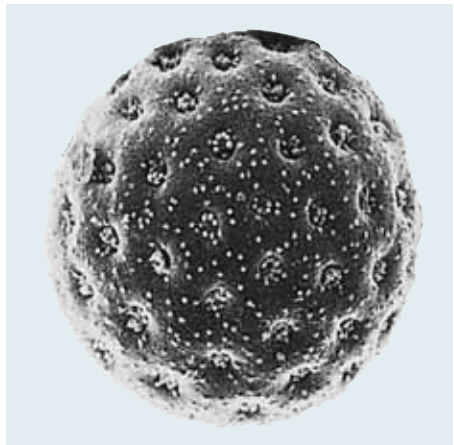
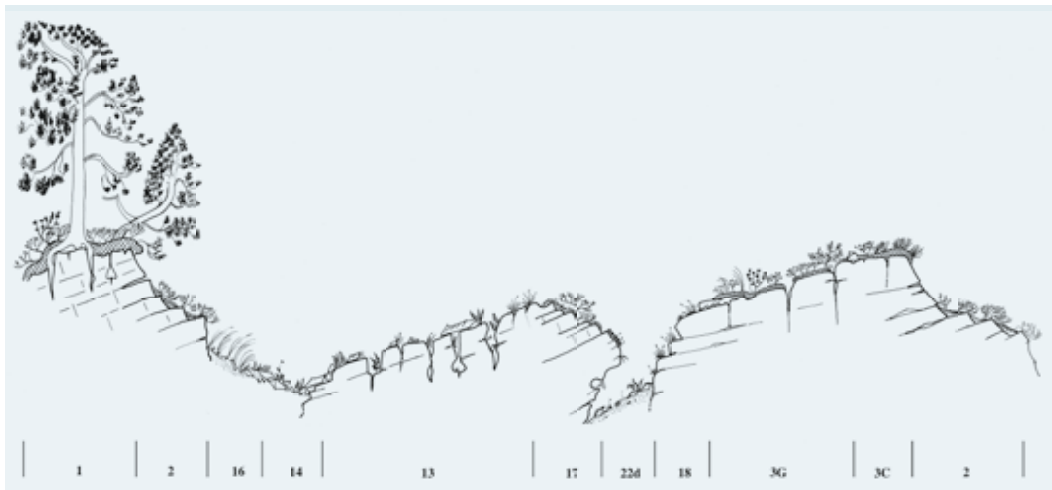
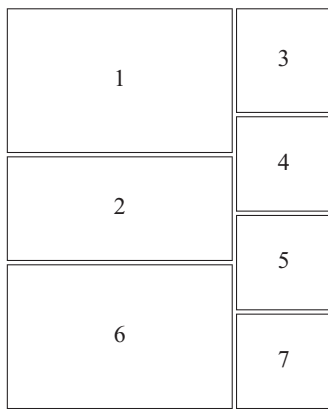


Urwaldreservat Bödmeren

Vegetationstypen und deren Verbreitung – Spätglaziale und holozäne
Vegetationsgeschichte (Pollenanalyse) – Kleinsäuger





Legenden zu den Abbildungen der vorderen Umschlagseite

- Abb. 1 Die Schneemaus (*Chionomys nivalis*) ist in den Alpen und Voralpen verbreitet und besiedelt vorzugsweise geröll- und felsspaltenreichen Untergrund.
- Abb. 2 Idealisiertes Geländeprofil I mit verschiedenen Vegetationstypen
- Abb. 3 In den stark zerklüfteten Karrenfeldern des Typs 13 sind vor allem die tiefen Spalten von Pflanzen und insbesondere von Farnen besiedelt (Vegetationsaufnahme 13).
- Abb. 4 Ein typischer, farnreicher Kalkschutt-Standort des Typs 14 (Vegetationsaufnahme 2)
- Abb. 5 Blick auf eine flache Kalk-Felskuppe mit charakteristischen Silberwurz-Polstern (*Dryas octopetala*), welche den Typ 17 prägen (Vegetationsaufnahme 9).
- Abb. 6 Die Bestandesstruktur im Urwald Bödmeren ist ganz bezeichnend für einen natürlichen Gebirgsfichtenwald. Diese Gruppenstruktur mit der lockeren Verteilung der Baumkollektive hat im rauen Klima auf 1500 m ü.M. mit einer Vegetationszeit von nur 3–4 Monaten ihre ganz besondere Bedeutung. Licht, Wärme und Niederschlag dringen in diesem Wald mosaikartig bis ins Bestandesinnere ein. Die Kronen bleiben bis weit hinunter benadelt. Die Assimilation ist optimal möglich. Der lange innere Waldrand – jede Gruppe hat ihren eigenen Waldmantel – bietet viele ökologische Nischen und ist Grundlage für ein reiches Pflanzen- und Tierleben.
- Abb. 7 Weisses Gänsefuss (*Chenopodium album*)
REM-Aufnahme eines Pollenkornes (REM = Rasterelektronenmikroskop)

Alle Rechte vorbehalten

Die Bildrechte liegen bei den entsprechenden Bildautoren (vgl. Bildnachweis Seite 7)

© Copyright 2001, Schwyzerische Naturforschende Gesellschaft

Herstellung und Bezugsadresse: ea Druck und Verlag AG, Zürichstrasse 57, 8840 Einsiedeln

Gedruckt auf Zanders Mega halbmatt, hergestellt aus 50 Prozent Altpapier

ISBN 3-9521189-2-3

Urwaldreservat Bödmeren

Vegetationstypen und deren Verbreitung im
Urwaldreservat Bödmeren

Spätglaziale und holozäne Vegetationsgeschichte des
Bödmerenwaldes, Gemeinde Muotathal/SZ (Pollenanalyse)

Die Kleinsäuger des Urwaldreservats Bödmeren
und seiner näheren Umgebung
(Schweizer Nordalpen, Kanton Schwyz)

Redaktion: Dr. Stefan Lienert

Vorwort

Der Bödmerenwald steht im wildromantischen Muotatal über dem Höhlensystem des Höllochs. Erst vor vierzig Jahren ist der Wald wegen seiner Ursprünglichkeit und seinen Standortsbedingungen von den Fachleuten als Spezialfall erkannt worden. Der Karstboden mit seinen Klüften und Löchern, das luftfeuchte Klima, die lang andauernde Schneebedeckung, die kleinflächigen Wechsel der Standorte und die eigene Tier- und Pflanzenwelt verleihen dem Bödmerenwald ein besonderes Gepräge.

Seit zwanzig Jahren forschen Naturwissenschaftler unterschiedlichster Fachrichtungen im unvergleichlichen Naturlaboratorium. An dieser Forschung war von Beginn weg auch die Schwyzerische Naturforschende Gesellschaft beteiligt. 1982 erschien ein Heft (Nr. 8) über die Karstlandschaft des Muotatals mit Beiträgen zur Talgeschichte, zur Flora und Vegetation, zum Bödmerenwald und über die Vögel des Karstgebietes. 1990 (Heft Nr. 9) wurden ein Artikel über die epiphytischen Makroflechten und ein Nachtrag zur Vegetation des Bödmerenwaldgebietes veröffentlicht, und 1994 (Heft Nr. 10) folgte eine Publikation zu den Moosen, Pilzen, Gefässpflanzen und Mollusken des Urwaldreservats Bödmeren.

Das 13. Heft der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft stellt, verständlich und reich illustriert, neueste Forschungsergebnisse aus dem Bödmerenwald vor. Die Arbeiten wurden durch den sehr engagierten Präsidenten der Stiftung Urwaldreservat Bödmeren, Herrn alt Kantonsförster Walter Kälin, in Auftrag gegeben und betreut. Hans-Ulrich Frey und Markus Bichsel stellen die Vegetationstypen und deren Verbreitung im Urwaldreservat Bödmeren vor. Nachdem zahlreiche umfassende Untersuchungen über die Flora des Bödmerengebietes vorlagen, stellte sich immer mehr die Frage nach der Verbreitung, der Vergesellschaftung und nach der standörtlichen Gebundenheit der einzelnen Pflanzenarten. Mit einer umfassenden Gliederung der Vegetation sowie der kartographischen Darstellung der Verbreitung der verschiedenen Vegetationstypen wird diese Lücke geschlossen. Es handelt sich um eine sehr genaue Aufnahme der momentanen Vegetationsdecke, welche auch den Grundstein für spätere, vergleichende Untersuchungen und zum Kennenlernen dynamischer Prozesse legt.

Von der spätglazialen und holozänen Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes handelt ein Beitrag von Frau Catherine Sidler †. Darin wird ein 3.24 Meter tiefer Bohrkern (Profil) mit 43 Proben pollenanalytisch untersucht. Der in den Sedimenten eingelagerte Pollen stammt aus lokalen, regionalen und überregionalen Gebieten und erlaubt einen Einblick in die Vegetationsgeschichte der letzten 12'000 Jahre. Die Vegetationsentwicklung begann mit einer lückenhaften Pioniervegetation und führte über verschiedene Waldentwicklungsstufen mit Birken und Föhren bis hin zum subalpinen Fichtenwald und zu den Spuren menschlicher Eingriffe.

Pascale Steck, Matthias Wüst, Ruedi Hess und René Güttinger präsentieren ihre Forschungsergebnisse zu den Kleinsäugern des Urwaldreservats Bödmeren und seiner näheren Umgebung. Auf vierzehn Probeflächen, welche die wichtigsten Lebensraumtypen im Grossraum Bödmeren abdecken, wurden mittels Lebendfallen Kleinsäuger gefangen. Insgesamt konnten zwölf Kleinsäugerarten nachgewiesen werden. Neben Spitzmäusen, Wühlmäusen und Langschwanzmäusen wurden auch Gartenschläfer, Hermelin und Mauswiesel gefangen. Die ermittelte Artenzahl ist trotz der Kleinheit des Untersuchungsperimeters erstaunlich hoch. Das Bödmerengebiet bietet durch seine topographische und mikroklimatische Vielfalt wie durch den Spaltenreichtum des Karsts für Kleinsäuger vielfältige Lebensbedingungen.

Im Jahre 1971 konnte mit der Oberallmeind-Korporation Schwyz, der Besitzerin des Bödmerenwaldgebietes, die Schaffung eines Waldreservats mit einer Fläche von 4.8 Hektaren vereinbart werden. Im Jahre 1983 wurde das Waldreservat, mit der Zustimmung der Korporationsbürger an der Landsgemeinde im Ring zu Ibach, auf 70 Hektaren vergrössert. Heute gehören 43 Hektaren Fichtenurwald, 20 Hektaren Föhrenreliktbestände und vegetationskundlich bedeutsame Birkenbestände und 7 Hektaren botanisch wertvolle Pflanzengesellschaften des offenen Geländes zum Urwaldreservat Bödmeren. Bereits verhandelt die Stiftung Urwaldreservat Bödmeren mit der Oberallmeind-Korporation Schwyz über eine weitere Vergrösserung des Waldreservats. Künftig sollen in den Bödmeren über 400 Hektaren Wald als Reservat ausgeschieden werden. Die Schwyzerische Naturforschende Gesellschaft wünscht dem unermüdlichen Stiftungspräsidenten Walter Kälin bei diesem für die Natur und die Forschung äusserst wichtigen Vorhaben viel Erfolg!

Dank

Die Schwyzerische Naturforschende Gesellschaft dankt den folgenden Institutionen und Donatoren für namhafte Beiträge, welche die Herausgabe des vorliegenden Berichtes ermöglichten:

Die Stiftung Urwaldreservat Bödmeren, unter der Leitung von Herrn Walter Kälin, finanzierte die Forschungsarbeiten und die gesamten Druckkosten.

Die Untersuchung über die spätglaziale und holozäne Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes (Pollenanalyse) wurde durch die Vermittlung von Herrn Robert A. Jeker, dem damaligen Generaldirektor der Schweizerischen Kreditanstalt (SKA), von der Jubiläumsstiftung der SKA unterstützt.

Dank gebührt auch folgenden Personen, welche die Forschungsarbeiten tatkräftig unterstützten, die Manuskripte überarbeiteten, bei der Auswahl und Reproduktion der Abbildungen und Tabellen mithalfen sowie die Korrektur, die Gestaltung und den Druck des Berichtes betreuten:

Herrn Prof. Dr. René Hantke

Herrn Prof. Dr. Samuel Wegmüller

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der ea Druck und Verlag AG, Einsiedeln, insbesondere dem verantwortlichen Technopolygrafen, Herrn Josef Dörig

Inhaltsverzeichnis

1	Vegetationstypen und deren Verbreitung im Urwaldreservat Bödmeren	9
1.1	Einleitung und Grundlagen	9
1.2	Problemstellung und Zielsetzung	10
1.3	Naturräumliche Grundlagen	11
1.3.1	Zur aktuellen Vegetation im Muotatal	11
1.3.2	Naturräumliche Grundlagen der Bödmeren	12
1.4	Methoden	13
1.4.1	Erfassung von Vegetation und Standort in der Bödmeren	13
1.4.2	Kleinstandortstypen	13
1.4.2.1	Erfassung und Bildung der Kleinstandortstypen	13
1.4.2.2	Kartierung der Kleinstandortstypen	14
1.4.3	Bildung und Darstellung von Vegetationskomplexen	15
1.5	Resultate	15
1.5.1	Vegetationstabelle	15
1.5.2	Beschreibung der Kleinstandortstypen	18
1.5.2.1	Zwergstrauchvegetation	18
1.5.2.2	Offene Humusflächen	22
1.5.2.3	Bodensaure Rasenvegetation	22
1.5.2.4	Fichtenwaldvegetation	23
1.5.2.5	Schlagvegetation	27
1.5.2.6	Felsfluren, trockene Karst- und Schuttvegetation	28
1.5.2.7	Kalk-Rasenvegetation	29
1.5.2.8	Feucht-schattige Karstvegetation	33
1.5.2.9	Hochstaudenvegetation	35
1.5.2.10	Sumpf- und Moorvegetation	38
1.5.3	Streifenkartierung der Kleinstandortstypen	38
1.5.4	Vegetationskomplexe	39
1.5.5	Vergleich von Streifenkartierung und Stichprobenerhebung	46
1.6	Literaturverzeichnis	49
2	Spätglaziale und holozäne Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes, Gemeinde Muotathal/SZ (Pollenanalyse)	51
2.1	Einleitung	51
2.1.1	Lage	51
2.1.2	Geologie	51
2.1.3	Klima	52
2.1.4	Vegetation	52
2.1.5	Ziel der vorliegenden Untersuchung	52

2.2	Untersuchungsmethoden	54
2.2.1	Feldarbeit	54
2.2.2	Aufbereitung der Sedimentproben	54
2.2.3	Pollenanalytische Untersuchung	54
2.2.4	Diagrammgestaltung	54
2.3	Stratigraphische Beschreibung	55
2.4	Pollenanalytische Beschreibung – Lokale Pollenzonen (LPAZ: Local Pollen Assemblage Zones)	55
2.5	Datierung	56
2.6	Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes und dessen Umgebung	57
2.6.1	Einleitung	57
2.6.2	Vegetationsgeschichtliche Entwicklung	57
2.7	Zusammenfassung	63
2.8	Literaturverzeichnis/Bibliographie	64
3	Die Kleinsäuger des Urwaldreservats Bödmeren und seiner näheren Umgebung (Schweizer Nordalpen, Kanton Schwyz)	65
3.1	Einleitung	65
3.2	Untersuchungsgebiet und Probeflächen	65
3.3	Material und Methoden	70
3.4	Faunistischer Überblick	71
3.5	Kurzporträts, Häufigkeiten und Lebensräume der gefangenen Arten	71
3.5.1	Waldspitzmaus	71
3.5.2	Zwergspitzmaus	72
3.5.3	Alpenspitzmaus	73
3.5.4	Gartenschläfer	73
3.5.5	Gelbhalsmaus und Alpenwaldmaus	73
3.5.6	Rötelmaus	74
3.5.7	Kleinwühlmaus	76
3.5.8	Erdmaus	76
3.5.9	Schneemaus	76
3.5.10	Hermelin	77
3.5.11	Mauswiesel	77
3.6	Diskussion	78
3.6.1	Habitatspezialisierung und Artenvielfalt der Kleinsäuger im Bödmerenwald	78
3.6.2	Auf Wühlmäuse spezialisierte Beutegreifer	80
3.7	Zusammenfassung	82
3.8	Literatur	82

Bildnachweis

Alois Bettschart	Abb. 2.10
Markus Bichsel (<i>Atrogene</i> , Chur)	Abb. 3–5 (Umschlagseite), 1.3–1.9, 1.10–1.15, 1.16–1.21, 1.22–1.28
A. Edele	Abb. 3.31
Eidg. Forschungsanstalt WSL	Abb. 2.13
René Hantke	Abb. 2.1–2.3
Stefan Hose (Zürich) und Matthias Merki (<i>Atrogene</i> , Chur)	Abb. 1.1, 1.2, 1.29–1.34
Fredy Leutert und Willi Ruh	Abb. 1 (Umschlagseite), 3.19, 3.20, 3.22, 3.26–3.28
Thomas Preiswerk (<i>Atrogene</i> , Chur)	Abb. 2 (Umschlagseite), Idealisierte Geländeprofile Kapitel 1
Christian Raboud	Abb. 3.29
Klaus Robin	Abb. 3.24
Ernst Scagnet	Abb. 6 (Umschlagseite), 2.11, 2.12, 2.14
Valentin Schmidt	Abb. 3.30
Claude Steck und Matthias Wüst	Abb. 3.4–3.17
Peter Vogel	Abb. 3.21, 3.23, 3.25
Samuel Wegmüller	Abb. 2.9
Lucia Wick	Abb. 7 (Umschlagseite), 2.4–2.8
	REM (Rasterelektronenmikroskop)-Aufnahmen von Pollenkörnern durch das Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Bern
Matthias Wüst	Abb. 3.1, 3.2, 3.18

Autoren

Markus Bichsel, dipl. Forsting. ETH, *Atrogene*, Bahnhofstrasse 20, 7000 Chur; E-mail: atragene@bluewin.ch
Dr. Hans-Ulrich Frey, dipl. Forsting. ETH, *Atrogene*, Bahnhofstrasse 20, 7000 Chur; E-mail: atragene@bluewin.ch
René Güttinger, Zoologe (dipl. phil. II), Wildforschung und Naturschutzökologie, Zoologisches Institut, Universität Zürich-Irchel, 8057 Zürich; E-mail: rene.guettinger@bluewin.ch
Ruedi Hess, Zoologe (dipl. phil. II), Hinterwald, 6314 Unterägeri; E-mail: ruhess@bluewin.ch
Dr. Catherine Sidler † c/o Prof. Dr. Samuel Wegmüller, Zelgli 42, 3322 Mattstetten; E-mail: rswegmueller@bluewin.ch
Pascale Steck, Zoologin (dipl. phil. II), Bellinger Strasse 3/1, D-79415 Bad Bellingen; E-mail: p.steck@nateco.ch
Matthias Wüst, Zoologe (dipl. phil. II), Bachtobelstrasse 19, 8045 Zürich; E-mail: matthias.wuest@switzerland.org

1 Vegetationstypen und deren Verbreitung im Urwaldreservat Bödmeren

Hans-Ulrich Frey, Markus Bichsel

1.1 Einleitung und Grundlagen

Beim Betrachten eines Waldgebietes stellen wir fest, dass der Waldbestand aus unterschiedlichen Pflanzen zusammengesetzt ist: Es lassen sich Bäume, Gräser, Kräuter, Moose usw. unterscheiden; schauen wir etwas genauer hin, so sehen wir, dass es verschiedene Bäume gibt, dass nicht alle Gräser dieselben Blüten zeigen, ja selbst bei den Moosen können wir die unterschiedlichsten Formen erkennen. Mit Hilfe von Erscheinungsmerkmalen können wir die einzelnen Pflanzen in **Arten** und **Gattungen** zusammenfassen, mit einem Namen versehen und allgemeingültig beschreiben. So wird der Baum zur Fichte oder der Strauch zur Heidelbeere. Für die Blütenpflanzen der Schweiz ist diese Arbeit seit langer Zeit mehr oder weniger abgeschlossen; neue Arten können kaum mehr beschrieben werden.

Ist erst einmal bekannt, was es überhaupt für Arten gibt, so beginnt uns zu interessieren, welche davon in einem bestimmten Gebiet angetroffen werden können. Zu diesem Zweck muss das ganze Gebiet aufs Gründlichste abgesucht werden: Ein Inventar der Arten wird erstellt. Sind alle Arten des Gebietes erfasst, so ist die **Flora** dieses Gebietes bekannt. Für die Bödmeren ist diese Arbeit beispielsweise von SUTTER & BETTSCHART (1982) in vorbildlicher Art und Weise für die Farne und Blütenpflanzen vorgenommen worden.

Verfügen wir über eine gute Flora eines Gebietes, so interessieren uns immer mehr auch die Zusammenhänge zwischen einzelnen Pflanzen sowie ihr Verhalten und ihre Wirkung bezüglich ihrer Umgebung: Auf welchen Böden gedeihen sie? Welche Ansprüche an Wasserversorgung, Klima, Relief etc. stellen sie? Wir fassen diese Faktoren mit dem Begriff „**Standort** der Pflanze“ zusammen. Ebenso interessiert uns die standörtliche Verbreitung der Pflanzen. Bald möchten wir auch wissen, welche Arten immer wieder gemeinsam an ähnlichen Standorten auftreten und sogenannte Gemeinschaften bilden. Die verschiedenen Pflanzengemeinschaften eines Gebietes nennen wir die **Vegetation** eines bestimmten Gebietes. Das Erkennen und Beschreiben der Gesetzmässigkeiten im Auftreten der Pflanzen ist Aufgabe der **Pflanzensoziologie**, der Lehre der Gemeinschaftsbildung von Pflanzen. Mit Hilfe von Typusvorstellungen von gemeinsam auftretenden Arten, standörtlichen Begebenheiten und Strukturmerkmalen können nun Unterschiede in der Vegetation festgestellt, als sogenannte **Standorts-**

typen beschrieben und ihre räumliche Ausdehnung kartographisch dargestellt werden. Im Gegensatz zu manchen älteren pflanzensoziologischen Arbeiten gehen wir hier davon aus, dass das System der verschiedenen Standortstypen ein frei wählbares ist. In der Natur zeigt die Vegetation wohl einen gradientartigen Aufbau, so dass die Typusvorstellungen nicht direkt aus der Natur abgelesen werden können; sie müssen vielmehr gemacht und von uns gutachtlich festgelegt werden.

Nachdem zahlreiche umfassende Untersuchungen über die Flora des Bödmerengebietes vorliegen (SUTTER & BETTSCHART 1982; BETTSCHART & SUTTER 1990; BERTRAM 1994; BETTSCHART 1994; SENN-IRLET 1994; GRONER 1990; KÄLIN 1982; KÄLIN & SCAGNET 1997), stellt sich immer mehr auch die Frage nach der Verbreitung, der Vergesellschaftung und nach der standörtlichen Gebundenheit der einzelnen Pflanzenarten. Wichtige Hinweise zur Beantwortung dieser Fragen finden sich in allen der genannten Arbeiten. Eine umfassende Gliederung der Vegetation sowie eine kartographische Darstellung der Verbreitung der verschiedenen Vegetationstypen fehlte bisher. Die vorliegende Arbeit soll dazu beitragen, diese Lücke zu schliessen. Sie stellt einen Zusammenschluss einer umfassenderen Studie dar (FREY, BICHSEL & PREISWERK 1999). Wegen der grossen Komplexität der Daten und Pläne konnten einige der Resultate hier nur ausschnittsweise wiedergegeben werden. Die vollständigen Karten und Daten sind in dieser Studie enthalten und können über die „Stiftung Urwaldreservat Bödmeren“ eingesehen werden. Alle Daten sind derart aufgearbeitet, dass die Resultate jederzeit wiederholbar sind, und dadurch auch zeitliche Veränderungen feststellbar werden.

Die Arbeit entstand auf Anregung von Herrn Forsting. W. Kälin als Auftrag der „Stiftung Urwaldreservat Bödmeren“ durch die Firma „*Atrogene*“ in Chur. Ohne die grosszügige finanzielle Unterstützung der Stiftung und den unermüdlichen Einsatz und die Geduld von deren Präsidenten, Forsting. W. Kälin, wäre das Projekt nicht zustande gekommen. Herrn Forsting. W. Kälin und der „Stiftung Urwaldreservat Bödmeren“ sei an dieser Stelle herzlich gedankt!

Eine erste Projektskizze wurde im Frühjahr 1995 verfasst. Mit den eigentlichen Feldaufnahmen wurde im Juni 1996 begonnen. Bedingt durch die häufig schlechte Witterung während der Sommermonate und

der generell sehr kurzen Zeit im Jahr, die dem Botaniker hier oben für seine Arbeiten zur Verfügung steht, zogen sich die Feldarbeiten bis in den Spätsommer 1998 hinein. Eine umfangreichere Vorauswertung der erhobenen Daten erfolgte im Winter 1997/98. Die definitive Auswertung sowie die Darstellung der Kartierung konnten im April 1999 abgeschlossen werden.

1.2 Problemstellung und Zielsetzung

Das Gebiet des Waldreservates Böldmeren ist von einer vielfältigen und kleinflächig mosaikartig strukturierten Vegetationsdecke bewachsen. Vegetation ist aber nie ein statisches, sondern immer ein dynamisches Gebilde, welches äusseren, aber auch endogenen Einflüssen unterliegt. Eine klare Demonstration dieser Tatsache war etwa der beträchtliche Schaden, welcher der Sturm „Vivian“ am Baumbestand im Nordwesten des Reservates angerichtet hat. In der Regel sind die dynamischen Abläufe allerdings weniger spektakulär und nur über längere Zeitperioden überhaupt wahrnehmbar. Über zyklische Abläufe in Urwaldbeständen mit ihren progressiven und regressiven Sukzessionsphasen weiss man heute recht gut Bescheid. Nach den grundsätzlichen Forschungsarbeiten von Prof. LEIBUNDGUT (z.B. 1993) am Waldbau-Institut der ETH Zürich, die sich auch auf den Böldmerenwald erstreckten, gelangte man in den letzten Jahren mit dem Modell der sogenannten Mosaikzyklus-Theorie zu einem sehr wertvollen Ansatz als Diskussionsgrundlage über Dynamik, nachhaltig notwendige Minimalflächen oder auch die Bedeutung des Wildes in Urwald-Beständen (z.B. ANL 1991; KORPEL 1995; SCHERZINGER 1996). Teilweise bewegen sich diese Vorstellungen und Diskussionen aber noch auf einem sehr theoretischen Niveau, da konkrete Daten aus europäischen Urwald-Beständen nach wie vor eher Mangelware sind. Dies gilt insbesondere auch für Fichten-Urwälder der subalpinen Stufe, von wo sowieso kaum Urwaldreste bekannt sind.

