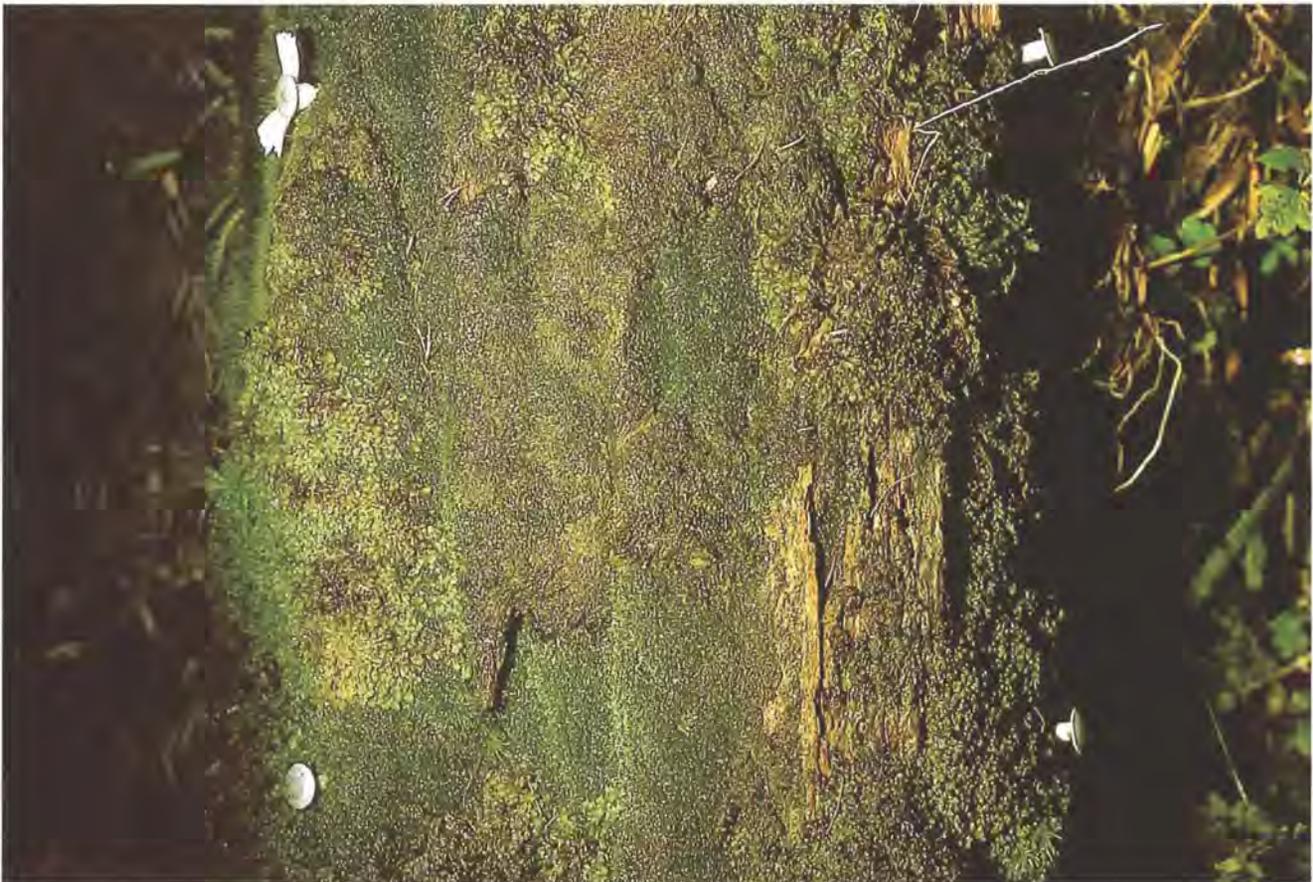


Abb. 54: DBF Nr. 32 auf stark zersetztem Fichtenstamm westlich der Kührintalm, in 1310 m Höhe.

Von den Arten, die hinsichtlich der standörtlichen Bedingungen an einem bestimmten Wuchsort wachsen können, kann wiederum nur eine beschränkte Anzahl von Pflanzen in einer Pflanzengesellschaft zusammenleben, denn neben den exogenen Faktoren wirken genauso endogene, gesellschaftsinterne Faktoren (Wettbewerb, Duldung und Symbiose) regulierend auf das Artenspektrum der Gesellschaft.

Jeder Teil einer Gesellschaft wirkt auf jeden anderen Teil der Gesellschaft. Eine konkrete Gemeinschaft ist eine zeitlich befristete Manifestation des Zusammenwirkens exogener und endogener Faktoren im Sinne eines dynamischen Gleichgewichts, das bei Änderung von Faktoren eine Veränderung des Gefüges erfährt und umgekehrt Standortbedingungen verändern kann. Jede Gesellschaft unterliegt einer räumlichen und zeitlichen Ordnung. Räumlich kann man stets wie bei allen biologischen Systemen mehrere Integrationsstufen als Funktion der räumlichen Skalierung unterscheiden, von GroÙeinheiten wie dem Savannengürtel der Erde bis zur Vergesellschaftung einzelliger Algen.

Vegetationsdecken sind zonierte, weisen also zu einem bestimmten Zeitpunkt ein geographisches Areal auf. Die Pflanzenbestände leben in einem Raum-Gefüge, in dem sie einen bestimmten Platz einnehmen. Sie unterliegen zeitlichen Rhythmen wie den Jahreszeiten, dem Wechsel von Tag und Nacht etc. und durchlaufen selbst Phasen von ihrer Entstehung bis zu ihrem Zerfall. An dieser Stelle sei die verdichtete Definition einer

Pflanzengesellschaft von Tüxen zitiert (TUXEN 1957a in DIERSCHKE 1994):

„Eine Pflanzengesellschaft (und Tiergesellschaft) ist eine nach ihrer Artenverbindung durch den Standort ausgelesene Arbeitsgemeinschaft von Pflanzen (und Tieren), die als sich selbst regulierendes und regenerierendes Wirkungsgefüge im Wettbewerb um Raum, Nährstoffe, Wasser und Energie sich in einem soziologisch-dynamischen Gleichgewicht befindet, in dem jedes auf alles wirkt, und das durch die Harmonie zwischen Standort und Produktion und aller Lebenserscheinungen und -äußerungen in Form und Farbe und ihren zeitlichen Ablauf gekennzeichnet ist.“

6.1 Die Behandlung von Moosgemeinschaften in der Pflanzensoziologie

Das pflanzensoziologische System wurde und wird nicht nur auf Phanerogamengemeinschaften angewendet, sondern auch auf Kryptogamenbestände, vor allem Moos- und Flechtengemeinschaften. Moose und Flechten sind wie alle Pflanzen Teil eines Ökosystems, bilden aber oft abgrenzbare Untereinheiten an gefäßpflanzen-dominierten Standorten, können aber auch alleinige Bildner der Vegetationsdecke sein, wie in Mooren, auf Felsoberflächen oder auf zerfallendem Holz.

Wie man Kryptogamengemeinschaften behandelt, ist noch nicht abschließend geregelt. Faßt man sie als un-

tergeordneten Teil von Gemeinschaften höherer Pflanzen auf oder als selbständige Einheiten? Letztlich ist dies auch eine Frage des Maßstabes bzw. der Skalierung: Wer eine Vegetationsaufnahme eines Waldbestandes anfertigt, wobei hier die Flächengröße meist zwischen 100 und 400 m² liegt, wird auffälligere bodenbewohnende Flechten, Pilze und Moose, sofern er sie bestimmen kann, mit aufnehmen, aber keinesfalls Arten von wenigen Millimetern Größe auf einem Baumstamm. Fokussiert man aber seine Aufmerksamkeit auf Kleinfächen von 1 m² oder weniger, wird man in dem „einheitlichen“ Waldgebiet eine Vielzahl von Untereinheiten feststellen. Arbeitet man also mit Schwerpunkt im Bereich kleiner Flächen, die von Pflanzen mit kleineren Abmessungen – gegenüber den größeren Makrophyten, wie der Mehrzahl der Gefäßpflanzen – dominiert werden, kann man mit dem pragmatischen Konzept der **Mikrogesellschaft** (DIERSCHKE 1994, HAUTER 1995) gut arbeiten: Eine Mikrogesellschaft ist eine abgrenzbare Einheit innerhalb von räumlich umfassenderen Einheiten, unabhängig von der Komplexität des Aufbaus: Das heißt, daß Mikrogesellschaften aus mehreren Schichten und Lebensformen aufgebaut sein können (HAUTER 1995). Das Konzept der **Synusie** ist durch folgende Kriterien konkretisiert (BARKMAN 1968, 1973 in HAUTER 1995): Zugehörigkeit der Pflanzen zur gleichen (vertikalen) Schicht, übereinstimmende Lebensperiodizität und einheitliche Lebensgrundlage (z.B. Autotrophie oder Heterotrophie). Demnach wären Mikrogesellschaften, die zum Beispiel aus Pflanzen zusammengesetzt sind, die verschiedenen vertikalen Schichten angehören, verschiedenen Synusien zuzurechnen. Das Konzept der Synusie bereitet bei der praktischen Geländearbeit daher Schwierigkeiten:

- Die Zugehörigkeit zu einer Schicht ist abhängig von der Skalierung; bei entsprechendem Maßstab sind auch Moosgesellschaften mehretagig, also vertikal in mehreren Schichten angeordnet.
- Flächen, auf denen Moose, Flechten und Pilze oder sogar Gefäßpflanzen in engem Verbund wachsen, müßten als separate Synusien behandelt werden (HAUTER 1995).

Das Synusialkonzept ist zwar von Vorteil, wenn man beispielsweise ganz bestimmte Fragestellungen der Ökologie bearbeitet, da eine Synusie ein weitgehend einheitliches Gefüge darstellt, ist aber im Zusammenhang mit der praktischen Aufgabe, die Vegetation eines Gebietes anschaulich zu beschreiben, unhandlich, da das Synusialkonzept die Vegetation zu sehr „atomisiert“ und den Blick auf die Vegetation als Ganzes eher verstellt (DIERSCHKE 1994).

Aber auch, wenn man mit dem Konzept der Mikrogesellschaft arbeitet, bleibt das Problem bestehen, ob man die Mikrogesellschaft als abhängigen Teil geringer räumlicher Ausdehnung einer übergeordneten komplexeren Einheit (größerer räumlicher) Ausdehnung betrachtet oder als selbständigen Teil der Vegetation. Dafür gibt es keine objektiven Kriterien. Die Erscheinungen der Natur sind nun einmal unglaublich vielfältig und es ist unmöglich, diese Komplexität in ein überall gleich-

ermaßen gültiges System einzupassen. Vielmehr erscheint es angemessen, von Fall zu Fall nach Maßgabe der zu bearbeitenden Fragestellung, des individuellen Studienobjektes und der Praktikabilität eine an die genannten Umstände angepaßte Herangehensweise zu wählen, um eine sachdienliche und sachbezogene Bearbeitung vornehmen zu können (DIERSCHKE 1994).

Es fällt nicht allzu schwer, die epiphytischen Moosbestände eines Waldes oder die Moosbestände auf Totholz als weitgehend selbständige Systeme aufzufassen, viel schwieriger sind demgegenüber Moosbestände auf Waldböden oder an Felsstandorten zu behandeln, da eine mehr oder weniger starke Durchdringung mit Pflanzen anderer Gesellschaften fast immer festzustellen ist. In einem solchen Fall wird man Moosbestände eher als abhängigen Teil einer übergeordneten Einheit auffassen.

Es bleibt also ein subjektives Kriterium, ob man einen Moosbestand für eine gut abgrenzbare Mikrogesellschaft hält oder aufgrund geringerer Abgrenzbarkeit, da die Grenzen zwischen den betrachteten Vegetationssystemen eher fließend verlaufen und nicht sehr diskret sind, der kontinuierliche Charakter der Vegetation also in den Vordergrund tritt, den betreffenden Moosbestand eher als abhängigen Teil einer Gefäßpflanzengesellschaft betrachtet.

Überzeugend wirkt eine als eigenständig eingestufte Moosgemeinschaft dann, wenn die Trennschärfe zur umgebenden Vegetation passabel ist und wenn sie als klar erkennbare Einheit zutage tritt und damit zurecht eine eigenständige Behandlung und Benennung erfährt. Zwar läßt sich die Trennschärfe einer Fläche gegenüber der angrenzenden Fläche quantifizieren, so daß nur dann von selbständigen Einheiten gesprochen wird, wenn das Trennschärfemaß eine bestimmte Schwelle überschreitet; das Festlegen der Schwelle hingegen bleibt ein subjektiver Vorgang, so daß das Problem der Subjektivität nur verschoben, nicht aber gelöst wird.

An dieser Stelle darf ich schon einmal meine im Rahmen der Arbeit gewonnene Erkenntnis darlegen, daß statistische bzw. quantitative Verfahren hilfreich in vegetationskundlichen Arbeiten angewendet werden können, daß aber auf Fingerspitzengefühl, Sachkenntnis, Erfahrung und Intuition nicht verzichtet werden kann, das heißt, daß Subjektivität aus dem Prozeß der Bearbeitung nicht eliminiert werden kann, was ich aber auch nicht als Mangel empfinde, solange die getroffenen Beurteilungen und Entscheidungen nachvollziehbar und plausibel sind.

6.2 Quantitative Methoden in der Vegetationskunde

Aus folgenden Gründen betrachtete ich es als sinnvoll, zur Auswertung der Vegetationsaufnahmen quantitative Methoden zur Anwendung zu bringen:

- Die eingerichteten Dauerbeobachtungsflächen im Nationalpark Berchtesgaden sollten nach Maßgabe der vorgegebenen Kriterien (MUHLE & POSCHLOD 1989, PFADENHAUER, POSCHLOD & BUCHWALD

1985) statistisch auswertbar sein, was voraussetzt, daß die Vegetationsaufnahmen nach statistischen Gesetzmäßigkeiten erhoben wurden, insbesondere gleiche Flächengröße (aus statistischen Gründen, pflanzensoziologisch nicht unproblematisch) der Aufnahmeflächen und eine zufallsbedingte Flächenauswahl.

- Nach einigen Voruntersuchungen für vorliegende Arbeit war erkennbar, daß ein unproblematisches Einfügen von im Nationalpark Berchtesgaden aufgenommenen Moosbeständen in das vorhandene pflanzensoziologische System (z.B. HUBSCHMANN 1986) kaum möglich sein wird, so daß eine Ergänzung durch quantitative Methoden als Beurteilungshilfe sinnvoll erschien.
- Gegen das pflanzensoziologische System auf der Ebene von Kryptogamengemeinschaften wurden von einigen Autoren Vorbehalte vorgebracht (z.B. PIETSCHMANN & WIRTH 1989).

Heutzutage steht eine Vielzahl von statistischen Verfahren zur Verfügung: Die Rechenkapazität moderner Personalcomputer und die relative Benutzerfreundlichkeit entsprechender Programme, mit denen man komplexe Matrizen (wie sie eine Tabelle mit vielen Arten und Vegetationsaufnahmen darstellt) bewältigen kann, ermöglichen es auch dem anwendungsorientierten Vegetationskundler, sich derartige Verfahren zunutze zu machen (WILDI 1986).

Nachfolgend werde ich Grundsätze statistischer Verfahren, wie sie in dieser Arbeit zur Anwendung kamen, kurz erläutern:

Pflanzenbestände sind ein vieldimensionales System mit einer großen Zahl an Variablen (jede Pflanzenart ist eine Variable, dazu kommen noch umweltabhängige Variablen, die auf das Artgefüge einwirken, z.B. Bodentyp, Temperatur, pH-Wert etc.); solche Systeme nennt man multivariat. Entsprechend heißen die statistischen Verfahren zur Bearbeitung multivariater Datensätze *multivariate Methoden*. Zur Bearbeitung von Moosbeständen sind multivariate Analysen schon angewendet wurden, zum Beispiel in neuerer Zeit von PIETSCHMANN & WIRTH 1989, JONSGARD & BIRKS 1993, VOLK & MUHLE 1994.

DIERSCHKE 1994 führt für die Verwendung multivariater Verfahren Vorteile an, wie sie von entsprechend arbeitenden Autoren angeführt werden:

- Exakt reproduzierbare Auswertungsmethoden unter unvoreingenommen-gleichwertiger Behandlung aller Arten.
- Vielfältige Auswertungsmöglichkeiten multivariater Datensätze (Vegetationsaufnahmen) durch beliebige Auswahl und Kombination von Variablen und Methoden.
- Möglichkeiten zur Herausarbeitung von Trends und Strukturen aus sehr großen Datensätzen, die ansonsten nicht ohne weiteres gesehen werden können.
- Rasche und überschaubare Darstellung komplexer Gegebenheiten.
- Bildung und Überprüfung von Hypothesen und Modellen, die zum Verständnis der Vegetation beitragen.

Doch so groß die Anzahl der Verfechter multivariater Methoden und Kritiker der konventionellen Pflanzensoziologie ist, so groß ist auch die Anzahl jener Pflanzen-

soziologen, die berechtigte Kritik an der Anwendung von multivariaten Methoden üben. Idealerweise sollte man keinen Schulenstreit entfachen, sondern unvoreingenommen die Vor- und Nachteile beider Herangehensweisen im jeweiligen Fall prüfen und so zum Einsatz bringen, daß sie einander Nutzen bringen und nicht auf die Schwächen der jeweils anderen Methode pochen. Wie sich Vor- und Nachteile beider Methoden aus meiner Sicht in dieser Arbeit darstellen, werde ich in Kapitel 6.5 ausführen.

Damit multivariate Verfahren angewendet werden können, müssen folgende Grundsätze bei der Datenerhebung berücksichtigt werden (WILDI 1986):

Da man nie alles bearbeiten kann, legt man eine Untersuchung als Stichprobenuntersuchung an, das heißt, aus einer vorab definierten Grundgesamtheit werden Stichproben gleicher Abmessungen nach dem Zufallsprinzip ausgelesen, und zwar derart, daß die per Zufall erhaltenen Stichproben die Grundgesamtheit möglichst gut repräsentieren.

Das Verfahren der Stichprobenauswahl ist ein wichtiger Bestandteil der gesamten Untersuchung und muß sorgfältig durchdacht und geplant werden.

Das in dieser Arbeit verwendete Stichprobenverfahren ist in Kapitel 5.3 beschrieben und wurde auf insgesamt 241 Vegetationsaufnahmen angewendet.

Die grundsätzliche Festlegung einer Flächengröße von 20 x 20 cm erscheint zwar rigoros und schematisch, wird aber von MUHLE & POSCHLOD 1989 für Moose (als Dauerbeobachtungsflächen, die typische Moosgesellschaften repräsentieren) als geeignet angesehen. Nach meinem Eindruck ist diese Flächengröße groß genug, um im Falle moosdominierter Pflanzenbestände auf Lebendholz, Totholz und Fels dem pflanzensoziologischen Kriterium des Minimumareals für Moosgesellschaften zu entsprechen und andererseits so klein, daß auch durch die zufallsbedingte Flächenauswahl, die nicht die pflanzensoziologisch geforderte Homogenität der Aufnahmefläche berücksichtigen kann, die ausgelesenen Flächen zu weit überwiegendem Teil homogen sind. Es erscheint mir daher zulässig, die in dieser Arbeit ausgewerteten Moosbestände auch pflanzensoziologisch zu bearbeiten und die geordneten Tabellen mit vorhandenen pflanzensoziologischen Vegetationstypen zu vergleichen.

6.2.1 Gruppierungsanalyse bzw. Clusteranalyse

Ziel einer Gruppierungsanalyse ist es, eine Gruppe von Stichproben, hier eine Tabelle mit Vegetationsaufnahmen, in Gruppen möglichst ähnlicher Individuen zu unterteilen. Gruppierte Datensätze sind übersichtlicher und besser handhabbar. Idealerweise ist das Resultat einer Gruppierungsanalyse eine Reihe aussagekräftiger Gruppen, die auch ökologisch einen gewissen Trend anzeigen (WILDI 1986).