Hier kann nun die Forschung im Böldmerenwald einen wertvollen Beitrag leisten. Ziel unserer Arbeit ist es einerseits, den momentanen Zustand der Vegetationsdecke möglichst genau zu erfassen, andererseits den Grundstein für spätere, vergleichende Untersuchungen zu legen, um dannzumal dynamische Prozesse erkennen zu können. Zu diesem Zwecke werden Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet und die Vegetation mit einer sehr exakten grossmassstäblichen Streifenkartierung und einer zusammenfassenden Kartierung der gesamten Reservatsfläche festgehalten. Mit der gleichen Methode können später diese Untersuchungen wiederholt und Veränderungen von Standort und Vegetation erkannt werden. Als Randbedingung war der Aufwand in Grenzen zu halten. Mit dieser Arbeit wird wohl auch zum ersten Mal in der Schweiz das kleinstandörtliche

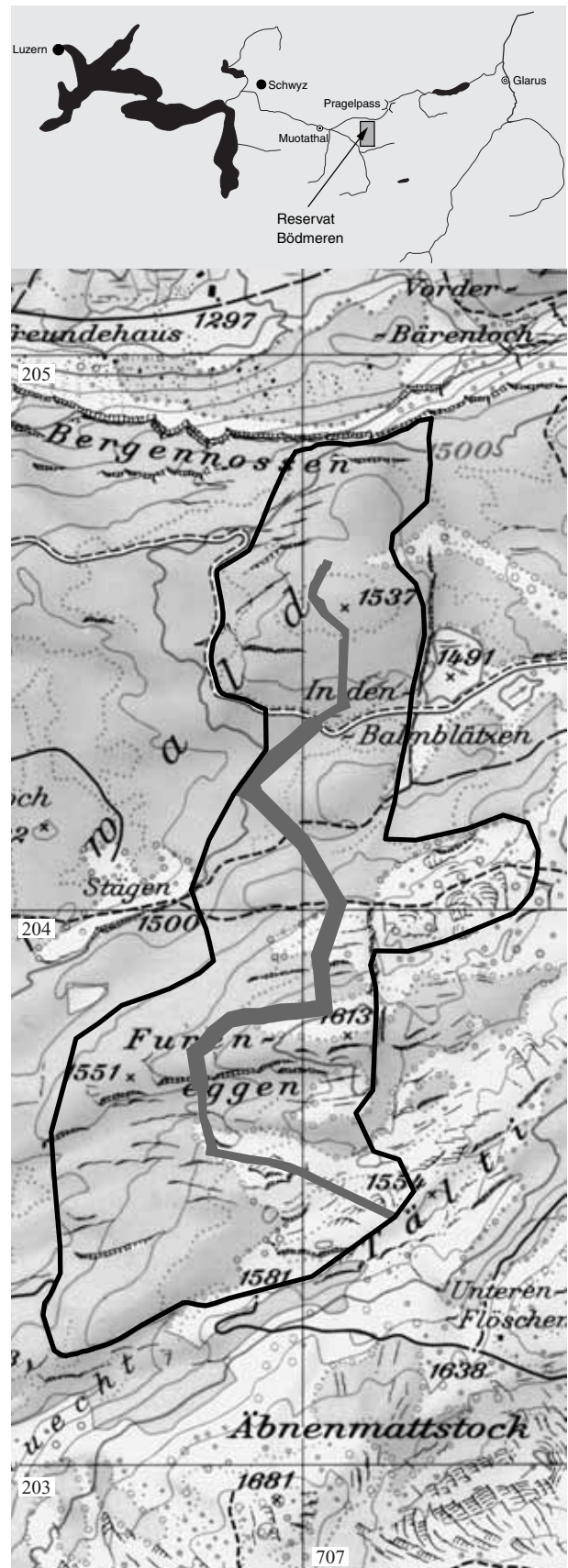


Abb. 1.1 Lage und Ausdehnung (Massstab 1:12'500) des Reservates Böldmeren mit dem Transekt der Kleinstandortskartierung (Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie BA013132)

Gefüge eines subalpinen Fichtenwaldes derart fein abgestuft kartiert und beschrieben.

1.3 Naturräumliche Grundlagen

1.3.1 Zur aktuellen Vegetation im Muotatal

Das heutige Vegetationsbild der Region Muotatal wird durch verschiedene stark wirkende Faktoren geprägt: Einerseits herrscht ein Klima mit einer ausgesprochen hygrischen Ozeanität. Im Ort Muotathal wurden auf einer Meereshöhe von ca. 610 m ü.M. durchschnittliche Jahresniederschlagssummen von nahezu 2 Metern gemessen. Im Gebiet der Bödmeren dürften die jährlichen Niederschlagssummen sogar im Bereich von ca. 2.5 Metern liegen. An den felsigen Talflanken mit ihren Expositionswechseln verlaufen die Temperaturgradienten äusserst steil. Namentlich im Bereich der z.T. besonders deutlich ausgeprägten Gefällsbrüche ändert sich das Lokalklima oft sprunghaft, so dass ganze Höhenstufen fehlen können. Im Folgenden werden die Höhenstufen nach dem Modell von OTT et al. (1997) bezeichnet (Abb 1.2); vgl. auch den Beitrag von FREY (2000) im 12. Heft der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Andererseits wirken sich die vielfältigen geologischen Verhältnisse mit ihren stark unterschiedlichen Gesteinseigenschaften besonders stark auf die Bodenbildung und dadurch auf die Artenzusammensetzung der Vegetation aus.

Abhängig von der geologischen Vielfalt ist auch die topographische Gestalt des Gebietes. Steil aufsteigende Felswände wechseln mit nur mässig geneigten Plateaulagen ab. Diese ausgeprägte Topographie verursacht kleinräumige Klimaunterschiede, die sich stark auf das Pflanzenwachstum auswirken und ein äusserst vielfältiges Vegetationsbild verursachen.

Ohne menschliches Zutun wäre die gesamte Region Muotatal unterhalb der natürlichen Waldgrenze bis auf eine Höhe von ca. 1700 m ü.M. mit einem mehr oder weniger dichten Wald unterschiedlichster Baumartenzusammensetzung bedeckt.

An den stark eingesonnten, südexponierten Hängen zwischen Schlattli und der Ortschaft Muotathal finden wir zahlreiche, oft unzugängliche Wäldchen, die deutliche Anzeichen der thermophilen Laubmischwälder der **collinen Stufe** zeigen: Im Bereich steil aufsteigender Felswände mit zeitweise sehr warmem Lokalklima finden sich auf flachgründigen Felsstandorten krüppelig wachsende Eichenbestände mit einer äusserst artenreichen Krautschicht, die an geschützter Lage bis gegen 900 m ü.M. reichen können.

Auf südexponiertem Gehängeschutt des unteren Muotals, unterhalb des Gibelhorn und der Fallenflue, finden wir als zonale Vegetation ausgedehnte, mehr oder weniger wärmeliebende, von der Buche dominierte Wälder, die uns stark an die **submontanen** Kalk-Buchenwälder der Jurasüdflanke erinnern. Sie reichen vom Talgrund bis auf über 900 m ü.M.

An der nordexponierten Talflanke des unteren Muotals bzw. Bisistals erreichen hingegen Buchen-Mischbestände mit kühl-luftfeuchtem Klima der **Montanstufe** den Talgrund. Besonders im Bereich der zahlreichen tätigen Schuttströme sind ahorn-, eschen- und bergulmenreiche Bestände, die dem Hirschezungen-Ahorn-Schluchtwald nahestehen, keine Seltenheit.

Während an den südexponierten Hängen natürliche Tannen-Buchenwälder der **obermontanen Höhenstufe** erst auf einer Höhe von ca. 1100 m ü.M. beginnen, treffen wir am Nordhang zonale Buchenbestände, denen natürlicherweise mehr oder weniger viele Tannen und Fichten beigemischt sind, je nach Untergrund, bereits auf Höhen von unter 900 m ü.M. an.

Namentlich bei nur mässig geneigter Hanglage auf tonreichen Böden verschwindet die Buche bereits auf einer Meereshöhe von ca. 1250 m ü.M. vollständig und macht den **hochmontanen** Tannen-Fichtenwäldern Platz. Auf karbonathaltigem Untergrund der wärmebegünstigteren Steilhänge reichen Tannen-Buchenwälder bis auf Höhen von stellenweise über 1400 m ü.M. und berühren an einigen Stellen sogar die subalpine Fichtenstufe, ohne dass eine hochmontane Tannen-Fichtenstufe ausgebildet wäre.

Spätestens auf einer Meereshöhe von 1550 m ü.M. genügt die Wärmesumme der Wachstumsperiode nicht mehr, um der Verjüngung auch ein Aufkommen im Halbschatten zu ermöglichen. Für die anspruchsvolle Weisstanne genügen die Bedingungen nicht mehr; sie nimmt nicht am Bestandesaufbau teil. Auf etwas gründigeren Böden dominieren Fichtenbestände. Im Gegensatz zur hochmontanen Tannen-Fichtenstufe sind die Bestände der **subalpinen** Fichtenstufe rotti strukturiert: Der Wald besteht aus kleinsten, höchstens einige Aren grossen Beständchen und ist mit einem Labyrinth von hochstauden- bzw. heidelbeerreichen Blössen durchzogen, die gegen die natürliche Waldgrenze hin immer grösser werden. Im Bereich der flachen Plateaulagen, wie im Bödmerenwald, wo die Kälte nicht mehr ungehindert abfliessen kann, sind subalpine Verhältnisse bereits auf ca. 1450 m ü.M. anzutreffen.

Bei der verglichen mit inneralpinen Tälern relativ geringen Massenerhebung des Gebietes ist die der Vegetation zur Verfügung stehende Wärmemenge bereits auf etwa 1750 m ü.M. derart gering, dass kein Baumwachstum auf grösserer Fläche mehr möglich ist. Lediglich an besonders begünstigter Spalierlage steigen einzelne Bäume etwas höher. An besonders kalten Lagen ist die natürliche Waldgrenze schon weiter unten erreicht. So entsteht in der abflusslosen Schluecht (ca. 1550 m ü.M.) im südlichen Teil des Reservates Bödmeren regelmässig ein Kältesee, der lediglich der Moorbirke und einigen Weidenarten ein kümmerliches Aufkommen erlaubt.

Im Bereich der anstehenden, im Muotatal ausgesprochen ausgedehnten Schrattekalkplatte wird namentlich in Südexposition sowie auf äusserst flachgründigen

Felskuppen das skizzierte zonale Vegetationsbild oberhalb ca. 900 m ü. M. von zahlreichen mehr oder weniger ausgedehnten natürlichen Föhrenwäldern durchbrochen. Während am Gibelhorn die Bestände durch die Waldföhre dominiert sind, finden wir im Bereich Bol und Bödmeren ausgedehnte Bestände mit aufrechter bzw. liegender Bergföhre. Das äusserst tonarm verwitternde Gestein verunmöglicht eine Ausbildung gründiger und wasserspeichernder Böden. Trotz der sehr hohen Niederschläge wird hier die periodische Trockenheit zum limitierenden Faktor und verunmöglicht ein Aufkommen der sonst konkurrenzstarken zonalen Baumarten. Lediglich die genügsamen Föhrenarten vermögen diese Flächen zu besiedeln. Oberhalb der natürlichen Waldgrenze finden sich ausgedehnte Flächen mit alpinen Blaugras- bzw. Rostseggenrasen. Der namentlich auf silikatischem Gestein verbreitete Zwergstrauch-Gürtel ist in der Region Muotatal nur fragmentarisch in flacherer Lage ausgebildet.

1.3.2 Naturräumliche Grundlagen der Bödmeren

Die naturräumlichen Grundlagen des Bödmerengebietes wurden in der Literatur bereits ausführlich beschrieben (siehe v.a. BERTRAM 1994), so dass wir uns auf einige wesentliche Feststellungen beschränken können.

Das Reservatsgebiet liegt mehrheitlich in der subalpinen Stufe, welche auf der Alpennordseite durch den zonalen Fichtenwald charakterisiert ist. Ein bedeutender Anteil der aussergewöhnlich hohen Niederschlags-

mengen fällt als Schnee, die Ausaperung im Frühjahr erfolgt auffallend spät, und auch im Juli sind Schneefälle keine Seltenheit. Die hygrische Ozeanität ist mit einer eher thermischen Kontinentalität gekoppelt. Dies gilt insbesondere für die verkarsteten Plateaus und die Dolinen mit den zahlreichen, abflusslosen Becken. Ausgeprägte Kaltluftseen während des ganzen Jahres und hohe sommerliche Ein- und Ausstrahlungen bilden dort ein besonders baumfeindliches Meso- und Mikroklima.

Die stark verkarstete Oberfläche des Kalkgesteins führt allein schon durch die extremen Reliefunterschiede zu einer sehr kleinflächigen Gliederung und Ausbildung von baumfähigen und baumfeindlichen Kleinstandorten. Diese vielfältigen Reliefverhältnisse verstärken auch indirekt die Unterschiede zwischen den Kleinstandorten durch entsprechend differenzierte Bodenbildung und die oben erwähnten mikroklimatischen Extrembedingungen. Die unterschiedliche Zusammensetzung der Kalkgesteine des Reservatsgebietes (z.B. tonreicher Seewerkalk und sehr tonarmer Schraffenkalk) beeinflusst ebenfalls die Bodenbildung und erweitert dadurch die Vielfalt an Kleinstandorten zusätzlich.

Als bestandesbildende Baumart tritt praktisch nur die Fichte (*Picea abies*) auf. Auf günstigeren Standorten sind vereinzelte Bergahorne (*Acer pseudoplatanus*) beigemischt, auf den extremeren Standorten der Karstplateaus sind die meist nur strauchhohen Moorbirken (*Betula pubescens*) in einer speziellen Rasse mit ihren bizarren Formen landschaftsprägend, während die exponierten Felsgräte von eindrucklichen, arvenähnli-

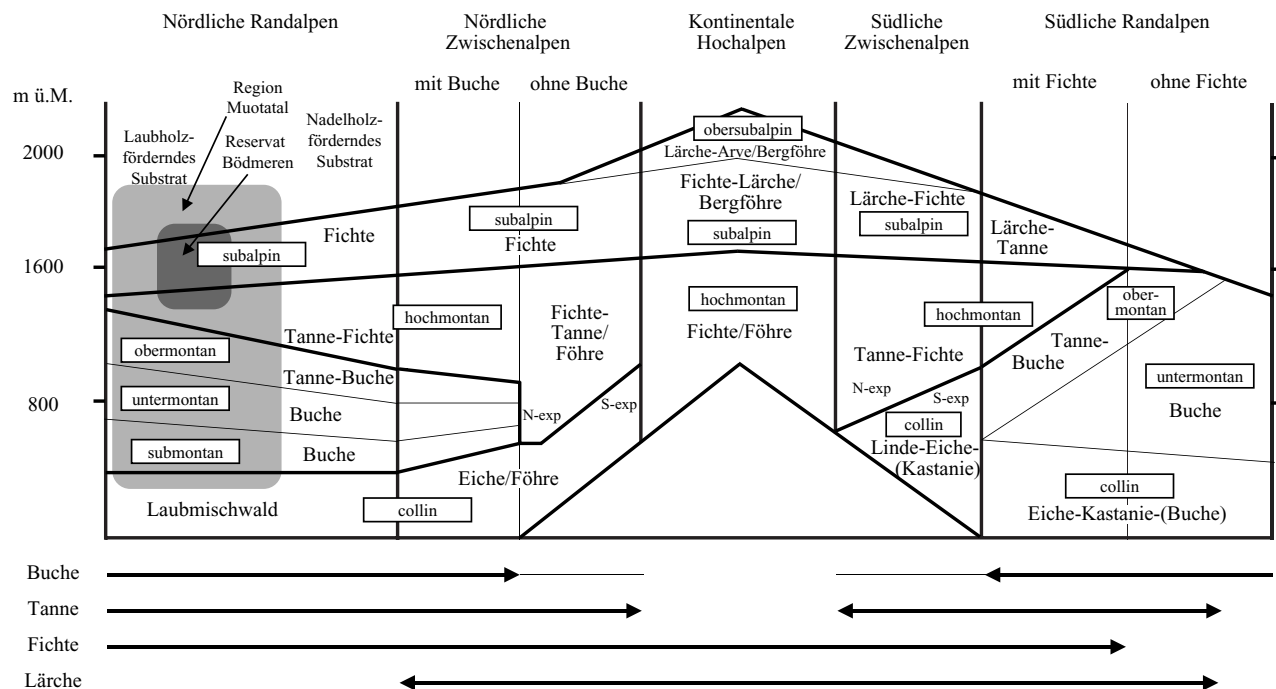


Abb. 1.2 Ein Höhenstufenmodell – Querschnitt durch die Schweizer Alpen: Die Lage der Region Muotatal sowie des Reservates Bödmeren sind bezeichnet.

chen Baumgestalten der Aufrechten Bergföhre (*Pinus mugo ssp. uncinata*) gekrönt sind. Auffallend ist das beinahe vollständige Fehlen von Weissstanne (*Abies alba*) und Buche (*Fagus sylvatica*) im Reservat, während diese doch bis in nächste Nähe unterhalb einer markanten Felsstufe die Wälder der montanen Stufe im Muotatal dominieren. Dadurch gehen die obermontanen Tannen-Buchenwälder mancherorts ohne Ausbildung einer hochmontanen Fichten-Tannen-Stufe (OTT et al. 1997) unmittelbar in die subalpinen Fichtenwälder über.

1.4 Methoden

1.4.1 Erfassung von Vegetation und Standort in der Bödmeren

Um den sehr kleinflächig strukturierten Standorts- und Vegetationsverhältnissen im Reservatsgebiet gerecht zu werden, erfolgt deren Erfassung in zwei Stufen:

Wenn wir uns im Gelände aufhalten, sehen wir im Bereich weniger Meter grosse Unterschiede in der Zusammensetzung der Vegetation. Diese unterschiedlichen Aspekte der Vegetation wiederholen sich auf kurzer Distanz oder werden mehr oder weniger rasch durch andere abgelöst. Diese kleinen Mosaiksteine der gesamten Vegetation können wir mit Hilfe von **Kleinstandortstypen** charakterisieren. Die homogenen Kleinstandorte werden mit Hilfe von kleinflächigen, fest markierten und eingemessenen Dauerflächen erfasst und typisiert. Die Verbreitung dieser Kleinstandortstypen im Gelände wird exemplarisch durch eine Streifenkartierung entlang einem Transekt quer durch das Reservatsgebiet exakt im Massstab 1:1000 kartiert und der ganze Streifen auf einer farbigen Karte dargestellt.

Übergeordnete homogene Landschaftselemente, welche sich aufgrund von typischen Geländeformen, Vegetationsstrukturen und einem charakteristischen Muster von Kleinstandortstypen unterscheiden, können als **Vegetationskomplexe** charakterisiert werden. Sie zeichnen sich durch typische Garnituren von Kleinstandortstypen aus und prägen das Landschaftsbild. Die Vegetationskomplexe nehmen wir wahr, wenn wir das Reservatsgebiet aus grösserer Distanz betrachten (z.B. auf einer Karte im Massstab 1:5000 oder 1:10'000). Die Vegetationskomplexe werden mit Hilfe von rasterförmig verteilten, kreisförmigen Stichprobenaufnahmen erfasst, ausgewertet und ebenfalls auf einer Karte dargestellt.

Für den **Transekt** wurde eine repräsentative Linie quer durch das Reservatsgebiet festgelegt, mit welcher möglichst alle erkannten Kleinstandortstypen und übergeordneten Vegetationszonen durchquert oder tangiert werden. Diese rund 1900 m lange Linie wurde

als **Polygonzug** abgesteckt und mit einem Theodolith eingemessen. Als Anschlusspunkte dienten bestehende Vermessungspunkte an der Grenze und im Innern des Reservates. Aus zwei Gründen liegt die absolute Genauigkeit der Koordinatenangaben für diese Polygonzug-Punkte im Dezimeterbereich: Erstens konnten die Koordinaten der Anschlusspunkte nur (auf ca. 0.5 m genau) aus der Karte 1:2000 herausgelesen werden, ausserdem ist in dieser Karte die Grenzlinie des alten Reservates gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen um ca. 10 m nach Nordwesten verschoben. Der durchschnittliche Abstand zwischen den einzelnen Punkten des Polygonzuges beträgt ca. 20 bis 30 m. Dies ermöglicht eine einfache, aber genügend genaue Einmessung der Dauerbeobachtungsflächen für die vegetations- und standortkundlichen Aufnahmen mittels Bussole und Messband, so dass diese auch für spätere Folgeaufnahmen sicher wiedergefunden werden können. Zu diesem Zweck sind die Messpunkte des Polygonzuges mit Armierungseisen bzw. auf Fels mit eingemeisselten Kreuzen und Metallbolzen sowie Farbmarkierungen permanent versichert.

1.4.2 Kleinstandortstypen

1.4.2.1 Erfassung und Bildung der Kleinstandortstypen

Üblicherweise werden gemäss der pflanzensoziologischen Methode (Schule Zürich-Montpellier) die Vegetationsaufnahmen auf homogenen Flächen von 20 bis 50 m² im Grünland und von 100 bis 500 m² im Wald erhoben. Aufgrund der sehr kleinflächigen und mosaikartigen Anordnung der Standorte im Bödmerengebiet kann diese Standardmethode aber nicht übernommen werden. Ein möglicher Ansatz, der auch in der Bödmeren schon einmal verwendet wurde, ist die Synusialmethode (GILLET et al. 1994). Die getrennte Erfassung der einzelnen Vegetationsschichten an einem Ort (z.B. separate Aufnahme von Hochstauden-, Kraut-, Zwergstrauch- und Mooschicht) und die nachträgliche freie Kombination zu übergeordneten Einheiten ist aber wesentlich aufwändiger und erzwingt auch die Entwicklung eines neuen hierarchischen Vegetationssystems.

Wir haben uns deshalb bei der **Erfassung der Kleinstandortstypen** für eine Kombination der beiden Methoden entschieden: Vegetation und Standort werden auf einer homogenen Fläche von ca. 3 m² mit der konventionellen Methode von der Mooschicht bis ca. zwei Meter Höhe gemeinsam erfasst, während die obere Strauch- und die Baumschichten separat festgehalten werden. Trotz der verhältnismässig kleinen Aufnahmeflächen sind die so erfassten Artengarnituren sehr aussagekräftig und können über die Kleinstandortstypen hinaus meistens problemlos als „fragmentarische Ausbildungen“ ins reguläre pflanzensoziologi-

sche Vegetationssystem eingeordnet werden. Dadurch sind unsere Ergebnisse auch mit den Vegetationsbeschreibungen von SUTTER & BETTSCHART (1982, 1990) sowie von BETTSCHART (1994) vergleichbar. Ähnliche Vorbehalte gegenüber der Anwendung der Synusialmethode und Schlüsse hat übrigens auch THEURILLAT angebracht (in GILLET 1994, als „Intervention“ S. 73). Für die **Aufnahme der Kleinstandorte** und die Einrichtung der **Dauerbeobachtungsflächen** erarbeiteten wir also eine eigene Methode, die genügend rasch, aber trotzdem genau und jederzeit problemlos reproduzierbar ist. Die Aufnahmemethode verwendet zwei Flächenformen:

a) **Standardform**

- Verwendung bei den meisten Vegetationsaufnahmen, sofern die homogene Ausdehnung des Kleinstandortes genügend gross ist
- Absteckung einer Kreisfläche von 1.0 m Radius und 3.14 m² Fläche mit Hilfe eines horizontalen Messbalkens
- Permanente Verpflockung und Markierung des Kreis-Mittelpunktes
- Einmessung dieses Zentrums mit Messband und Bussole von den nächsten Polygonzug-Punkten aus

b) **Spezialform**

- Verwendung bei spezieller Ausbildung der Vegetation, z.B. in Doline, an Felsband, usw.
- Die Aufnahmefläche hat die Form eines Vielecks und kann der jeweiligen Situation angepasst werden
- Die Flächengrösse beträgt ebenfalls ca. 3 m²
- Einmessung eines speziell markierten Eckpunktes mit Messband und Bussole wie oben

Das Vorgehen bei der Datenerhebung für die Vegetationsaufnahme und die Dauerbeobachtungsfläche ist im Übrigen bei beiden Flächentypen identisch. Die Fläche wird für die Dauer der Aufnahme am Rande markiert, und dann wurden die Daten zur örtlichen Lage, zum Standort und zur Struktur der Fläche und ihrer Umgebung auf einem Formular systematisch festgehalten. Neben der vollständigen Vegetationsaufnahme mit einer erweiterten Braun-Blanquet-Artmächtigkeitsskala (nach BARKMANN et al. 1964) wird die momentane Vegetationsausbildung auch fotografisch festgehalten. Insgesamt wurden mit dieser Methode 80 Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet. Die Zentren der Dauerbeobachtungsflächen sind mittels Armierungseisen oder in Fels gemeisselten Kreuzen und Metallbolzen dauerhaft markiert. Ausgehend von den zwei nächstliegenden, ebenfalls dauerhaft markierten Messpunkten des Polygonzuges sollten diese Zentren auch später mit Hilfe von Messband und Bussole wieder aufgefunden werden können. Die entsprechenden Distanz- und Azimutwerte sind auf den dazugehörigen Aufnahmeformularen festgehalten. Bei unübersichtlichen Verhältnissen könnte ein

Metalldetektor das Aufspüren der Metallmarkierung erleichtern.

Die **Bildung der Kleinstandortstypen** erfolgte im Rahmen einer flächendeckenden Rekognoszierung und kritischen Begutachtung des Reservatsgebietes. Dabei wurden wiederholt auftretende Pflanzengemeinschaften und Kleinstandorte im Sinne von Idealbildern (FREY 1995) provisorisch als Typen ausgeschieden und standörtlich-floristisch charakterisiert. Entlang der ausgemessenen Transektlinie wurden anschliessend besonders repräsentative Ausbildungen dieser Typen im Gelände markiert und als Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet.

Die 80 Aufnahmen der Dauerbeobachtungsflächen wurden in einer **Vegetationstabelle** vereinigt. Dabei wurden die mit Hilfe von Idealbildern provisorisch festgelegten Typen mittels traditioneller Tabellenarbeit (ELLENBERG 1956) überprüft, floristisch und ökologisch geordnet und zu 26 Kleinstandortstypen mit ca. 40 Kartierungseinheiten zusammengestellt (Tab. 1.1). Diese Tabellenarbeit und die anschliessende Kartierung haben die gutachtliche Bildung der Typen im Grossen und Ganzen bestätigt. Einige wenige weitere, bisher übersehene Typen oder Untertypen, welche sich bei der Kartierung manifestierten, konnten problemlos zusätzlich in diese Typisierung eingebaut werden.