Allen Gruppierungsverfahren gemeinsam ist, daß von dem zu gruppierenden Datensatz eine Ähnlichkeitsmatrix berechnet wird, in der Weise, daß jedes Individuum (= einzelne Vegetationsaufnahme) mit jedem anderen

mit Hilfe eines sogenannten Ähnlichkeitsmaßes verglichen wird. Ähnlichkeitsmaße stehen dem Bearbeiter und Nutzer einschlägiger Computer-Programme in einiger Zahl zur Verfügung, so daß man über die Auswirkung von Ähnlichkeitsmaßen – ähnlich wie das bei Datentransformationen der Fall ist – auf einen Datensatz Kenntnis haben muß. WILDI 1986 erläutert die am häufigsten verwendeten Ähnlichkeitsmaße wie *Euklidische Distanz*, *Sehrendistanz*, *Koeffizient von Sørensen*, *Mahalanobis-Distanz* etc. und zeigt an einfachen Datensätzen Vor- und Nachteile der betreffenden Ähnlichkeitsmaße; so wirke die Euklidische Distanz derart, daß artenarme Vegetationsaufnahmen eine kleinere Euklidische Distanz aufweisen als artenreiche und daher ungerechtfertigterweise als relativ ähnlich erscheinen. Diesen Nachteil habe die Sehrendistanz nicht, überkorrigiere die Nachteile der Euklidischen Distanz aber, indem artenreiche Aufnahmen im allgemeinen schlecht, artenarme Aufnahmen jedoch eher gut differenziert werden (WILDI 1986).

Ebenso stehen verschiedene Gruppierungsverfahren, hauptsächlich *agglomerative* (zum Beispiel Single linkage, Complete linkage, Minimalvarianz) und *divisive* Methoden zur Verfügung. Jedes Gruppierungsverfahren entfaltet nur bei einer bestimmten Stichprobenstruktur optimale Gruppierungsergebnisse; auch hier sollten also Kenntnisse über den Datensatz und das Gruppierungsverfahren vorliegen. Da ich die Auswahl des geeignetsten Ähnlichkeitsmaßes und Gruppierungsverfahrens (bei hinsichtlich ihrer Datenstrukturen weitgehend unbekanntem Datensätzen) selber nicht leisten konnte, habe ich mich an vorhandene Literatur gehalten. So wird von VOLK & MUHLE 1994 und PIETSCHMANN & WIRTH 1989 die *Minimalvarianz-Analyse* verwendet, die darauf beruht, daß der Zusammenschluß bestehender Gruppen zu größeren, neuen, stets so erfolgt, daß die gruppeninterne Varianz möglichst wenig zunimmt (WILDI 1986). Hinsichtlich Grenzen, Auswahl und Anwendung von Gruppierungsverfahren in der Pflanzenökologie sei auch verwiesen auf JONGMAN, TER BRAAK & VAN TONGEREN 1987.

Die von mir durchgeführten Gruppierungsanalysen wurden mit dem Computer-Programm SYN-TAX (Version 5.0 für DOS-Rechner) durchgeführt.

6.2.2 Kanonische Korrelationsanalyse als Ordinationsverfahren

Allen Ordinationsverfahren gemeinsam ist das Bestreben, die Ähnlichkeitsstruktur vieldimensionaler Matrizen, wie sie Tabellen mit Vegetationsaufnahmen darstellen, in möglichst wenig Dimensionen darzustellen. Die gebräuchlichsten Ordinationsverfahren sind die Hauptkomponenten-Analyse (PCA Principal Component Analysis) und die Korrespondenzanalyse (CA Correspondence Analysis) mit einer Vielzahl an Varianten. Hinsichtlich der mathematischen Grundlagen und einer ausführlichen Erläuterung der einzelnen Verfahren verweise ich auf die neuere zusammenfassende Literatur (WILDI 1986, JONGMAN, TER BRAAK & VAN TONGEREN 1987).

Die Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA Canonical Correspondence Analysis) ist eine moderne Variante der Korrespondenzanalyse. TER BRAAK 1987 verweist darauf, daß die CCA ein leistungsfähiges Instrument darstellt, Beziehungen zwischen den Arten und den Umweltfaktoren abzulesen, d.h. die Frage zu klären, welche Arten am stärksten auf bestimmte Umweltfaktoren ansprechen bzw. am stärksten mit letzteren positiv korrelieren. Wie auch bei anderen Ordinationen sind der Input für die CCA zwei Matrizen: Die Matrix mit den Arten (*species data*) und die Matrix mit den entsprechenden Umweltfaktoren (*environmental data*) (siehe hierzu Tabelle 8.4).

Nachdem die CCA durchgeführt wurde, liegt eine Korrespondenzmatrix vor, die grafisch dargestellt werden kann: In dem zweidimensionalen Diagramm werden in der Auftragung „*environmental factors/species-biplot*“ (Umweltfaktoren und Arten) die wichtigeren Umweltfaktoren als Achsen und die Arten als Punkte eingezeichnet. Ebenso kann man einen *environmental factors/sites-biplot* darstellen (Umweltfaktoren und Vegetationsaufnahme) oder einen *triplot* mit *environmental factors/species/sites*.

Die Berechnungen wurden von dem Programm CANOCO (Version 3.12) vorgenommen, die grafische Darstellung wurde von dem zugehörigen Programm CANODRAW (Version 3.0) generiert (beide Programme arbeiten im Betriebssystem DOS).

6.3 Beschreibung der Moosbestände

In diesem Kapitel stelle ich die aus insgesamt 241 Vegetationsaufnahmen stammenden Moosbestände vor. Die Aufnahmen verteilen sich auf die Substrate wie folgt:

- 49 Aufnahmen von epiphytischen Beständen auf lebender Baumrinde (Tabelle 6).
- 63 Aufnahmen von Beständen auf Totholz oder stark zersetztem Totholz (Tabelle 8.1).
- 129 Aufnahmen von Beständen auf Kalkgestein (Tabelle 9).

Die präsentierten Tabellen sind weitgehend aufgrund klassischer Tabellenarbeit entstanden; allerdings verwende ich nur dort die vorhandene Nomenklatur für pflanzensoziologische Syntaxa, wo eine gute Übereinstimmung der von mir ermittelten Bestände mit den beschriebenen pflanzensoziologischen Typen besteht. Die Bezeichnungen für Ordnungen und Klassen können problemlos verwendet werden, diejenigen für Verbände und Assoziationen sind überwiegend problematisch, so daß ich in diesen Fällen den Begriff „Gesellschaft“ verwende in dem Bemühen, das Wesentliche der betreffenden Bestände herauszuarbeiten. Die insgesamt beste Übereinstimmung mit vorhandenen Typen ergab sich bei Tabelle 9, den Beständen auf Kalkgestein.

Als Referenz für Syntaxa und hinsichtlich der Nomenklatur verwende ich den „Prodromus der Moosgesellschaften Zentraleuropas“ von HUBSCHMANN 1986, das meines Wissens umfassendste Kompendium für Moosgesellschaften, was die meisten der bis zum Erscheinen des Buches in die Literatur eingegangenen Arbeiten verwertet.

Das pflanzensoziologische System führt bei der Klassifikation von Moosgesellschaften zu Schwierigkeiten. Moosgesellschaften sind meist artenarm (die Zahl der Arten pro Aufnahme liegt im Mittel bei 7 Arten, an ungünstigen Standorten weniger, in wenigen Fällen liegt die Artenzahl bei 10 und mehr Arten). Wegen der relativ geringen Artenzahl stehen in einem hierarchischen System auch nur wenige diagnostische (Kenn- und Trennarten) zur Verfügung, so daß es nicht möglich ist, jede syntaxonomische Ebene mit Kenn- oder Trennarten zu belegen.

HAUTER 1995 führt anhand der Moosgesellschaften in HUBSCHMANN 1986 aus, daß es erstens häufig zu Überschneidungen bei der Charakterisierung der Syntaxa kommt, das heißt, ein und dieselbe Art erscheint als Kennart auf verschiedenen syntaxonomischen Ebenen. Zweitens sind viele Assoziationen nur durch eine einzige Kennart charakterisiert. Fehlt diese Art, und stimmt darüberhinaus die charakteristische Artenverbindung eines konkreten Bestandes mit derjenigen einer beschriebenen Assoziation nur unzufriedenstellend überein, so kann man diesen Bestand dem Klassifikationssystem kaum zuordnen.

HAUTER 1995 zeigt, wie man das pflanzensoziologische System für Moosgesellschaften transparenter, konsistenter und besser handzuhaben gestalten könnte; er zeigt vor allem, wie schwach charakterisierte Assoziationen aufgelöst werden könnten.

Ich habe zwar für alle 3 Tabellen multivariate Methoden angewendet, habe damit im großen und ganzen aber keine schlüssig interpretierbaren Ergebnisse erhalten, was im Kapitel 6.5 diskutiert wird. In Kapitel 6.3.3 werde ich aber anhand von Vegetationsaufnahmen auf Totholz von multivariaten Methoden hergeleitete Ergebnisse vorstellen und interpretieren, soweit dies möglich ist.

6.3.1 Epiphytische Bestände (auf lebender Baumrinde): *Hypnetea cupressiformis*

In Tabelle 6, folgende Seite, sind synthetisch alle epiphytischen Bestände aufgetragen: Am markantesten ist

die Unterschiedlichkeit der Bestände auf Laubbaumborke [Bergahorn AP, Esche FE, Rotbuche FS] (in Tabelle 6 die Spaltengruppen 1a,b und 2) gegenüber denen auf der Borke von Nadelbäumen [Fichte PA und Lärche LD] (Spaltengruppen 3a und b). Von der Artenzusammensetzung her gesehen findet praktisch keine Überschneidung statt; die Abgrenzung könnte klarer nicht sein.

Unter den von HUBSCHMANN 1986 für epiphytische Gesellschaften angegebenen Klassen- und Ordnungskennarten der *Hypnetea cupressiformis* kommt mit Ausnahme von *Orthodicranum montanum* keine einzige in den Beständen auf Fichtenborke (3a und 3b) vor, so daß ich bei schematischem Vorgehen die Bestände auf Fichte und Lärche nicht zu den epiphytischen Gesellschaften der lebenden Baumrinde stellen dürfte, da über diagnostische Arten auf keiner syntaxonomischen Ebene der *Hypnetea cupressiformis* (kurz: *Hypnetea*) eine Zuordnung möglich wäre.

Auf der anderen Seite sind die Bestände auf Fichtenborke (und Lärchenborke) durch eine Reihe von Kennarten der Moosgesellschaften des faulen Holzes und des Rohhumus bzw. weitgehend zerfallenen Totholzes, den *Lepidozio-Lophocolotea heterophyllae* (kurz: *Lophocolotea*), charakterisiert (Tabelle 6: „Kennarten Totholz“). Angesichts der lokalen Verhältnisse scheint die Abtrennung der *Hypnetea* von den *Lophocolotea* auf der höchsten syntaxonomischen Ebene, der Klasse, nicht gerechtfertigt, da die Bestände auf Fichtenborke lebender Bäume so viele *Lophocolotea*-Kennarten aufweisen und einen fließenden Übergang zu den eigentlichen Totholz-Gesellschaften markieren. Eine allzu diskrete Grenze würde auch verwundern, da ein frisch gefallener Baum, der bis zu einem Jahr liegt, wohl kaum starke Substratunterschiede zu einem lebenden Baum aufweisen wird.

Die Borken von Bergahorn und Rotbuche gelten in ihren Reaktionsverhältnissen als basisch bis leicht sauer, was durch die Reaktionswerte (= R; ELLENBERG et al. 1991) der im folgenden genannten Arten sehr deutlich zum Ausdruck kommt:

Tab. 7: Reaktionswerte von Arten, die im Gebiet Bestände auf Laubbäumen charakterisieren („*Hypnetea*“) und Arten, die Bestände auf Nadelbäumen kennzeichnen („*Lophocolotea*“). Es bedeuten nach DÜLL in ELLENBERG et al. 1991: 1 = Stark-säurezeiger und 9 = Basen- und Kalkzeiger; die anderen Werte dieser Ordinalskala liegen vermittelnd zwischen den beiden Extremwerten.

Kennarten der „ <i>Hypnetea</i> “	R	Kennarten der „ <i>Lophocolotea</i> “	R
<i>Orthotrichum stramineum</i>	6	<i>Hypnum pallescens</i>	2
<i>Frullania fragilifolia</i>	4	<i>Orthodicranum montanum</i>	2
<i>Radula complanata</i>	7	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	2
<i>Leucodon sciuroides</i>	6	<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	3
<i>Pterigynandrum filiforme</i>	4	<i>Lepidozia reptans</i>	2
<i>Isothecium alopecuroides</i>	6	<i>Lophocolotea heterophylla</i>	3
		<i>Tetraphis pellucida</i>	1
		<i>Plagiothecium laetum</i>	2

Man sieht also ganz deutlich, daß charakteristische Arten von Laubbäumen gemäß der Zeigerwerte Schwachbasen- bis Mäßigssäurezeiger sind, während die Arten auf Fichte (und Lärche) Säurezeiger und Starksäurezeiger sind. So verhalten sich Bergahornborke und Fichtenborke nahezu ebenso unterschiedlich wie Karbonatgestein und Silikatgestein hinsichtlich ihrer Substrateigenschaften. Berücksichtigt man nur die lokalen Verhältnisse, würde man die Bestände auf Laubbäumen gegenüber denen auf Nadelbäumen weit auseinanderrücken, während man die Bestände auf Totholz in Abhängigkeit des Zerfallsgrades des Substrates nahe an die epiphytischen Fichtenbestände anschließen würde.

6.3.1.1 *Orthotrichum stramineum*-Gesellschaft (Kolumne 1a, Tab. 6)

Die Kolumne 1a in der Tabelle 6 bezeichnet Moosbestände auf jüngerem Bergahorn, hier angezeigt durch geringe Brusthöhendurchmesser von 15–24 cm (Skalenwert = 1 in der Tabelle, siehe Anhang 9.4). Jüngerer Bergahorn hat eine noch recht glatte Borke, während bei älterem Bergahorn die Borke rissiger wird und flächig abschuppt; ist die Borke noch glatt, bietet sie an wenigen Stellen Halt und ist in der Regel von weniger epiphytischen Arten besiedelt. Aufgrund der Tabelle 1 entsteht der Eindruck, daß *Orthotrichum stramineum* und *Frullania fragilifolia* schwerpunktmäßig auf jüngerem, glattborkigem Bergahorn vorkommen oder zumindest mit den glattborkigen Substratverhältnissen dort besser zurecht kommen als die meisten anderen Moose. Lediglich *Leucodon sciuroides*, *Radula complanata*, *Ulota crispa* und *Homalothecium sericeum* sind noch häufiger auf jüngerem Bergahorn anzutreffen.

6.3.1.2 *Leucodon sciuroides*-Gesellschaft (Kolumne 1b, Tab. 6)

Die Bestände auf älterem Bergahorn (Kolumne 1b) mit rissigerer Borke sind in der Regel wesentlich artenreicher und bedecken meist große Flächen, während auf jüngerem Bergahorn meist nur inselhaft verteilte Polster und zarte Decken, wie sie etwa von *Frullania fragilifolia* gebildet werden, vorherrschen.

6.3.1.3 Bestände auf Rotbuche (Spaltengruppe 2, Tab. 6)

Kolumne 2 erfaßt die Bestände auf der Borke von Rotbuche, die gegenüber (älterem) Bergahorn eine glattere Borke und außerdem einen niedrigeren (durchschnittlichen) pH-Wert aufweist. Ich nehme an, daß es vor allen Dingen diese beiden Faktoren sind, die bewirken, daß die epiphytische Moosflora auf Buche um einiges artenärmer als die auf Bergahorn ist und Schwachbasen-/Schwachsäurezeiger wie *Homalothecium sericeum*, *Leskeella nervosa*, *Porella platyphylla* und *Bryum flaccidum* auf Buche fehlen (*Zygodon dentatus* fehlt zwar in

den gezeigten Aufnahmen auf Buche, diese Art habe ich an anderer Stelle jedoch schon öfters auf Buche angetroffen).

6.3.1.4 *Orthodicrano-Ptilidium pulcherrimum*-Gesellschaft (Spaltengruppe 3, Tab. 6)

Die Kolumne 3 umfaßt die Moosbestände auf Fichtenborke (einschließlich zweier Aufnahmen auf Lärche). Die Kolumne 3a sind in der Tabelle mit „geringerer Totholzcharakter“ überschrieben, die Kolumne 3b mit „stärkerer Totholzcharakter“. Damit ist gemeint, daß 3a relativ wenige Kennarten von Totholzgesellschaften laut HUBSCHMANN 1986 aufweist und 3b relativ viele. Die Kolumne 3b ist also pflanzensoziologisch einfach als Ausbildung zu sehen mit den Differentialarten *Lepidozia reptans*, *Lophocolea heterophylla*, *Tetraphis pellucida* und *Plagiothecium laetum*.

Die Bestände von Kolumne 3 sind systematisch am ehesten in die Ordnung *Dicranetalia*, in den Verband *Dicrano-Hypnion filiformis* und hier in die Assoziation *Scopario-Hypnetum filiformis* zu stellen. Aber besonders gut ist die Übereinstimmung nicht, so daß das bestehende syntaxonomische System eventuell durch Typen luftfeuchter, artenreicherer epiphytischer Bestände auf Fichte erweitert werden könnte.

Interessanterweise scheinen Flechten in den vorgestellten Beständen keine besonderen Substratpräferenzen zu haben, da die festgestellten Arten der Gattung *Cladonia* (hauptsächlich *C. coniocraea* und *C. digitata*), *Leparia* und die Art *Hypogymnia physodes* auf Bergahorn, Buche und Fichte gleichermaßen vorkommen.

6.3.2 Epiphytische Bestände auf Totholz: *Lepidozio-Lophocoletea heterophyllae*

Tabelle 8.1 stellt die synthetische Gesamtschau aller Vegetationsaufnahmen von epiphytischen Beständen auf dem Substrat Totholz aller Zerfallsstadien dar: vom kaum zersetzten Fallholz bis zu völlig vermorschtem Holz, das als Substrat rohhumusartigen Charakter aufweist und hinsichtlich der floristischen Zusammensetzung zu den waldbodenbewohnenden Pflanzengemeinschaften überleitet. Die Tabelle ist das Ergebnis klassischer Tabellenarbeit in Kombination mit der aus dem Gelände stammenden Erfahrung, die Entscheidungshilfen gibt, ob die vorgenommenen Unterteilungen sinnvoll sind: Sinnvoll heißt, daß die ausgeschiedenen Gruppen zumindest näherungsweise ökologische Faktoren widerspiegeln. Denn prinzipiell kann man eine Roh Tabelle (ungeordnete Tabelle) auf viele verschiedene, gleichberechtigte Weisen sortieren.

Der in der Tabelle grau unterlegte Zeilenblock umfaßt die Kennarten, die das ganze Spektrum der Zerfallsstadien besiedeln, also die Totholzkennarten im allgemeinen (Totholzgeneralisten). Diese Kennarten werden auch in HUBSCHMANN 1986 als Verbands-, Ordnungs- oder Klassenkennarten für Totholzgesellschaften aufgelistet. Da aber die von mir gefundenen Bestände eine zu geringe Übereinstimmung mit den Syntaxa in

HUBSCHMANN 1986 aufwiesen, habe ich die „Kennarten“ ohne syntaxonomischen Rang übernommen. In dem großen Zeilenblock über dem grauen führe ich jene Arten auf, die sich bei der Tabellenarbeit als Kenn- oder Differentialarten von Gesellschaften herauskristallisiert haben; diese Arten sind wie die vorgenannten (grauer Zeilenblock) Kennarten von Totholzgesellschaften (HUBSCHMANN 1986), die ich hier ebenfalls ohne syntaxonomischen Rang aufführe.

6.3.2.1 *Riccardia palmata*-Gesellschaft (Kolumnen 1a und 1b, Tab. 8.1)

Die Kolumnen 1a und 1b fassen Bestände zusammen, die von feuchten und/oder schattigen Standorten stammen. Bei 1a liegt der Schwerpunkt bei der relativen Schattigkeit, bei 1b mehr bei der Feuchtigkeit am Wuchsort. Die Art *Odontoschisma denudatum* habe ich auf stärker zersetztem und feuchtem Holz vorgefunden.

6.3.2.2 *Nowellia curvifolia*-Gesellschaft (Kolumnen 1c und 1d, Tab. 8.1)

Die Kolumnen 1c und 1d bezeichnen Bestände, die auf schwach bis mäßig zersetztem Fallholz oder Stubben angetroffen wurden. Ökologisch vermag ich diese beiden Blöcke nicht auseinanderzuhalten. Sie lassen sich aber durch die Arten *Cephalozia lunulifolia* und *Dicranum fuscescens* (1c) bzw. *Sanionia uncinata* (1d) voneinander trennen.