1.4.2.2 Kartierung der Kleinstandortstypen

Wegen des grossen Kartieraufwandes wurde bereits in der Projektskizze festgehalten, die flächenhafte Erfassung der Kleinstandortstypen auf eine **Streifenkartierung** entlang einem Transekt quer durch das Reservat zu beschränken. Als Test wurden im Herbst 1997 entlang dieser Linie nördlich der Böldmerenstrasse zwei Abschnitte mit den Kleinstandortstypen im Massstab 1:500 auf einer Vergrösserung der Böldmerenkarte 1:2000 (THEE et al. 1987) feinkartiert. Die Kartierung wurde dann im Sommer und Herbst 1998 mit kleineren Anpassungen im Massstab 1:1000 weitergeführt. Die Breite des Streifens beträgt im mittleren Bereich des Transekts 30 m. Um den Kartierungsaufwand in Grenzen zu halten, musste der restliche Teil auf 15 m beschränkt werden. Das Resultat liegt im Anhang als Übersichtskarte 1:1000 und als zweiteilige Detailkarte 1:500 vor (FREY et al. 1999).

Die ausgeschiedenen Typen haben sich weitgehend bewährt; einige auffällige Spezialausbildungen von bestehenden Typen konnten problemlos ergänzt werden und sind in der Typenbeschreibung ebenfalls aufgeführt. Bei der Kartierung wurden neben den reinen Typen auch Übergänge und kleinflächige Mosaikbildungen festgehalten. Sehr aufwändig war die genaue Übertragung der ausgeschiedenen Flächengrenzen auf die Kartenvorlage. Besonders problematisch war dabei oft die genaue Orientierung im Gelände, da die verwen-

dete Bödmerenkarte 1:2000 offensichtliche Mängel aufweist. Neben der falsch eingezeichneten alten Reservatsgrenze sind etwa im Gelände auffällige Karren- und Reliefstrukturen auf der Karte nicht ersichtlich oder umgekehrt. Die einheitliche Signatur für grosse oder kleine Bäume erschwert die rasche Orientierung im Gelände, z.T. fehlen Baumgruppen in der Karte oder sind die Signaturen von Nadel- und Laubbäumen verwechselt. Rückblickend wäre für diese Form von Feinkartierung die Verwendung von Luftbildern statt einer Kartenvorlage vorteilhafter gewesen. Trotz unseren Bemühungen war es uns aber nicht möglich, Luftbilder in einem günstigen Massstab zu beschaffen.

Die **Auswertung der Kartierung** und Reinzeichnung der Karten erfolgte digital mit Hilfe des Programms „MiniCad“. Die digitale Aufbereitung ermöglicht neben einem sehr genauen und sauberen Ausdruck auch einfache spätere Änderungen der Darstellung oder des Massstabes, sowie eine bereits sehr weitgehende Vorbereitung für eventuelle Publikationen. Ausserdem erlaubt eine integrierte Datenbank flächenbezogene und statistische Aussagen zu den auskartierten Kleinstandortstypen.

1.4.3 *Bildung und Darstellung von Vegetationskomplexen*

Die Bildung übergeordneter Vegetationskomplexe erscheint auf den ersten Blick als ein relativ einfach zu lösendes Problem: Sich stets wiederholende Sequenzen von Kleinstandortstypen werden zu Vegetationskomplexen zusammengefasst. Betrachten wir das Ergebnis der Streifenkartierung aus genügender Distanz, so scheinen sich gewisse Gesetzmässigkeiten im gemeinsamen Auftreten einzelner Kleinstandortstypen abzuzeichnen. Bei genauerem Hinsehen müssen wir aber feststellen, dass sich die Anteile der einzelnen Kleinstandortstypen nicht etwa sprunghaft, sondern eher graduell ändern. Bei nahezu 40 verschiedenen Kleinstandortstypen, deren Anteile sich individuell und kontinuierlich ändern, ist es nahezu unmöglich, einzelne Gruppen derart eindeutig zusammenzufassen und mit Prozentanteilen zu definieren, wie dies in der ursprünglichen Projektskizze (FREY 1997) noch vorgesehen war. Damit trotzdem ein Überblick über die Vegetationskomplexe im gesamten Gebiet erstellt werden konnte, wurde folgendes Vorgehen gewählt: In einem ersten Schritt wurde die Verteilung der Kleinstandortstypen im gesamten Reservat mit Hilfe von **Stichproben** erhoben. Zu diesem Zweck wurden auf den Schnittpunkten der 100 m Koordinatenlinien 71 Stichprobenpunkte markiert. Das Aufsuchen der Stichprobenzentren geschah mit Hilfe eines satellitengestützten „Global Positioning System“ (GPS) mit einem Gerät vom Typ „Trimble Pathfinder“. Diese dezimetergenauen Einmessungsarbeiten führte das Forstingenieurbüro Schwyter aus Luzern durch. Auf jeder Stich-

probe wurden die prozentualen Anteile der Kleinstandortstypen auf einem Kreis mit Radius 20 m gutachtlich geschätzt. Vom Stichprobenzentrum wurden in den vier Hauptwindrichtungen vier Messband-Messungen à 20 m abgesteckt (gestreckt, entlang der Bodenoberfläche, ohne Projektion); mit Hilfe des Stichprobenzentrums und der vier Radien wurde die Kreisfläche gutachtlich abgeschätzt. Die **Ergebnisse dieser Stichprobenerhebung** sind als Diagramm dargestellt. Ein erster Blick auf die Karte „Stichprobenkartierung“ (Abb. 1.32) lässt wiederum Gesetzmässigkeiten in der Verteilung der Kleinstandortstypen erkennen. Eine eindeutige Zuordnung zu Vegetationskomplexen ist aber auch hier schwierig. Damit diese Zuordnung nicht nur gutachtlich gemacht werden muss, wurde eine **statistische Zuordnung** der 71 Stichproben zu 9 Gruppen durchgeführt. Ausgehend von einer Ähnlichkeitsmatrix aller Stichproben wurde eine „Complete Linkage Clusteranalysis“ (WILDI 1986; WILDI & ORLÓCI 1996) durchgeführt. Die Berechnung erfolgte mit dem Programmpaket MULVA-5 der WSL: Als Ähnlichkeitsmass diente ein „unzentriertes Skalarprodukt“, die prozentualen Flächenanteile der Kleinstandortstypen wurden mit Anteils-Klassen in Form einer linearen ungewichteten Skala eingegeben (Legende Abb. 1.33). Die Vektoren der Kleinstandortstypen wurden in ihrer Länge vereinheitlicht. Mit Hilfe des Dendrogrammes (Abb. 1.33) der Clusteranalyse wurden die 9 deutlichsten Gruppen abgetrennt. Die Karte „Vegetationskomplexe“ (Abb. 1.34) gibt die Ergebnisse dieser Gruppierungsanalyse wieder. Wie das Dendrogramm zeigt, ergeben sich vor allem drei mehr oder weniger eindeutige Gruppen: Je länger der Weg wird, der von einer Stichprobe zur andern auf den Ästen des Dendrogrammes zurückzulegen ist, desto unähnlicher sind sich die Stichproben in ihren Anteilen der einzelnen Kleinstandortstypen. In der Tabelle „Bildung der Vegetationskomplexe“ (Tab. 1.2) sind die gruppierten Stichproben gegen die Kleinstandortstypen aufgetragen; die prozentualen Flächenanteile sind als Anteils-Klassen angegeben. Ähnlich der Gruppierung der Stichproben wurden auch die Kleinstandortstypen gruppiert.

1.5 **Resultate**

1.5.1 *Vegetationstabelle*

Die geordnete Vegetationstabelle (Tab. 1.1) mit 26 Kleinstandortstypen und weiteren Untereinheiten aus 80 Aufnahmen von Dauerbeobachtungsflächen zeigt deutlich zwei primäre Standortgruppen: Die Typen 1 bis 11 umfassen v.a. saure und nährstoffarme Kleinstandorte mit einer meist mehr oder weniger mächtigen organischen Auflage, welche die Vegetationsdecke von der karbonatreichen Unterlage trennt. Die Typen 12 bis 25 sind vom karbonathaltigen Muttergestein und durch eine ganze Reihe von eigenen Zeigerarten

16

Skala Artnächtigkeiten		Abkürzungen Relief
1 bis 2 Indiv., schlechtwichtig	R	Kuppe
bis 10 Individuen	+	Oberhang
weniger als 5% Deckung	1	Mittelhang
< 5%, aber zahlreich	! entspr. 2m	Unterhang
5% bis 14,9%	2 entspr. 2a bzw. 2-	flach
15% bis 24,9%	3 entspr. 2b bzw. 2+	Mulde
25% bis 49,9%	3	Loch, Doline
50% bis 74,9%	4	Felswand
75% bis 100%	5	Karstoberfläche

17

geprägt und widerspiegeln einen standörtlichen Gradienten von trockenen Felsstandorten bis zu feuchten, nährstoffreichen Muldenlagen. Einen Übergangstyp stellt gewissermassen die Einheit 9 (*Athyrium distentifolium*-Typ) mit floristischen und ökologischen Beziehungen zu beiden Gruppen dar. Vor allem floristisch sehr eigenständig präsentiert sich der Moortyp (26). Bei einigen Arten in der Tabelle handelt es sich um Sammelarten (Aggregate), in welchen schwer unterscheidbare Kleinarten zusammengefasst sind. Dies gilt insbesondere für *Dryopteris dilatata* s.l. (mit *D. dilatata* s.str. und *D. expansa*), sowie für *Hieracium murorum* agg., deren Vertreter auf trockenen Kalkböden wohl zur Kleinart *H. bifidum* zu zählen sind.

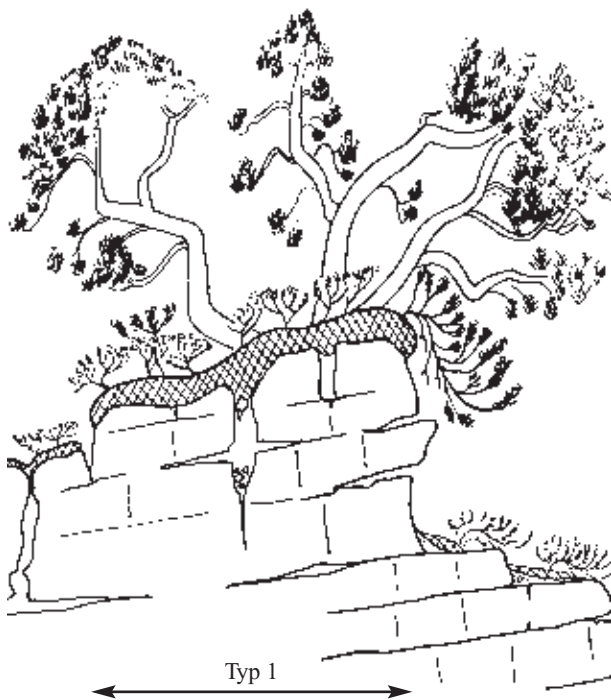
Die Nomenklatur der Blüten- und Farnpflanzen richtet sich nach der Flora Helvetica von LAUBER & WAGNER (1996), diejenige der Moose nach GEISSLER & URMI (1984). Die Moosfunde der Vegetationsaufnahmen sind nicht vollständig ausgewertet, Moosproben wurden aber bei allen Proben gesammelt und stehen für weitere Untersuchungen zur Verfügung.

1.5.2 Beschreibung der Kleinstandortstypen

Vorbemerkung: In der „Typischen Artengarnitur“ sind **dominante Arten** mit einem durchschnittlichen Deckungsgrad über 25% **fett** gedruckt.

1.5.2.1 Zwergstrauchvegetation

Rhododendron ferrugineum-Bergföhrentyp (Typ 1)
In Gratlagen findet sich regelmässig unter den knorri- gen Bergföhren ein dichtes dunkelgrünes Alpenrosen-



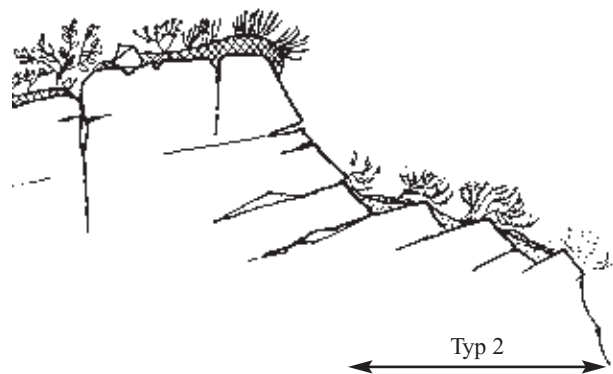
Gebüsch auf saurer Rohhumusauflage, die so mächtig ist, dass die Pflanzenwurzeln das darunterliegende Kalkgestein nicht mehr erreichen. Die artenarme Gesellschaft besteht praktisch nur aus wenigen säurezeigenden Zwergsträuchern und Waldbodenmoosen; Kalkzeiger fehlen weitgehend. Ähnliche Alpenrosen-Bestände ohne begleitende Bergföhren wurden im Rahmen der Kartierung ebenfalls diesem Typ zugeordnet.

Typische Artengarnitur:

Rhododendron ferrugineum, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Sorbus chamaemespilus, Homogyne alpina; Pleurozium schreberi und *Hylocomium splendens* (Abb. 1.7)

Erica carnea-Felstyp (Typ 2)

Nicht zu steile, südexponierte, warme Hanglagen und Kretenkanten auf Felsunterlage mit dünner Humusschicht werden gerne von einem meist treppig ausgebildeten Erika-Teppich besiedelt. Daneben dominiert zum Teil die Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*), und auch der Zwergwacholder (*Juniperus communis* ssp. *nana*) ist regelmässig vertreten. Der Standort ist durch Wärme und Trockenheit geprägt, die Artenzahl ist sehr gering und die übrige Oberfläche oft von trockener Nadelstreu bedeckt. Die Moose sind nur durch die charakteristischen gelbgrünen Polster des Gekräuselten Spiralzahnmooses (*Tortella tortuosa*) vertreten. Übergänge zum trockensten Heidetyp 3C sind relativ häufig.



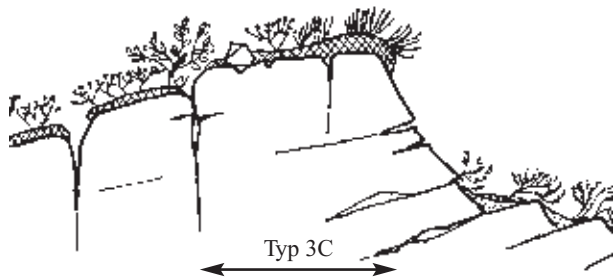
Typische Artengarnitur:

Erica carnea, Vaccinium vitis-idaea, Polygala chamaebuxus, Calluna vulgaris, vereinzelt *Potentilla erecta* und *Hieracium murorum* agg.; *Tortella tortuosa* (Abb. 1.8)

Zwergstrauchheide (Typ 3)

Ein beträchtlicher Teil der waldfreien Gebiete der Bödmeren ist von einer oft bunten und recht artenreichen Zwergstrauch-Heide bedeckt. Zusammen mit den locker eingestreuten Birken und Fichten-Rotten prägen sie insbesondere auf den Plateaus das einzigartige Landschaftsbild des Reservates. Standörtlich unterscheiden sich diese Bestände durch erhöhten

Wärmegenuss im Sommer, jedoch stärkere Frosteinwirkung im Winter und durch ausgeprägtere Trockenheit (inkl. Frostrocknis) auf den eher flachgründigen Böden deutlich von den frisch-kühlen Zwergstrauch-Beständen im Bereich des geschlossenen Waldes. Auch floristisch ist der ökologische Unterschied am Vorherrschen von trockenheitstoleranten und lichtliebenden Pflanzen und dem Fehlen von Frischezeigern gut ablesbar. Aufgrund von reliefbedingten Standortunterschieden lassen sich drei gut erkennbare Typen unterscheiden, die aber zum Teil auch durch Übergänge miteinander verbunden sind.



Calluna-Zwergstrauchtyp (Typ 3C)

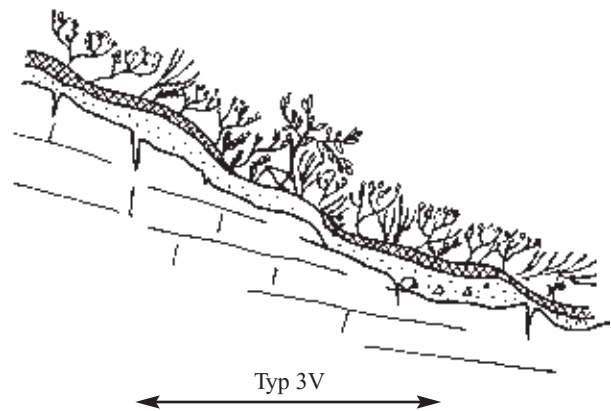
Die markanteren Kuppen im Plateau-Bereich werden kleinflächig von der Besenheide (*Calluna vulgaris*) dominiert. Auch die übrigen Ericaceen sind gut vertreten, einzig die etwas frischeliebenderen Heidelbeeren (*Vaccinium myrtillus*) und Waldbodenmoose treten leicht zurück. Aufgrund der exponierten Lage sind die mikroklimatischen Schwankungen bei diesem Typ am ausgeprägtesten. Übergänge zum noch trockeneren *Erica*-Felstyp oder zur etwas frischeren preiselbeerreichen Variante des nachfolgenden Typs 3V sind dabei regelmässig anzutreffen.

Typische Artengarnitur:

Calluna vulgaris, *Erica carnea*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Polygala chamaebuxus*, *Sorbus chamaemespilus*, *Homogyne alpina*, *Potentilla erecta*, *Calamagrostis villosa*, *Lycopodium annotinum* (Abb. 1.15)

Vaccinium myrtillus-Zwergstrauchtyp (Typ 3V)

Vor allem an mässig südexponierten und auf eher etwas tiefgründigeren Böden findet sich die artenarme und etwas eintönige, von der flächendeckenden Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) geprägte Ausbildung. Die Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) ist je nach Trockenheit in unterschiedlichem Masse beigefügt. Halme des Wolligen Reitgrases (*Calamagrostis villosa*) oder des Geruchgrases (*Anthoxanthum odoratum*) sind nur schwach eingestreut, bei stärkerem Vorkommen leiten sie zum Gras-Heidelbeertyp (Typ 6) über. Gegenüber dem frisch-kühlen Heidelbeer-Sauerklee-Typ (Typ 7) fehlen hier die entsprechenden Zeigerarten wie Sauerklee (*Oxalis acetosella*), Breiter Wurmfarne (*Dryopteris dilatata*) oder Haarmützen-Moos (*Polytrichum formosum*).



Typische Artengarnitur:

Vaccinium myrtillus, *Vaccinium vitis-idaea* (fast fehlend bis dominant), *Homogyne alpina*, *Potentilla erecta*, *Lycopodium annotinum*, *Solidago virgaurea*, vereinzelt *Calamagrostis villosa* und *Anthoxanthum*

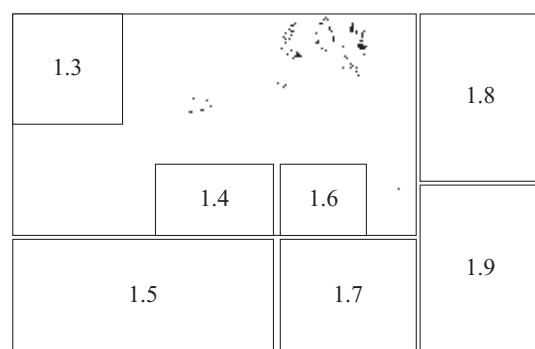


Abb. 1.3 Bei der Arbeit in den Dauerbeobachtungsflächen (Typ 3G, Vegetationsaufnahme 1).

Abb. 1.4 Die charakteristische „bunte Mischung“ des Typs 3G, hier mit Grossblättriger Weide (*Salix appendiculata*) und Zwergmispel (*Sorbus chamaemespilus*) in der unteren Strauchschicht (Vegetationsaufnahme 11).

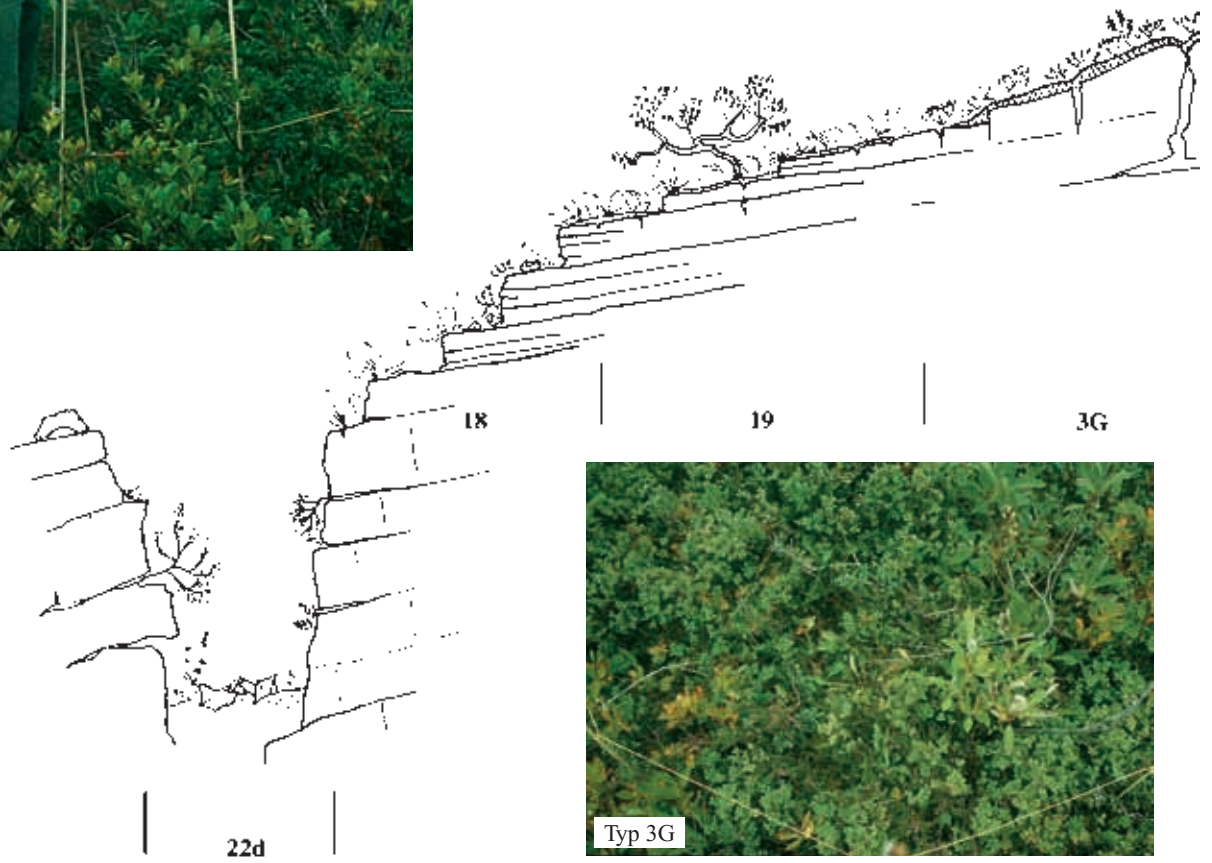
Abb. 1.5 Blick über eine Doline auf einen treppigen, nordexponierten Blaugras-Rasen (*Sesleria caerulea*) des Typs 18 (Vegetationsaufnahme 10).

Abb. 1.6 Neben dichten Rasenflecken treten im Typ 19 auch offene, wechselfeuchte Stellen auf (Vegetationsaufnahme 74).

Abb. 1.7 Charakteristische Ausbildung des Typs 1 mit dominanter Rostblättriger Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*) unter Bergföhre (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*) (Vegetationsaufnahme 42).

Abb. 1.8 Fühlbar trocken präsentiert sich der südexponierte Kleinstandort des Typs 2 mit dominantem Erika (*Erica carnea*) (Vegetationsaufnahme 43).

Abb. 1.9 Kahle, helle und sonnige Kalkfelsen sind die auffallenden Merkmale des Typs 12. Die Höheren Pflanzen sind auf Spalten und Höhlungen beschränkt (Vegetationsaufnahme 44).





Typ 19



Typ 1



Typ 2



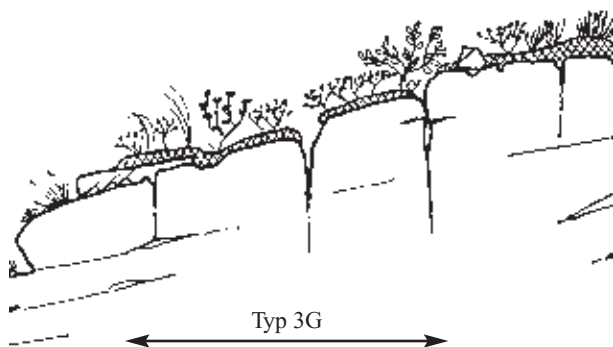
Typ 12

odoratum; z. T. gut deckend bis fehlend *Hylocomium splendens* und *Pleurozium schreberi*, aber ohne *Polytrichum formosum* (Abb. 1.11)

***Vaccinium gaultherioides*-Zwergstrauchtyp**

(Typ 3G)

Auf flacheren Kuppen und Hängen mit mässiger Humusauflage stockt der bunte und artenreichste Zwergstrauchtyp mit Kleinblättriger Rauschbeere (*Vaccinium gaultherioides*) und Bewimperter Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*). Der hohe Anteil der ersteren könnte eventuell auf eine erhöhte Kälteeinwirkung im Winter wegen nur knapper Schneebedeckung oder aber auf Kaltluftansammlungen auf den Plateaus auch während der Vegetationsperiode zurückzuführen sein. Übergänge zu den beiden andern Zwergstrauchheide-Typen 3C und 3V sind relativ häufig.



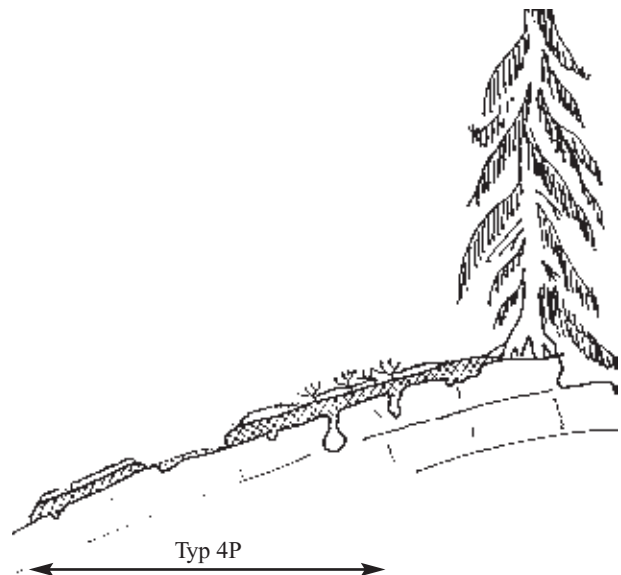
Typische Artengarnitur:

Vaccinium gaultherioides*, *Vaccinium myrtillus*, *Erica carnea*, *Rhododendron hirsutum*, *Polygala chamaebuxus*, *Calluna vulgaris* (z.T.), *Vaccinium vitis-idaea* (z.T.), *Sorbus chamaemespilus*, *Homogyne alpina*, *Potentilla erecta*, *Melampyrum sylvaticum*, *Solidago virgaurea*, *Calamagrostis villosa*, *Lycopodium annotinum*; dazu *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* und *Rhytidiadelphus triquetrus (Abb. 1.3 und 1.4)

1.5.2.2 Offene Humusflächen

Im vielfältigen Mosaik von vegetationsbedeckten Flächen auf mehr oder weniger entwickelter Boden- oder Felsunterlage fallen auch immer wieder fast oder ganz vegetationsfreie, aber stark humose Flächen auf. Oft sind solche Flächen so gross, dass sie mit unseren grossmassstäblichen Vegetationskarten festgehalten werden können. Ausserdem sind sie interessante Objekte für langfristige Sukzessionsstudien. Aufgrund unterschiedlicher Ausbildung können drei Typen unterschieden werden:

Rohhumus-Typ (Typ 4h): Schwarzbraunes, rein organisches Substrat von der Beschaffenheit eines Humusstoff-Horizontes. Es handelt sich dabei im Allgemeinen um die Überreste von stark vermoderten Baumstrünken oder Ronen.