6.3.2.3 *Lophocolea heterophylla*-Gesellschaft (Spaltengruppe 1e, Tab. 8.1)

Die Spaltengruppe 1e ist überschrieben mit *Lophocolea heterophylla*-Gesellschaft, da einzig und allein das schwerpunktmäßige Vorkommen von *Lophocolea heterophylla* zur Ausscheidung dieser Variante führte und ökologisch nicht klar hervortritt. Die Bestände könnte man als „Normalbestände“ (normal hinsichtlich der Standortbedingungen, das heißt weder besonders feucht noch trocken etc.) auf Totholz bezeichnen.

6.3.2.4 *Tetraphis pellucida*-Gesellschaft (Kolumne 2, Tab. 8.1)

Die Spaltengruppe 2 bezeichnet Bestände auf Totholz, das schon stark zersetzt ist und zum Teil schon zu Rohhumus („HU“ im Kopfteil der jeweiligen Spalten in Tab. 8.1) entwickelt ist. Diese Bestände sind durch *Tetraphis pellucida* gekennzeichnet, das zwar hier keineswegs ausschließlich vorkommt, aber zumindest hier seinen Verbreitungsschwerpunkt hat und nur auf stärker zersetztem Totholz in höheren Abundanzen vorkommt. Einige *Cladonia*-Arten konzentrieren sich ebenfalls auf diese Bestände. *Bazzania trilobata* bildet das Übergangsglied zu den Waldbodengesellschaften, die Bestände mit *Plagiothecium laetum* lassen sich als Variante ausscheiden.

Die vorgeschlagene Tabelleneinteilung ist keinesfalls als endgültig anzusehen, denn ein schlüssiges Konzept, totholzbesiedelnde Moosgemeinschaften zu gruppieren wird mit dieser Tabelle wohl noch nicht erreicht. Aber die in HUBSCHMANN 1986 angebotene Einteilung der Totholzgesellschaften in eine Ordnung (*Lophocoletalia heterophyllae*) in zwei Verbände (*Blepharostomion trichophylli* mit 8 Assoziationen und *Tetraphido-Aulacomnio androgynae* mit 7 Assoziationen) kann auch nicht überzeugen, da es schwach charakterisierte Gesellschaften mit oft nur einer Assoziationskennart gibt.

6.3.3 Betrachtung der Totholzbestände im Licht multivariater Methoden

Im folgenden werden einige Ergebnisse vorgestellt, die aus multivariaten Analysen hervorgegangen sind.

6.3.3.1 Clusteranalyse 1 (Syntax 5.0)

Clusterstrategie	Minimale Varianz neuer Cluster (agglomerative Methode)
Ähnlichkeitsmaß	Euklidische Distanz $\sqrt{\sum_i (x_{ij} - x_{ik})^2}$ für metrische Daten: (Deckungswerte von 0 bis 9)
Programmteil 1	HMCL=Hierarchical clustering by homogeneity optimization
Programmteil 2	IMPVAR=Importance of variables in clustering and optimal number of clusters

Die aus der Analyse hervorgegangene Ähnlichkeitsmatrix wird, wie für hierarchische Clusteranalysen typisch, als Dendrogramm aufgetragen, siehe Abb. 55.

Prinzipiell ist das Dendrogramm so zu lesen: Waagrecht sind die Objekte bzw. die Nummern der Vegetationsaufnahmen, auf der vertikalen Achse sind die Ähnlichkeitswerte aufgetragen. Relativ ähnliche Objekte werden weit unten (bei niedrigen Distanzwerten) zusammengeschlossen (durch verbindende waagerechte Linien), die unähnlichsten Gruppen werden ganz oben auf der vertikalen Achse zusammengeschlossen. Ein Dendrogramm stellt also einfach die Stichproben in abgestufter Ähnlichkeit dar.

In einem zweiten Schritt wurde die aus der Analyse hervorgegangene Ähnlichkeitsmatrix in den Programmteil IMPVAR eingelesen, woraufhin die optimale Anzahl der Cluster bzw. Gruppen berechnet wurde. Wenn der in Abb. 56 auf der vertikalen Achse aufgetragene Wert $\sum r$ ein Maximum erreicht, sollte die auf der waagerechten Achse aufgetragene Anzahl der Gruppen optimal sein. Dies ist in diesem Fall bei der Gruppenanzahl 6 der Fall (der Wert dieser Optimierungsanalyse ist durch die Voraussetzung der Analyse eingeschränkt, daß die Variablen bzw. Moosarten in etwa gleich wichtig sind, was bei einer Vegetationstabelle kaum der Fall ist): Setzt

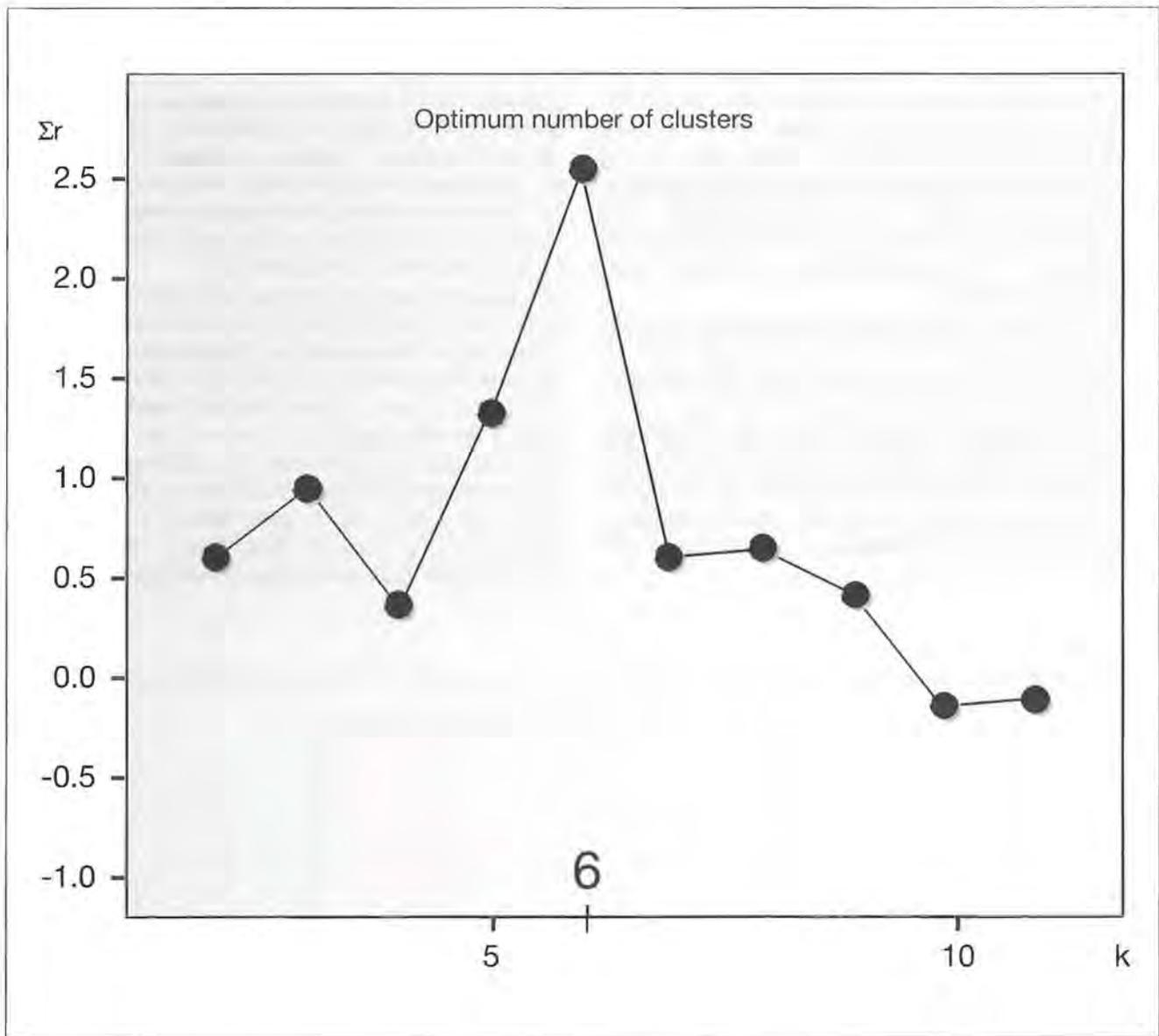


Abb. 56: Berechnung der optimalen Anzahl der Gruppen bzw. Cluster zu vorhergehendem Dendrogramm, Abb. 55; bei Gruppierung der Totholzbestände in 6 Cluster sollte also die Trennschärfe der Gruppen am höchsten sein (Programm: SYNTAX 5.0), da der Wert Σr (y-Achse) für den Wert k (x-Achse; Anzahl der Gruppen) ein Maximum erreicht. Entsprechend dieser Optimierungsanalyse erfolgte in Abb. 55, Seite 86 die Einteilung der gruppierten Vegetationsaufnahmen in die Gruppen A – F (6 Gruppen).

Da die zu starke Berücksichtigung hoher Abundanzen bei dieser Analyse auffällt, schien es sinnvoll, eine Gruppierungsanalyse, die nur die An- oder Abwesenheit der Arten berücksichtigt, zum Vergleich durchzuführen. In diesem Fall werden die Deckungswerte der Arten als binäre Daten verrechnet, das heißt, ist die Art in einer Aufnahme vorhanden, bekommt sie den Wert 1, fehlt sie, den Wert 0. Gruppiert man nach An-/Abwesenheit, geht man davon aus, daß das Vorkommen einer Art wichtiger ist als ihr jeweiliger Deckungswert, während man bei der Berücksichtigung der Deckungswerte unterstellt, daß eine Art mit hoher Deckung günstige Bedingungen am Standort vorfindet und dies durch hohe Abundanz zum Ausdruck bringt, während Arten mit geringer Deckung eben auch zufällig (unter suboptimalen Bedingungen) am Wuchsort wachsen können. Das Ergebnis der zweiten Gruppierungsanalyse wird nachstehend erläutert.

6.3.3.2 Clusteranalyse 2 (Syntax 5.0)

Clusterstrategie	Minimierung der gewichteten Entropie in neuen Clustern (agglomerative Methode)
Programmteil	<i>INFCL</i> = Information theory clustering

Das Resultat dieser Berechnung ist in Abb. 57 ebenfalls als Dendrogramm dargestellt. Wie zuvor beschrieben, wurde der ursprüngliche Datensatz (entsprechend der neuen Anordnung der Vegetationsaufnahmen im Dendrogramm) verändert und eine Gruppierung in 4 und in 8 Gruppen (siehe Abb. 57 und Tab. 8.3) vorgenommen, um die Gruppenbildung in der Tabelle der Vegetations-

aufnahmen zu überprüfen. Wie zuvor wurde die waagerechte Anordnung der Arten so verändert, daß vorrangige Gruppenstrukturen hervorgehoben sind. In der Tabelle 8.3, Seite 90, sind die 4 Gruppen (A-D) durch Abrückung voneinander getrennt. Jede der 4 Gruppen wurde noch einmal unterteilt, um zu überprüfen, ob die Gruppenstruktur bei kleinerer Gruppengröße (größerer Gruppenanzahl) schärfer oder aussagekräftiger wird (was aber nicht der Fall ist). Diese 8 Gruppen (A-H) sind innerhalb der 4 Gruppen (A-D) durch vertikale Linien voneinander getrennt.

Auch hier erfolgt eine sichtbare Gruppierung, aber das Gruppierungsergebnis (der 4 bzw. 8 Gruppen) ist zumindest ökologisch kaum interpretierbar. Gerade diejenigen Arten, die von der ökologischen Seite gut zu interpretieren waren, wie *Riccardia palmata*, *Cephalozia leucantha* oder *Mylia taylorii* u.a., sind hier auf verschiedene Gruppen verteilt. Diese Gruppierung (für diesen Datensatz) macht daher wenig Sinn, da die Gruppenstruktur nicht zu Umweltfaktoren in Beziehung zu setzen ist.

6.3.3.3 Kanonische Korrespondenzanalyse CCA (Canoco 3.12)

Eine kanonische Korrespondenzanalyse wurde für den Datensatz der Tabelle 8.4 durchgeführt, ein Datensatz, der nur diejenigen Vegetationsaufnahmen umfaßt, die als Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet wurden. Zur Theorie der Kanonischen Korrespondenzanalyse verweise ich auf TER BRAAK 1986 und JONGMAN, TER BRAAK UND VAN TONGEREN 1987.

Das Ergebnis der Kanonischen Korrespondenzanalyse ist in Abb. 58 als Ordinationsdiagramm dargestellt: Die dargestellten Achsen sind die Umweltfaktoren, bei denen sich eine Korrelation zu den Arten herstellen ließ. In der Tabelle 8.4 ist zu sehen, welche Umweltvariablen in dem Ordinationsdiagramm zu sehen sind:

Das sind *Stammdurchmesser des Baumes* [auf Höhe der Dauerbeobachtungsfläche] (Bhdu 1-5), *Höhe über Normalnull* (Sehö 1-9), die geschätzten *Temperaturverhältnisse* (Temp 1-5), die geschätzten *Strahlungsverhältnisse* (Stra 1-5), der *relative Zerfallsgrad des Holzes*

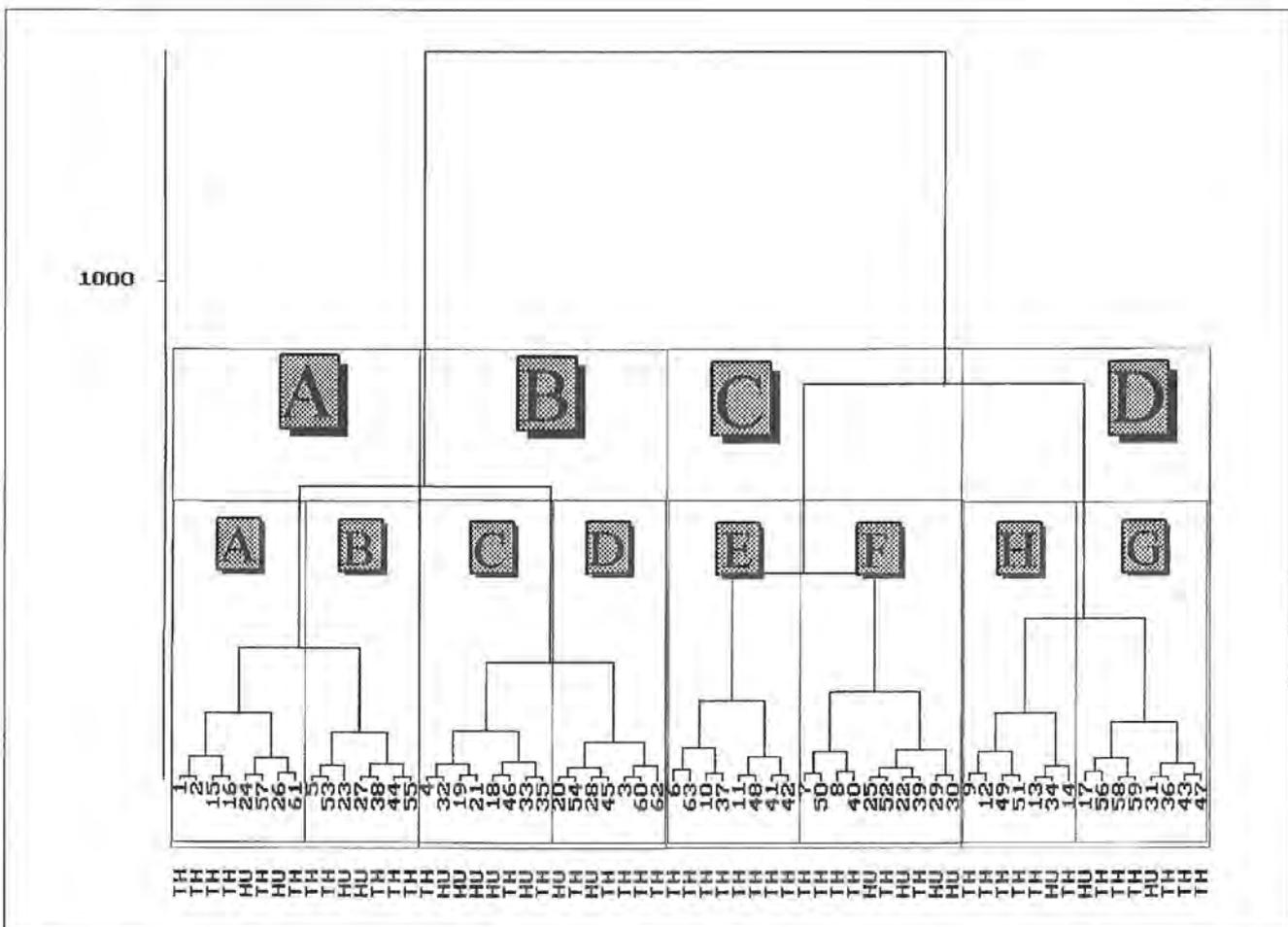


Abb. 57: Dendrogramm der Vegetationsaufnahmen auf Totholz und auf weitgehend zu Rohhumus zerfallenem Substrat. Für dieses Dendrogramm wurde eine Clusteranalyse durchgeführt. Von den zur Verfügung stehenden Gruppierungsstrategien wurde verwendet: *gewichtete minimale Entropie in neuen Clustern* (Informationstheorie), ein Verfahren, das nur binäre Daten berücksichtigt, das heißt die An- oder Abwesenheit einer Art bzw. Variable (die Abundanz einer Art wird somit nicht berücksichtigt).

TH: Totholz, HU: stark zerfallenes Totholz, rohhumusartig, 1,2,3,: laufende Nummer der Vegetationsaufnahmen, A - D bzw. A - G: Gruppierung ähnlicher Vegetationsaufnahmen in 4 bzw. 8 Gruppen.

Die auf der folgenden Seite vorgenommene Gruppierung in die Gruppen A - D bzw. A - G beruht auf der hier vorgenommenen Einteilung (Programm: SYNTAX 5.0).

Bestände auf Totholz als Dauerbeobachtungsflächen:		Nummer der Aufnahme		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16																
		Nr. Dauerbeobachtungsfläche		1a	1b	2	3	5	9	10	11	15	19	24	25	28	29	32	35	
		Gauß-Krüger-Koordinaten		738696	738696	738696	738696	738696	738696	727713	727713	723715	718716	717717	715717	710718	710718	707719	704716	
		Baumart		Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	Picea	
Kovariablen, diese Faktoren werden nicht in dem Diagramm dargestellt		Stal [0/1]		0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1		
		Stub [0/1]		1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	
		Inkl [1-9]		4	5	6	1	8	1	5	1	5	4	7	9	8	2	2	5	
		HöüG [1-3]		1	2	1	1	1	3	1	2	1	2	2	1	1	3	1	3	
		Expo [1-9]		1	9	9	6	1	1	7	1	5	1	2	3	3	1	9	8	
Matrix der Umweltfaktoren		Bhdu [1-5]		4	4	5	5	3	2	2	3	1	1	3	5	4	3	2	2	
		Sehö [1-9]		1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	5	6	6	7	9	
		Temp [1-5]		5	5	5	5	5	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	
		Stra [1-5]		4	4	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	
		Verf [1-5]		1	1	3	1	3	3	3	1	3	3	4	4	1	1	3	3	
		Feuc [1-5]		2	2	2	2	3	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	4	5
Matrix der Arten	Arten des feuchten und morschen Holzes		Cepbis	<i>Cephalozia bicuspidata</i>					1										1	
			Cepleu	<i>Cephalozia leucantha</i>									1	2	1		1	5	3	
			Ceplun	<i>Cephalozia lunulifolia</i>					3											
			Lopven	<i>Lophozia ventricosa</i>									1						1	
			Myltay	<i>Mylia taylorii</i>											1				8	2
			Nowcur	<i>Nowellia curvifolia</i>					5				1							
			Ricpal	<i>Riccardia palmata</i>					1	4			1						6	5
			Anahel	<i>Crossocalyx hellerianus</i>													1	1		
			Bietri	<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	1		8			7	3		1	4	5	6	1	1		
			Brasal	<i>Brachythecium salebrosum</i>								3								
			Buxind	<i>Buxbaumia indusiata</i>		1				1	1									
			Dicden	<i>Dicranodontium denudatum</i>	7	7	7		6					1					1	2
			Hypcup	<i>Hypnum cupressiforme</i>	1	3	1	5												
			Hypmam	<i>Hypnum mamillatum</i>								1	1						4	
			Jamaut	<i>Jamesoniella autumnalis</i>					1							1				
			Loohel	<i>Lophocolea heterophylla</i>	1	1					1			1			1	4		
			Loplon	<i>Lophozia longifolia</i>													6	2		
			Ortmori	<i>Orthodicranum montanum</i>		1		5		1			2	2	1	5	1			
			Placav	<i>Plagiothecium cavifolium</i>	2	1														
			Plalae	<i>Plagiothecium laetum</i>									2				2			
			Ptipul	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>							3						1	1		
			Rhylor	<i>Rhytidiadelphus loreus</i>								7								1
			Sanunc	<i>Sanionia uncinata</i>					1	2	6									
			Triexs	<i>Tritomaria exsecta</i>															2	
			Barbar	<i>Barbilophozia barbata</i>													1			
			Calsue	<i>Calypogeia suecica</i>						3			3		1	1				
			Ceocat	<i>Cephalozia catenulata</i>					6											
			Cla	<i>Cladonia</i>											1		4			
			Dicfus	<i>Dicranum fuscescens</i>				1												
			Dicsco	<i>Dicranum scoparium</i>			1	3	1	1	5	1	6	6			1	2	1	
			Fraexc	<i>Fraxinus excelsior (Keimling)</i>						1										
			Hylspl	<i>Hylocomium splendens</i>						1										
		Hypcal	<i>Hypnum callichroum</i>																1	
		Junlei	<i>Jungermannia leiantha</i>					1	4			1	1							
		Leprep	<i>Lepidozia reptans</i>	1	2	3		1	1		1	5	1	4	8	1	1			
		Lep	<i>Lepraria</i>											1						
		Ododen	<i>Odontoschisma denudatum</i>						1											
		Oxaace	<i>Oxalis acetosella</i>									1								
		Picabi	<i>Picea abies</i>									1		1						
		Pchpor	<i>Plagiochila porelloides</i>													1				
		Plesch	<i>Pleurozium schreberi</i>					1												
		Pmnaff	<i>Plagiomnium affine</i>	2																
		Pmnros	<i>Plagiomnium rostratum</i>					1												
		Polfor	<i>Polytrichum formosum</i>											1						
		Rhipun	<i>Rhizomnium punctatum</i>	4					1	2	1	1			1		1			
		Rhytri	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>								1									
		Scaumb	<i>Scapania umbrosa</i>					1												
		Shasel	<i>Sharpiella seligeri</i>							1										
		Tetpel	<i>Tetraphis pellucida</i>				4		1	1		1	1	7	5	2	1			

Tab. 8.4: Vegetationsaufnahmen auf Totholz (nur die Aufnahmen von Dauerbeobachtungsflächen) sowie die erhobenen Umweltfaktoren:

Das Programm Canoco 3.12 führte für diesen Datensatz eine kanonische Korrelationsanalyse durch (optimale Vektorkombination zweier Korrelationsmatrizen, nämlich der Artmatrix und der Matrix der Umweltfaktoren); Abb. 59, folgende Seite zeigt das Ergebnis als Ordinationsdiagramm. Diese Tabelle ist der Übersicht halber geordnet dargestellt; in die Analyse wurde ursprünglich ein ungeordneter Datensatz eingelesen.

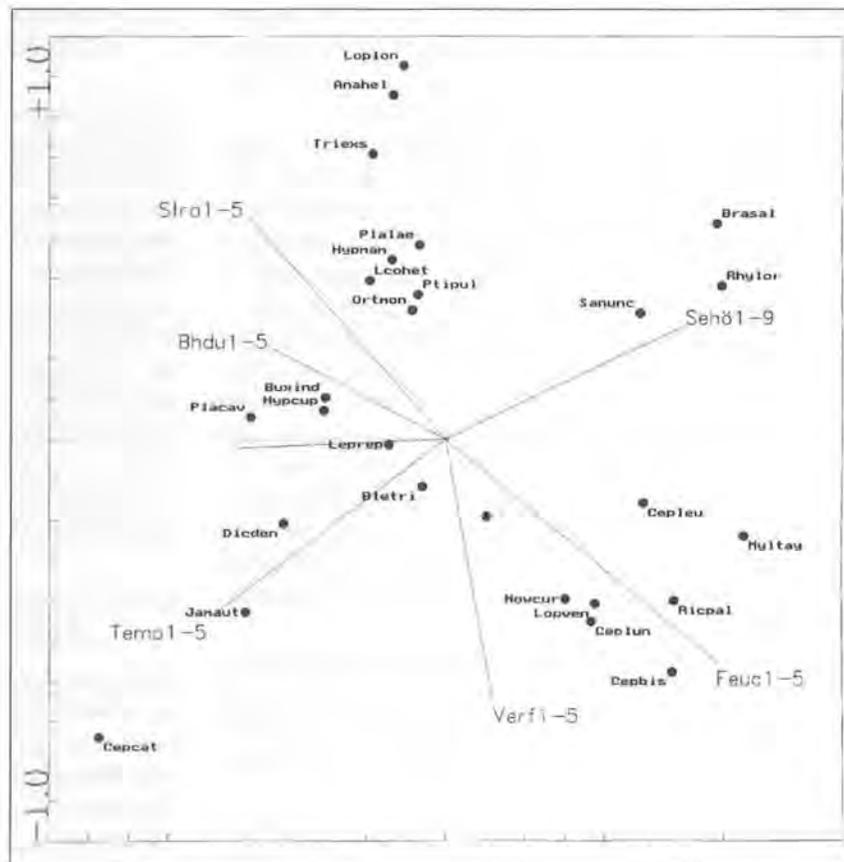


Abb. 58: Ordinationsdiagramm als Ergebnis der Kanonischen Korrelationsanalyse (CCA):

* Achsen: Umweltfaktoren. Es bedeuten:

Verf: Zerfallsgrad des Totholzes, Feuc: Feuchtigkeit, Sehö: Seehöhe, Stra: Strahlung, Bhdu: Brusthöhendurchmesser, Temp: Temperatur.

* Punkte: Moosarten. Von Interesse sind hier die Arten, die eine enge Beziehung zu den Faktoren Feuchtigkeit (Feuc) und Zerfallsgrad des Holzes (Verf) haben, was sich durch ihre räumliche Nähe zu den genannten Achsen ausdrückt: Diese Arten sind: Cepbis (*Cephalozia bicuspadata*), Cepleu (*Cephalozia leucantha*), Ceplun (*Cephalozia lunulifolia*), Lopven (*Lophozia ventricosa*), Myltay (*Mylia taylorii*), und Ricpal (*Riccardia palmata*).

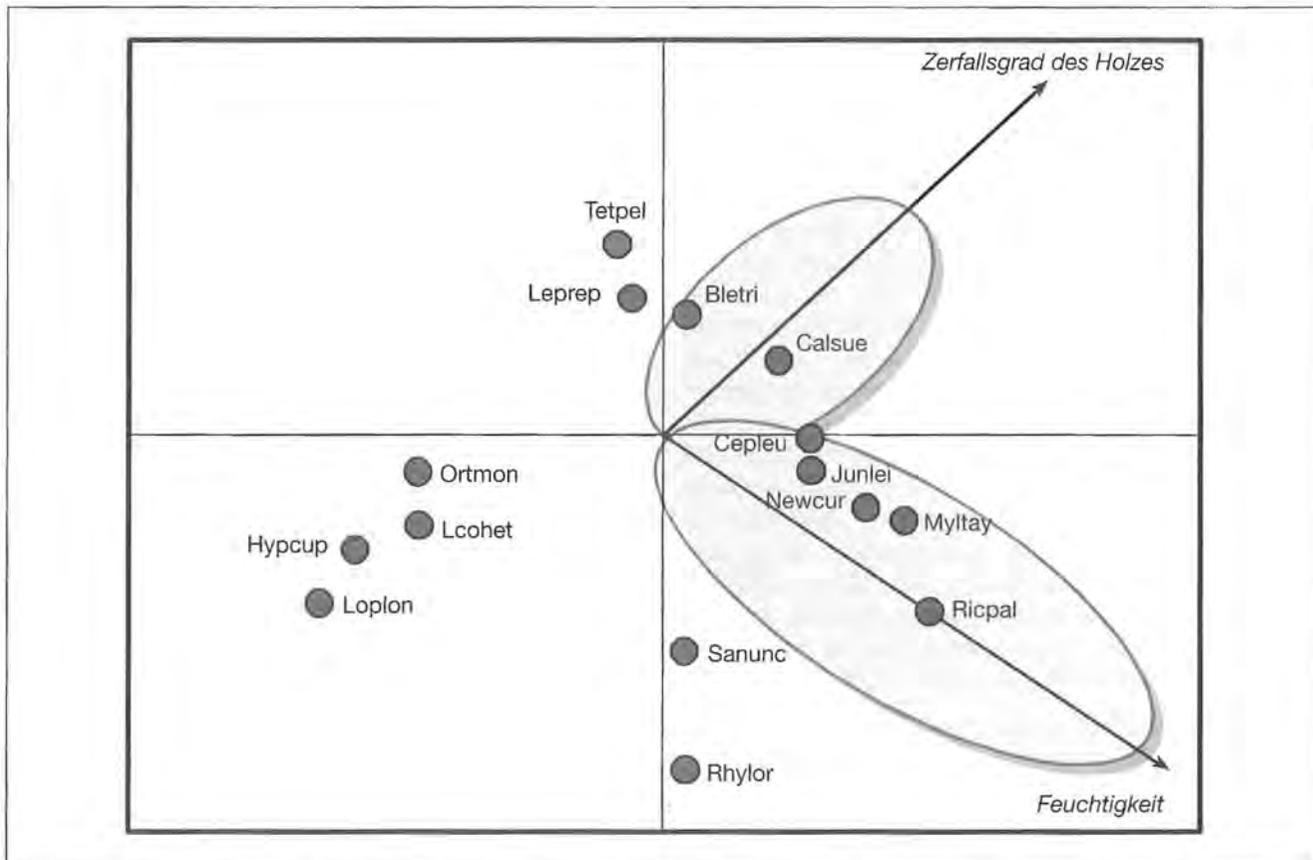


Abb. 59: Ordinationsdiagramm der Bestände auf Totholz unter alleiniger Berücksichtigung der Faktoren Feuchtigkeit und Zerfallsgrad des Holzes (Kanonische Korrelationsanalyse, CANOCO 3.12). Hier soll noch einmal verdeutlicht werden, wie ein Ordinationsdiagramm zu lesen ist. Die innerhalb der ovalen Flächen liegenden Arten (in der Abb. 59 als Punkte dargestellt) haben eine enge Beziehung zu den als Faktoren dargestellten Achsen. Im einzelnen sind dies: Bletri (*Blepharostoma trichophyllum*) und Calsue (*Calypogeia suecica*) zum Faktor „Zerfallsgrad des Holzes“ und Cepleu (*Cephalozia leucantha*), Junlei (*Jungermannia leiantha*), Nowcur (*Nowellia curvifolia*), Myltay (*Mylia taylorii*) und Ricpal (*Riccardia palmata*) zum Faktor Feuchtigkeit.

(Verf 1–5) und die geschätzten *Feuchtigkeitsverhältnisse* des Wuchsortes (Feuc 1–5). Die im Ordinationsdiagramm unbeschriftete Achse ist die Neigung/Inklination der Aufnahme­fläche gegen die Horizontale.

Die Variablen *Exposition* der Aufnahme­fläche (Expo 1–9) und *Höhe der Aufnahme­fläche über dem Erdboden* (HöUG 1–3) sind als nicht-korrelierend und somit irrelevante Variablen nicht eingezeichnet. Die im Diagramm für die Moosarten verwendeten Abkürzungen sind in der Tabelle 8.4 als vollständige Artnamen abzulesen.

Die im Diagramm erscheinenden Arten sind in Tab. 8.4 farblich abgehoben. Die anderen Arten werden grafisch durch einen Filter unterdrückt, da sie hinsichtlich ihrer Korrelation mit Umweltvariablen ein zu geringes „Gewicht“ besitzen. Die dunkelgrau unterlegten Arten *Cephalozia bicuspidata*, *Cephalozia leucantha*, *Cephalozia lunulifolia*, *Lophozia ventricosa*, *Mylia taylorii*, *Nowellia curvifolia* und *Riccardia palmata* fallen in die Nähe der Achsen **Zerfallsgrad** des Holzes (Verf) und **Feuchtigkeit** (Feuc):

Und tatsächlich sind dies diejenigen Arten, die übereinstimmend an feuchten, zersetzteren Baumstämmen gefunden wurden, so daß die Ordination den aus dem Gelände gewonnenen Eindruck optisch anschaulich wiedergibt.

Rechnet man die Analyse noch einmal und berücksichtigt nur die Variablen *Feuchtigkeit* und *Zerfallsgrad*, dann wird die Korrelation noch deutlicher darstellbar, wie in Abb. 59, Seite 92 zu sehen.

Man erkennt die enge Bindung der Arten *Riccardia palmata*, *Mylia taylorii*, *Nowellia curvifolia* und *Jungermannia leiantha* an den Faktor Feuchtigkeit und von *Calypogeia suecica*, weniger stark von *Blepharostoma trichophyllum*, *Lepidozia reptans* und *Tetraphis pellucida* an den Zerfallsgrad des Holzes. *Cephalozia leucantha* zeigt etwa gleichermaßen Bindung an beide Achsen an. Abb. 59: Ordinationsdiagramm der Bestände auf Totholz unter alleiniger Berücksichtigung der Faktoren *Feuchtigkeit* und *Zerfallsgrad des Holzes* (Kanonische Korrelationsanalyse, CANOCO 3.12). Hier soll noch einmal verdeutlicht werden, wie ein Ordinationsdiagramm zu lesen ist. Die innerhalb der ovalen Flächen liegenden Arten (in der Abb. 59 als Punkte dargestellt) haben eine enge Beziehung zu den als Faktoren dargestellten Achsen. Im einzelnen sind dies: Bletri (*Blepharostoma trichophyllum*) und Calsue (*Calypogeia suecica*) zum Faktor „Zerfallsgrad des Holzes“ und Cepleu (*Cephalozia leucantha*), Junlei (*Jungermannia leiantha*), Nowcur (*Nowellia curvifolia*), Myltay (*Mylia taylorii*) und Ricpal (*Riccardia palmata*) zum Faktor *Feuchtigkeit*.

Die in Abb. 58 sonst erkennbaren „Korrelationen“ sind wohl eher Artefakte. Denn findet man eine Art mit nur wenigen Vorkommen in den Vegetationsaufnahmen und zeigt diese Art eine Korrelation an einen Faktor, wie z.B. *Buxbaumia indusiata* an den Faktor *Stammdurchmesser* (Bhdu), so wird es Zufall sein, daß in den wenigen Fällen diese Art auf Stämmen einer gewissen Durchmesserklasse vorkommt, und stellt nicht die Präferenz der Art dar. So sind Korrelationen immer darauf zu prüfen, ob diese auch kausal abgesichert sind.

6.3.3 Bestände auf karbonatreichem Gestein: Ordnung: *Ctenidietalia mollusci*

Tabelle 9 ist sehr umfangreich und das Ergebnis klassischer Tabellenarbeit. Multivariate Methoden führten hier nicht zum Erfolg.

Die Ordnung *Ctenidietalia (mollusci)* besteht aus zwei Verbänden, dem *Seligerio-Fissidention pusillae* (kurz *Fissidention*), das artenarme Pioniergesellschaften in schattig-feuchten Lagen umfaßt, und das *Ctenidion (mollusci)*, das „...Kalkmoosgesellschaften halboffener bis schattiger Lagen auf steileren Felshängen wie in halbgeneigter bis waagerechter Lage...“ (HUBSCHMANN 1986) beschreibt. Beide Verbände sind in der Tabelle 9 vertreten.

Die Spaltengruppen 1, 3 und 4 sind dem *Fissidention* zu unterstellen, der Rest dem *Ctenidion mollusci*.

6.3.3.1 *Seligeria trifaria*-Gesellschaft (Kolumne 1, Tab. 9)

Eine direkte Entsprechung auf Assoziationsebene gibt es in HUBSCHMANN 1986 für die in Spaltengruppe 1 zusammengefaßten Bestände nicht, aber letztere sind eng verwandt mit den beschriebenen Assoziationen *Seligerietum pusillae*, *Fissidentetum pusilli*, *Seligerietum calcareae* und *Seligerietum recurvatae*. Die vier genannten Assoziationen beziehen sich jedoch auf Bestände aus den deutschen Mittelgebirgen. In den von mir begangenen Gebieten im Nationalpark Berchtesgaden, wuchs an entsprechenden Standorten – luftfeuchte Lagen, meist in geschützten Nischen von Kalkfelsen – mit großer Stetigkeit die Art *Seligeria trifaria* und nur vereinzelt *Seligeria pusilla* (stets mit geringer Deckung). So scheint *Seligeria trifaria* am bayerischen Alpennordrand, zumindest lokal, andere *Seligeria*-Arten in Mittelgebirgslagen, an ansonsten gleichwertigen Standorten zu ersetzen, so daß man hier von einem „*Seligerietum trifariae*“ sprechen könnte. Zwei Ausbildungen lassen sich unterscheiden: Eimal eine Ausbildung mit der Art *Fissidens minutulus*, zum anderen eine mit *Jungermannia atrovirens*, eine Art, die an schattigen Kalkfelsen im Gebiet selten fehlt.

6.3.3.2 *Tortula norvegica*-Gesellschaft (Spaltengruppe 2)

Diese Bestände waren an verschiedenen Stellen in subalpinen oder alpinen Blockhalden (Dachsteinkalk) zu finden. Neben *Tortula norvegica* traten an steten Arten *Ptychodium plicatum* und *Pseudoleskea incurvata* auf. Die Gesellschaft besiedelte mäßig trockene bis feuchte Stellen auf größeren bis kleineren Kalkfelsblöcken.

6.3.3.3 *Conocephalum conicum*-Gesellschaft (Spaltengruppe 3, Tab. 9)

Spaltengruppe 3 umfaßt Bestände durchnäbter Kalkfelsen bei mäßiger bis stärkerer Schattigkeit. Gekennzeichnet sind diese Bestände durch die Arten *Conocephalum conicum*, *Leiocolea collaris*, das Kupfermoos *Orthothecium rufescens* und den kleinwüchsigeren Ver-

wandten *Orthothecium intricatum*. Die Bestände sind ansonsten artenarm.

6.3.3.4 *Pedinophyllum interrupti* (Spaltengruppe 4, Tab. 9)

Spaltengruppe 4 entspricht dem *Pedinophyllum interrupti*, eine montane bis alpine Spaltenmoosgesellschaft, deren Erstbeschreibung auf Bestände aus dem nahegelegenen Golling-Gebiet (Salzburger Land) zurückgeht. Dominiert werden die Bestände von der Lebermoosart *Pedinophyllum interruptum*, meist begleitet von *Tortella tortuosa* und gelegentlich von anderen Moosen, die an so schattigen Stellen eher kümmerlich wachsen.

6.3.3.5 *Tortello-Ctenidietum mollusci* (Spaltengruppe 5)

Die große Spaltengruppe 5 entspricht der von zahlreichen Autoren beschriebenen Assoziation *Tortello-Ctenidietum mollusci*, eine im Gebiet mit zahlreichen Varianten vorkommende, weit verbreitete Gesellschaft auf Kalkfelsen aller Art, die aber auch auf skelettreichen Böden anzutreffen ist. Die Bestände des *Tortello-Ctenidietum mollusci* sind meist artenreicher und meist gut durch Ordnungs- und Verbandskennarten charakterisiert.

Von den in HUBSCHMANN 1986 beschriebenen Subassoziationen können mit guter Übereinstimmung zugeordnet werden (Tab. 9):

5a: Subassoziation mit *Scapania aspera*

5b: Subass. mit *Scapania aequiloba*

5c: Subass. mit *Campylium halleri*

Die Spaltengruppe 5d wäre dann sozusagen das *Ctenidietum „normale“*, die Assoziation ohne Differenti-
alarten, bei guter Kennartenausstattung.

6.3.3.6 *Neckera crispa*-Bestände und *Bartramia halleriana*-Bestände

Die Spaltengruppen 6 und 8 umfassen nur jeweils 3 Vegetationsaufnahmen mit nur wenigen Arten, die aber jeweils von einer Art dominiert werden: Einmal von *Neckera crispa*, zum anderen von *Bartramia halleriana*, jeweils kräftige, dichtwüchsige Arten, die neben sich nicht viele andere Arten dulden.