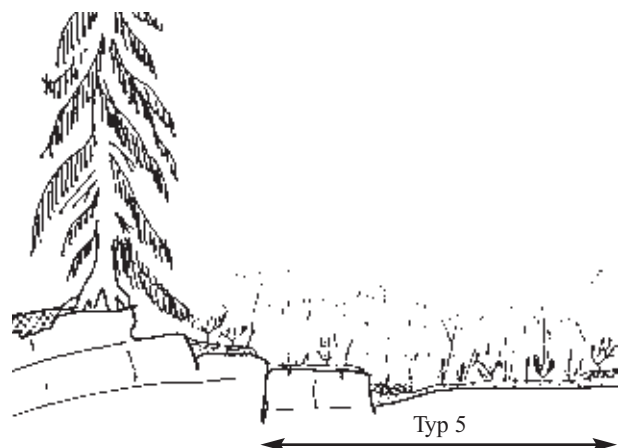
Xeroder-Typ (Typ 4s): Dicht mit trockener Streu von Fichten- oder Bergföhrennadeln bedeckte Flächen, insbesondere unter dem Kronenschirm der Bäume.

Rohhumus-Pioniermoos-Typ (Typ 4P): Vor allem im Plateau-Bereich nördlich Fureneggen finden sich auf schwach nordwärts ausgerichteten Hängen auffallende, grössere Humusflächen, die aufgrund ihrer Lage und von zum Teil noch sichtbaren alten Baumwurzeln als ein degradiertes Stadium einer ehemaligen, dichten Vegetationsdecke (vermutlich Zwergsträucher) verstanden werden müssen. Momentan sind sie meist mit einer noch sehr lückigen, pionierartigen Moosvegetation und einzelnen höheren Pflanzen bestockt. (Abb. 1.12)

1.5.2.3 Bodensaure Rasenvegetation

***Molinia*-Rasentyp (Typ 5)**

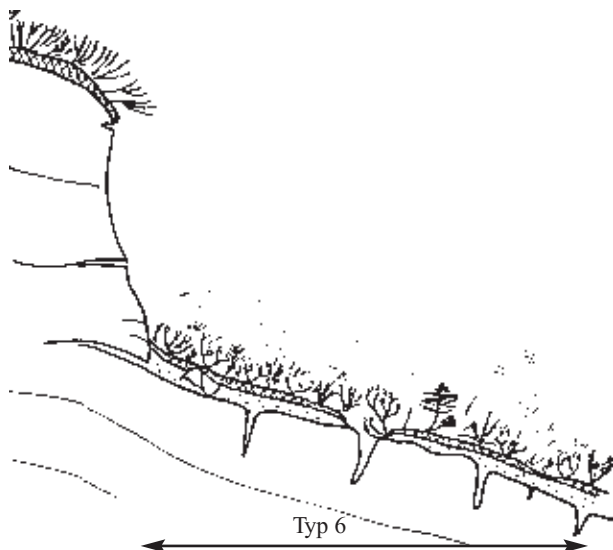
Zwischen den Zwergstrauchbeständen liegen oft mosaikartig eingestreute, meist fast horizontal ausgebreitete und sehr homogen wirkende Pfeifengras-Rasen (*Molinia caerulea*). Erst bei genauerer Betrachtung dieser Bestände erkennt man im Grasteppich



auch einige Vertreter der Zwergstrauch-Heide, insbesondere kleine Sträuchlein der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*).

Typische Artengarnitur:

Molinia caerulea, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium gaultherioides*, *Polygala chamaebuxus*, *Homogyne alpina*, *Potentilla erecta*, *Solidago virgaurea*, *Anthoxanthum odoratum*, *Lycopodium annotinum*, *Luzula sylvatica*; *Pleurozium schreberi* und *Hylocomium splendens* (Abb. 1.10)



Gras-*Vaccinium myrtillus*-Typ (Typ 6)

Auf flacheren, leicht verkarsteten Stellen findet sich eine etwas artenreichere Mischformation von säuretoleranten Gräsern, Krautpflanzen, Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und sporadisch beigemischten Kalkzeigern. Es handelt sich um einen floristisch eher heterogenen, dafür physiognomisch recht einheitlichen Typ. Der Boden ist eher frisch, mässig humos und feinerereich. Die Vegetation macht einen etwas „zerzausten“ Eindruck, wie wir ihn andernorts etwa von beweideten, offenen Waldflächen über Kalkgestein gewohnt sind. Die Fichte scheint sich hier verjüngen zu können.

Typische Artengarnitur:

Vaccinium myrtillus, *Anthoxanthum odoratum*, *Calamagrostis villosa*, *Luzula sylvatica*, *Homogyne alpina*, *Potentilla erecta*, *Solidago virgaurea*, *Melampyrum sylvaticum*, *Lycopodium annotinum*, etwas beigemischt *Polygala chamaebuxus* und *Sesleria caerulea*; als Moose *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Polytrichum formosum* (Abb. 1.13)

Ausbildung mit *Calamagrostis villosa* (Typ 6C): Bestände mit reichlich Wolligem Reitgras (Deckungsgrad über 25%) vermitteln auf etwas tiefergründigeren und humoseren Böden in leicht konkaven Lagen zur Zwergstrauchheide (insbesondere zu Typ 3V).

1.5.2.4 Fichtenwaldvegetation

Bei den eigentlichen Fichtenwaldstandorten können vor allem in Abhängigkeit von Bodenfeuchtigkeit und Humusform vier Haupttypen und diverse Untertypen unterschieden werden:

Vaccinium myrtillus-*Oxalis*-Fichtenwaldtyp (Typ 7)

Es handelt sich hier um die oft üppige Zwergstrauchvegetation der kühl-frischen Standorte im klassischen subalpinen Fichtenwald, wo dieser Typ vor allem die Lücken zwischen den Fichten-Rotten bedeckt. Im Vergleich zur „bunten“ Zwergstrauchheide der offenen Plateauflächen herrschen hier dunkelgrüne, eher düstere Töne vor. Die wärmeliebenderen und trockenheitsertragenden Arten sind verschwunden, stattdessen finden sich neben der klar dominierenden Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) Frischezeiger wie Sauerklée (*Oxalis acetosella*), Breiter Wurmfarf (*Dryopteris dilatata*) oder Haarmützenmoos (*Polytrichum formosum*).

Typische Artengarnitur:

Vaccinium myrtillus, *Homogyne alpina*, *Solidago virgaurea*, *Calamagrostis villosa*, *Lycopodium annotinum*,

1.10		1.13
1.11		
1.12	1.14	1.15

Abb. 1.10 Ein feiner, dichter und homogener Pfeifengras-Rasen (*Molinia caerulea*) charakterisiert den Typ 5 (Vegetationsaufnahme 18).

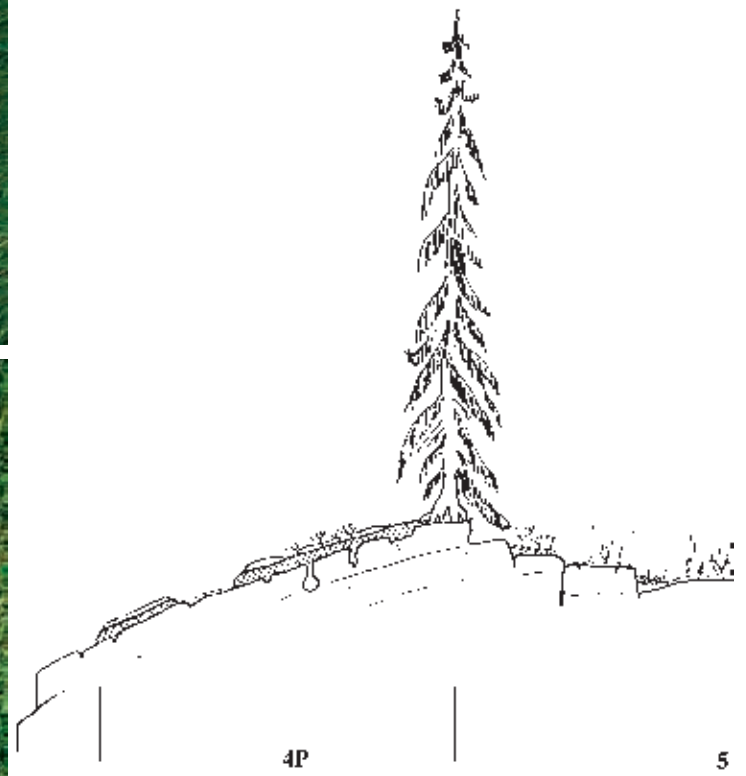
Abb. 1.11 Spätherbstlicher Aspekt des etwas eintönigen Zwergstrauch-Typs 3V mit dominanter Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*).

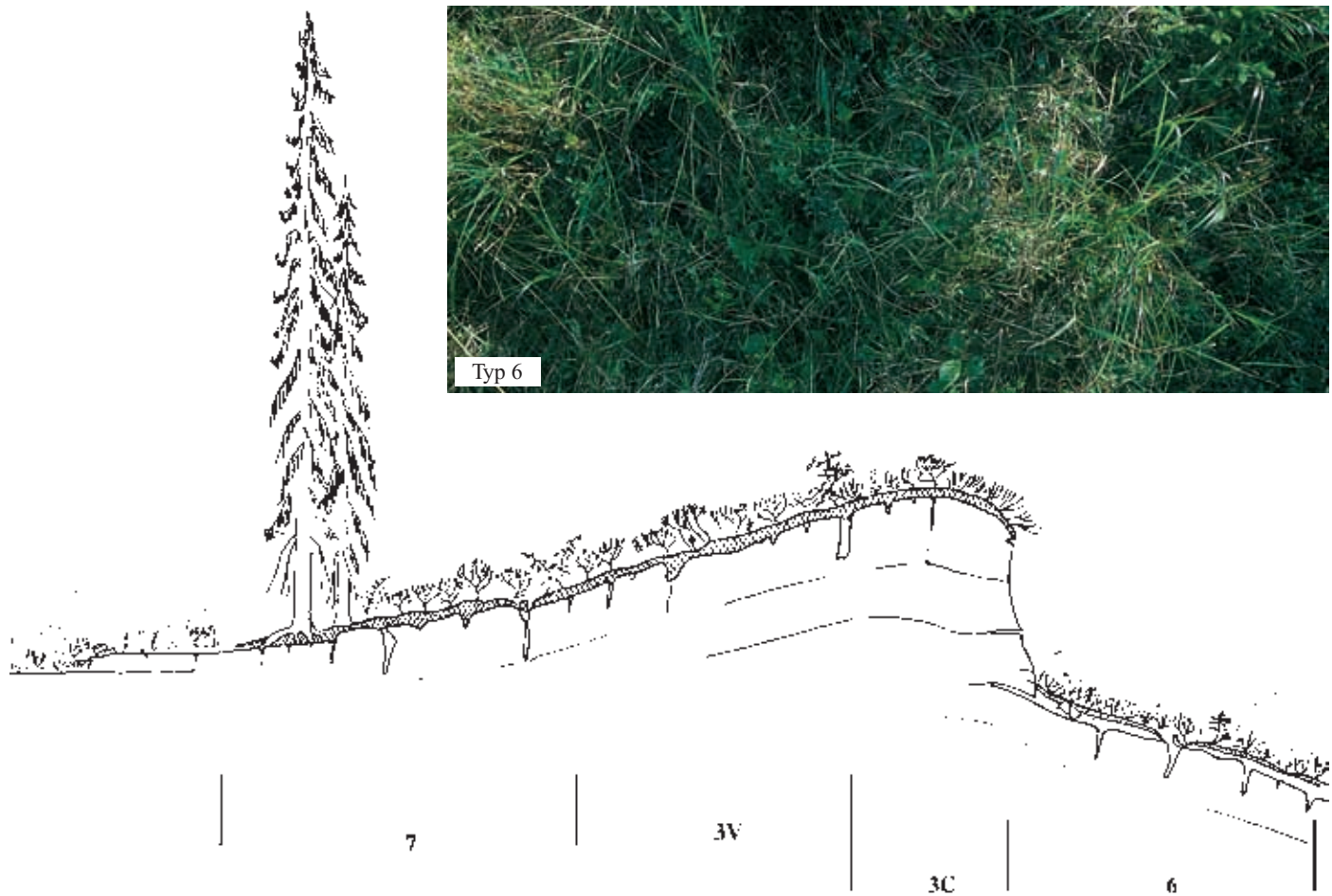
Abb. 1.12 Ein Beispiel für die auffallend kahlen und feinhumosen Flächen des Typs 4P (Vegetationsaufnahme 38).

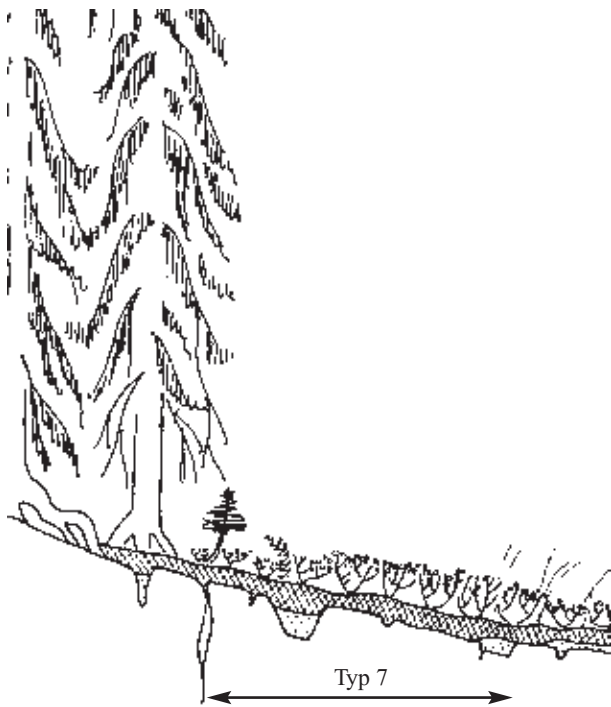
Abb. 1.13 Eine bunte Mischung von meist säuretoleranten Gräsern, Krautpflanzen und wenigen Zwergsträuchern charakterisiert den Typ 6 (Vegetationsaufnahme 71).

Abb. 1.14 Die klassische Bodenvegetation des Subalpinen Fichtenwaldes mit frischer, üppiger Heidelbeer- und Moosschicht findet sich im Typ 7 (Vegetationsaufnahme 23).

Abb. 1.15 Senkrechter Blick auf eine trockene kleine Kuppe mit Besenheide (*Calluna vulgaris*) und Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) des Typs 3C (Vegetationsaufnahme 37).





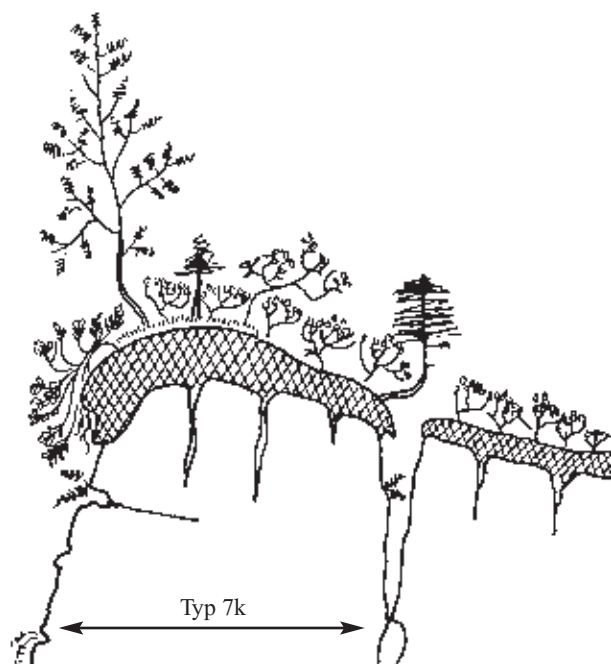


Dryopteris dilatata, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium* (z.T.); *Pleurozium schreberi* und *Polytrichum formosum* (Abb. 1.14)

Aufgrund von zusätzlichen, meist codominanten Moosarten lassen sich im Feld gut erkennbare Untertypen bzw. Ausbildungen unterscheiden:

Typische Ausbildung (7): Durch *Hylocomium splendens* und *Sphagnum spec.* ausgezeichnet.

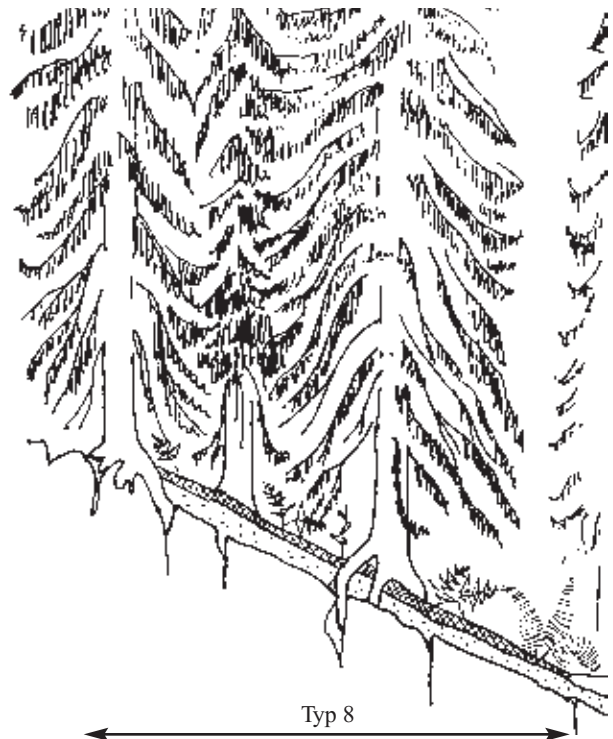
Ausbildung mit *Hylocomium umbratum* (7U): Mit starker Vertretung von *Hylocomium umbratum*, dazu z.T. auch beigemischt (seltener dominierend) *Ptilium crista-castrensis*, während *Hylocomium splendens* und *Sphagnum* fehlen.



Ausbildung mit *Plagiothecium undulatum* (7P): An vermutlich etwas trockneren Stellen am Hang tritt *Vaccinium myrtillus* etwas zurück, umso auffälliger sind dafür die zahlreichen bleichgrünen „Würmchen“ von *Plagiothecium undulatum* in der Mooschicht.

Ausbildung über Felskante (7k): Eine kleinflächige, reliefbedingte Ausbildung über kleinen Felsbändern fällt neben üppig wallenden, oft überhängenden Moospolstern auch durch ihre Verjüngungsgunst mit dichten Gruppen von jungen Fichten, Vogelbeere und Schwarzem Geissblatt auf. Vermutlich ist an diesen exponierten Stellen die Belastung sowohl durch Schneeeauflage als auch durch Wilddruck weniger gross. Die Artengarnitur unterscheidet sich sonst kaum von der Ausbildung mit *Hylocomium umbratum*. Einzig bei Kontakt mit dem darunterliegenden Fels treten etwa felszeigende Moose wie die auffällige *Bartramia* zusätzlich auf.

Bei der Streifenkartierung wurde zusätzlich eine besondere, rein-moosige Ausbildung ohne Heidelbeere (**Typ 7m**) ausgeschieden.



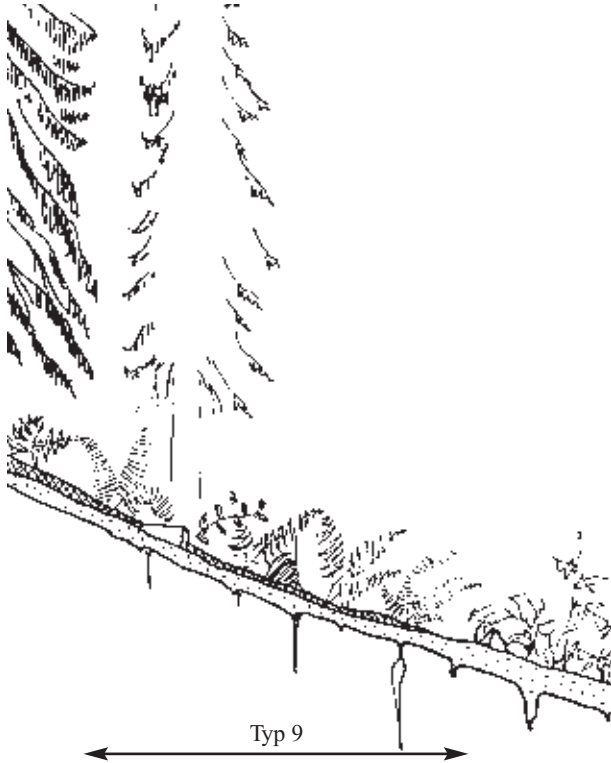
***Dryopteris dilatata*-Fichtenwaldtyp (Typ 8)**

In eher nordexponierten und frischen Hang- und Gratlagen fallen insbesondere unter dem Kronendach von mächtigen Fichten oft dichte und hohe Farnbestände mit dem Breiten Wurmfarne (*Dryopteris dilatata* s.l.) auf. Als weiterer kleiner Farn tritt im Gebiet praktisch nur in diesem Typ der Eichenfarn (*Gymnocarpium dryopteris*) auf. Im Übrigen ist der Typ artenarm, neben der meist nur schwach vertretenen Heidelbeere sind es vor allem Sauerklee (*Oxalis acetosella*) und Schattenblümchen (*Majanthemum bifolium*) in einer gut deckenden, niedrigen Mooschicht.

Bei der Streifenkartierung wurde eine besondere, **kahle Ausbildung ohne Moose (Typ 8k)** aus-
geschieden.

Typische Artengarnitur:

Dryopteris dilatata s.l., *Gymnocarpium dryopteris*,
Athyrium filix-femina, *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne*
alpina, *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*,
Luzula sylvatica, *Prenanthes purpurea* (schwach);
sowie *Polytrichum formosum* und *Hylocomium umbra-*
tum (Abb. 1.20)



***Athyrium distentifolium*-Farnflurtyp (Typ 9)**

Ein weiterer Typ, der von einer üppigen und hohen Farnflur geprägt wird und zur Hochstaudenvegetation überleitet, findet sich an feuchten Unterhängen und in mässig durchlässigen Mulden auf saurem, humus- und nadelstreureichem Substrat. Hier dominiert der Alpen-Waldfarn (*Athyrium distentifolium*), der oft vom Knotenfuss (*Streptopus amplexifolius*) begleitet wird; daneben finden sich wie im obigen Typ etwas Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), Breiter Wurmfarne (*Dryopteris dilatata*) und Sauerklée (*Oxalis acetosella*); die Moosschicht ist hier allerdings stärker deckend. Durch die nicht allzu seltenen sommerlichen Schneefälle wird diese Vegetation oft stark geschädigt, indem sich die grossen Wedel nachher im Allgemeinen nicht mehr aufrichten können. Der Standort ist nicht baumfähig.

Typische Artengarnitur:

Athyrium distentifolium, *Dryopteris dilatata*, *Streptopus amplexifolius*, *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina*, *Oxalis acetosella*, *Listera cordata*, *Sorbus aucuparia* (Krautschicht); sowie *Polytrichum formo-*

sum, *Hylocomium umbratum* und z. T. *Sphagnum spec.* (Abb. 1.23)

***Prenanthes purpurea*-Fichtenwaldtyp (Typ 10)**

Neben dem *Dryopteris dilatata*-Typ gibt es eine weitere, eher artenarme Formation, welche hauptsächlich unter grossen Fichtenkronen wächst. Sie besetzt aber die deutlich trockeneren, südexponierten oder flachen Kuppenzonen unter den Fichten und wird von hohen Krautpflanzen geprägt: Charakteristisch sind die physiognomisch ähnlichen Arten Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*) und Hasenlattichartiges Habichtskraut (*Hieracium prenanthoides*). Dazu gesellen sich neben der Goldrute (*Solidago virgaurea*) und dem Wald-Habichtskraut (*Hieracium murorum*) vor allem die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und das Schattenblümchen (*Majanthemum bifolium*), Kalkzeiger fehlen. Das Substrat besteht aus einer sehr trockenen Streu- bzw. Xeromoderauflage, Moose fehlen weitgehend. Bei ausgeprägter Südlage mit verstärkter Austrocknungstendenz wird der *Prenanthes*-Typ mit dem Ausfallen der höheren Pflanzen durch den Xeromoder-Typ (4s) ersetzt.



Typische Artengarnitur:

Prenanthes purpurea, *Hieracium prenanthoides*,
Solidago virgaurea, *Vaccinium myrtillus*, *Majanthemum bifolium* und etwas *Calamagrostis villosa* (Abb. 1.22)

1.5.2.5 Schlagvegetation

***Rubus idaeus*-Schlagflurtyp (Typ 11)**

Erst durch die Streifenkartierung sind wir an der Böschung der Pragelstrasse auf eine schlagflur-ähnli-

che, nitrophile Vegetation mit Himbeere und Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) gestossen. Eine sehr ähnliche Schlagflurvegetation findet sich auch auf den natürlichen Windwurfflächen oder bei umgestürzten Einzelbäumen.

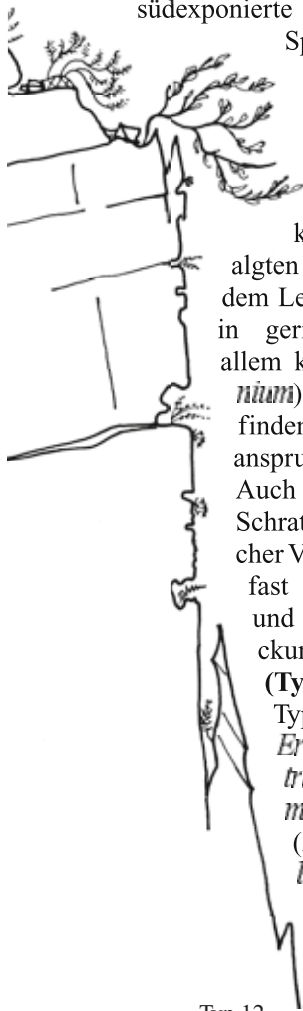
Typische Artengarnitur:

Rubus idaeus, *Epilobium angustifolium*, *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis villosa*, *Dryopteris dilatata*

1.5.2.6 Felsfluren, trockene Karst- und Schuttvegetation

***Erinus alpinus*-Felstyp (Typ 12)**

Vor allem im Gebiet Fureneggen und gegen das Tälti bildet der Schrattenkalk zum Teil grössere, kompakte, südexponierte Felsbänder mit nur wenig



Spalten und Löchern. Hauptsächlich letztere werden von einer sehr lückigen, aber charakteristischen Felsvegetation besiedelt. Auf den kahl erscheinenden, kaum bemoosten oder veralgten Felsflächen treten neben dem Leberbalsam (*Erinus alpinus*) in geringer Individuenzahl vor allem kleine Streifenfarne (*Asplenium*) auf, in grösseren Spalten finden sich vereinzelt auch etwas anspruchsvollere Kalkzeiger.