6.3.3.7 Bestände, die nur durch Ordnungs- und Klassen-Kennarten charakterisiert sind

Die Spaltengruppe 7 umfaßt Bestände, die keine Kennarten aufweisen, die in HUBSCHMANN 1986 auf Assoziationsebene genannt werden, wohl aber gut charakterisiert sind auf Verbands- und Ordnungsebene und von den Wuchsorten und der sonstigen Artenzusammensetzung als kennartenlose Gesellschaften an das *Ctenidietum* anzuschließen sind. Man erkennt zwar auch innerhalb dieser Untergruppierungen, zum Beispiel eine Variante mit *Ditrichum flexicaule* oder mit *Ptychodium plicatum*, aber diese Untergruppierungen ließen sich ökologisch nicht entsprechend differenzie-

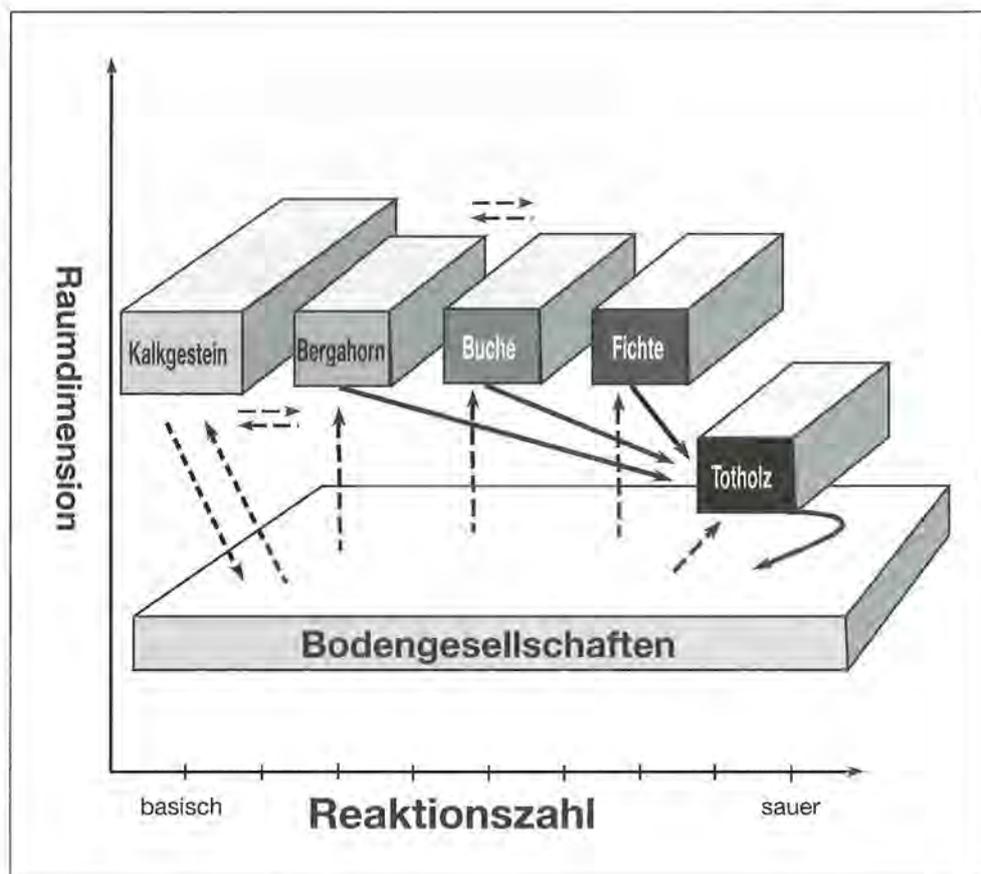
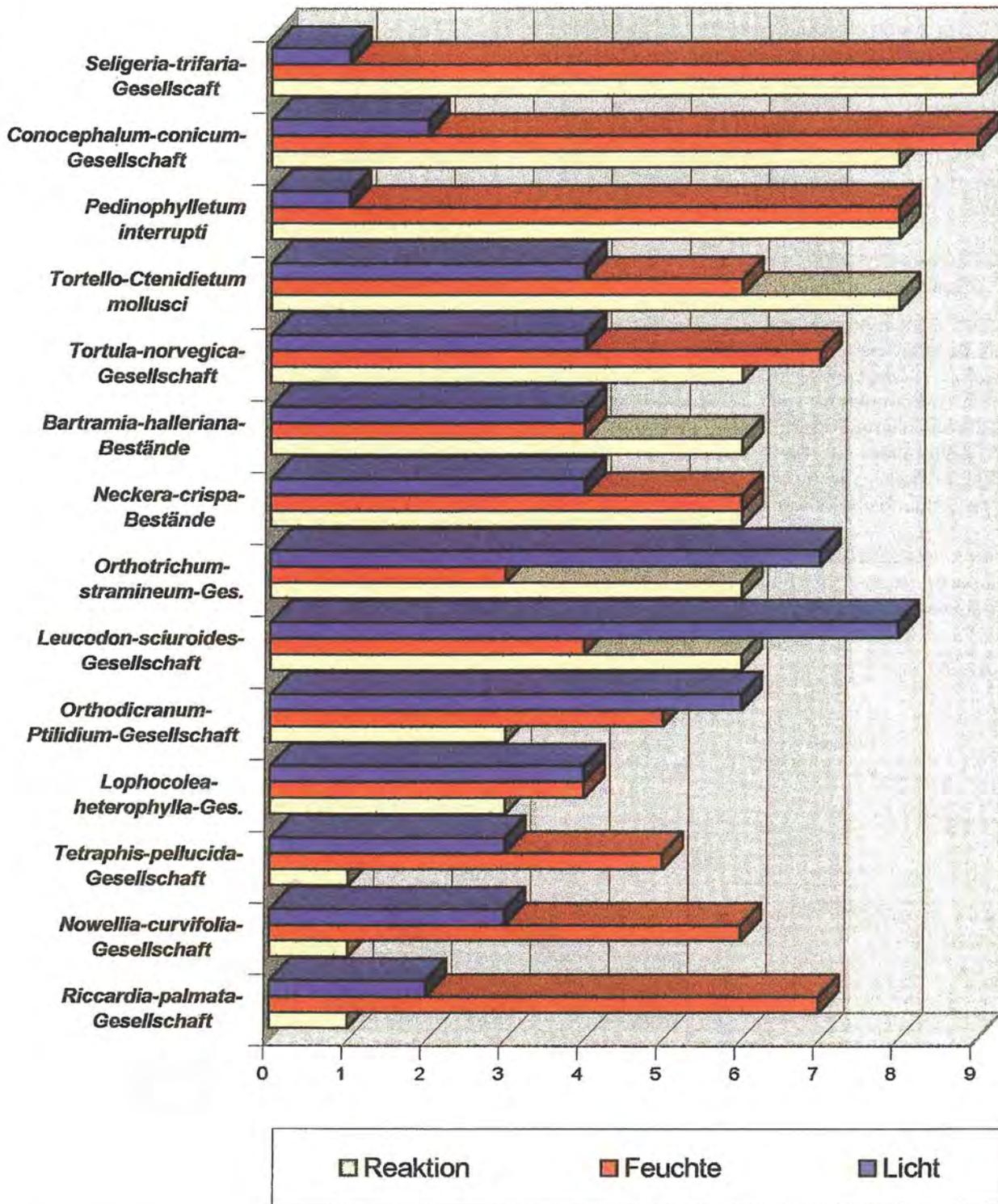


Abb. 60: Beziehungen der in den Tabellen beschriebenen Moosgesellschaften zueinander. Durchgezogene Pfeile: Gerichtete Entwicklung – Gestrichelte Pfeile: Die Moosbestände stehen durch Moosarten, die auf den jeweils beiden Substraten vorkommen, miteinander in Verbindung (Original).

Ökogramm der soziologischen Gruppen der Moosbestände



Reaktion:	1: Starksäurezeiger	9: Basen- und Kalkzeiger
Feuchte:	1: Starktrockniszeiger	9: Nässezeiger
Licht:	1: Tiefschattenpflanze	9: Volllichtpflanze

Abb. 61: Diagramm der soziolog. Gruppen mit 3 Zeigerwerten nach DÜLL in ELLENBERG 1991. Dargestellt wird der Median der Zeigerwerte der charakteristischen Artenverbindung.

ren. Die hauptsächlich ökologischen Gruppen sind in Abbildung 61, Kap. 6.4 aufgetragen.

6.3.3.8 Unspezifische Bestände (Spaltengruppe 9)

Spaltengruppe 9 umfaßt gewissermaßen den Filterrückstand, also diejenigen Aufnahmen, mit deren Artenzusammensetzung keine Zuordnung zu bestehenden Einheiten erfolgen kann, die daher benennungslos (der Vollständigkeit halber) an den Schluß gestellt werden.

6.4 Syndynamische Entwicklungslinien

Abbildung 60 (Seite 96) deutet an, durch welche *gerichteten Entwicklungen* (durchgezogene Pfeile) und *Moosartenkontakte* (gestrichelte Pfeile) die Substrate und deren Moosbestände miteinander in Verbindung stehen: Die Moosbestände auf Bergahorn, Buche und Fichte (und natürlich auch auf anderen Baumarten) entwickeln sich nach dem Absterben der Bäume zu Totholzgesellschaften, die sich bei stärkerem Zersetzungsgrad in ihrer Artenkombination zunehmend einander annähern. Die Totholzgesellschaften ihrerseits entwickeln sich bei weiterer Zersetzung zu Gesellschaften, wie sie auch auf Rohhumus vorkommen, was ja auch das Endprodukt der Holzzersetzung ist.

Die drei genannten Baumarten wurzeln im Erdboden und stehen mit ihren Stammfüßen in direktem Kontakt zu den bodenbewohnenden Pflanzenarten, so daß der Stammfuß eines Baumes sowohl Moosarten trägt, die typische Rindenbewohner sind, als auch Bodenbewohner, die den Stammfuß etwas hinaufwachsen können; so ist der Stammfuß eines Baumes die Kontaktfläche für epiphytische Arten bzw. bodenbewohnende Arten der Baumumgebung.

Ebenso wachsen regulär bodenbewohnende Moosarten an zerfallendem Totholz hinauf und verbinden somit die beiden Substrate Boden und Totholz, zum Beispiel die auffälligen Waldbodenmoose *Rhytidiadelphus loreus* und *Rhytidiadelphus triquetrus*.

Die Gesellschaften auf Kalkgestein sind eng verzahnt mit Bodengesellschaften auf skelettreichem Boden, der sich aus karbonatreichen Gesteinen entwickelt hat; diese enge Verzahnung drückt sich in einer ganzen Reihe von Arten aus, die sowohl auf Gestein als auch auf Boden wachsen. So sind beispielsweise *Tortella tortuosa* und *Ctenidium molluscum* typische Bewohner der Karbonatgesteine, sind aber auf *Rendzina*-Böden und anderen karbonatreichen Bodentypen genauso zu finden. Umgekehrt wachsen im Gebiet *Rhytidium rugosum* und *Entodon concinnus* typischerweise auf karbonatreichen Almböden, aber ebenso besiedeln sie direkt Karbonatgestein.

So ließen sich noch viele Arten aufzählen.

Bergahornrinde ist die basischste Rinde der heimischen Baumarten und dies ist wohl der Grund, daß einige Arten sowohl Bergahornrinde als auch Karbonatgestein besiedeln. Zu nennen wären hier *Anomodon*-Arten, *Neckera crispa*, *Tortella tortuosa*, *Homalothecium sericeum* etc.

Schließlich überschneiden sich auch Bergahorn und Buche in ihrem Artenbesatz, während Fichte und Buche mit Ausnahme von *Hypnum cupressiforme* keine Überschneidungen zeigen.

Abbildung 61 (Seite 97) zeigt schließlich als Ökogramm, wie die wichtigsten ökologischen Artengruppierungen hinsichtlich ihrer Zeigerwerte für *Reaktion*, *Feuchtigkeit* und *Licht* zuzuordnen sind. Diese Werte sind die Zeigerwerte von DULL in ELLENBERG 1991 als Mediane der Kennarten der Gesellschaften. Grundsätzlich geben die Zeigerwerte von DULL den richtigen Trend wieder, in einigen Fällen erschien es mir jedoch angebracht, eine lokal gültige Korrektur vorzunehmen. So habe ich den Wert der Feuchtezahl für *Ctenidium molluscum* von 4 nach 6 geändert, da im Gebiet *Ctenidium molluscum* überwiegend feuchtere Lokalitäten besiedelt, als es der Stufe 4 entspricht.

6.5 Methodendiskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden zur Bearbeitung von moosdominierten Pflanzenbeständen sowohl Methoden der pflanzensoziologischen Schule angewendet als auch quantitative Methoden. Daher sollen in diesem Kapitel Vor- und Nachteile der beiden Verfahren aus der praktischen Erfahrung erörtert werden.

Zunächst bin ich vor Beginn der Arbeiten davon ausgegangen, auf die klassischen Methoden der Pflanzensoziologie, insbesondere die vielzitierte Tabellenarbeit, ganz oder zumindest weitgehend verzichten zu können, denn die Anwendung quantitativer Methoden zur Analyse von zufällig ausgewählten Pflanzenbeständen (gleicher Flächengröße) schien das Problem der Subjektivität der pflanzensoziologischen Methode, insbesondere die *Auswahl und Abgrenzung der Aufnahmefläche*, die Anwendung des *Homogenitätskriteriums* und die mögliche *Voreingenommenheit des Bearbeiters* hinsichtlich einer Vorabklassifikation der aufzunehmenden Bestände, auf elegante Weise zu vermeiden. Aber es sollte sich zeigen, daß quantitative Methoden der multivariaten Statistik die pflanzensoziologischen Bearbeitungsmethoden von Pflanzenbeständen keinesfalls ersetzen oder außer Kraft setzen können, worin ich mit DIERSCHKE 1994 und DIERSSEN 1990 voll übereinstimme.

Grundsätzlich kann behauptet werden, daß die Intuition des Bearbeiters, verstanden als effektives Zusammenwirken von logischem Verstand und der Summe der vegetationskundlichen Erfahrung, in vielen Fällen den intersubjektiven Statistikmethoden überlegen ist. Quantitative Methoden sollten also vorrangig als Beurteilungshilfe oder als zusätzliche Belegmöglichkeit für getroffene Entscheidungen herangezogen werden.

Weiterhin meine ich, daß die Qualität von pflanzensoziologischen Arbeiten hauptsächlich eine Funktion der Kenntnisse, der Erfahrung (sowohl im Gelände als auch bei der Auswertung) und der Selbstkritikfähigkeit des Bearbeiters ist, ob nun vorrangig klassisch gearbeitet wird oder quantitativ bzw. numerisch. Dies aus folgenden Gründen:

Ein klassisch arbeitender Pflanzensoziologe sollte stets in der Lage sein, möglichst unvoreingenommen im Gelände eine Vegetationsaufnahme anzufertigen. Denn er muß der Gefahr gewahr sein, den Vegetationsbestand schon nach der ersten Übersicht in Gedanken einem Syntaxon zuzuordnen, also bereits vor der eigentlichen Aufnahme eine Klassifikation vorzunehmen, die die weitere Arbeit beeinflussen könnte, da nicht „passende“ Arten in Bezug auf die typische Artenzusammensetzung oder sonstige „Anomalien“ unberücksichtigt bleiben könnten, um sich einem Erklärungsbedarf zu entziehen. Umgekehrt könnte ein Bearbeiter bei der Auswertung seiner Bestände dazu verleitet sein, Pflanzenbestände in das System einzupassen, obwohl diese in ein betreffendes Syntaxon nicht unbedingt hineinpassen. Hier müßte man vielmehr dem Faktum Rechnung tragen, daß zwar Pflanzengesellschaften generalisierbaren Gesetzmäßigkeiten gehorchen, andererseits jeder Pflanzenbestand auch ein Individuum ist mit Eigenschaften, die sich genau so nicht noch einmal wiederholen.

So haben Syntaxa eine über die Lokalitäten, die zur Beschreibung des Syntaxons herangezogen wurden, hinausgehende Gültigkeit, doch gibt es immer wieder Pflanzenbestände, die sich auch unter Abstraktion ihres Merkmalskernes kaum oder nicht in ein bestehendes Syntaxon einordnen lassen.

So sollte das Klassifikationssystem nicht zu starr gehandhabt werden, insbesondere hinsichtlich des hierarchischen Rangs, da es keine allgemeingültigen Regeln gibt, eine Bestandesgruppe beispielsweise als *Subassoziation*, *Assoziation* oder höheres Syntaxon aufzufassen. Weiterhin ist zu beachten, daß ein in bestimmte Pflanzengesellschaften eingearbeiteter Spezialist größere Unterschiede zwischen Pflanzenbeständen wahrnimmt als der Nicht-Spezialist und dazu neigen könnte, aus seiner differenzierenden Sicht heraus, immer noch weitere Unterteilungen vorzunehmen, also „pulverisateur“ (PIETSCHMANN & WIRTH 1989) zu sein, was den Umgang mit dem pflanzensoziologischen System erschwert. Berücksichtigt und reflektiert der Bearbeiter die im vorhergehenden Abschnitt angerissenen „Schwächen“ seiner eigenen Wahrnehmung, stellt die pflanzensoziologische Methode im mitteleuropäischen Raum nach wie vor ein äußerst leistungsfähiges, kostensparendes und effizientes Instrument zur Bewältigung der in der Natur vorgefundenen Vielfalt und Komplexität dar.

Die Verwendung quantitativer Methoden kann helfen, die Begründetheit und Plausibilität getroffener Klassifikationen zu belegen und nachvollziehbarer zu machen. Wenn quantitative Verfahren, und die Gefahr ist stets vorhanden, angewendet werden, ohne eine schlüssige Interpretation der Ergebnisse zu liefern, ist Vorsicht angeraten. Denn ohne Rück-Korrelation der errechneten Ergebnisse zu den Originaldaten, ist der Wert der Ergebnisse fragwürdig. Außerdem ist man bei quantitativen Verfahren vor Subjektivität nicht sicher, wenn man sich mit den mathematischen Grundlagen der komplexen multivariaten Statistik nicht genügend auskennt und bewußt zum Ausdruck bringt. Denn moderne Com-

puter-Programme bieten eine kaum überblickbare Zahl an Möglichkeiten der Datentransformation, Ähnlichkeitsmaßen und multivariaten Methoden an, die alle unterschiedliche Auswirkungen auf den Input-Datensatz haben, so daß man leicht dazu verleitet wird, so lange zu „experimentieren“, bis man eine „zufriedenstellende“ Datenstruktur erhält, die man dann optisch ansprechend präsentieren kann. Der Computer führt eben alle ihm aufgetragenen Operationen durch, ohne Rücksicht darauf, ob der gewählte Algorithmus für den vorliegenden Datensatz sinnvoll ist oder nicht.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Verwendung quantitativer Methoden eine wesentlich sorgfältigere und aufwendigere Versuchsplanung voraussetzt, aber bei richtiger Anwendung zu gut nachvollziehbaren und begründbaren Ergebnissen führen kann, die aber in vielen Fällen in den Interpretationen nicht über das hinausgehen, was ein Pflanzensoziologe an Erkenntnissen gewinnt. Daher ist die Frage legitim, ob der mit quantitativen Methoden einhergehende Aufwand wirklich berechtigt ist, wenn die Qualität der Aussagen kaum höher liegt als die Aussagen des Pflanzensoziologen. Außerdem sind die mir bekannten Statistik-Pakete (Computer-Programme) zur Analyse multivariater Datensätze alles andere als benutzerfreundlich. So sei zum Schluß gesagt, daß klassische Pflanzensoziologie und numerische Vegetationskunde „friedlich“ koexistieren, und dort, wo es sinnvoll ist, ein symbiotisches Verhältnis anstreben sollten.

7 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Moosflora des in den Bayerischen Alpen gelegenen Nationalparks Berchtesgaden untersucht. Dabei wurden folgende Schwerpunkte gesetzt:

7.1 Erfassung der Moosarten

In zahlreichen Geländebegehungen wurde die Moosflora des Nationalparks Berchtesgaden erfaßt. Aus den gesammelten Funden wurde ein Moosherbar aufgebaut. Aus allen vom Verfasser und von BEYERLEIN 1993 gefundenen Arten wurde eine Moosliste erstellt, in die (im Kleindruck) die nicht wiedergefundenen Arten (PAUL & V. SCHOENAU 1925–1943, FAMILLER 1911) eingearbeitet wurden, um alle im Gebiet gefundenen Arten zusammenzustellen. Insgesamt liegen zur Zeit 383 aktuelle Funde bzw. Moosarten (278 Laubmoosarten, 105 Lebermoosarten) vor. Zusammen mit den historischen Funden (80 Laubmoosarten, 30 Lebermoosarten) ergibt sich eine Gesamtzahl von 493 Moosarten für das Gebiet. Von den aktuellen Funden sind 74 Laubmoos- und 28 Lebermoosarten in der „Roten Liste gefährdeter Moose in Bayern“ (MEINUNGER 1995) aufgeführt, während von den historischen Funden 37 Laubmoos- und 17 Lebermoosarten der Roten Liste angehören.