Auch auf fast horizontalen Schrattenkalkplatten mit schwacher Verkarstung kann der Typ mit fast identischer Artengarnitur und ebenso schwachem Deckungsgrad angetroffen werden (Typ 12e).

Typische Artengarnitur:

Erinus alpinus, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium rutamararia*, *Asplenium viride* (z.T.), *Galium anisophyllum*, sehr vereinzelt auch *Hieracium murorum* agg.; sowie etwas *Tortella tortuosa* (Abb. 1.9)

Typ 12

Trockener Karrenfeldtyp (Typ 13)

Auf höchstens mässig geneigten, stärker zerfurchten und trocken-warmen Karrenfels-Flächen findet sich eine im Vergleich zum *Erinus*-Typ 12 ähnliche, aber weniger extreme und etwas vielfältigere und stärker deckende Artengarnitur. Neben trockenheitstoleranteren Kalkzeigern wie dem Grünstieligen Streifenfarn (*Asplenium viride*), dem Ungleichblättrigen Labkraut

(*Galium anisophyllum*) oder dem Blaugras (*Sesleria caerulea*) finden sich in den grösseren Karrenspalten auch anspruchsvollere Arten wie der Lanzenfarn (*Polystichum lonchitis*) oder das Gelbe Bergveilchen (*Viola biflora*). Besonders charakteristisch, aber nicht stetig anzutreffen ist Villars Wurmfarne (*Dryopteris villarsii*).



Typ 13

Typische Artengarnitur:

Asplenium viride, *Dryopteris villarsii* (z.T.), *Galium anisophyllum*, *Alchemilla conjuncta* s.l., *Polystichum lonchitis*, *Viola biflora*, *Soldanella alpina*, dazu wenig *Erica carnea*, *Sesleria caerulea* und *Globularia nudicaule*; sowie *Tortella tortuosa*, *Ctenidium molluscum* und *Hylocomium splendens* (Abb. 3 Umschlagseite)

***Carduus defloratus*-Kalkschutttyp (Typ 14)**

Auf den meist nur kleinflächig ausgebildeten, südexponierten Kalkschuttflächen am Fuss von Felsgräten oder in grösseren Dolinen findet sich ein Typ, welcher floristisch beinahe mit dem vorherigen übereinstimmt, aber keinen Karrenfeld-Charakter zeigt. Zusätzlich tritt vor allem die Bergdistel (*Carduus defloratus*) stärker auf, während etwa das Blaugras (*Sesleria caerulea*) oder das Grosse Alpenglöckchen (*Soldanella alpina*) fehlen.



Typ 14

Typische Artengarnitur:

Carduus defloratus, *Asplenium viride*, *Dryopteris villarsii* (z.T.), *Galium anisophyllum*, *Polystichum lonchitis*, *Viola biflora*, *Valeriana tripteris*, dazu wenig *Erica carnea*, *Rubus saxatilis*, *Carex ornithopoda* und *Knautia dipsacifolia*; sowie *Tortella tortuosa* und *Ctenidium molluscum* (Abb. 4 Umschlagseite)

Schattig-feuchter *Orthothecium rufescens*-Felstyp (Typ 15)

Nordexponierte, schattig-dunkle Felspartien von Felsgräten im Waldbereich und von grösseren Dolinen sind durch eine recht eigenständige Artengarnitur charakterisiert. Zu den typischen Arten gehören Blasenfarne (*Cystopteris*), der Grünstielige Streifenfarn (*Asplenium viride*), der Strahlensame (*Silene pusilla*), die Niedliche Glockenblume (*Campanula cochleariifolia*) und das sehr auffällige, rötlich-schwarze Moos *Orthothecium rufescens*. Dazu gesellen sich die weiter verbreiteten Arten von schattig frischen Kalkstandorten wie das Gelbe Bergveilchen (*Viola biflora*) oder das Alpenmasslieb (*Aster bellidiastrum*). Vor allem die häufig vorhandenen kleinen Terrassen im Felsband sind stark bewachsen und kontrastieren mit auffälligen, grünen Flecken die sonst durch dunklen Algenbewuchs düster erscheinenden Wände. Mit diesem Erscheinungsbild unterscheidet sich dieser Typ auch physiognomisch sehr stark von den weissleuchtenden Felspartien des *Erinus*-Typs (12).

Typische Artengarnitur:

Cystopteris montana, *Cystopteris fragilis*, *Asplenium viride*, *Campanula cochleariifolia*, *Silene pusilla*,

Carex brachystachys (selten), dazu *Viola biflora*, *Aster bellidiastrum*, *Carex ornithopoda*, *Valeriana tripteris*; bei den Moosen *Orthothecium rufescens*, *Rhizomnium punctatum*, *Plagiochila asplenioides*, *Conocephalum conicum*, *Tortella tortuosa* und *Ctenidium molluscum* (Abb. 1.16)

1.5.2.7 Kalk-Rasenvegetation

Calamagrostis varia-Rasentyp (Typ 16)

Auf konsolidierten, feinerdereichen und südexponierten Hangpartien findet sich ein eher trockener, aber recht gutwüchsiger, grasiger Rasen von Kalkzeigern. Das Bunte Reitgras (*Calamagrostis varia*) dominiert meistens, dazu gesellen sich Erika (*Erica carnea*) und Zwergbuchs (*Polygala chamaebuxus*), Kalkrasen-Arten wie die Nacktstengelige Kugelblume (*Globularia nudicaule*), das Brillenschötchen (*Biscutella*

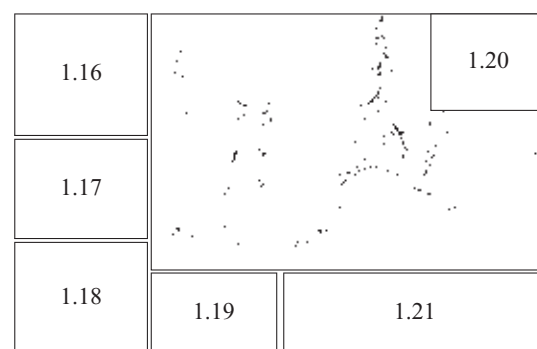


Abb. 1.16 Dieser nordexponierte, eher düster anmutende Felsstandort mit viel Blasenfarn (*Cystopteris*) ist ein eindruckliches Beispiel für den Typ 15 (Vegetationsaufnahme 3).

Abb. 1.17 Auf verkarstetem Untergrund mit fortgeschrittener Bodenbildung findet sich der krautreiche Typ 21 [Vegetationsaufnahme 59, Ausb. mit Gelbem Eisenhut (*Aconitum vulparia*)].

Abb. 1.18 An der dichten, aber nur mässig hohen Vegetationsdecke mit dominantem Gebirgs-Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*) und Mullboden-Pflanzen wie der Berggoldnessel (*Lamium galeobdolon* ssp. *montanum*) erkennt man den Typ 23 (Vegetationsaufnahme 6).

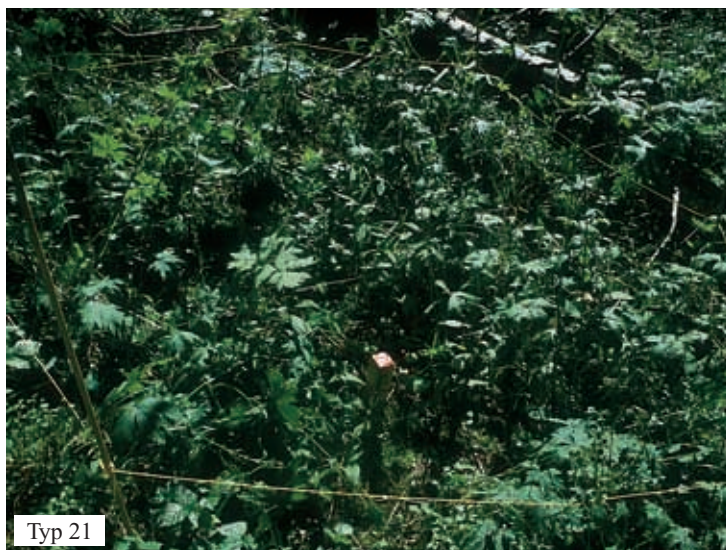
Abb. 1.19 Üppige und artenreiche, wiesenartige Bestände prägen den Typ 20 auf Betlis-Kalk (Vegetationsaufnahme 27).

Abb. 1.20 Ausladende Wedel des Breiten Wurmfarne (*Dryopteris dilatata* s.l.) prägen den Typ 8 als trockenerer Teil des geschlossenen Fichtenwaldes (Vegetationsaufnahme 31).

Abb. 1.21 Eine prägnante Karrenstruktur mit starkem Moosbewuchs (v.a. *Ctenidium molluscum*) an schattig-frischen Standorten charakterisiert den Typ 22 (Vegetationsaufnahme 52) vgl. auch Abb. 1.24.



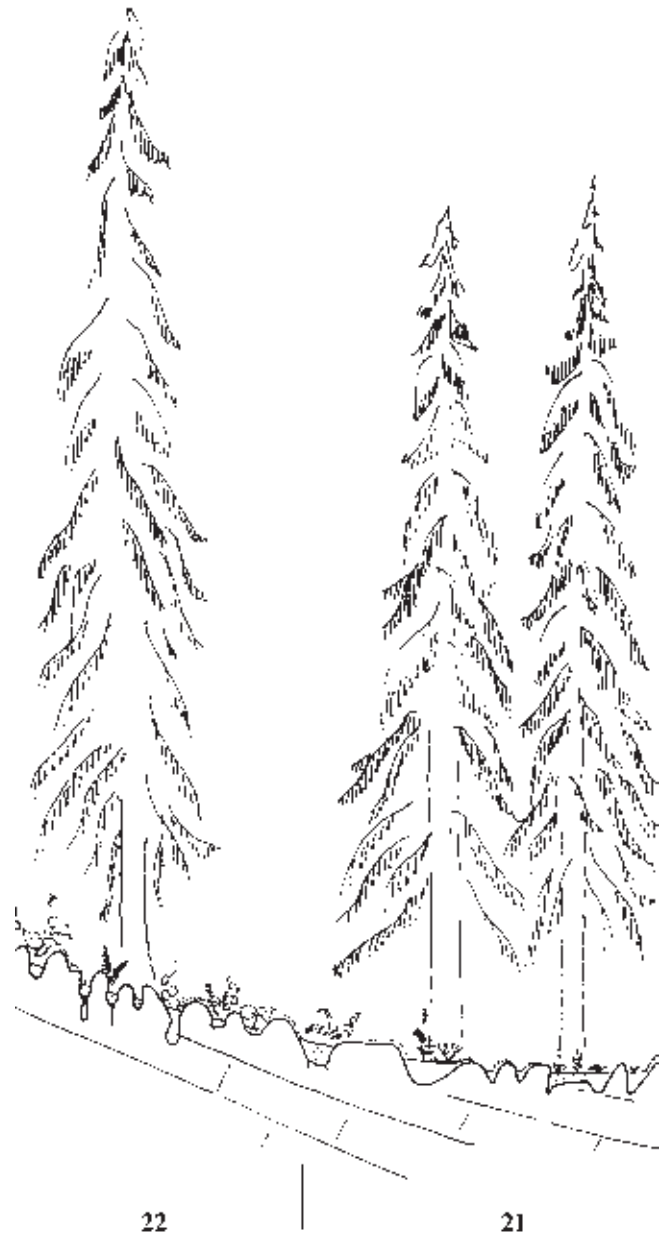
Typ 15



Typ 21



Typ 23



Typ 20



laevigata), die Langstielige Distel (*Carduus defloratus*), z.T. auch die Narzissenblütige Anemone (*Anemone narcissiflora*) oder die Silberdistel (*Carlina acaulis*). Von den Gehölzen trifft man hier regelmässig die Grossblättrige Weide (*Salix appendiculata*) auch als kleinen Strauch an. Der beweidete Kalkrasen im Täli wurde als **16w** auskartiert.



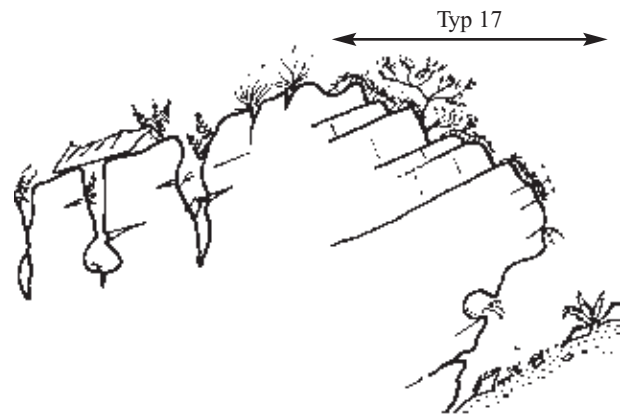
Typische Artengarnitur:

Calamagrostis varia, *Erica carnea*, *Polygala chamaebuxus*, *Potentilla erecta*, *Globularia nudicaule*, *Biscutella laevigata*, *Carduus defloratus*, *Phyteuma orbiculare*, *Galium pumilum*, *Rubus saxatilis* und *Salix appendiculata* (Kraut- und Strauchschicht), dazu z.T. auch *Anemone narcissiflora*, *Carlina acaulis*, *Scabiosa lucida* und *Sesleria caerulea*; in der eher dürftigen Moosschicht etwas *Tortella tortuosa*

Dryas-Felskuppentyp (Typ 17)

Die flachen, oft etwas treppigen Felsköpfe v.a. im südlichen Plateau-Bereich mit zeitweise hoher Einstrahlung werden im Allgemeinen von den pionierartigen Spaliersträuchern der Silberwurz (*Dryas octopetala*) besetzt. Weitere hier immer vorhandene Zwerggehölze sind v.a. Erika (*Erica carnea*), Zwergbuchs (*Polygala chamaebuxus*) und Zwergwacholder (*Juniperus com-*

munis ssp. nana); die meisten übrigen Begleiter stammen aus den Blaugras-Rasen. Die Vegetation ist lückig, unter den Pflanzen bildet sich eine dunkle, bultartig anwachsende Humusschicht, dazwischen bleibt der helle Kalkfels sichtbar.

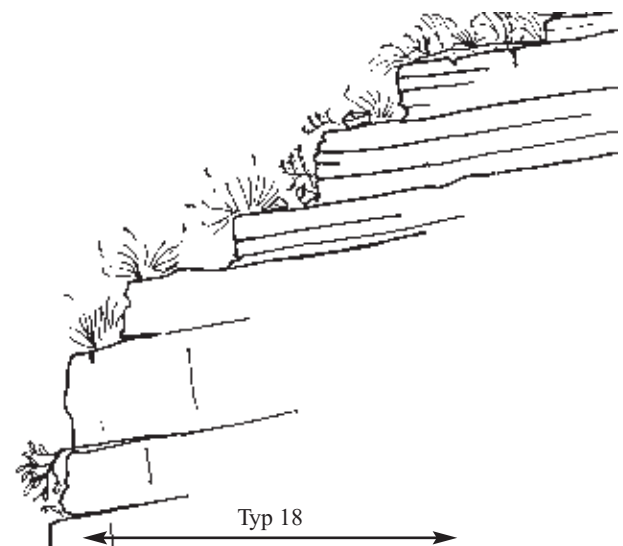


Typische Artengarnitur:

Dryas octopetala, *Erica carnea*, *Polygala chamaebuxus*, *Juniperus communis ssp. nana*, *Vaccinium myrtillus* (schwach), *Sesleria caerulea*, *Scabiosa lucida*, *Globularia nudicaule*, *Carduus defloratus*, *Phyteuma orbiculare*, *Galium pumilum*, *Valeriana tripteris*, *Knautia dipsacifolia*; in der Moosschicht etwas *Tortella tortuosa* (Abb. 5 Umschlagseite)

Sesleria-Rasentyp (Typ 18)

Steile, aber treppige Felshänge sind im Plateau-Bereich mit einem typischen Blaugras-Rasen bestockt. Der Typ scheint absonnige Expositionen zu bevorzugen. Der Boden ist flachgründig und auf die Treppenabsätze beschränkt. Verglichen mit dem nachfolgend beschriebenen *Carex ferruginea*-*Sesleria*-Rasentyp ist er wohl etwas pionierartiger und basenreicher, neben trockenen Stellen finden sich bei Felsspalten auch feuchtere Nischen mit entsprechenden Zeigerarten. Neben dem dominierenden Blaugras (*Sesleria caeru-*



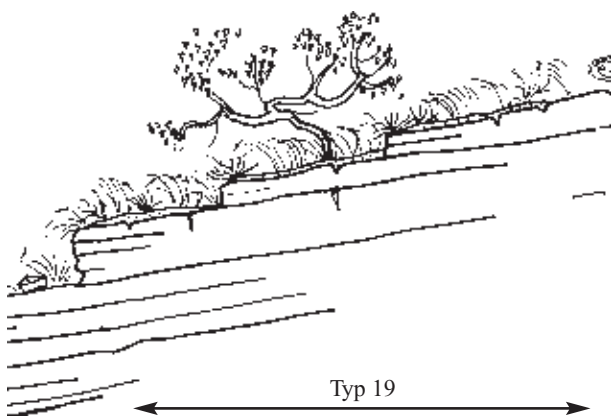
lea) finden sich fast ausschliesslich weitere Kalkzeiger wie etwa die Glänzende Skabiose (*Scabiosa lucida*), die Nacktstengelige Kugelblume (*Globularia nudicaulis*) oder auch Wechselfeuchtigkeitszeiger wie das Grosse Alpenglöckchen (*Soldanella alpina*) oder das Alpenfettblatt (*Pinguicula alpina*).

Typische Artengarnitur:

Sesleria caerulea, wenig *Erica carnea* und *Rhododendron hirsutum*, weiter *Scabiosa lucida*, *Thesium alpinum*, *Globularia nudicaulis*, *Pulsatilla alpina*, aber auch die feuchtigkeitsbedürftigeren Arten *Aster bellidiasstrum*, *Tofieldia calyculata*, *Pinguicula alpina*, *Selaginella selaginoides* und *Bartsia alpina*; bei den Moosen mässig deckend *Tortella tortuosa* und *Hylocomium splendens* (Abb. 1.5)

Carex ferruginea-Sesleria-Rasentyp (Typ 19)

Der Nordhang der Fureneggen wird von einer hangparallelen Schicht des Schraffenkalkes gebildet und präsentiert sich als auffällige schiefe Ebene. Diese Hangoberfläche, welche von zahlreichen hauptsächlich in der Fallinie verlaufenden Karrenspalten durchfurcht ist, wird vor allem vom Rostseggen-Blaugras-Rasen bedeckt. Der humose Boden zwischen den Karrenrippen ist meist nur mässig gründig ausgebildet. Vielerorts treten aber kleine Wasserrinnale an die Oberfläche, welche nachhaltig zu einer eher frischen bis wechsell Trockenen Bodenfeuchtigkeit beitragen. Die Artengarnitur ist sehr ähnlich derjenigen des *Sesleria*-Rasentyps (Typ 18), zusätzlich treten meist Rostsegge (*Carex ferruginea*) und Trollblume (*Trollius europaeus*) auf, Hinweise auf eine gewisse Versauerung sind etwa Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), Alpenlattich (*Homogyne alpina*) oder Wald-Hain-simse (*Luzula sylvatica*). Ab und zu finden sich einzelne Birken oder sehr schlechtwüchsige Fichten in diesem Typ.



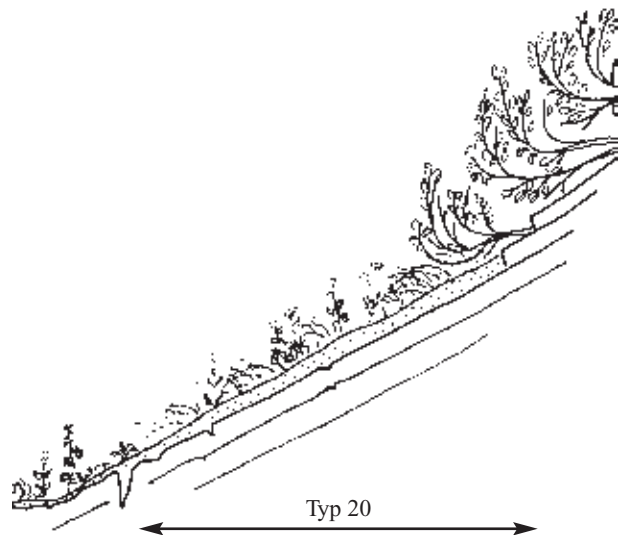
Typische Artengarnitur:

Carex ferruginea, *Sesleria caerulea*, *Erica carnea*, *Polygala chamaebuxus*, *Globularia nudicaulis*, *Alchemilla conjuncta*, *Trollius europaeus*, *Aster bellidiasstrum*, *Viola biflora*, *Ranunculus montanus*, *Soldanella alpina*, *Tofieldia calyculata*, *Pinguicula alpina*, *Sela-*

ginella selaginoides und *Bartsia alpina*, als Säurezeiger *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina*, *Potentilla erecta*, *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula sylvatica*; bei den Moosen mässig deckend *Tortella tortuosa*, *Ctenidium molluscum*, *Dicranum scoparium* und *Pleurozium schreberi* (Abb. 1.6)

Carex ferruginea-Crepis paludosa-Rasentyp (Typ 20)

Die zu tonigen und recht tiefgründigen Böden verwitternden Betlis-Kalke zeichnen sich durch einen auffälligen und grösserflächig auftretenden Rasentyp aus, in welchem die Trockenheitszeiger durch anspruchsvollere, frische- bis feuchtigkeitsliebende Arten ersetzt sind. Dazu gehören neben Rostsegge (*Carex ferruginea*) und Trollblume (*Trollius europaeus*) einige typspezifische Arten wie das Gestutzte Läusekraut (*Pedicularis recutita*) oder der Knöllchen-Knöterich (*Polygonum viviparum*), dazu die Feuchtigkeitszeiger Sumpf-Pippau (*Crepis paludosa*) und Gebirgs-Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*), sowie das weitverbreitete Gelbe Bergveilchen (*Viola biflora*) oder die Waldwitwenblume (*Knautia dipsacifolia*).



Typische Artengarnitur:

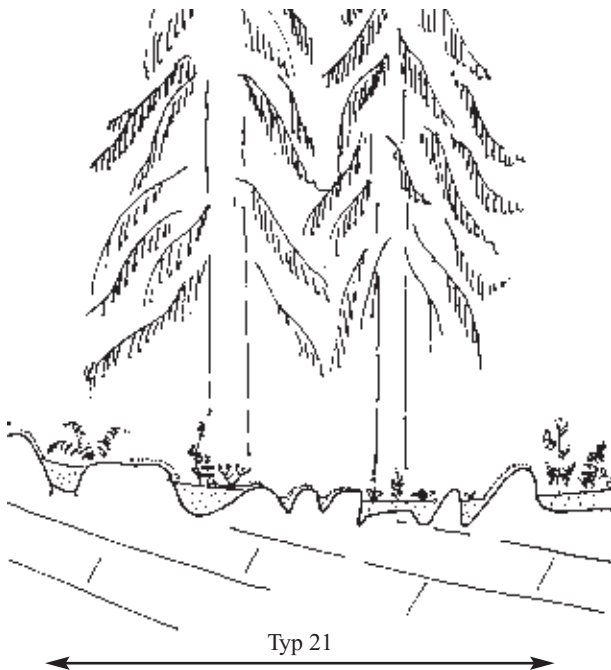
Carex ferruginea, *Trollius europaeus*, *Knautia dipsacifolia*, *Luzula sylvatica*, *Homogyne alpina*, *Soldanella alpina*, *Pedicularis recutita*, *Polygonum viviparum*, *Alchemilla spec.*, *Viola biflora*, *Ranunculus montanus*, *Geranium sylvaticum*, *Hypericum maculatum*, *Agrostis stolonifera*, *Crepis paludosa*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Rhytidadelphus squarrosus* (Abb. 1.19)

1.5.2.8 Feucht-schattige Karstvegetation

Ctenidium-Hypericum maculatum-Karrentyp (Typ 21)

In den bewaldeten oder sonst beschatteten Bereichen sind die Karrenfelsen vor allem des Seewer- und

Schrattenkalkes meist von dichten Polstern des Kamm-Mooses (*Ctenidium molluscum*) grün überzogen. Die eher schattig-kühlen und frischen Standortbedingungen werden zusätzlich auch vom Gelben Bergveilchen (*Viola biflora*), dem Berg-Hahnenfuss (*Ranunculus montanus*) und Alpenmassliebchen (*Aster bellidiastrum*) bestätigt, welche hier praktisch nie fehlen. Aufgrund des Kleinreliefs der Karren und der Bodenbildung können aber deutlich zwei Typen unterschieden werden: Die tiefschründigen Karrenflächen mit wenig Bodenbildung können dem *Ctenidium-Polystichum*-Karrentyp zugeordnet werden (Typ 22), während die flacheren Karren-Standorte mit etwas fortgeschrittener Bodenbildung dem hier beschriebenen *Ctenidium-Hypericum maculatum*-Karrentyp entsprechen. Zusätzlich treten hier das Gefleckte Johanniskraut (*Hypericum maculatum*), der Kriechende Günsel (*Ajuga reptans*) oder der Dreiblatt-Baldrian (*Valeriana tripteris*) auf. Die fortgeschrittenere Bodenbildung zeigt sich insbesondere auch durch das deutliche Auftreten von Säurezeigern wie der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), des Alpenlattichs (*Homogyne alpina*) oder der Steinbeere (*Rubus saxatilis*). Gehäuftes Auftreten des Gelben Eisenhutes (*Aconitum vulparia*) könnte eventuell als spezielle Ausbildung unterschieden werden.