7.2 Bioindikation mit Hilfe der Moosart *Ctenidium molluscum*

Nach Voruntersuchungen hat sich herausgestellt, daß die Moosart *Ctenidium molluscum* als geeigneter Bioindikator angesehen werden kann, um die heute noch vorhandene Radioaktivitätsbelastung durch das Kernreaktorunglück von Tschernobyl im Nationalpark Berchtesgaden zu ermitteln. Insgesamt wurden mit Hilfe eines Natrium-Jodid-Detektors der Physikalischen Fakultät der Universität Regensburg die Summenaktivitäten der Radionuklide ¹³⁴Caesium und ¹³⁷Caesium von 135 Proben (45 Lokalitäten mit je drei Probenentnahmen) gemessen, um nachträglich ungefähre Vorstellungen von der Ende April/Anfang Mai 1986 mit Regenniederschlägen auf das Gebiet niedergegangene Primärdeposition zu erhalten. Es zeigte sich, daß die Aktivitätswerte des Akkumulationsindikators *Ctenidium molluscum* im Durchschnitt noch relativ hoch sind, meist zwischen 1000 und 10.000 Becquerel pro Kilogramm Trockengewicht. Der gemessene Spitzenwert von 176.400 Becquerel pro Kilogramm Trockengewicht gehört zu den höchsten in ganz Bayern (lediglich in wenigen Pilzproben aus der Oberpfalz wurden ähnliche Werte erreicht). Auffällig an der räumlichen Verteilung der Aktivitäten war die enorme Streuung der Werte auf engstem Raum. So können die Aktivitätswerte auf einer Distanz von wenigen Metern um bis zu einer Größenordnung (Faktor 10) auseinanderliegen: Dies wurde mit dem in Gebirgen stark vom Mikorelief abhängigen Oberflächenabfluß des Regenwassers in Verbindung gebracht.

7.3 Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen

Im Rahmen des langfristigen Bergwaldbeobachtungsprogramms des Nationalparks Berchtesgaden, dem sogenannten Waldinventurprogramm, wurden entlang eines Geländequerschnitts (Transekt) im nördlichen Watzmann-Gebiet Dauerbeobachtungsflächen (20 x 20 cm Flächengröße) von moosdominierten Pflanzenbeständen an Waldinventurpunkten eingerichtet (18 Lokalitäten, 38 Dauerbeobachtungsflächen): Die Eckpunkte wurden mit dauerhaften Grenzmarkierungen versehen und die räumliche Verteilung der Moosarten mit einer Rasterkartierung festgestellt. Die Wiederaufnahme der Flächen soll parallel mit der Waldinventur spätestens alle zehn Jahre erfolgen und Rückschlüsse auf natürliche oder anthropogene Veränderungen ermöglichen und das Verständnis natürlicher Vegetationsdynamik vertiefen. Die Festlegung der Dauerbeobachtungsflächen erfolgte nach Kriterien der statistischen Stichprobennahme, so daß die aufgenommenen Pflanzenbestände statistischen Analysen zugänglich sind.

7.4 Analyse von 241 Vegetationsaufnahmen

Einschließlich der Vegetationsaufnahmen von den Dauerbeobachtungsflächen standen 241 nach statistischen

Zufallskriterien ausgewählte Vegetationsaufnahmen von den Substratgruppen Karbonatgestein, Totholz und Le-bendholz, zur weiteren Untersuchung zur Verfügung: Die Auswahl der aufzunehmenden Flächen nach Kriterien der statistischen Stichprobenauswahl sowie die durchgängig gleiche Flächengröße von 20 x 20 cm ermöglichte die Analyse der Datensätze mit Methoden der multivariaten Statistik; da der überwiegende Teil der aus den mit multivariaten Methoden gewonnenen Analyseergebnisse schwer oder unzufriedenstellend interpretierbar war, wurden die Datensätze auch durch klassische Tabellenarbeit ausgewertet.

Für die Bestände auf Totholz (Tabelle 8.1) werden Ergebnisse multivariater Methoden (Tab. 8.2 bis 8.4) präsentiert und den Ergebnissen der klassischen Tabellenarbeit der pflanzensoziologischen Schule (Zürich-Montpellier-Schule) gegenübergestellt. Die Vergleichbarkeit der numerischen Analyseergebnisse mit Datensätzen bzw. Vegetationsaufnahmen der pflanzensoziologischen Schule wurde als gegeben betrachtet, da die in dieser Arbeit vorgestellten Moosbestände bei einer Flächengröße von 20 x 20 cm meist homogen (Homogenitätskriterium) sind und andererseits die Vorgabe des pflanzensoziologischen Minimumareals weitgehend erfüllen.

In einer anschließenden Methodendiskussion werden Vor- und Nachteile der pflanzensoziologischen Methode und der numerischen Analyse von vegetationskundlichen Datensätzen (Tabelle mit Vegetationsaufnahmen) besprochen, so wie sie sich aus meiner Sicht in der praktischen Erprobung dargestellt haben.

Es wird vorgeschlagen, den Einsatz numerischer Verfahren sorgsam abzuwägen, da der Mehraufwand gegenüber der pflanzensoziologischen Arbeit beträchtlich, und ein echter Erkenntnisgewinn in vielen Fällen nicht gegeben ist.

Allerdings könnten numerische Verfahren so zum Einsatz kommen, daß pflanzensoziologische Klassifizierungen besser belegt werden und die ökologische Relevanz pflanzensoziologischer Syntaxa verbessert wird. Denn auch der Pflanzensoziologe muß sich der relativen Subjektivität seiner Urteile bewußt sein und seine getroffenen Entscheidungen selbstkritisch beleuchten. Allerdings meine ich, daß ein erfahrener Vegetationskundler mit einer an den jeweiligen Vegetationstyp angepaßten Betrachtungsweise oft zu überzeugenderen Ergebnissen kommt als numerische Verfahren, die einer der natürlichen Vielfalt und Komplexität oft nicht angemessenen, allzu rigorosen oder schematischen Datenerhebung bedürfen.

Numerische Verfahren und pflanzensoziologische Methode sollten sich idealerweise nicht bekämpfen, sondern ergänzen. Auf jeden Fall scheint sich ein Pflanzensoziologe den einseitigen Vorwurf, altmodisch zu sein, in der Regel nicht gefallen lassen zu müssen, da die Pflanzensoziologie im mitteleuropäischen Raum nach wie vor ein leistungsfähiges Handwerkszeug zur Analyse und Handhabung natürlicher Vegetationsdecken darstellt.

8 Literatur

- ARNDT, U., NOBEL, W. & B. SCHWEIZER (1987): Bioindikatoren: Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse, Eugen Ulmer Verlag: 388 S.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (1994): IUCN-Richtlinien für die Management-Kategorien für Schutzgebiete, BayStMLU, Referat Schutzgebiete: 14 S.
- BEYERLEIN, U. (1986): Bryologische Untersuchungen im MAB-Testgebiet Ramsau, Diplomarbeit Universität Regensburg: 98 S.
- BEYERLEIN, U. (1993): Liste der Moose aus dem Alpenpark Berchtesgaden, unveröff. Arbeit.
- BIBELRIETHER, H. & R. SCHREIBER (1990): Die Nationalparke Europas, Pro Natur GmbH, Süddeutscher Verlag: 240 S.
- TER BRAAK, C.J.F. (1987): The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis, *Vegetatio* 69: 69–77.
- CANOCO 3.12 & CANODRAW 3.0: entwickelt von der Agricultural Mathematics Group, P.O. Box 100, 6700 Wageningen, Niederlande - vertrieben durch J. Podani, Scientia Publishing, P.O. Box 658, H-1365 Budapest, Hungary.
- CRUM, H. & L. ANDERSON (1981): Mosses of Eastern North America, volume 1 and 2, Columbia University Press: 1328 S.
- DANIELS, R.E. & A. EDDY (1985): Handbook of European Sphagna, Institute of Terrestrial Ecology: 262 S.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden, Eugen Ulmer Verlag: 683 S.
- DIERSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde), Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt: 241 S.
- DULL, R. (1974): Neuere Untersuchungen über Moose als abgestufte ökologische Indikatoren für die SO₂-Immissionen im Industriegebiet zwischen Rhein und Ruhr bei Duisburg, VDI-Kommission *Reinhaltung der Luft*: 1–23.
- ELLENBERG, H. et al. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, *Scripta Geobotanica* 18, Erich Goltze-Verlag: 248 S.
- FAMILLER, I. (1911): Die Laubmoose Bayerns. Eine Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Standortangaben, *Denkschr. Kgl. Bayer. Bot. Ges. Regensburg* 11, N.F. 5: 1–233.
- FAMILLER, I. (1913): Die Laubmoose Bayerns. Eine Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Standortangaben, *Denkschr. Kgl. Bayer. Bot. Ges. Regensburg* 12, N.F. 6: 1–174.
- FAMILLER, I. (1917): Die Lebermoose Bayerns. Eine Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Standortangaben, *Denkschr. Kgl. Bayer. Bot. Ges. Regensburg* 13, N.F. 7: 153–304.
- FAMILLER, I. (1920): Die Lebermoose Bayerns. Zweiter Teil. *Denkschr. Kgl. Bayer. Bot. Ges. Regensburg* 14, N.F. 8: 1–167 + 27 Fotogramm-Tafeln.
- FEIGE, G.B., JAHNKE, S. & L. NIEMANN (1988): Tschernobyl belastet uns weiter; *Essener Universitätsberichte* 2: 8–14.
- FRAHM, J.-P. & W. FREY (1992): Moosflora, 3. Auflage, UTB für Wissenschaft: 528 S.
- HAUTER, S. (1995): Die Moosvegetation auf Buntsandsteinfelsen der Westpfalz, *Limprichtia* 7: 128 S.
- HERPIN, U. (1995): Monitoring der Schwermetallbelastung in der Bundesrepublik mit Hilfe von Moosanalysen, *Texte* 31/95 des Umweltbundesamtes: 161 S.
- HOCK, B. & E. ELSTNER (1984) (Hrsg.): Pflanzentoxikologie – Der Einfluß von Schadstoffen und Schadwirkungen auf Pflanzen, Bibliographisches Institut: 346 S.
- HOTZL, H., ROSNER, G. & R. WINKLER (1987): Ground depositions and air concentrations of Chernobyl fallout radionuclides at Munich-Neuherberg. *Radiochim. Acta* 41: 181–190.
- HUBER, A. (1992): Moose als Zeiger für Umweltbelastungen und Standortsveränderungen im Raum Regensburg, Diplomarbeit Universität Regensburg: 212 S.
- HUBSCHMANN V., A. (1986): Prodrömus der Moosgesellschaften Zentraleuropas, *Bryophytorum Bibliotheca* 32, J. Cramer: 413 S.
- JACOBI, W., PARETZKE, H.G., FRIEDLAND, W., MULLER, H. & G. PROHL (1989): Transport von Radionukliden über Nahrungsketten. Abschlußbericht (Teil 1) zum Vorhaben: „Entwicklung und Verbesserung von vier Teilmodellen für Unfallrechnungen (Phase B der DRS)“. GSF-Bericht 12.
- JONGMAN, R.H.G., TER BRAAK C.J.F. & O.F.R. VAN TONGEREN (1987): Data analysis in community and landscape ecology, Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc) Wageningen: 299 S.
- JONSGARD, B. & H.J. BIRKS (1993): Quantitative studies on saxicolous bryophyte-environment relationships in western Norway, *Journal of bryology* 17: 579–611.
- LANGENSCHIEDT, E. (1994): Geologie der Berchtesgadener Berge, Verlag Berchtesgadener Anzeiger, Berchtesgaden: 155 S.
- LARCHER, W. (1984): Ökologie der Pflanzen auf physiologischer Grundlage, Uni-Taschenbücher UTB 232: 403 S.
- MASCHKE, J. (1981): Moose als Bioindikatoren von Schwermetall-Immissionen, *Bryophytorum Bibliotheca* 22: 492 S.
- MEINUNGER, L. (1995): Rote Liste gefährdeter Moose in Bayern, noch nicht veröffentlichtes Manuskript: 62 S.
- MONKEMEYER, W. (1927): Die Laubmoose Europas; in *Rabenhorsts Kryptogamenflora*, IV. Band, Ergänzungsband: 960 S.
- MULLER, K. (1951–1957): Die Lebermoose Europas. Eine Gesamtdarstellung der europäischen Arten; in *Rabenhorsts Kryptogamen-Flora*, VI. Band, 1. Abteilung, 3. Auflage: 1365 S.
- MUHLE, H. & P. POSCHLOD (1989): Konzept eines Dauerbeobachtungsflächenprogramms für Kryptogamengesellschaften, *Berichte der ANL (Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege)* 13: 59–76.
- NYHOLM, E. (1986): *Illustrated Flora of Nordic Mosses*, Mogenssen/Enckell for The Nordic Bryological Society, fascicle 1: 1–72.
- NYHOLM, E. (1989): *Illustrated Flora of Nordic Mosses*, Mogenssen/Enckell for the Nordic Bryological Society, fascicle 2: 75–141.
- NYHOLM, E. (1993): *Illustrated Flora of Nordic Mosses*, Mogenssen/Enckell for the Nordic Bryological Society, fascicle 3: 145–244.
- PAUL H. (1943): Nachträge und Bemerkungen zur Moosflora Bayerns, *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 26: 118–135.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1925): Die Kryptogamenflora des Naturschutzgebietes bei Berchtesgaden, *Festschrift der*

- Sektion Berchtesgaden des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins: 165–176.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1927): Die wissenschaftliche Durchforstung des Naturschutzgebietes Berchtesgaden, *Berichte des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen* 17: 21–29.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1928): Botanische Ergebnisse der Durchforstung des Naturschutzgebietes Berchtesgaden, *Berichte des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen* 18: 60–83.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1929): Die naturwissenschaftliche Durchforstung des Naturschutzgebietes Berchtesgaden, *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen* 1: 38–55.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1930): Die Pflanzenbestände auf den Schottern des oberen Wimbachtales, *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen* 2: 58–81.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1931): Die wissenschaftliche Durchforstung des Naturschutzgebietes Berchtesgaden, *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen* 3: 49–59.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1932): Die naturwissenschaftliche Durchforstung des Naturschutzgebietes Berchtesgaden, *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen* 4: 84–104.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1933): Die naturwissenschaftliche Durchforstung des Naturschutzgebietes Berchtesgaden, *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen* 5: 45–66.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1934): Botanische Streifzüge im Funtenseegebiet, *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen* 6: 31–53.
- PAUL H. & V. SCHOENAU (1937): Botanische Wanderungen im östlichen Königsseegebiet, *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen* 9: 22–47.
- PFADENHAUER, J., POSCHLOD, P. & R. BUCHWALD (1985): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil I: Methodik der Anlage und Aufnahme (Landschaftsökologie Weihestephan, TU München); Manuskript: 52 S.
- PHILIPSBORN, H. (1992): Radioaktivität und Strahlungsmessung. *Scriptum Universität Regensburg*.
- PIETSCHMANN, M. & V. WIRTH (1989): Kritik der pflanzensoziologischen Klassifikation am Beispiel calciphytischer Flechten- und Moosgemeinschaften im Bereich des Frankendolomits, *Bibliotheca Lichenologica* 33, J. Cramer: 155 S.
- RALL, H. & F. KRAL (1990): Wälder. Geschichte, Zustand, Planung; *Forschungsbericht 20 des Nationalparks Berchtesgaden*: 107 S.
- REISIGL, H. & R. KELLER (1987): *Alpenpflanzen im Lebensraum*, Gustav Fischer Verlag: 149 S.
- REISINGER, A. (1993): Radiocäsium in Pilzen, *Dissertation Universität Regensburg*.
- RITTERER, S. (1994): Radioaktivität in Kryptogamen aus verschiedenen Höhenlagen des Chiemgaus, *Diplomarbeit Universität Regensburg*: 86 S.
- SCHUBERT, R. (1991) (Hrsg.): *Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen*, Gustav Fischer Verlag: 338 S.
- SCHUPFNER, R. (1991): Untersuchungen zum Boden-Pflanzen-Transfer natürlicher Radionuklide in einem Gebiet mit erhöhtem Thoriumgehalt des Bodens, *Dissertation Universität Regensburg*.
- SCHUSTER, R.M. (1966): *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*, volume 1, Columbia University Press: 802 S.
- SCHUSTER, R.M. (1969): *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*, volume 2, Columbia University Press: 1062 S.
- SCHUSTER, R.M. (1974): *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*, volume 3, Columbia University Press: 880 S.
- SCHUSTER, R.M. (1980): *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*, volume 4, Columbia University Press: 1334 S.
- SCHUSTER, R.M. (1992a): *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*, volume 5, Field Museum of Natural History, Chicago: 854 S.
- SCHUSTER, R.M. (1992b): *The Hepaticae and Anthocerotae of North America*, volume 6, Field Museum of Natural History, Chicago: 937 S.
- SEELMANN-EGGEBERT, W., PFENNIG, W.G., MUNZEL, H. & K. KLEWENEBIUS (1981): *Karlsruher Nuklidkarte*, 5. Auflage Jehle.
- SMITH, A.J.E. (1978): *The moss flora of Britain and Ireland*, Cambridge Univers. Press: 706 S.
- SMITH, A.J.E. (1982), Hrsg.: *Bryophyte ecology*, Chapman and Hall: 511 S.
- SMITH, A.J.E. (1990): *The liverworts of Britain and Ireland*, Cambridge University Press: 362 S.
- SODERSTROM, L. (1993): Substrate preference in some forest bryophytes: a quantitative study, *Lindbergia* 18: 98–103.
- SPIEGEL-SCHMIDT, A. (1988): Alte Forschungs- und Reiseberichte aus dem Berchtesgadener Land, *Forschungsbericht 14 des Nationalparks Berchtesgaden*: 184 S.
- SYN-TAX 5.0 (1993): *Computer program for Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematics*, J. Podani, Scientia Publishing, P.O. Box 658, H-1365 Budapest, Hungary.
- THOMAS, W. & R. HERRMANN (1980): Nachweis von Chlorpestiziden, PCB, PCA und Schwermetallen mittels epiphytischer Moose als Biofilter entlang eines Profils durch Mitteleuropa, *Staub-Reinhaltung der Luft* 40: 440–445.
- TÜRK, R. & H. WUNDER (1994): Erde und Bodenmoose bewohnende Flechten im Biosphärenreservat Berchtesgaden. – *Ber.Bayer.Bot.Ges.*, Band 64, S. 135–146.
- VOLK, M. & H. MUHLE (1994): Ökologische und soziologische Untersuchungen an den Moosen der alpinen Quellfluren des Montafon (Vorarlberg, Österreich), *Limprichtia* 5: 89 S.
- VOLKEL, J. & B. SENFT (1993): Radioaktive Kontamination der Böden im Bayerischen Wald im Raum Zwiesel-Bayerisch-Eisenstein, „Radiocäsium in Wald und Wild“: Dreiländertreffen am 23./24. Juni 1992 im Nationalpark Bayerischer Wald, Herausgeber: Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach: 1–18.
- VOLKEL, J. & M. IGL (1995): Vertikale Verteilung von Radiocäsium in Böden des Bayerischen Waldes und der nördlichen Kalkalpen acht Jahre nach Tschernobyl, *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 76: 469–472.
- WILDI, O. (1986): *Analyse vegetationskundlicher Daten – Theorie und Einsatz statistischer Methoden*, Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Stiftung Rübel, 90: 226 S.
- WILMANN, O. (1989): *Ökologische Pflanzensoziologie*, 4. Auflage, UTB für Wissenschaft 269: 378 S.

9 Anhang

9.1 Probenentnahmepunkte von *Ctenidium molluscum* für die Radiocaesium-Messungen

- 01: südöstlich der Mooswand, Priesbergalm-Gebiet, Bergwaldrücken, Nordwesthang, lockerer Block-Lärchenwald, 1680 m, „**Priesberg**“
- 02: nordöstlich der Mooswand, Priesbergalm-Gebiet, Nordosthang mit locker stehenden Fichten, Lärchen und Grünerlengruppen, 1630 m, „**Priesberg**“
- 03: zwischen Rothspielscheibe und Königstalalm in einem flachen Kessel östlich der Farrenleiterwand, Fichtenwald, 1570 m, „**Königstal**“
- 04: am Nordwesthang des Schneibstein, Schuttrinne östlich des Weges, 2050 m, „**Schneibstein**“
- 05: am Nordwesthang des Schneibstein, an einer Aufschüttung westlich des Weges, 2100 m, „**Schneibstein**“
- 06: am Weg 481 westlich der Mittereisalpe im Fichtenwald, Nordwestexposition, 1310 m, „**Mittereis**“
- 07: am Weg 481 Richtung Karlkogel-Kammerlinghorn, Felswand in Nordexposition, 1880 m, „**Karlkogel**“
- 08: Fichtenhain mit Kalkfelsblöcken zwischen Priesbergmoos und Priesbergalm, 1420 m, „**Priesberg**“
- 09: am Weg 497 Richtung Seeleinsee im Fichtenwald („Im Kammerl“) auf kleineren Kalkblöcken, Westhang, 1500 m, „**Kammerl**“
- 10: zwischen Seeleinsee und Hochgschirr in einem Blockschuttfeld an schattig-feuchten Stellen, 1850 m, „**Seelein**“
- 11: am „Unteren Hirschenlauf“ nordwestlich des Gotzentauern, Nordhang, Fichtenwald mit großen Felsblöcken, 1370 m, „**Hirschenlauf**“
- 12: nordöstlich der Kührintalm im Fichtenwald auf kleinen Kalksteinen, 1410 m, „**Kührint**“
- 13: nördlich des Aussichtspunktes Archenkanzel nahe dem oberen Einstieg zum „Rinnkendlsteig“, Felsblock in Westexposition, 1340 m, „**Archenkanzel**“
- 14: westlich des Eiswinkel nördlich Sankt Bartholomä im Fichtenwald auf kleineren Kalkblöcken, Osthang, 770 m, „**Bartholomä**“
- 15: in der Rosengrube ost-südöstlich der Gotzenalm in Karren, Almrausch-Lärchenwald, 1790 m, „**Rosengrube**“
- 16: in der Bärengrube östlich der Gotzenalm in einer Doline, 1640 m, „**Bärengrube**“
- 17: westlich des Alpeltals am Alpeltalsteig im lockeren Fichten-Lärchenwald, Westhang, 1350 m, „**unteres Alpeltal**“
- 18: am Alpeltalsteig westlich des Hohen Göll in 2090 m Höhe am Grunde von Karren, „**oberes Alpeltal**“
- 19: am Weidbach, Krautkasergraben, am Weg zwischen Hinterbrand und Jenner-Mittelstation im Fichtenwald, 1150 m, „**Krautkaser**“
- 20: östlich des Parkplatzes Hinterbrand an einer sickerfeuchten Stelle der Böschung der Bundesstraße 319, Nordexposition, 1120 m, „**Hinterbrand**“
- 21: auf feuchtem, beschattetem Kalkfels am Ledererkopf, Funtenseegebiet, „**Ledererkopf**“
- 22: am Grunde einer Höhlung am unteren Ende der Langen Gasse westlich des Steinhütterls, nordöstliches Gebiet des Steinernen Meeres, 1980 m, „**Steinhütterl**“
- 23: auf beschattetem Kalkstein, ±trocken, im lockeren Fichtenwald am Oberen Schönfeld südlich der Röth im Mühlebenwald, 1600 m, „**Röth**“
- 24: von zwei Kalksteinen im Buchenmischwald am Schafelsteig Richtung Stadelhorn, 1220 m, „**Schafelsteig**“
- 25: an der bayerisch-salzburgischen Grenze südwestlich des Stadelhorns am Hochgscheid, verstreut im alpinen Rasen und in kleinen Polstern auf Kalkfels, nur 2 Proben, 1940 m, „**Stadelhorn**“
- 26: auf einem Kalkfelsblock im Buchenwald am Schafelsteig Richtung Stadelhorn, 1300 m, „**Schafelsteig**“
- 27: an einer feuchten Kalkfelswand etwas nördlich der Engerthütte im Klausbachtal, 940 m, „**Engerthütte**“

9.2.1 Musteraufnahmebogen, DBF Nr. 12

Datum: 27. Juni 1994.....Bearbeiter:Markus Höper

1. Lage des Waldinventurpunktes

Gauß-Krüger-Koordinaten (Rechtwert Hochwert):...⁵²**727** ⁴⁵**713**..... Seehöhe: **1010**.....Meter

2. Einmessung der Dauerflächen auf *den markierten Baum* (oranger Farbring) der Waldinventur

Plaketten-Nr.:.....**12**.....Richtung:.....**88**.....Grad Distanz: **9,4**Meter

Lebendholz		Totholz		Fels	
Variable	Datenstr	Variable	Datenstr	Variable	Datenstr
1.Spec:..... Picea Abies		1.Spec:		1.Fety:	
2.Bhdu:..... 35cm		2.Stal/Stub:.....1/2.....		2.Expo:.....°	
3.Expo:..... 335°		3.Dfdu:.....cm		3.Inkl:.....°	
4.Inkl:..... 75°		4.Expo:.....°		4.HöüG:.....cm	
5.HöüG:..... 15 bis 35cm		5.Inkl:.....°		5.Diok:.....cm	
6.Sehö:..... 1010m		6.HöüG:.....cm		6.Sehö:.....m	
7.Raub:..... 21-3		7.Diok:.....cm		7.Relf:.....1-4	
8.Temp:..... 31-5		8.Sehö:.....m		8.Rauf:.....1-3	
9.Stra:..... 31-5		9.Verf:.....1-5		9.Späl.....1-3	
10.Feuc:..... 21-5		10.Temp:.....1-5		10.Temp:.....1-5	
.....		11.Stra:.....1-5		11.Stra:.....1-5	
.....		12.Feuc:.....1-5		12.Feuc:.....1-5	

Artenliste der Moose

ART	D:%	LF	ART	D:%	LF
<i>Lepidozia reptans</i> (1)	35	De			
<i>Plagiothecium denticulatum</i> (1)	40	We			
<i>Lophozia longidens</i> (1)	5	De			
<i>Orthodicranum montanum</i> (1)	5	Kr			
<i>Lophocolea heterophylla</i> (1)	1	De			
<i>Dicranum scoparium</i> (1)	1	Hr			
<i>Tetraphis pellucida</i> (1)	1	Kr			

Σ D: 90

Σ D: _____

Lebensformen der Moose: Ei Kr Hr Po De Fi Sc We BÄ Phän: Ster (1) Spur (2) Spre (3)

Sonstige

9.2.2 Rasteraufnahme der DBF Nr. 12, Gauß-Krüger-Koordinaten 727.713, 1010 müNN

88°, 9,4 m

			Ortmon	Pladen	Pladen	Ortmon Pladen	Loplon Ortmon	Loplon	Loplon Ortmon
Lcohet Loplon			Leprep Ortmon	Lcohet Leprep Pladen	Lcohet Leprep Pladen	Leprep Loplon Ortmon Pladen	Lcohet Loplon Ortmon Pladen	Loplon Ortmon Pladen	Loplon Pladen
Loplon		Dicsco Ortmon	Leprep Ortmon Pladen	Leprep Ortmon Pladen	Dicsco Leprep	Leprep Ortmon Pladen	Leprep Loplon Ortmon Pladen	Loplon Pladen	Pladen
Dicsco Loplon	Dicsco Ortmon	Dicsco Leprep Ortmon	Dicsco Leprep Ortmon	Dicsco Leprep Ortmon	Leprep Ortmon Pladen	Leprep Loplon Ortmon Pladen	Loplon Ortmon Pladen	Loplon Ortmon Pladen	Loplon Pladen
Lcohet Ortmon	Dicsco Ortmon	Leprep Ortmon	Leprep Ortmon	Lcohet Leprep	Leprep Pladen	Leprep Pladen	Loplon Pladen	Loplon Pladen	Loplon Pladen
Loplon	Lcohet Loplon Ortmon	Leprep	Leprep Ortmon Pladen	Leprep Pladen	Leprep Pladen	Leprep Pladen	Leprep Pladen	Leprep Pladen	Loplon Pladen
Bletri Dicsco Loplon Ortmon	Loplon Ortmon	Leprep Loplon Ortmon Pladen	Leprep Pladen Tetpel	Dicsco Leprep Loplon Ortmon Pladen	Leprep Pladen	Leprep Pladen	Leprep Pladen	Loplon Pladen	Loplon Ortmon Pladen
Loplon Ortmon	Bletri Ortmon	Leprep Ortmon Pladen	Leprep Loplon Pladen Tetpel	Leprep Pladen Tetpel	Leprep Pladen	Ortmon Pladen	Pladen Tetpel	Ortmon Pladen	Loplon Pladen
Pladen	Dicsco Loplon	Leprep Pladen Tetpel	Leprep Pladen Tetpel	Leprep Pladen Tetpel	Leprep Pladen	Leprep Pladen	Pladen	Pladen	Pladen
Pladen	Lcohet Pladen	Pladen Tetpel	Pladen	Pladen Tetpel	Bletri Leprep Pladen	Bletri Leprep Pladen	Leprep Pladen	Pladen Tetpel	Pladen

Dicsco (<i>Dicranum scoparium</i>)	10	Ortmon (<i>Orthodicranum montanum</i>)	37
Lcohet (<i>Lophocolea heterophylla</i>)	8	Pladen (<i>Plagiothecium denticulatum</i>)	67
Leprep (<i>Lepidozia reptans</i>)	44	Tetpel (<i>Tetraphis pellucida</i>)	10
Loplon (<i>Lophozia longidens</i>)	32		

Die hinter den Artnamen stehenden Zahlen stehen für die Frequenz der betreffenden Art bzw. wie oft diese Art in den Kleinquadraten der Rasteraufnahme gezählt wurde.

9.3 Abkürzungen und Skalierungen im Aufnahmebogen

BHDU	Brusthöhen- durchmesser		mit einem Maßband wurde der Umfang des Baumes in etwa 1,20 Meter Höhe gemessen; mit Division durch π erhält man den \emptyset
DFDU	Durchmesser an der Stelle der DBF		entweder wird der Durchmesser eines Stubben gemessen oder der Durchmesser eines liegenden Totholzstammes an der Stelle, an der sich die Dauerbeobachtungsfläche befindet
DIOK	Distanz zur Oberkante		Distanz der Oberkante der DBF bis zu der Stirnfläche eines Stubben oder bis zu einem waagerechten Sims/Absatz/Stirnfläche eines Felsblocks
EXPO	Exposition		mittlerer Wert der Exposition, d.h. der Himmelsrichtung, der die Fläche zugewandt ist
FETY	Felstyp		Dachsteinkalk, Ramsaudolomit, Konglomerat, Radiolarit etc.
FEUC	Feuchtigkeit	1 2 3 4 5	1 trocken, nach Regen schnell abtrocknend 2 mäßig trocken 3 mäßig feucht 4 feucht, oft rieselfeucht und kaum abtrocknend 5 naß, ständig durchfeuchtet, nie abtrocknend
HOUG	Höhe über Grund		kürzester Abstand der Dauerflächenunterkante zum Erdboden
INKL	Inklination		mittlere Neigung der Fläche gegen die Horizontale in Grad
RAUB	Rauhigkeit der Borke	1 2 3	1 „glatt“, z.B. Buche 2 mäßig rissig oder schuppig, z.B. älterer Bergahorn 3 stark rissig oder schuppig, z.B. Fichte, Lärche
RAUF	Rauhigkeit der Felsfläche	1 2 3	1 „glatt“ (Maßstab etwa bis 0,1 cm) 2 körnig (Maßstab etwa von 0,1 bis 0,5 cm) 3 grubig, porig (Maßstab etwa 0,5 bis 2,5 cm; Form rundlich bis länglich-elliptisch, weniger als 1cm tief reichend)
RELF	Reliefierung	1 2 3	1 DBF insgesamt konvex 2 DBF weitgehend plan 3 DBF insgesamt konkav
SEHO	Seehöhe		Höhe der DBF in Metern über Normalnull
SPAL	Spaltigkeit	1 2 3	1 keine Spalten 2 wenige Spalten, d.h. längliche bis linealische Vertiefungen 3 spaltenreich, d.h. mehr als 5 hinsichtlich der Anzahl
SPEC	Species		Baumart, auf der die Pflanzen der Dauerbeobachtungsfl. wachsen
STRA	Strahlung	1 2 3 4 5	1 äußerst schattig, niemals direktes Sonnenlicht 2 sehr schattig, z.B. in nordseitigem, dichtem Fichtenwald 3 mittlere Lichtverhältnisse in Wäldern 4 mäßig besonnt, z.B. in lichten Lärchenwäldern 5 stark besonnt, z.B. an südseitigen waldfreien Hängen
TEMP	Temperatur	1 2 3 4 5	1 extrem kalt, z.B. beschattete hochalpine Lagen 2 sehr kalt 3 mäßig kalt, z.B. in nordseitigen hochmontanen Wäldern 4 mäßig warm, z.B. hochmontane Wälder in Südlage 5 recht warm, z.B. südseitige Almböden

TYPT	Totholztyp	1	Stamm liegend
		2	Stubben/Baumstumpf
VERF	Verfallsgrad des Totholzes	1	von der Festigkeit wie Lebendholz
		2	kaum morsch, Holz stichfest, Borke nicht abgelöst
		3	mäßig morsch, Borke teils abfallend, Holzgefüge gelockert
		4	morsch, Holzstücke leicht auszulösen
		5	Holz im Übergang zu bodenähnlichem Substrat

Lebensformen der Moose (nach MÄGDEFRAU in SMITH 1982)

1. Einjährige (Ei): Gametophyt stirbt nach Reifung des Sporophyten ab, sie bilden keine Erneuerungssprosse, Pioniere auf offenen Mineralböden.

LAM (Laubmoose): z.B. *Buxbaumia*, *Diphyscium*

LEM (Lebermoose): z.B. *Sphaerocarpus*, *Riccia*

2. Kurzrasen (Kr): die kurzen, kaum 1 cm großen Sprosse, stehen dicht nebeneinander und wachsen nach Reifung des Sporophyten durch spärliche und akrotone Erneuerungssprosse weiter; +/- geschlossene Rasen, die meist nur einige Jahre ausdauern.

LAM: *Barbula*, *Ceratodon*, *Trichostomum*

LEM: *Gymnomitrium*, *Marsupella*

3. Hochrasen (Hr): Aufrechte, un- bis spärlich verzweigte Sprosse bilden Rasen von weit über 1 cm Höhe, dauerhaftes vegetatives Wachstum.

LAM: *Dicranaceae*, *Bartramiaceae*, *Polytrichum*, *Sphagnum*, *Drepanocladus*- und *Rhytidiadelphus*-Arten

LEM: *Plagiochila asplenioides f. major*, *Bazzania trilobata f. grandis*

4. Polster (Po): Zahlreiche basale Erneuerungssprosse der +/- aufrechten Stämmchen, freiwachsend von +/- halbkugelige Gestalt; pleurokarpe Moose bilden Polster, indem die Hauptachsen kurz bleiben und die Seitenäste aufwärts gerichtet sind.

LAM: *Andreaea*, *Grimmia*, *Amphidium*, *Orthotrichum*, *Plagiopus*

LEM: —

5. Decken (De): Plagiotrope Moose, deren Haupt- und Seitenäste dicht dem Substrat aufliegen und mit Rhizoiden festhaften.

LAM: *Plagiothecium*, *Homalothecium*

LEM: *Lophocolea*, *Radula*, *Lejeunea*, *Marchantiaceae*, *Metzgeriaceae*

6. Filze (Fi): Plagiotrope Moose, bilden leicht vom Substrat abhebbare Komplexe, Haupt- und Seitenäste einander locker durchdringend; eine neue Lage überlagert die ältere jährlich

LAM: viele *Hypnaceae*, *Brachytheciaceae*, *Entodontaceae*, *Hylocomiaceae*, *Thuidium*

LEM: *Bazzania*, *Ptilidium*, *Trichocolea*, *Lepidozia*

7. Schweife (Sc): Kätzchenförmig beblätterte und un- bis spärlich verzweigte Moose, vom Substrat abstehend

LAM: *Leucodon*

LEM: *Plagiochila*

8. Wedel (We): an vertikalen Flächen wachsende Moose, mit verflachter Verzweigung und Beblätterung, vom Substrat abstehend bis schief nach unten gerichtet

LAM: *Thamnobryum*, *Neckeraceae*

LEM: —

9. Bäumchen (Bä): negativ geotrope Hauptachse, im basalen Bereich +/- unverzweigt, im distalen Bereich Büschel oder dichte Rosetten bildend

LAM: *Rhodobryum*, *Climacium*

LEM: *Pallavicinia connivens*

Phänologie bei Moosen (Phän):

Ster (1) LAM und LEM: steril

Spur (2) LAM: Sporophyt angelegt, vor Entleerung der Sporen

LEM: Perianthien vorhanden, Sporophyt noch nicht sichtbar

Spre (3) LAM und LEM: Sporophyt reif, Sporentleerung im Gange oder vollzogen

Wuchs (Wuchs): (-) kümmerlich wachsend

Deckung (%): 0,1: vorhanden: insgesamt deutlich weniger als 1 Subquadrat deckend
1: insgesamt etwa 1 Subquadrat deckend
5, 10, 15, 20, ... Deckung in 5%-Stufen

Ausrichtung der Dauerflächen:

- bei Stubben mit ebener Stirnfläche: Markierung des linken oberen Eckpunktes bezüglich Aufnahme­folie (Aluminiumnagel) mit Kunststoffband
- bei geneigten Flächen: oben (A1-J1): am weitesten vom Boden entfernt
unten (A10-J10): dem Boden am nächsten
- bei liegendem Totholz: oben: Richtung Wipfel weisend
unten: Richtung Stammbasis weisend

Zugehörigkeit von Arten zu Subquadraten:

Maßgeblich ist der beblätterte Sproß: Wenn dieser ganz oder teilweise ein Subquadrat bedeckt, wird die Art für das betr. Subquadrat notiert. Ragt lediglich eine Sporenkapsel oder ein sonstiger Diasporenträger einer Art in ein Subquadrat, wird diese Art für das betreffende Subquadrat nicht notiert (Bei Buxbaumia ist der Punkt maßgeblich, mit dem die Pflanze dem Substrat anhaftet).

Numerierung der Flächen bei den insgesamt drei Baum-Transekten: a, b, c, ...

- a: zuunterst, d.h. dem Erdboden nächstgelegene Fläche

Größe der Grundgesamtheiten (samples):

Durchmesser: 20 Meter; Mittelpunkt ist der orange markierte Baum der Waldinventur

Randomisierte Objektwahl (Objekt = moosbewachsenes Substrat):

Auswahl geeigneter (= für die Anlage einer Dauerfläche ausreichend flächiger Moosbewuchs bei nicht zu starker Reliefierung des Substrates); die „geeigneten“ Objekte werden getrennt nach Substraten mit durchlaufenden Nummernkarten versehen; mit Hilfe der „Random“-Funktion eines Taschenrechners wird je ein Objekt pro Substrat ermittelt.