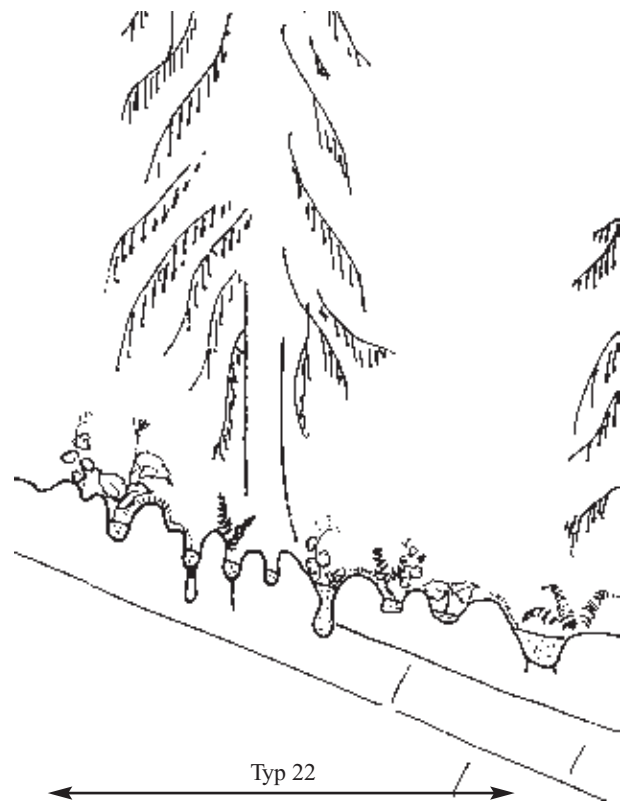
Typische Artengarnitur:

Ranunculus montanus, *Viola biflora*, *Aster bellidiastrum*, *Veronica urticifolia*, *Knautia dipsacifolia*, *Soldanella alpina*, als Differentialarten dienen *Hypericum maculatum*, *Ajuga reptans*, *Fragaria vesca*, *Valeriana tripteris*, *Aconitum vulparia* und die Säurezeiger *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina*, *Rubus saxatilis* und oft auch *Luzula sylvatica*; bei den Moosen *Ctenidium molluscum*, *Dicranum*

scoparium und differenzierend *Pleurozium schreberi* und *Hylocomium splendens* (Abb. 1.17)

***Ctenidium-Polystichum*-Karrentyp (Typ 22)**

Dieser Typ unterscheidet sich durch die extremeren Karrenformen vom vorherigen und findet sich von flachen bis in recht steilen Lagen. Die Karrenrippen werden vom Kamm-Moos (*Ctenidium molluscum*) bedeckt und vom Berghahnenfuss (*Ranunculus montanus*) oder dem Nesselblättrigen Ehrenpreis (*Veronica urticifolia*) besiedelt, während in den tieferen Löchern, d. h. an den Wänden und auf dem tonigen Boden, die differenzierenden Arten wie der Schildfarn (*Polystichum lonchitis*), der Gewöhnliche Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*), der Rundblättrige Steinbrech (*Saxifraga rotundifolia*) oder der Graue Alpendost (*Adenostyles alliariae*) wachsen. Relativ verkarstete Dolinenböden mit Tonanreicherungen haben wir mit ähnlicher Artengarnitur als **Ausbildung in Dolinen (22d)** ausgeschieden.



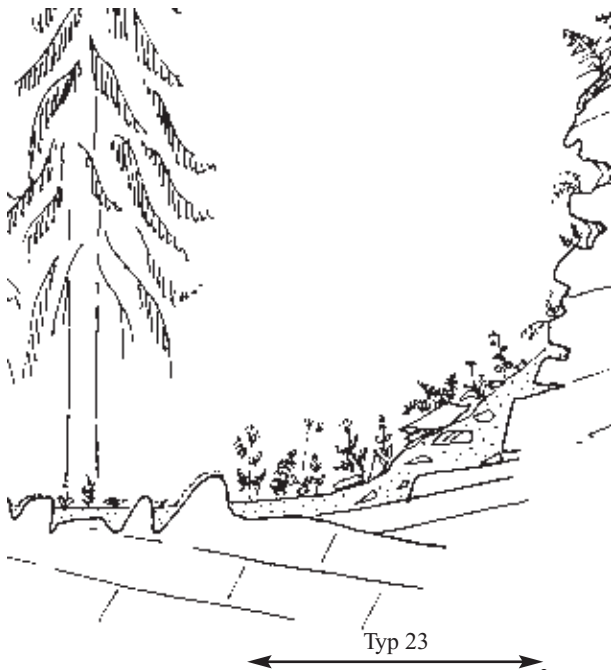
Typische Artengarnitur:

Ranunculus montanus, *Viola biflora*, *Aster bellidiastrum*, *Veronica urticifolia*, *Knautia dipsacifolia*, *Soldanella alpina*, als Differentialarten dienen *Polystichum lonchitis*, *Saxifraga rotundifolia*, *Adenostyles alliariae* (stetig, aber mit wenigen, kleinen Pflanzen), *Athyrium filix-femina* und *Phyteuma spicatum*; bei den Moosen ***Ctenidium molluscum*** und *Dicranum scoparium* und differenzierend *Pleurozium schreberi* und *Hylocomium splendens* (Abb. 1.21 und 1.24)

1.5.2.9 Hochstaudenvegetation

***Lamium montanum*-*Chaerophyllum hirsutum*-Staudentyp (Typ 23)**

Nahe verwandt mit dem Typ 21 findet sich in einem ähnlichen standörtlichen Umfeld der krautiger und üppiger wachsende Typ mit Berggoldnessel (*Lamium galeobdolon* ssp. *montanum*) und Gebirgs-Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*). Besonders gut ist dieser Typ auf dem tiefergründig und tonreicher verwitternden Seewer-Kalk ausgebildet. Die Karrenstruktur prägt hier den Standort weniger als bei den beiden vorherigen Typen, oft ist der Boden auch mit Schutt angereichert. Im Vergleich zum echten Hochstauden-Typ mit *Cicerbita* und *Adenostyles* ist der Boden aber noch etwas karstiger und flachgründiger und deshalb etwas weniger frisch und nährstoffreich. Übergänge zu diesem Typ sind aber regelmässig anzutreffen.



Typische Artengarnitur:

Chaerophyllum hirsutum, *Lamium galeobdolon* ssp. *montanum*, *Silene dioica*, *Centaurea montana*, *Athyrium filix-femina*, *Oxalis acetosella*, *Viola biflora*, *Saxifraga rotundifolia*, *Adenostyles alliariae* (Abb. 1.18)

***Cicerbita*-*Adenostyles alliariae*-Hochstaudentyp (Typ 24)**

Die biologisch aktivsten und sehr nährstoffreichen, tonigen Böden in frischen, schattigen Mulden werden von einer klassischen Hochstaudenvegetation besiedelt. In der dichten, oft über einen Meter hohen Krautschicht dominieren der Graue Alpendost (*Adenostyles alliariae*) und der Alpen-Milchlattich (*Cicerbita alpina*). Weitere charakteristische Arten dieses Typs sind etwa der Gebirgs-Kälberkropf (*Chaerophyllum*

hirsutum), die Wald-Sternmiere (*Stellaria nemorum*), der Sumpfpippau (*Crepis paludosa*), der Rundblättrige Steinbrech (*Saxifraga rotundifolia*) oder die Tozzie (*Tobzia alpina*). Die Moosschicht ist nur mässig ausgebildet. Auch diese Bestände leiden ähnlich wie die üppigen Farnfluren stark unter sommerlichem Schneefall, wenn auch die Regenerationskraft bei den Krautpflanzen etwas höher sein dürfte. Der Standort ist durch die hohe Konkurrenzkraft der Hochstauden und die Verdämmungswirkung bei Schneedruck absolut baumfeindlich.



Abb. 1.22 Ein krautiger Aspekt mit viel Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*) charakterisiert den Typ 10, der im Allgemeinen trockene Stellen unter Fichtenkronen besetzt (Vegetationsaufnahme 25).

Abb. 1.23 Dichte Bestände des Alpen-Waldfarns (*Athyrium distentifolium*), vom Knotenfuss (*Streptopus amplexifolius*) treu begleitet, prägen den waldfeindlichen Standort des Typs 9 (Vegetationsaufnahme 24).

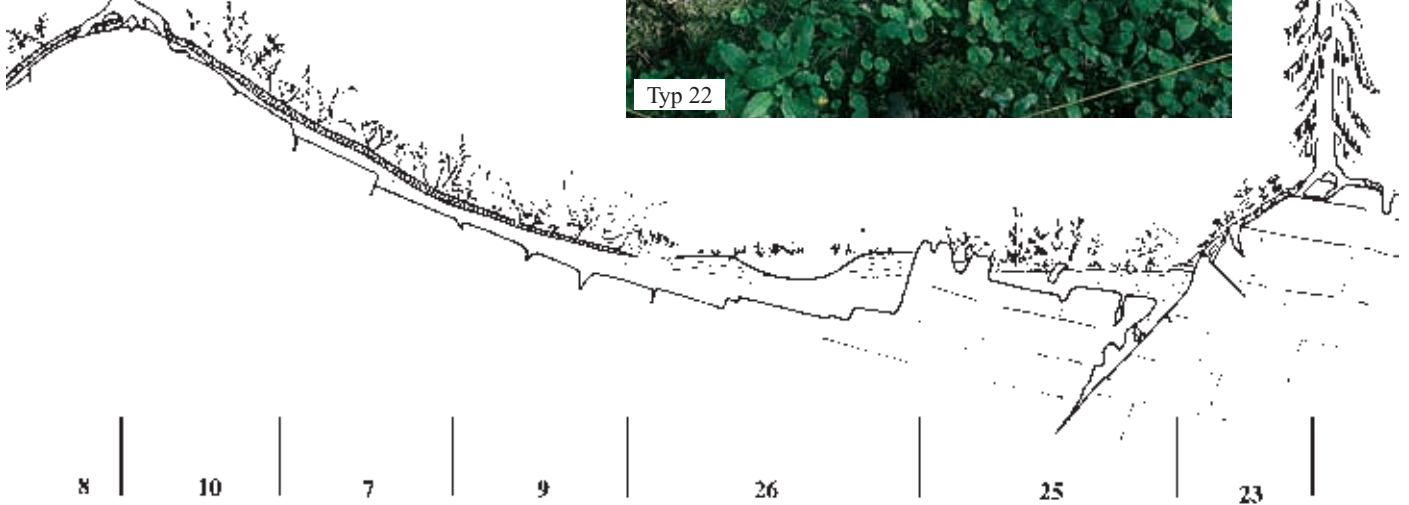
Abb. 1.24 Typ 22: Von nahem fallen vor allem die Blätter des Berghahnenfusses (*Ranunculus montanus*) und des Gelben Bergveilchens (*Viola biflora*) auf (Vegetationsaufnahme 40) vgl. auch Abb. 1.21.

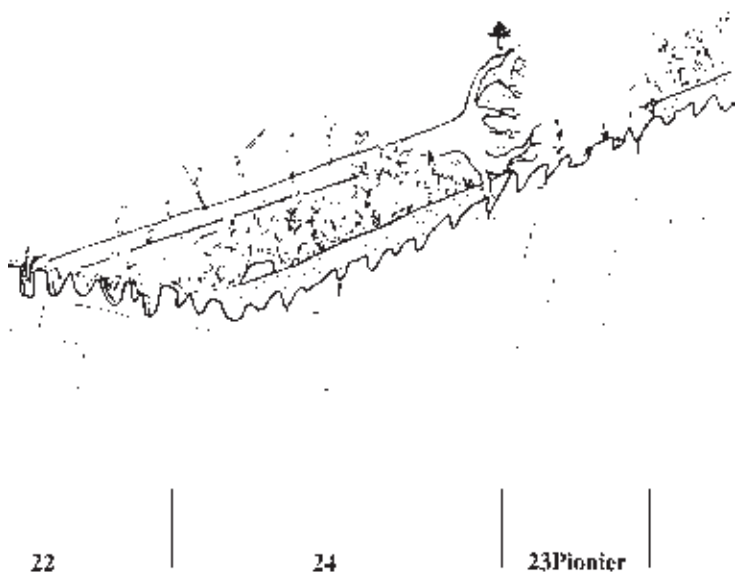
Abb. 1.25 Der Typ 24 mit der üppigen und nährstoffreichen, subalpinen Hochstaudenflur mit dem Alpen-Milchlattich (*Cicerbita alpina*) und dem Grauen Alpendost (*Adenostyles alliariae*) ist ein klassisches Glied des Böldmeren-Gebietes (Vegetationsaufnahme 19).

Abb. 1.26 Die nassen, nährstoffreichen Mulden des Typs 25 werden von der Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*) in einer eher lockeren Vegetationsdecke charakterisiert (Vegetationsaufnahme 5).

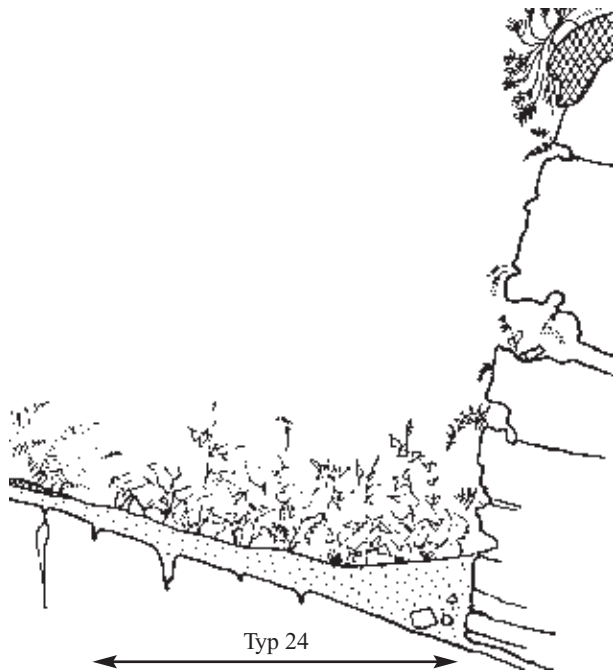
Abb. 1.27 Auf den ersten Blick sehr verschieden präsentiert sich der Typ 25 in der Ausbildung mit dem Weissen Germer (*Veratrum album* s.l.). In der unteren, bodennahen Schicht sind aber wieder die typischen Arten der normalen Ausbildung zu finden (Vegetationsaufnahme 34).

Abb. 1.28 Unverwechselbar präsentiert sich der Moortyp 26 mit seinem spärlichen Bewuchs von Sauergräsern (Vegetationsaufnahme 35).





Auch unsere einzige Aufnahmefläche in einem **Grün-erlengebüsch** wies die typische Artengarnitur dieses Typs auf (Aufnahme Nr. 36).



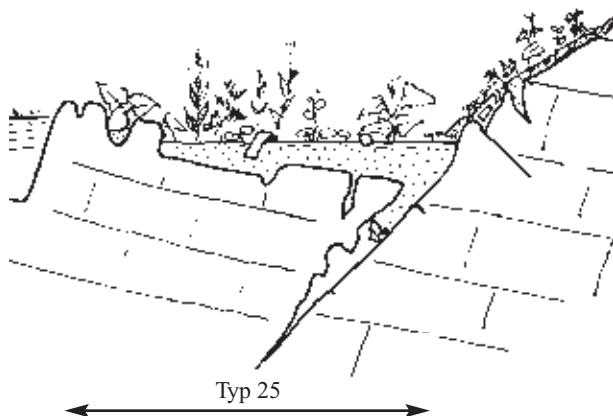
Typische Artengarnitur:

Adenostyles alliariae, *Cicerbita alpina*, *Rumex alpestris*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Athyrium distentifolium*, *Streptopus amplexifolius*, *Crepis paludosa*, *Stellaria nemorum*, *Saxifraga rotundifolia*, *Tozzia alpina* (z.T.), *Oxalis acetosella*, *Viola biflora* (Abb. 1.25)

1.5.2.10 Sumpf- und Moorvegetation

Caltha-Sumpftyp (Typ 25)

Stärker vernässte Bereiche von Muldenlagen und verstopften Dolinen werden in leicht geneigter, wasserzögiger Lage von einer krautigen, nährstoffliebenden Vegetation besiedelt. Auffällig und typisch ist hier insbesondere die Sumpf-Dotterblume (*Caltha palustris*) mit ihren dunkelgrünen, nierenförmigen Blättern. Regelmässig erscheinen auch der Gebirgs-Kälber-



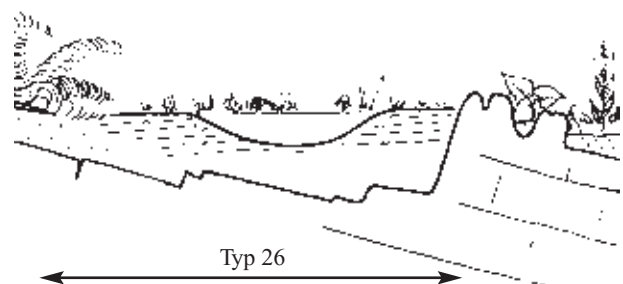
kropf (*Chaerophyllum hirsutum*) und der Sumpf-Pippau (*Crepis paludosa*), ebenso der Graue Alpendost (*Adenostyles alliariae*) und die Wald-Sternmiere (*Stellaria nemorum*), wenn auch weniger deckend als im Hochstaudentyp. In einer besonderen Ausbildung, die aber nicht weiter unterschieden wird, dominieren der Weisse Germer (*Veratrum album* s.l.) und der Eisenhutblättrige Hahnenfuss (*Ranunculus aconitifolius*). Für Baumwachstum ist der Boden eindeutig zu nass.

Typische Artengarnitur:

Caltha palustris, *Chaerophyllum hirsutum*, *Adenostyles alliariae*, *Crepis paludosa*, *Stellaria nemorum*, *Ranunculus lanuginosus*, *Viola biflora*, *Callitriche palustris*, z.T. *Veratrum album* s.l., *Ranunculus aconitifolius* (Abb. 1.26 und 1.27)

Carex canescens-Moortyp (Typ 26)

Einige wenige vernässte Mulden mit stehendem Wasser und sauren, nährstoffarmen Bodenverhältnissen werden von einer typischen Moorgesellschaft mit kleinen Sauergräsern besiedelt und weisen praktisch keine gemeinsame Art mit allen andern Typen im Gebiet auf. Charakteristisch sind etwa die Fadenbinse (*Juncus filiformis*), die Graue Segge (*Carex canescens*) und die Braune Segge (*Carex nigra*) oder das Schmalblättrige Wollgras (*Eriophorum angustifolium*), manchmal wachsen an diesem Standort auch das Scheidige Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) oder sogar die Alpen-Schlammsegge (*Carex paupercula*). Als typisches Moor-Moos sei das Gewöhnliche Haarmützenmoos (*Polytrichum commune*) erwähnt.



Typische Artengarnitur:

Carex canescens, *Carex nigra*, *Juncus filiformis*, *Eriophorum angustifolium*, z.T. auch *Eriophorum vaginatum*, *Carex paupercula* oder *Trichophorum caespitosum*; in der Moosschicht *Polytrichum commune* (Abb. 1.28)

Rein anthropogen geprägte Flächen im Bereich von Strassentrassesees (Fahrbahn, Bankette und künstliche Böschungen) wurden als **Typ 27** ausgeschieden.

1.5.3 Streifenkartierung der Kleinstandortstypen

Die Resultate der Streifenkartierung liegen als farbige Karten im Massstab 1:1000 vor (Abb. 1.29, 1.30 und

1.31). Eine Flächenstatistik ist aus der Tabelle „Vergleich Stichprobenaufnahmen und Streifenkartierung“ (Tab. 1.3) ersichtlich. Aus dem farbigen **Kartenbild** geht eine auffällige übergeordnete Gruppierung der Kleinstandortstypen hervor. So bilden die Fichtenwald-, Hochstauden- und schattigen Karstfelsfluren einen durch grüne bis blaue Farben geprägten Standortskomplex aus, wo bodensaure, feucht-schattige und in den Mulden nährstoffreiche, waldgeprägte Kleinstandorte vorherrschen. Davon meist scharf und klar abgegrenzt, erstreckt sich der zweite Standortkomplex der offenen, oft heideartig ausgebildeten Plateauflächen und flachen Hangpartien ab. Auf der Karte weisen hier bräunliche, gelbliche bis rötliche Farben auf die trockeneren und im Sommer wärmeren Lagen innerhalb der Reservatsgrenzen hin. Als Matrix durchziehen die Karst- und Felsstandorte das ganze Gebiet. Durch ökologisch und physiognomisch klar unterschiedliche Ausbildungen können auch sie den beiden grossen Vegetationskomplexen zugeordnet werden. Für eine weitere Unterteilung dieser beiden Hauptkomplexe sei auf das nächste Kapitel verwiesen.

Gemäss der **Flächenstatistik** (Tab. 1.3) entspricht der relative Anteil der Kleinstandorte durchaus etwa dem unvoreingenommenen Eindruck eines Bödmeren-Besuches. Die trockenen und schattigfeuchten Karstfluren (Typen 13 und 22) treten am häufigsten auf (ca. 18%), eine weitere gewichtige Gruppe bilden die Hauptvertreter der offenen Vegetationskomplexe mit der *Vaccinium*-Zwergstrauchheide (Typen 3V, 3G, 3C, 2) und den Grasfluren (Typen 6, 5 und 6C), welche zusammen etwa 40% der Gesamtfläche des Streifens bedecken. Eine dritte wichtige Gruppe bilden die Kleinstandorte der Fichtenwälder inkl. Hochstaudentypen. Sie bedecken 30% der Streifenfläche, am häufigsten sind hierbei die Typen 7, 9, 24 und 8 vertreten. Vielleicht nehmen dabei, entgegen einem ersten Eindruck, die Hochstaudenfluren (Typen 9, 23 bis 25) insgesamt nur etwa 10% der Gesamtfläche ein. Die meisten übrigen Kleinstandortstypen weisen Flächenanteile unter 1% auf. Bei diesen Flächenanteilen ist zu beachten, dass die Transektlinie des Streifens subjektiv gelegt wurde und deshalb nicht repräsentativ für das gesamte Reservatsgebiet sein muss. Ein kurzer Vergleich zwischen den Ergebnissen der Streifenkartierung und denjenigen der repräsentativen Stichprobenaufnahmen folgt in Kap. 1.5.5.

1.5.4 Vegetationskomplexe

Mit Hilfe der Clusteranalyse (Kap. 1.4.3) wurden die 71 Stichproben der Stichprobenkartierung in 9 Gruppen aufgeteilt (Tab. 1.2), welche in der Folge als Vegetationskomplexe bezeichnet werden (Abb. 1.34: Karte „Vegetationskomplexe“). Wie das Dendrogramm (Abb. 1.33) zeigt, lassen sich diese 9 nicht sehr deutlichen Komplexe in 3 relativ eindeutige Gruppen zusammenfassen: Gruppe A umfasst die Vegetations-

komplexe 1, 2, 3, 4; Gruppe B umfasst die Vegetationskomplexe 5, 6 und Gruppe C umfasst die Vegetationskomplexe 7, 8, 9. Aus der Tab. 1.2 „Bildung der Vegetationskomplexe“ ist ersichtlich, welche Kleinstandortstypen in den einzelnen Komplexen mit welchen Deckungswerten vorhanden sind.

Gruppe A:

In dieser Gruppe sind die Vegetationskomplexe der Fichtenwälder zusammengefasst. Charakteristisch ist ein hoher Anteil der eigentlichen Fichtenwald- und Hochstaudentypen. In den meisten Flächen sind feuchte, bemooste Felsen enthalten. Trockene Felspartien und Kleinstandorte der eigentlichen Zwergstrauchheiden fehlen gänzlich.

Vegetationskomplex 1 umfasst die kühleren Teile des Fichtenwaldes: Üppige *Cicerbita-Adenostyles alliariae*-Hochstaudenfluren wechseln ab mit moosreichen, kniehohen *Vaccinium myrtillus*-Fichtenwaldvegetationen. Die Baumbestände sind stark rottig strukturiert und weisen immer wieder grössere baumfeindliche Kleinstandorte auf. Gegenüber Vegetationskomplex 3 mit weniger deutlich subalpinem Klimacharakter treten die Arten mit höheren Wärmeansprüchen (*Lamium montanum*-*Chaerophyllum hirsutum*-Typ und *Dryopteris dilatata*-Fichtenwaldtyp) etwas zurück.

In **Vegetationskomplex 2** sind Flächen, die einerseits Zusammenbrucherscheinungen, andererseits aber auch Spuren früherer Beweidung zeigen, zusammengefasst: *Rubus idaeus* und *Calamagrostis villosa* sind hochstet und mit hohen Deckungswerten vertreten. Ebeso sind sehr nasse Stellen mit *Caltha palustris* und *Carex canescens* typisch für diesen Komplex. Feuchte Felsbänder und eigentliche Hochstaudenfluren treten etwas zurück, dafür zeigt die Vegetation meist einen grasigen Aspekt.

Vegetationskomplex 3 umfasst jene Flächen, die für das Baumwachstum die besten Standortbedingungen bieten. Die wüchsigen Fichtenbestände zeigen wenig Lücken und Blössen. In erster Linie umfasst dieser Komplex die eher konvexen Lagen im alten Reservatsteil. Charakteristisch ist ein hoher Anteil des *Lamium montanum*-*Chaerophyllum hirsutum*-Staudentyps sowie ausgedehntere Flächen des moosarmen *Dryopteris dilatata*-Fichtenwaldtyps. Unter dem dichten Kronendach der Fichten sind immer wieder ausgedehntere vegetationsfreie Flächen anzutreffen, deren Bodenoberfläche lediglich einen Fichtennadelteppich zeigt (Xeromoder). *Rubus*- und grasreiche Schlagfluren nehmen höchstens geringe Flächenanteile ein.

Dem **Vegetationskomplex 4** wurde lediglich eine einzige Stichprobe zugeordnet: Es handelt sich um eine Fläche in Kuppenlage im Randbereich der Windwurf- fläche. Ausgelöst durch erhöhten Niederschlags- und Lichtgenuss hat sich hier ein üppiger, sehr stark deckender *Calamagrostis villosa*-Rasen eingestellt. Vor dem Windwurf hätte die Fläche wohl einer vegetationsarmen Ausbildung des Komplexes 3 zugeordnet werden müssen.

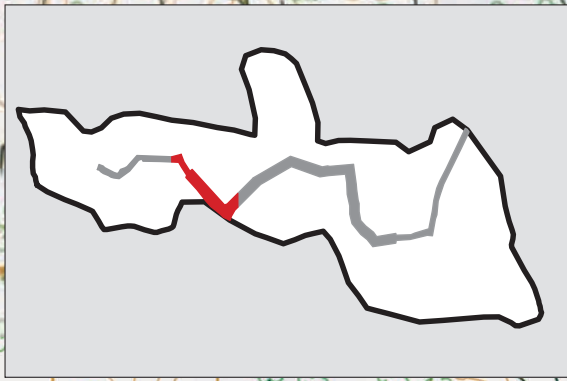
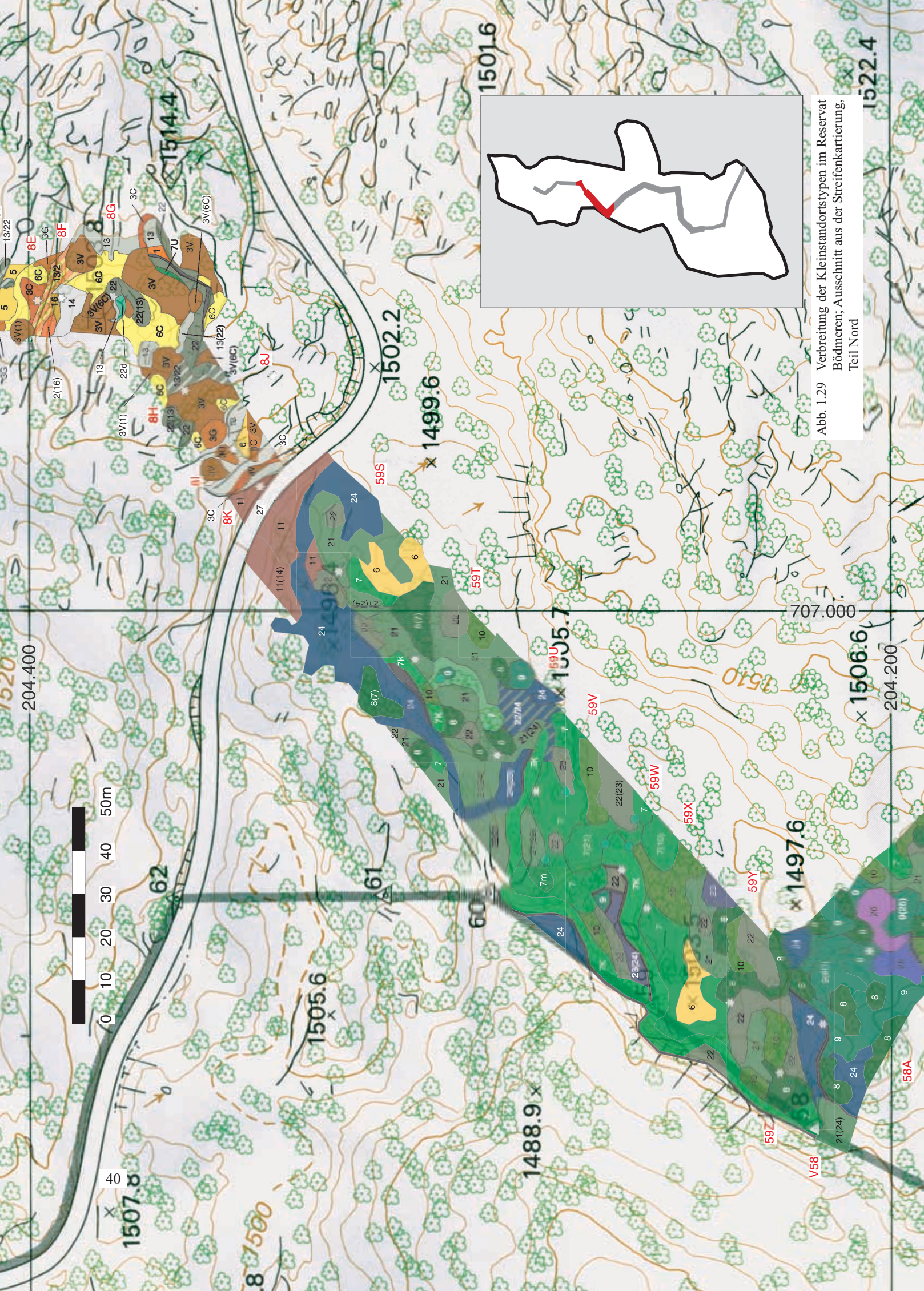


Abb. 1.29 Verbreitung der Kleinstandortstypen im Reservat Bödmeren; Ausschnitt aus der Streifenkartierung, Teil Nord

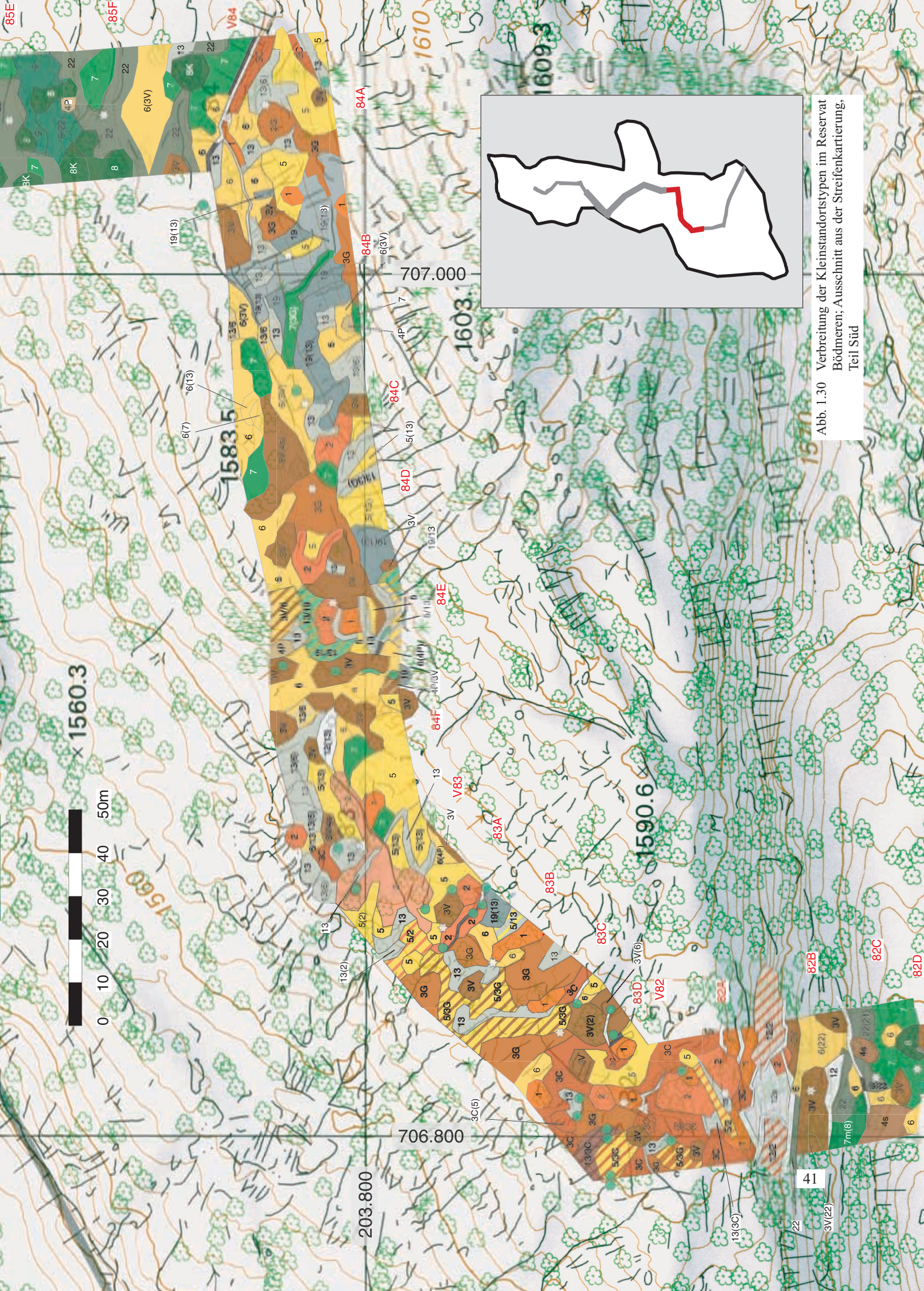


Abb. 1.30 Verbreitung der Kleinstandortstypen im Reservat Bödmeren; Ausschnitt aus der Streifenkartierung, Teil Süd

Zwergstrauchvegetation

1	Rhododendron ferrugineum - Bergföhrentyp
2	Erica carnea - Felstyp
3C	Calluna - Zwergstrauchtyp
3V	Vaccinium myrtillus - Zwergstrauchtyp
3G	Vaccinium gaultherioides - Zwergstrauchtyp

Offene Humusflächen

4h	Rohhumus - Typ
4s	Xeromoder - Typ
4P	Rohhumus - Pioniermoos - Typ

Bodensaure Rasenvegetation

5	Molinia - Rasentyp
6	Gras - Vaccinium myrtillus - Typ
6C	Ausbildung mit Calamagrostis villosa

Fichtenwaldvegetation

7	Vaccinium myrtillus - Oxalis - Fichtenwaldtyp
7U	Ausbildung mit Hylocomium umbratum
7k	Ausbildung über Felskante
7m	moosige Ausbildung
7P	Ausbildung mit Plagiothecium undulatum
8	Dryopteris dilatata - Fichtenwaldtyp
8k	kahle Ausbildung ohne Moose
9	Athyrium distentifolium - Farnflurtyp
10	Prenanthes purpurea - Fichtenwaldtyp
☆ 59 W	Punkte des Polygonzuges
△	Reservatsgrenzpunkte
●	Dolinen

Schlagvegetation

11	Rubus idaeus - Schlagflurtyp
----	------------------------------

Felsfluren, trockene Karst- und Schuttvegetation

12	Erinus alpinus - Felstyp
12e	flache Ausbildung
13	trockener Karrenfeldtyp
14	Carduus defloratus - Kalkschutt-Typ
15	schattig-feuchter Orthothecium rufescens - Felstyp

Kalk-Rasenvegetation

16	Calamagrostis varia - Rasentyp
16w	Weide - Ausbildung
17	Dryas - Felskuppentyp
18	Sesleria - Rasentyp
19	Carex ferruginea - Sesleria- Rasentyp
20	Carex ferruginea - Crepis paludosa - Rasentyp

Feucht-schattige Karstvegetation

21	Ctenidium - Hypericum maculatum - Karrentyp
22	Ctenidium - Polystichum - Karrentyp
22d	Ausbildung in Dolinen

Hochstaudenvegetation

23	Lamium montanum - Chaerophyllum hirsutum - Staudentyp
24	Cicerbita - Adenostyles alliariae - Hochstaudentyp

Sumpf- und Moorvegetation

25	Caltha - Sumpftyp
26	Carex canescens - Moortyp
27	Strasse

Abb. 1.31 Legende zu Abb. 1.29, 1.30 und 1.32

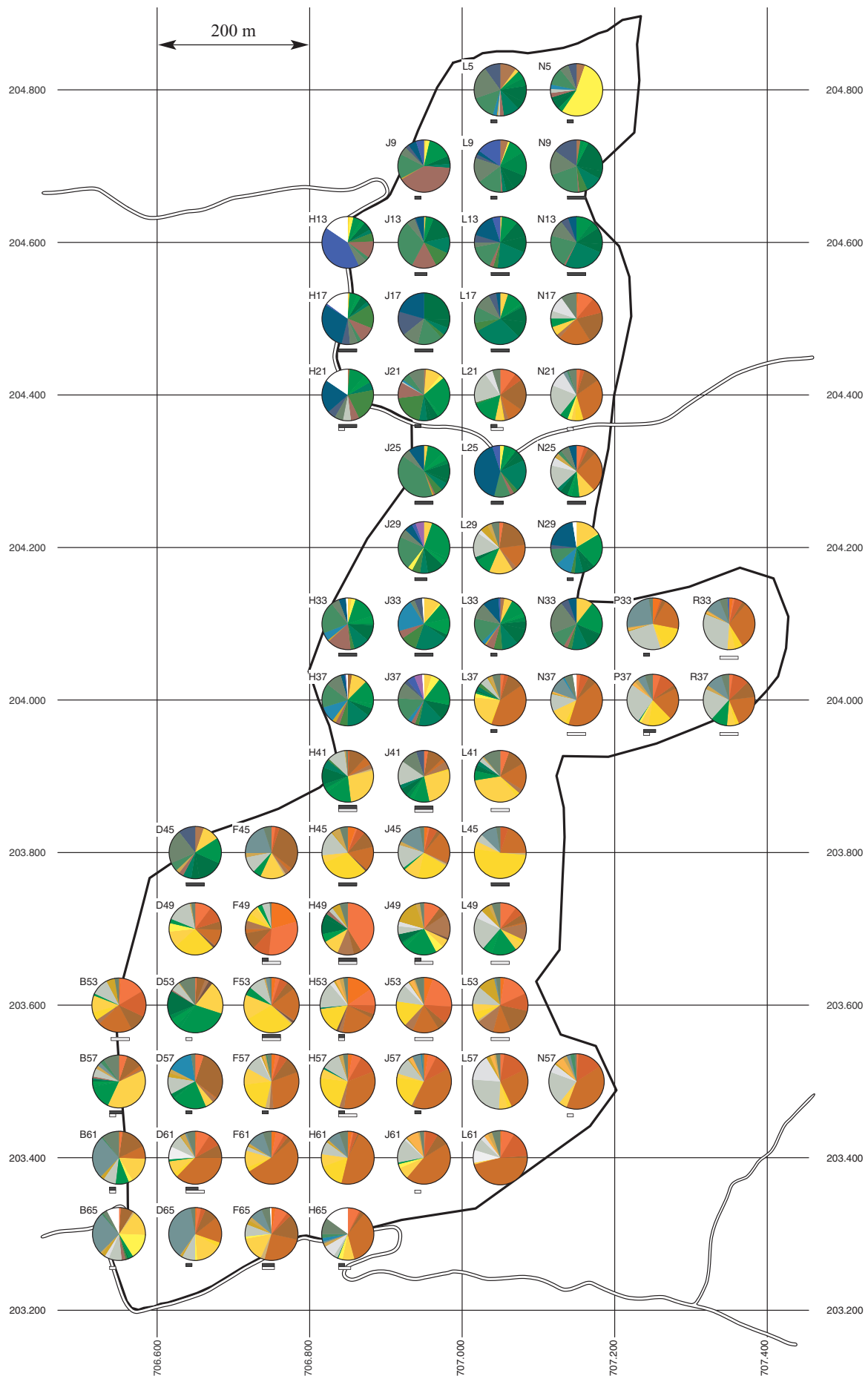


Abb. 1.32 Verbreitung der Kleinstandortstypen im Reservat Bödmeren; Darstellung der Stichproben

Gruppe B:

Die Gruppe B umfasst die Vegetationskomplexe 5 und 6. Diese Vegetationskomplexe beschreiben die Trockengrenze des Fichtenwaldes. Die *Vaccinium myrtillus*-Fichtenwaldvegetation ist noch in allen Stichproben vertreten und erreicht noch erhebliche Anteile. Im Halbschatten der stark aufgelösten Fichtenbestände sind immer mehr oder weniger grosse Flächen des Gras-*Vaccinium myrtillus*-Typs vorhanden. Im Gegensatz zu Gruppe A fehlen die Typen mit krautigem Vegetationsaspekt weitgehend; hingegen sind nun aber trockene Felsen und Karrenfeld-Partien nebst offenen Flächen mit den eigentlichen Zwergstrauchtypen stets vorhanden.

Mit dem **Vegetationskomplex 5** werden locker bis aufgelöste Fichten- bzw. Fichten-Bergföhrenbestände mit trockenem Standortscharakter beschrieben, die sich entweder in Muldenlage oder etwas abgewandt in nordexponierter Lage befinden. Charakteristisch ist ein hoher Anteil des *Carex ferruginea*-*Sesleria*-Rasentyps. Der Aspekt wirkt mässig grasig; die deutlich ins Auge stechenden *Molinia*-Rasen bleiben aber den exponierteren Komplexen 7 und 8 vorbehalten. In der Umgebung der Fichtenroten sind mehr oder weniger ausgedehnte Flächen des *Vaccinium myrtillus*-Zwergstrauchtyps typisch.

Vegetationskomplex 6 umfasst trockene, noch recht fichtenreiche Bestände, die meist einen recht hohen Anteil trockener Felsen aufweisen (*Erica carnea*- bzw. *Erinus alpinus*-Felstyp). Charakteristisch sind die deutlich in Erscheinung tretenden Flächen im Bereich der Fichtenkronen, die nahezu vegetationsfrei sind und deren Bodenoberfläche von einer dicken Schicht unabgebauter Fichtennadeln bedeckt ist (Xeromoder). Auf lokal abgewandten Kleinstandorten finden sich durchaus erhebliche Anteile der *Vaccinium myrtillus*-Fichtenwald-Typen. Gegenüber den anderen Vegetationskomplexen nimmt der Gras-*Vaccinium myrtillus*-Typ tendenziell die höchsten Anteile ein. Ebenso ist der sonst eher schwach vertretene *Calamagrostis varia*-Rasentyp wie im noch trockeneren Komplex 7 anteilmässig stärker beigemischt.

Gruppe C:

In Gruppe C sind die zwergstrauchreichsten und fichtenärmsten Vegetationskomplexe (7, 8, 9) zusammengefasst. Die *Vaccinium myrtillus*-Fichtenwald-Typen sowie alle Kleinstandortstypen mit krautigem Aspekt fehlen gänzlich oder sind höchstens rudimentär beigemischt.

Die trockensten, felsigsten und oft etwas erhöhten Zwergstrauch-Flächen werden durch den **Vegetationskomplex 7** charakterisiert. Trockener Karrenfeld-, *Erica*-Fels- und *Erinus alpinus*-Felstyp sind stets mit hohem Anteil vertreten. Auf lokalen Kuppen und Kreten finden sich auch die deutlich erkennbaren Flächen des *Rhododendron ferrugineum*-Bergföhrentyps. Im Gegensatz zu den beiden anderen Zwergstrauchtypen sind trockene, vegetationsfreie Stellen mit Xeromoder

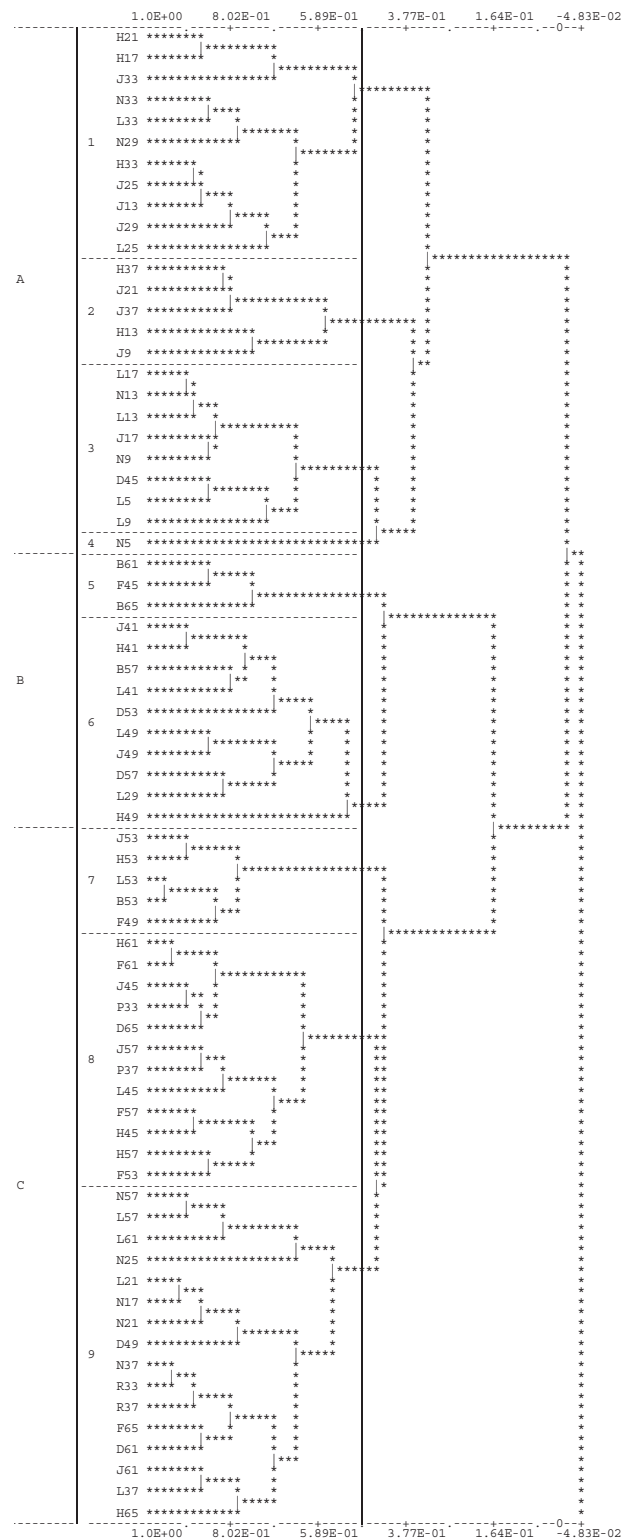


Abb. 1.33 Gruppierung der einzelnen Stichproben mit Hilfe einer „Complete Linkage Cluster-Analysis“ zu 9 Vegetationskomplexen (1–9) und 3 Gruppen von Vegetationskomplexen (A,B,C). Als Grundlage der „Complete Linkage Cluster-Analysis“ diente eine Ähnlichkeitsmatrix der Stichproben mit dem „unzentrierten Skalarprodukt“ als Ähnlichkeitsmass. Die Deckungswertskala ist nicht gewichtet (lineare Skala: 1=1, 2=2, 3=3, 4=4, 5=5, 6=6, 7=7, 8=8, A=1, B=3, C=5); die Vektoren der Kleinstandortstypen wurden in ihrer Länge vereinheitlicht.

Bedeutung der Ziffern und Buchstaben:

- 1 weniger als 1% der Fläche deckend
- 2 1–2,4% der Fläche deckend
- 3 2,5–4,9% der Fläche deckend
- 4 5–9,9% der Fläche deckend
- 5 10–19,9% der Fläche deckend
- 6 20–29,9% der Fläche deckend
- 7 30–39,9% der Fläche deckend
- 8 40–49,9% der Fläche deckend
- 9 50 und mehr % der Fläche deckend
- A Felsen, Länge < 5 m'
- B Felsen, Länge 5–15 m'
- C Felsen, Länge > 15 m'

Vegetations-komplex:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stich-probe:	HHJNLHJUUJ 2133322122 17333335395	HJUHJ 32319 7173	LNLJNDLL 11119459 7337 5	NJBFH 5 155	JHBLDJDLH 5 155	JHBLDF 5 155	JHBLDF 5 155	JHBLDF 5 155	JHBLDF 5 155
Kleinstand-ortstyp:									
22	1 33254 3333	44433	44244554	3 432	4144432233	32221	332221322321	1233343233333234	
6	1 144342213	443 1	3 1 42	444	5576533344	1343	344242334334	3314332443343353	
7	1 4345454353	45434	444 2434	2 332	444364554	1	34332 4 111		
13	2 3	1	1	2 343	4432353442	44443	324534534444	5534535446533432	
3G	2 2	2	2	32	2324 1 14	45452	785547556465	7575456476556776	
3V	2 2	2	2	463	4444333653	32444	12223 2 44 3	13554332443342	
3C	2 2	2	2	2	1 3	43444	223124433343	444234243423321	
2	2 2	2	2	121	2 33144327	54446	131 233 2132	1233442421233123	
5	2 2	2	2	1	2 2	44333	425425485656	2 1135232 2 1	
F12	2 A			A A	CCACACC C	CACCC	A CCI A	B A CCBCA B	
23	3 3333 2 1	2 2	33344442	3	3	3	11 111 11	12 1 11 2111	
8k	3 443 2 3	2	43433333	2	1	2	1 1 2 21	3423344 1 3	
21	3 2 44457654	43424	45445344	4 1	1	2	3423344 1 3		
8	3 3213244442	33433	44455444	3	1	2	3423344 1 3		
F15	3 32544343435	43422	65534342	A	A	1	34456334 2	44431 1	
24	3 CCC AACCBBB	A	CCCCCAAA	A A	CCB AA C	A A	11211 2 1321	2122 1 1222122	
2	3 56 34534337	2 3	2345 2	2	1 1 2	2	222312 2322	1 1 2 21	
11	3 34323 414 2	24247	12 1221	2	1	1	322 11 3		
10	3 54423223432	3523	3 223						
16	4 1 11 2 2	1	1	2 2	34233	1143	11 111 11	12 1 11 2111	
4s	4 1 2	1	2343	3	3212244224	32423	1 1 2 21	3423344 1 3	
14	4 2	2	2	2	32 2	22	34456334 2	44431 1	
19	4 555	2	555	2	12112222	12	11211 2 1321	2122 1 1222122	
18	4 2	2	2	21	12112222	34215	222312 2322	1 1 2 21	
1	4 1	1	1	1	1	22	322 11 3		
17	4 4	4	4	4	4	4	4	4	
20	5 5 243	412	2	2	4	1	1 1	23 1 222	
6C	5 1 12	2 2322	1 8	2 4	3	2	1 1	23 1 222	
25	5 324 2 33 22	1 373	3 2	4	222 332 3	2	2	1	
7k	5 1 12	1 22	1 3	34	22 2112	2	2	1	
7m	5 324 2 33 22	1 22	1 3	34	22 2112	2	2	1	
26	5 1 12	1 22	1 3	34	22 2112	2	2	1	
7P	5 1 12	1 22	1 3	34	22 2112	2	2	1	
7U	5 1 12	1 22	1 3	34	22 2112	2	2	1	
4h	5 1 12	1 22	1 3	34	22 2112	2	2	1	
12e	5 1 12	1 22	1 3	34	22 2112	2	2	1	
4P	5 1 12	1 22	1 3	34	22 2112	2	2	1	

Ttenidium-Polystichum-Karrentyp
 Gras-Vaccinium myrtillus-Typ
 Vaccinium myrtillus-Oxalis-Fichtenwald-Typ
 trockener Karrenfeld-Typ
 Vaccinium gaultherioides-Zwergstrauchtyp
 Vaccinium myrtillus-Zwergstrauchtyp
 Calluna-Zwergstrauchtyp
 Erica carnea-Felstyp
 Molinia-Rasentyp
 Erinus alpinus-Felstyp
 Lanium montanum-Chaerophyllum hirsutum-Staudentyp
 Dryopteris dilatata-Fichtenwaldtyp ohne Moose
 Ctenidium-Hypericum maculatum-Karrentyp
 Dryopteris dilatata Fichtenwaldtyp
 Athyrium distentifolium-Farnflurtyp
 schattig-feuchter Orthothecium rufescens-Felstyp
 Cicerbita-Adenostyles alliariae-Hochstaudentyp
 Rubus idaeus-Schlagflurtyp
 Prenanthes purpurea-Fichtenwaldtyp
 Calamagrostis varia-Rasentyp
 Xeroder-Typ
 Carduus defloratus-Kalkschutt-Typ
 Carex ferruginea-Sesleria-Rasentyp
 Sesleria-Rasentyp
 Rhododendron ferrugineum-Bergföhrentyp
 Dryas-Felskuppentyp
 Carex ferruginea-Crepis paludosa-Rasentyp
 Gras-Vaccinium myrtillus-Typ mit Calam. villosa
 Caltha-Sumpftyp
 Vaccinium myrtillus-Fichtenwaldtyp über Felskante
 Vaccinium myrtillus-Fichtenwaldtyp, moosige Ausb.
 Carex canescens-Moorflur
 Vaccinium myrt.-Fichtenwaldtyp mit Plagiothecium
 Vaccinium myrt.-Fichtenwaldtyp mit Hylocom. umbratum
 Rohhumus-Typ
 flacher Erinus alpinus-Felstyp
 Rohhumus-Pioniermoos-Typ

Tab. 1.2 Bildung der Vegetationskomplexe; Gegenüberstellung der gruppierten Stichproben (Vegetationskomplexe) und der gruppierten Kleinstandortstypen.

vorhanden. Die auf kühlere Verhältnisse hinweisenden *Carex ferruginea*-*Sesleria*-Rasen fehlen, dafür sind immer die deutlich erkennbaren *Molinia*-Rasen eingestreut.