„Geeignete Objekte“:

- Fels: >1 m in allen Raumrichtungen;
Totholz und Lebendholz: Minimaldurchmesser ca. 15 cm, Moosbewuchs nicht zu spärlich; Artenzahl spielt keine Rolle
Totholz: nicht zu verfallen, da eingeschlagene Nägel sonst nicht halten
- Totholz: Stubben: Stirnfläche
Liegendholz: Einteilung des Stammes in geeignete Bereiche, z.B. die Stammbereiche zwischen den nach obenstehenden Ästen;
Fels: passende Unterteilg. in Transektlinien, Expositions­klassen etc., danach Zufallsauswahl

Dauerflächen-Eckpunkte:

die Eckpunkte müssen so gesetzt werden können, daß die Aufnahme­folie dem Substrat ohne größere Falten und Wellen aufliegt

9.4 Skalierungen in den Vegetationstabellen

Expo [°]		Sehö [m]	Inkl [°]	Höüg [cm]	Bhdu [cm]	Deckung [%]
	0		0-10 („eben“)			0
N = 338-22°	1	600- 795	11-20	1- 20	15-24	0-11,1
NO = 23-67°	2	800- 995	21-30	21- 40	25-34	11,2-22,2
O = 68-112°	3	1000-1195	31-40	41- 60	35-44	22,3-33,3
SO = 113-157°	4	1200-1395	41-50	61- 80	45-54	33,4-44,4
S = 158-202°	5	1400-1595	51-60	81-100	55-64	44,5-55,5
SW = 203-247°	6	1600-1795	61-70	101-120	65-74	55,6-66,6
W = 248-292°	7	1800-1995	71-80	121-140	75-84	66,7-77,7
NW = 293-337°	8	2000-2195	81-90	141-160	85-94	77,8-88,8
	9	>2200	>90	>160	>95	88,8-99,9

Abkürzungen in den Tabellen:

DK = Dachsteinkalk
 RA = Radiolarit
 HU = stark zerfallenes Totholz,
 rohhumusartig
 TH = Totholz

Expo: Exposition
 Sehö: Seehöhe (müNN)
 Inkl: Inklination bzw. Neigung
 Höüg: Höhe über Grund
 Bhdu: Brusthöhendurchmesser

AC = *Acer campestre*
AP = *Acer pseudoplatanus*
FE = *Fraxinus excelsior*
FS = *Fagus sylvatica*
LD = *Larix decidua*
PC = *Picea abies*

9.5 Artnamencodierungen

Acer pseudoplatanus
Amblystegiella confervoides
Amblystegiella jungermannioid.
Amblystegiella subtilis
Amphidium mougeottii
Anastrophyllum hellerianum
Anomodon attenuatus
Anomodon viticulosus
Aposeris foetida
Asplenium viride
Aster bellidiastrum
Barbilophozia attenuata
Barbilophozia barbata
Barbilophozia lycopodioides
Barbula sp.
Barbula spadicea
Bartramia halleriana
Bazzania tricrenata
Blepharostoma trichophyllum
Brachythecium glaciale
Brachythecium glareosum
Brachythecium populeum
Brachythecium rivulare
Brachythecium rutabulum
Brachythecium salebrosum
Brachythecium starkei
Brachythecium velutinum
Bryum capillare
Bryum elegans
Bryum flaccidum
Bryum pallens

Acepse
 Ambcon
 Ambjun
 Ambsub
 Ampmou
 Anahel
 Anoatt
 Anovit
 Apofoe
 Aspvir
 Astbel
 Bphatt
 Bphbar
 Bphlyc
 Bar
 Barspa
 Btrhal
 Baztri
 Bletri
 Braglc
 Bragla
 Brapop
 Brariv
 Brarut
 Brasal
 Brasta
 Bravel
 Brycap
 Bryele
 Bryfla
 Brypal

Buxbaumia indusiata
Bryum pseudotriquetrum
Calypogeia azurea
Calypogeia neesiana
Calypogeia suecica
Campanula cochleariifolia
Campylium chrysophyllum
Campylium halleri
Cephalozia bicuspidata
Cephalozia catenulata
Cephalozia leucantha
Cephalozia lunulifolia
Cephalozia sp.
Cetrelia cetrarioides=olivet.
Cirriphyllum piliferum
Cirriphyllum tenuinerve
Cladonia coniocraea
Cladonia digitata
Cladonia fimbriata
Cladonia pyxidata
Cladonia sp.
Cladonia squamosa
Collema fuscovirens
Cololejeunea calcarea
Conocephalum conicum
Cratoneuron commutatum
Cratoneuron filicinum
Ctenidium molluscum
Ctenidium procerrimum
Dichodontium pellucidum
Dicranodontium denudatum
Dicranum fuscescens
Dicranum scoparium
Distichium capillaceum

Buxind
 Brypse
 Calazu
 Calnee
 Calsue
 Cpacoc
 Camchr
 Camhal
 Cepbis
 Cepcat
 Cepleu
 Ceplun
 Cep
 Cetoli
 Cirpil
 Cirten
 Clacon
 Cladig
 Clafim
 Clapyx
 Cla
 Clasqu
 Colfus
 Clecal
 Concon
 Cracom
 Crafil
 Ctemol
 Ctepro
 Ddopel
 Ddoden
 Dicfus
 Dicsco
 Discap

<i>Distichium inclinatum</i>	Disinc	<i>Orthotrichum stramineum</i>	Ortstr
<i>Ditrichum flexicaule</i>	Ditfle	<i>Orthotrichum striatum</i>	Ortsti
<i>Drepanocladus revolvens</i>	Drerev	<i>Oxalis acetosella</i>	Oxaace
<i>Encalypta alpina</i>	Encalp	<i>Paraleucobryum longifolium</i>	Pralon
<i>Encalypta streptocarpa</i>	Encstr	<i>Parmelia</i> sp.	Par
<i>Eurhynchium angustirete</i>	Eurang	<i>Parmelia contorta</i>	Parcon
<i>Fissidens crassipes</i>	Fiscra	<i>Parmelia glabratula</i>	Pargla
<i>Fissidens cristatus</i>	Fiscri	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	Parhyp
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fraexc	<i>Parmelia saxatilis</i>	Parsax
<i>Frullania dilatata</i>	Frudil	<i>Pedinophyllum interruptum</i>	Pedint
<i>Frullania fragilifolia</i>	Frufra	<i>Peltigera horizontalis</i>	Pelhor
<i>Frullania tamarisci</i>	Frutam	<i>Peltigera leucophlebia</i>	Pelleu
<i>Galium anisophyllum</i>	Galani	<i>Peltigera</i> sp.	Pel
<i>Geheebia gigantea</i>	Gehgig	<i>Physcia adscendens</i>	Phyads
<i>Graphis scripta</i>	Grascr	<i>Phyteuma</i> sp.	Phyteu
<i>Gyalecta jenensis</i>	Gyajen	<i>Picea abies</i>	Picabi
<i>Gymnostomum aeruginosum</i>	Gymaer	<i>Plagiobryum zierii</i>	Pbrzie
<i>Hepatica nobilis</i>	Hepnob	<i>Plagiochila asplenoides</i>	Pchasp
<i>Homalothecium lutescens</i>	Homlut	<i>Plagiochila porelloides</i>	Pchpor
<i>Homalothecium sericeum</i>	Homser	<i>Plagiomnium affine</i>	Pmnaff
<i>Homomallium incurvatum</i>	Hominc	<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	Pmncus
<i>Hookeria lucens</i>	Hooluc	<i>Plagiomnium elatum</i>	Pmnela
<i>Hygrohypnum luridum</i>	Hylgur	<i>Plagiomnium rostratum</i>	Pmnrns
<i>Hylocomium pyrenaicum</i>	Hylpyr	<i>Plagiomnium undulatum</i>	Pmnund
<i>Hylocomium splendens</i>	Hylspl	<i>Plagiothecium cavifolium</i>	Placav
<i>Hylocomium umbratum</i>	Hylumb	<i>Plagiothecium curvifolium</i>	Placur
<i>Hymenostylium recurvirostre</i>	Hym	<i>Plagiothecium denticulatum</i>	Pladen
<i>Hypnum bambergeri</i>	Hypbam	<i>Plagiothecium laetum</i>	Plalae
<i>Hypnum callichroum</i>	Hypcal	<i>Platygyrium repens</i>	Ptyrep
<i>Hypnum cupressiforme</i>	Hypcup	<i>Pleurozium schreberi</i>	Plesch
<i>Hypnum lacunosum</i>	Hyplac	<i>Pohlia cruda</i>	Pohcru
<i>Hypnum mamillatum</i>	Hypmam	<i>Pohlia nutans</i>	Pohnut
<i>Hypnum pallescens</i>	Hyppal	<i>Pohlia wahlenbergii</i>	Pohwah
<i>Hypnum ravaudii</i>	Hyprav	<i>Polytrichum alpinum</i>	Polalp
<i>Hypnum sauteri</i>	Hypsau	<i>Polytrichum formosum</i>	Polfor
<i>Hypogymnia physodes</i>	Hgyphy	<i>Porella platyphylla</i>	Porpla
<i>Isopterygium pulchellum</i>	Iptpul	<i>Preissia quadrata</i>	Prequa
<i>Isothecium alopecuroides</i>	Isoalo	<i>Primula elatior</i>	Priela
<i>Jamesoniella autumnalis</i>	Jamaut	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	Ptipul
<i>Jungermannia atrovirens</i>	Junatr	<i>Ptychodium plicatum</i>	Ptypli
<i>Jungermannia leiantha</i>	Junlei	<i>Pylaisia polyantha</i>	Pylpol
<i>Lecanora</i> sp.	Lec	<i>Radula complanata</i>	Radcom
<i>Leiocolea collaris</i>	Leicol	<i>Rhizomnium punctatum</i>	Rhipun
<i>Lejeunea cavifolia</i>	Lejcav	<i>Rhynchostegium murale</i>	Rhymur
<i>Lepidozia reptans</i>	Leprep	<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	Rhylor
<i>Lepraria</i> sp.	Lpr	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	Rhytri
<i>Leskeella nervosa</i>	Lesner	<i>Riccardia latifrons</i>	Riclat
<i>Leucobryum juniperoideum</i>	Leujun	<i>Riccardia multifida</i>	Ricmul
<i>Leucodon sciuroides</i>	Leusci	<i>Riccardia palmata</i>	Ricpal
<i>Lobaria pulmonaria</i>	Lobpul	<i>Riccardia pinguis</i>	Ricpin
<i>Lophocolea heterophylla</i>	Lcohet	<i>Sanionia uncinata</i>	Sanunc
<i>Lophozia guttulata</i>	Lopgut	<i>Sauteria alpina</i>	Saualp
<i>Lophozia longifolia</i>	Loplon	<i>Scapania aequiloba</i>	Scaaeq
<i>Lophozia ventricosa</i>	Lopven	<i>Scapania nemorea</i>	Scanem
<i>Marchantia polymorpha</i>	Marpol	<i>Scapania umbrosa</i>	Scaumb
<i>Meesia uliginosa</i>	Meeuli	<i>Schistidium apocarpum</i>	Schapo
<i>Mercurialis perennis</i>	Merper	<i>Seligeria donniana</i>	Seldon
<i>Metzgeria conjugata</i>	Metcon	<i>Sharpiella seligeri</i>	Shasel
<i>Metzgeria furcata</i>	Metfur	<i>Sphenolobus minutus</i>	Sphmin
<i>Mnium marginatum</i>	Mnimar	<i>Tetraphis pellucida</i>	Tetpel
<i>Mnium spinosum</i>	Mnisp	<i>Thamnobryum alopecurum</i>	Thaalo
<i>Mnium stellare</i>	Mniste	<i>Thuidium delicatulum</i>	Thudel
<i>Moehringia muscosa</i>	Moemus	<i>Thuidium philibertii</i>	Thuphi
<i>Mylia taylorii</i>	Myitay	<i>Thuidium tamariscinum</i>	Thutam
<i>Myurella julacea</i>	Myujul	<i>Timmia norvegica</i>	Timnor
<i>Neckera crispa</i>	Neccri	<i>Tortella tortuosa</i>	Tlltor
<i>Nowellia curvifolia</i>	Nowcur	<i>Tortella inclinata</i>	Torinc
<i>Ochrolechia</i> sp.	Och	<i>Tortula ruralis</i>	Torrur
<i>Odontoschisma denudatum</i>	Ododen	<i>Trentepohlia aurea</i>	Treaur
<i>Orthodicranum montanum</i>	Ortmon	<i>Trichocolea tomentella</i>	Tritom
<i>Orthothecium rufescens</i>	Othruf	<i>Tritomaria exsecta</i>	Triexs
<i>Orthotrichum anomalum</i>	Ortano	<i>Ulota crispa</i>	Ulocri
<i>Orthotrichum lyellii</i>	Ortlye	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Vacmyr
<i>Orthotrichum pallens</i>	Ortpal	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Vacvit
<i>Orthotrichum speciosum</i>	Ortspe	<i>Valeriana saxatilis</i>	Valsax

9.6 Liste der in den Tabellen nicht berücksichtigten Arten

In der folgenden Liste werden alle Arten aufgelistet, die in den Tabellen 6, 8 und 9 nicht aufgeführt sind; es wurde willkürlich festgelegt, daß alle Arten, die nur einmal oder zweimal in den Tabellen 6 und 8, bezogen auf die gesamte Tabelle, vorkommen, der Übersichtlichkeit halber von der Tabelle getrennt aufgeführt werden. Bei den Beständen auf Karbonatgestein mit 129 Vegetationsaufnahmen (Tabelle 9) wurden alle Arten, die ein- bis viermal, bezogen auf die Gesamttabelle, vorkommen, von der eigentlichen Tabelle getrennt; einige Arten, die als besonders aussagekräftig betrachtet wurden, sind in der Tabelle 3 mit aufgeführt, auch wenn sie weniger als viermal vorkommen. Die Artnamen werden in codierter Form in alphabetischer Reihenfolge angegeben – die vollen Artnamen sind in 9.5, vorhergehende Seiten, zu ersehen.

Nach dem codierten Artnamen, werden die Nummern der Vegetationsaufnahmen der jeweiligen Tabellen angegeben.

Arten der epiphytischen Bestände auf lebender Baumrinde (Tabelle 6):

– Arten mit insgesamt 2 Vorkommen, bezogen auf die gesamte Tabelle:

Ciacon 14, 16	Eurang 2, 13	Grascr 33, 34	Hypmam 13, 15
Lejcav 2, 3	Lobpul 25, 29	Mnispi 21, 26	Ortlye 24, 36
Ortsti 32, 35	Oxaace 13, 14	Parcon 31, 34	Pargla 34, 35
Pelhor 26, 37	Pladen 8, 47	Pmncus 41, 42	Pylpol 37, 42
Sanunc 7, 31	Tiltor 22, 28		

– Arten mit 1 Vorkommen:

Anahel 14	Anoatt 41	Anovit 41	Bphatt 47
Brapop 1	Brasal 2	Bravel 7	Brycap 7
Bryele 22	Buxind 9	Cetoli 32	Clasqu 17
Iptpul 47	Lec 31	Mnimar 38	Moemus 40
Neccri 28	Och 32	Ortpal 31	Ortspe 31
Parhyp 17	Parsax 1	Phyads 31	Placur 43
Pralon 49	Ptyrep 31	Rhylor 9	Rhytri 10
Triexs 17			

Arten der epiphytischen Bestände auf Totholz (Tabelle 8):

– Arten mit insgesamt 2 Vorkommen, bezogen auf die gesamte Tabelle:

Bphbar 13, 37	Galazu 23, 31	Calnee 17, 25	Cepbis 6, 16
Ciacon 7, 24	Fiscr 29, 30	Hylspl 6, 24	Jamaut 5, 12
Mnimar 29, 30	Placav 1, 2	Plesch 4, 24	Thutam 28, 63
Vacmyr 18, 24			

– Arten mit 1 Vorkommen:

Brasal 8	Bravel 8	Cep 32	Cladig 12
Clafim 4	Clasqu 24	Fraexc 6	Hgyphy 21
Hylumb 23	Hypcal 15	Leicol 29	Leujun 17
Lopgut 59	Mniste 29	Par 13	Pelleu 24
Pmnaff 1	Pmnros 5	Pohnut 57	Polalp 57
Riclat 61	Scanem 63	Scaumb 5	Vacvit 17

Arten der Bestände auf Karbonatgestein (Tabelle 9):

– Arten mit insgesamt 4 Vorkommen, bezogen auf die gesamte Tabelle:

Bar 7,20,94,104	Braglc 107,108,109,110	Brasal 49,78,105,106
Brypall 105,106,107,108	Cla 30,44,50,83	Crafil 43,103,125,126
Galani 50,57,60,114	Hypcup 27,41,46,86	Radcom 13,14,27,86

– Arten mit 3 Vorkommen:

Barspa 20,38,102	Bryfla 27,28,34	Clapyx 91,116,117
Gymaer 11,66,103	Homlut 84,90,91	Metcon 100,127,128
Mnispi 60,128,129	Ortano 21,83,90	Pchasp 15,113,117
Pilend 12,74,103		

– Arten mit 2 Vorkommen:

Anovit 84,95	Aspvir 8,74	Bletri 10,88	Brapop 37,94
Brypse 125,126	Clecal 8,87	Cracom 113,116	Ddopel 51,128
Lesner 19,49	Metfur 27,86	Pbrzie 7,74	Pmnund 46,96
Porpla 83,85	Thaalo 63,81	Thuphi 33,128	Torrur 28,84

– Arten mit 1 Vorkommen:

Ambcon 61	Ambjun 61	Ampmou 127	Anoatt 95	Baztri 97	Bphbar 34
Bphlyc 116	Bragla 125	Brariv 89	Brarut 104	Brasta 116	Calnee 88
Camchr 83	Cirpil 32	Ctepro 121	Disinc 106	Drerev 19	Encalp 122
Eurang 44	Fiscra 129	Frutam 44	Gehgig 11	Gyajen 87	Hominc 20
Hylpyr 57	Hypbam 124	Hyplac 91	Isoalo 47	Marpol 73	Meeuli 12
Myujul 127	Pel 116	Pmnaff 114	Pohcru 126	Pohwah 103	Polalp 128
Prequa 10	Rhylor 97	Rhytri 36	Ricpin 10	Sualp 10	Seldon 8
Sphmin 88	Thudel 97	Timnor 126	Valsax 11		

In der Reihe der Forschungsberichte sind erschienen:

- Nr. 1 G. Enders
Theoretische Topoklimatologie
- Nr. 2 R. Bochter, W. Neuerburg, W. Zech
Humus und Humusschwund im Gebirge
- Nr. 3 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Zur Situation der Greifvögel in den Alpen
- Nr. 4 G. Enders
Kartenteil: Theoretische Topoklimatologie
- Nr. 5 O. Siebeck
**Der Königssee
Eine limnologische Projektstudie**
- Nr. 6 R. Bochter
**Böden naturnaher Bergwaldstandorte
auf carbonatreichen Substraten**
- Nr. 7 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Der Funtensee
- Nr. 8 H. Schmid-Heckel
**Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen
Kalkalpen**
- Nr. 9 R. Boller
**Diplopoden als Streuzersetzer in einem
Lärchenwald**
- Nr. 10 E. Langenscheidt
**Höhlen und ihre Sedimente in den
Berchtesgadener Alpen**
- Nr. 11 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Das Bärenseminar
- Nr. 12 H. Knott
**Geschichte der Salinenwälder von
Berchtesgaden**
- Nr. 13 A. Manghabati
**Einfluß des Tourismus auf die
Hochgebirgslandschaft**
- Nr. 14 A. Spiegel-Schmidt
**Alte Forschungs- und Reiseberichte
aus dem Berchtesgadener Land**
- Nr. 15 H. Schmid-Heckel
Pilze in den Berchtesgadener Alpen
- Nr. 16 L. Spandau
**Angewandte Ökosystemforschung im
Nationalpark Berchtesgaden**
- Nr. 17 W. Berberich
Das Raum-Zeit-System des Rotfuchses
- Nr. 18 U. Mäck, R. Bögel
**Untersuchungen zur Ethologie und
Raumnutzung von Gänse- und Bartgeier**
- Nr. 19 B. Dittrich, U. Hermsdorf
Biomonitoring in Waldökosystemen
- Nr. 20 F. Kral, H. Rall
Wälder – Geschichte, Zustand, Planung
- Nr. 21 M. Klein, R.-D. Negele, E. Leuner, E. Bohl,
R. Leyerer
**Fischbiologie des Königssees:
Fischereibiologie und Parasitologie**
- Nr. 22 W. Traunspurger
**Fischbiologie des Königssees:
Nahrungsangebot und Nahrungswahl
Bd. I**
- Nr. 23 R. Gerstmeier
**Fischbiologie des Königssees:
Nahrungsangebot und Nahrungswahl
Bd. II**
- Nr. 24 W. Hecht, M. Förster, F. Pirchner
R. Hoffmann, P. Scheinert, H. Rettenbeck
**Fischbiologie des Königssees:
Ökologisch-genetische Untersuchungen
am Seesaibling und Gesundheitsstatus
der Fische**
- Nr. 25 G. Hofmann
Klimatologie des Alpenparks
- Nr. 26 K. Rösch
**Einfluß der Beweidung auf die Vegetation
des Bergwaldes**
- Nr. 27 H. Remmert, P. G. Rey, W. R. Siegfried,
W. Scherzinger, S. Klaus
Kleinstmögliche Populationen bei Tieren
- Nr. 28 B. Müller, W. Berberich, A. David
Schalenwild
- Nr. 29 J. Köppel
Beitrag der Vegetation zum Wasserhaushalt
- Nr. 30 H. Zierl et al.
Die Wallfahrt über das Steinerne Meer
- Nr. 31 P. Pechacek
Spechte im Nationalpark Berchtesgaden
- Nr. 32 Chr. Dommermuth
**Beschleunigte Massenabtragung
im Jennergebiet**
- Nr. 33 R. Bögel
**Untersuchungen zur Flugbiologie
und Habitatnutzung von Gänsegeier**
- Nr. 34 A. Schuster
**Singvögel im Biosphärenreservat
Berchtesgaden**
- Nr. 35 M. Höper
Moose – Arten, Bioindikation, Ökologie

Zu beziehen über die
Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Doktorberg 6, D-83471 Berchtesgaden