Im **Vegetationskomplex 8** sind waldarme, zwergstrauchreiche Flächen beschrieben, die einen recht grossen Anteil an grasreichen Kleinstandortstypen aufweisen, welche meist auch den Aspekt deutlich prägen: Am auffallendsten sind die namentlich im Spätsommer braunrot gefärbten Flächen des *Molinia*-Rasentyps. Ebenso stark vertreten, aber etwas weniger auffällig, ist der *Carex ferruginea*-*Sesleria*-Rasentyp. Alle Zwergstrauchtypen sind vertreten, nehmen aber einen etwas kleineren Anteil als im Vegetationskomplex 9 in Anspruch; besonders die extremeren *Erica*- bzw. *Calluna*-Zwergstrauchtypen treten stärker zurück. Mit ihrer weniger starken kleinstandörtlichen Gliederung sind die Flächen mikroklimatisch etwas weniger extrem als jene von Komplex 9, deshalb sind auch meist noch einzelne Bergföhren oder Bergföhrengruppen vorhanden.

Vegetationskomplex 9 deckt die klimatisch rauhesten Gebiete des Reservates ab. Bäume gedeihen nur noch verkrüppelt und werden nur noch wenige Meter hoch. Die eigentlichen Zwergstrauchtypen dominieren den Aspekt, dazwischen sind aber immer auch Flächen der Karren- bzw. Felstypen vorhanden. Im Gegensatz zu Komplex 8 treten die grasreichen Typen in ihrem Anteil etwas zurück. Von allen Vegetationskomplexen zeigt Komplex 9 den höchsten Anteil des *Carduus defloratus*-Kalkschutt-Typs.

1.5.5 Vergleich von Streifenkartierung und Stichprobenerhebung

Interessant ist zum Abschluss ein Vergleich der Resultate aus der Streifenkartierung mit denjenigen der Stichprobenaufnahmen im Rahmen der Stichprobenkartierung (Tab. 1.3):

Die Summe der aufgenommenen Stichprobenflächen ist rund viermal so gross wie die kartierte Fläche des Streifens. Mit rund 17.8 ha bzw. 4.4 ha repräsentieren sie damit rund 25.4% bzw. 6.3% der Reservatsfläche. In der Tabelle 1.3 können sowohl die relativen Flächenanteile, als auch die Rangverteilung der beobachteten Kleinstandortstypen verglichen werden. Gesamthaft kann beim Vergleich festgehalten werden, dass die beiden Methoden zur Feststellung der Verbreitung der Kleinstandortstypen ähnliche und gut vergleichbare Resultate geliefert haben. Die grösseren Abweichungen sollen im Folgenden kurz diskutiert werden. Entlang dem Transekt dürfte der Waldkomplexbereich und die trockeneren Lagen der Plateaus und Kreten etwas übervertreten sein. Gewisse Unterschiede, welche unten noch besprochen werden, sind wohl auch auf die unterschiedlichen Aufnahmemethoden zurückzuführen. Bei der Streifenkartierung wur-

den auch kleinere abweichende Flächen innerhalb eines grösserflächig ausgebildeten Typs beachtet und auskartiert oder als Übergang bzw. Mosaik mitberücksichtigt. Bei den Stichproben wurden die Flächenanteile der Typen nur geschätzt und keine Mischungen ausgeschieden. Dies führte sicher zu einer „grosszügigeren“ Beurteilung gewisser Matrixeinheiten. Bei den am häufigsten auftretenden Kleinstandortstypen ist deshalb etwa die *Vaccinium*-Heide (Typ 3V) bei den Stichprobenaufnahmen flächenmässig deutlich stärker vertreten, während die zwei Karstfluren (Typen 13 und 22), welche bei der Streifenkartierung oft als Mosaik oder Übergang mitberücksichtigt wurden, hier etwas zurücktreten. In gewissen Teilen des Reservates tritt auch der Rostseggenrasen (Typ 19) deutlich in Erscheinung, allerdings bei genauerer Betrachtung ebenfalls oft in Mischung mit Karst oder andern Rasentypen. Deshalb ist auch dieser Typ bei den Stichprobenaufnahmen etwa mit doppeltem Flächenanteil vertreten. Der höhere Anteil der Schlagflur (Typ 11) erklärt sich durch die zahlreichen Windwurfflächen vor allem im Nordteil ausserhalb des Transekts. Der *Calamagrostis varia*-Rasen (Typ 16) tritt in sehr kleinen Flächen relativ häufig auf, er wurde deshalb bei den Stichprobenaufnahmen häufig miterfasst, aber trotz jeweils niedrigstem Deckungswert eigentlich überbewertet. Der beweidete Kalkmagerrasen (Typ 16w) tritt nur im Tähti lokal auf und wird vom Transekt gerade noch berührt, während keine Stichprobenfläche in diese beweidete Fläche zu liegen kam. Die Anteile von Hochstaudenflur mit Alpendost (Typ 24) und vom *Caltha*-Sumpftyp (Typ 25) verhalten sich in den beiden Methoden gerade entgegengesetzt. Bei der Stichprobenmethode ist der Anteil des Typs 25 deutlich höher. Einerseits kamen gerade einige Probeflächen in entsprechend vernässte Mulden zu liegen, andererseits dürfte auch der unterschiedliche Aufnahmezeitpunkt eine Rolle gespielt haben. Während zur Zeit der sommerlichen Streifenkartierung die üppigen Hochstaudenfluren den Aspekt des entsprechenden Typs 24 betonten, waren später bei den Stichprobenaufnahmen diese Hochstauden bereits stark durch den herbstlichen Abbau reduziert, so dass vor allem in Übergangssituationen die noch frischen *Caltha*-Pflanzen zu einer verstärkten Zuteilung zum Typ 25 mitgeholfen haben dürften.

Fazit: Mit beiden Aufnahmemethoden dürfte ein recht repräsentatives Bild über die Vegetationsdecke des gesamten Reservatsgebietes entstanden sein. Bei der Beurteilung und beim Vergleich dieser Vegetation müssen jeweils die Eigenheiten der beiden Methoden kritisch mitberücksichtigt werden. Auch Rückschlüsse über Veränderungen bei späteren Wiederholungen der Aufnahmen könnten durchaus ergänzend aus beiden Aufnahmeverfahren abgeleitet werden. Zusätzlich zu diesen Aufnahmen wären auch zusätzliche, gezielte, floristische, ökologische und ökophysiologische Untersuchungen zu einzelnen Kleinstandortstypen,

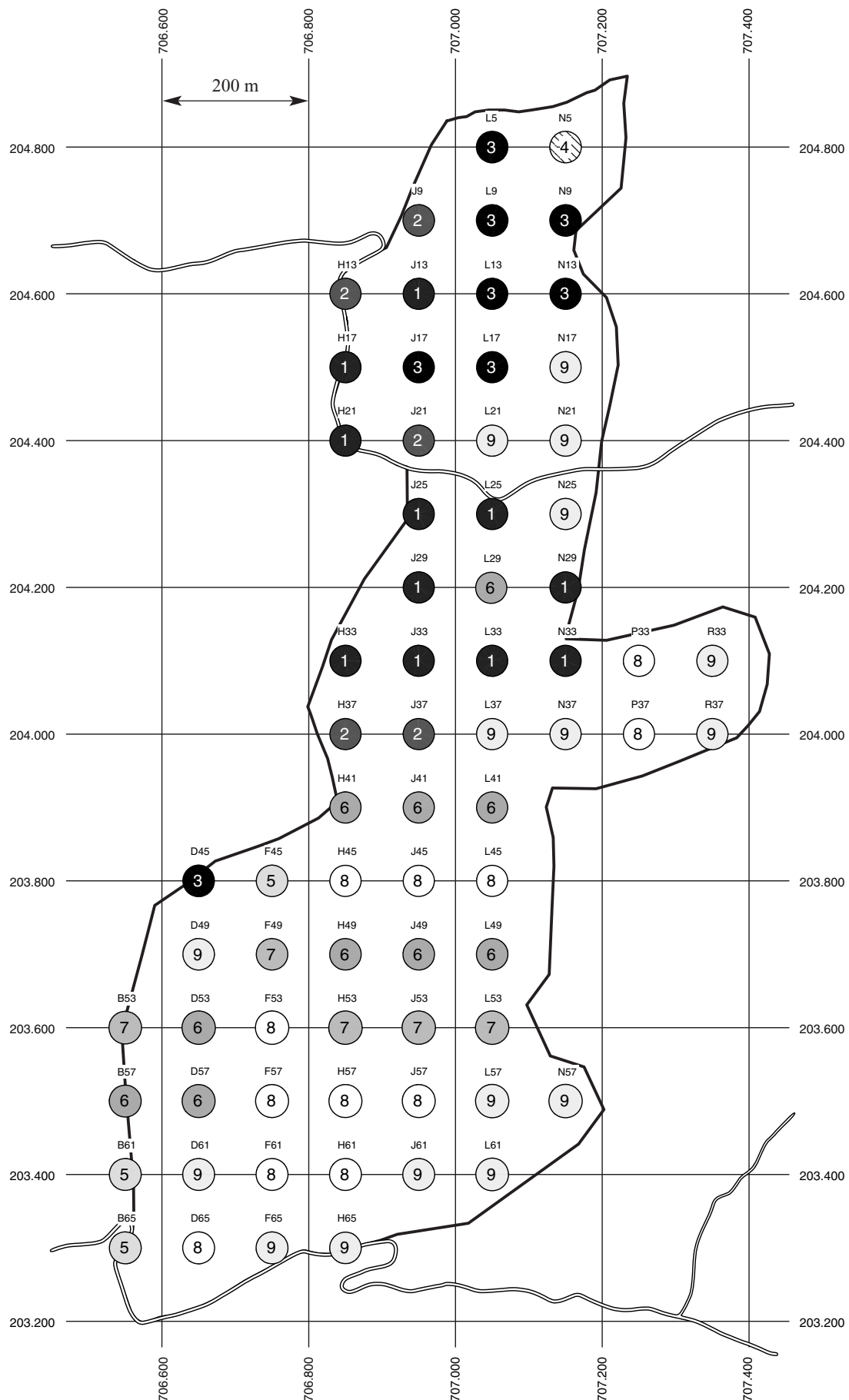


Abb. 1.34 Räumliche Verteilung der mit Hilfe der Vegetationskomplexe „Cluster-Analysis“ ermittelten Vegetationskomplexe

Typ	Stichprobenaufnahmen			Streifenkartierung			Rang- unterschied
	Anteil m ²	%-Anteil	Rang	Anteil m ²	%-Anteil	Rang	
1	2077.96	1.16%	23	634.68	1.46%	19	4
2	7379.07	4.14%	9	1728.32	3.97%	11	-2
3C	6101.74	3.42%	12	2184.73	5.02%	9	3
3G	9548.74	5.35%	6	3155.15	7.25%	5	1
3V	23602.76	13.23%	1	3392.11	7.79%	4	-3
4h	188.09	0.11%	35	10.00	0.02%	38	-3
4P	3277.43	1.84%	17	207.68	0.48%	24	-7
4s	306.24	0.17%	32	257.55	0.59%	23	9
5	8675.49	4.86%	8	2610.64	6.00%	7	1
6	14323.79	8.03%	2	3634.56	8.35%	3	-1
6C	2953.94	1.66%	18	640.11	1.47%	18	0
7	12363.72	6.93%	4	3148.70	7.23%	6	-2
7k	1909.84	1.07%	27	669.00	1.54%	17	10
7m	1146.84	0.64%	29	103.18	0.24%	32	-3
7P	230.08	0.13%	34	60.00	0.14%	36	-2
7U	61.00	0.03%	36	38.90	0.09%	37	-1
8	6823.14	3.82%	11	1702.85	3.91%	12	-1
8K	2370.87	1.33%	20	456.00	1.05%	20	0
9	6940.64	3.89%	10	2301.14	5.29%	8	2
10	3413.19	1.91%	16	1694.08	3.89%	13	3
11	3728.30	2.09%	15	371.82	0.85%	22	-7
12e	392.83	0.22%	31	129.00	0.30%	30	1
13	13853.58	7.76%	3	4343.43	9.98%	1	2
14	2021.70	1.13%	24	193.79	0.45%	26	-2
16	2152.91	1.21%	21	112.90	0.26%	31	-10
16w	0.00	0.00%	37	145.00	0.33%	28	9
17	795.37	0.45%	30	83.50	0.19%	34	-4
18	1734.35	0.97%	28	184.60	0.42%	27	1
19	6017.40	3.37%	13	707.14	1.62%	16	-3
20	1931.97	1.08%	26	395.13	0.91%	21	5
21	8948.34	5.02%	7	1328.65	3.05%	14	-7
22	10729.38	6.01%	5	3649.11	8.38%	2	3
22d	0.00	0.00%	37	65.00	0.15%	35	2
23	2732.85	1.53%	19	788.79	1.81%	15	4
24	5332.02	2.99%	14	1974.38	4.54%	10	4
25	2103.89	1.18%	22	131.79	0.30%	29	-7
26	259.83	0.15%	33	96.00	0.22%	33	0
27	1993.70	1.12%	25	206.50	0.47%	25	0
Total Vergleich	178423.00	100.00%		43535.91	100.00%		
12 Fels	als lineare Elemente aufgenommen			714.65			
15 Fels				295.44			
Total Streifen				44546.00			

Tab. 1.3 Vergleich Stichprobenaufnahmen und Streifenkartierung

Mikrostandorten, Pflanzenarten oder -populationen eine spannende und wertvolle Herausforderung, um dieses einzigartige Gebiet noch besser kennenzulernen.

1.6 Literaturverzeichnis

- ANL Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Ed.), 1991. Das Mosaik-Zyklus-Konzept der Ökosysteme und seine Bedeutung für den Naturschutz. ANL Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach. Laufener Seminarbeiträge 5/91. 54 S.
- BARKMANN, J. J., DOING, H., SEGAL, S. 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. *Acta Bot. Neerl.*, Amsterdam 13: 394–419.
- BERTRAM, J. 1994. Moosvegetation und Moosflora des Urwald-Reservates Bödmeren. *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 10. Heft: 3–94.
- BETTSCHART, A., SUTTER, R. 1990. Zur Vegetation des Bödmerenwaldgebietes, Muotatal SZ (Ein Nachtrag). *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 9. Heft: 95–100.
- BETTSCHART, A. 1994. Zur Flora und Vegetation des Urwald-Reservates Bödmeren. *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 10. Heft: 115–132.
- ELLENBERG, H. 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde – In: WALTER, H. Einführung in die Phytologie IV. Ulmer, Stuttgart. 136 S.
- FREY, H.-U. 1995. Waldgesellschaften und Waldstandorte im St. Galler Berggebiet. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 280 S.
- FREY, H.-U. 1997. Die Vegetationsforschung: Das Zusammenwirken von Organismen und Standortsfaktoren – In: KÄLIN, W., SCAGNET E. (Ed.). *Urwald in den Schwyzer Bergen – Schöne wilde Bödmeren*. Werd, Zürich. 135 S.
- FREY, H.-U., BICHSEL, M., PREISWERK, T. 1999. Vegetation und deren Verbreitung im „Urwaldreservat Bödmeren“. Unveröffentlichtes Typoscript. Stiftung Urwaldreservat Bödmeren.
- FREY, H.-U. 2000. Waldstandorte und Waldvegetation der Iberger Klippenlandschaft. *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 12. Heft: 97–125.
- GEISSLER, P., URMI, E. 1984. Liste der Moose der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Manuskript. 171 S.
- GILLET, F. 1994. Approche synusiale de la végétation des lapiés de Bödmeren. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 119: 66–100.
- GILLET, F., THEURILLAT, J.-P., DUTOIT, A., HAVLICEK, E., BUECHE, M., BUTTLER, A. 1994. Végétation des lapiés du Muotatal. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 119: 60–100.
- GRONER, U. 1990. Die epiphytischen Makroflechten im Bödmerenwaldgebiet, Muotatal SZ. *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 9. Heft: 77–93.
- KÄLIN, W. 1982. Der Bödmerenwald. *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 8. Heft: 81–86.
- KÄLIN, W., SCAGNET E. (Ed.) 1997. *Urwald in den Schwyzer Bergen – Schöne wilde Bödmeren*. Werd, Zürich. 135 S.
- KORPEL, S. 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. G. Fischer, Stuttgart. 310 S.
- LAUBER, K., WAGNER, G. 1996. *Flora Helvetica – Flora der Schweiz*. Haupt, Bern. 1615 S.
- LEIBUNDGUT, H., 1993. *Europäische Urwälder – Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft*. Haupt Verlag, Bern. 260 S.
- OTT, E., FREHNER, M., FREY, H.-U., LÜSCHER, P. 1997. *Gebirgsnadelwälder. Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung*. Haupt, Bern. 287 S.
- SCHERZINGER, W. 1996. *Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung*. Ulmer, Stuttgart. 447 S.
- SENN-IRLET, B. 1994. Die Höheren Pilze des Bödmerenwaldes. *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 10. Heft: 95–111.
- SUTTER, R., BETTSCHART A. 1982. Zur Flora und Vegetation der Karstlandschaft des Muotatales. *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 8. Heft: 13–80.
- THEE, P., HANTKE, R., KÄLIN, W., LEIBUNDGUT, H., SCHWARZENBACH, F.H. 1987. Das Kartenprojekt Urwald-Reservat Bödmeren 1:2000. *Ber. Eidg. Anst. forstl. Versuchsw.* 299: 45 S.
- WILDI, O., 1986. Analyse vegetationskundlicher Daten (Theorie und Einsatz statistischer Methoden). Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 90. 226 S.
- WILDI, O., ORLÓCI, L. 1996. Numerical exploration of community patterns. A guide to the use of MULVA–5. 2nd ed. SPB Academic publishing. 171 p.

2 Spätglaziale und holozäne Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes, Gemeinde Muotathal/SZ (Pollenanalyse)

Catherine Sidler †

Frau Dr. Catherine Sidler promovierte 1988 am Geologischen Institut der ETH Zürich mit der Dissertation: „Signification de la palynologie appliquée aux sédiments détritiques et organogènes du Pléistocène supérieur: Eem – Tardiglaciaire würmien et de l’Holocène entre Zoug, Zürich et Baden (Suisse)” bei Prof. Dr. K. J. Hsü, Prof. Dr. R. Hantke und PD Dr. P. Hochuli.

Die vorliegende Arbeit über die vegetationsgeschichtliche Entwicklung des Bödmerenwaldes und dessen weiterer Umgebung hat Frau Dr. C. Sidler in den Jahren 1987 bis 1993 ausgeführt. Die Untersuchung wurde durch die damalige Schweizerische Kreditanstalt (R.A. Jeker, Präsident der Generaldirektion) finanziell unterstützt.

Frau Dr. C. Sidler fasste die Ergebnisse ihrer pollenanalytischen Untersuchung in Form eines Pollendiagrammes zusammen. Sie verfasste den begleitenden Text zunächst in Französisch. Da jedoch später eine Publikation in einer deutschsprachigen Zeitschrift in Aussicht genommen wurde, übersetzte sie das Manuskript ins Deutsche. Aus verschiedenen Gründen verzögerte sich dann aber die Publikation wiederholt. Im Mai 2000 verstarb Frau Dr. C. Sidler an den Folgen einer schweren Krankheit. Durch ihren frühen Hinschied ergab sich eine schwierige Situation. Einerseits war es angezeigt, die Ergebnisse ihrer Untersuchung zu publizieren, waren doch Einsatz und zeitlicher Aufwand der Autorin gross. Ausserdem fehlten bisher aus dem subalpinen Bereich des Muotatales entsprechende vegetationsgeschichtliche Untersuchungen. Andererseits lag ein Gutachten von Herrn Prof. Dr. G. Lang aus Bern zum Manuskript dieser Arbeit vor, in welchem einige Änderungen in der Gestaltung des Pollendiagrammes und auch in der Strukturierung des Textes vorgeschlagen wurden.

Pollendiagramm und Manuskript wurden daher zu einer druckfertigen Vorlage umgearbeitet, wobei den vom Gutachter vorgeschlagenen Änderungen Rechnung getragen wurde. Dabei wurde versucht, die inhaltliche Fassung der Arbeit von Frau Dr. C. Sidler so weit wie möglich zu wahren. Wo es angezeigt erschien, wurden von den Bearbeitern im Sinne der leichteren Erfassbarkeit einige Ergänzungen in den Text eingefügt. Diese wurden mit einem Stern* gekennzeichnet.

Das Aufarbeiten des Manuskriptes zur druckfertigen Vorlage erfolgte durch Prof. Dr. S. Wegmüller, Mattstetten, Prof. Dr. R. Hantke, Stäfa, und W. Kälin, Rickenbach.

2.1 Einleitung

2.1.1 Lage

*Der Bödmerenwald, am Pragelpass vom schwyzerischen Muotatal ins glarnerische Klöntal gelegen, befindet sich unterhalb der von weither an den grau-weissen Kreidekalken erkennbaren Gebirgslandschaft der Twärenen und Silbernen (Abb. 2.1).

Ein Grossteil der Waldfläche von gegen 500 ha (Hektaren) blieb wegen der Unzugänglichkeit von menschlichen Einflüssen verschont. Das Urwaldreservat liegt mit seiner Grösse von 70 ha im nordwestlichen Teil des Gesamtwaldes auf einer Höhe von 1500 bis 1600 m ü.M.



Abb. 2.1 Geographische Lage

2.1.2 Geologie

Das Gebiet des Bödmerenwaldes ist Teil der Helvetischen Kalkalpen. Seine Gesteine wurden in den Kreidemereen des Erdmittelalters abgelagert. Die Schichtfolgen gehören der Oberen Silbernen-Decke an, einer Teildecke der Axen-Decke. Diese wurde im Laufe des komplizierten tektonischen Geschehens der Gebirgsbildung von der höchsten der helvetischen Decken, der Druesberg-Decke, überfahren. Dabei blieben Teile als Verkehrtserien derselben, als Toralp-Serie, in tektonische Senken gepresste Abfolge und im Roggenstöckli als in einer Mulde zurückgebliebenen Scholle liegen. Der Seewer Kalk, der Obere und Mittlere Schrattenkalk sind die wichtigsten Bauelemente der Karstlandschaft. Diese dichten Kalke, deren Abtragung nur sehr langsam vor sich geht, zerbrachen infolge ihrer Härte und Sprödigkeit

netzartig, und es wurde ein bewegtes Relief mit einer Vielzahl von Kleinstandorten geformt.

2.1.3 Klima

Aufgrund der Lage in einer der niederschlagsreichsten Gegenden der Schweiz (bis 3000 mm Niederschlag pro Jahr) einerseits und infolge physiologischer Trockenheit der Karstlandschaft – eine Folge der unterirdischen Entwässerung und des Fehlens von Fliessgewässern – andererseits, zeigt das Klima ozeanische und kontinentale Züge. Die Temperaturmittelwerte liegen bei -2 bis -5°C im Januar und $+10$ bis $+15^{\circ}\text{C}$ im Juli. Charakteristisch für das Gebiet sind die oft lange andauernde Schneebedeckung und das orographisch bedingte Vorherrschen der Westwinde.

2.1.4 Vegetation

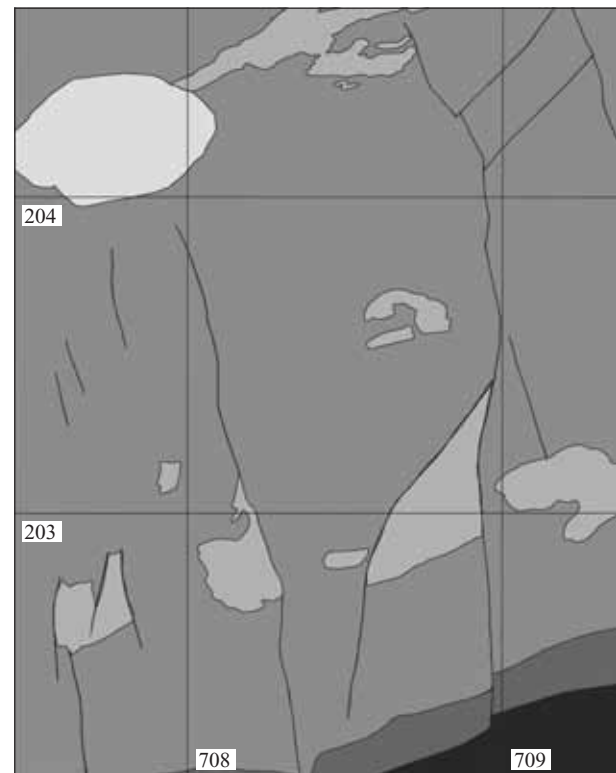
Das Gebiet des Böldmerenwaldes ist entsprechend dem lithologischen Untergrund von einer vielfältigen und kleinflächig mosaikartig strukturierten Vegetationsdecke bewachsen (vgl. Kap. 1.3.1). Die höhere Vegetation wird von der Fichte dominiert. Im Urwaldreservat stockt auf ca. 43 ha der subalpine Fichtenwald (*Vaccinio-Piceion*; *Piceetum subalpinum*). Im mittleren Teil des Reservates wachsen auf ca. 20 ha ein Föhrenwald (*Erico-Pinetum mugi*) und lockere Birkenbestände mit *Betula pubescens ssp. tortuosa*. 7 ha sind offene, botanisch interessante Flächen. Nach LEIBUNDGUT (1987, 1993) ist der Böldmerenwald der grösste Fichtenwald mit Urwaldcharakter des ganzen Alpenraumes. Die aktuelle obere Waldgrenze (Föhren) liegt auf ungefähr 1600 m ü.M., die Baumgrenze auf 1750 m ü.M. Wegen des Karstuntergrundes vollzog sich die Bildung einer Humusdecke und die Besiedlung durch Pionierpflanzen unter den vorherrschenden klimatischen Bedingungen sehr langsam (SUTTER & BETTSCHART 1982; KÄLIN 1987).

2.1.5 Ziel der vorliegenden Untersuchung

Die vorliegende pollenanalytische Untersuchung hatte zum Ziel, die vegetationsgeschichtliche Entwicklung im Bereich des Böldmerenwaldes und dessen weiterer Umgebung aufzuzeigen.

Die Methode der Pollenanalyse wurde erstmals vom schwedischen Geologen VON POST (1916) beschrieben. Sie gelangte zunächst in den skandinavischen Ländern zur Anwendung und setzte sich später weltweit durch. Die Pollenanalyse beruht auf der Grundlage, dass von den Blütenpflanzen jedes Jahr riesige Mengen von Pollen (Blütenstaub) erzeugt werden, die der Bestäubung der Blüten dienen. Viele Pollenkörner, namentlich von Windblütlern, gelangen

indessen nie auf Blüten, sondern fallen nach kurzem oder längerem Transport zu Boden, wo sie durch natürliche Abbauvorgänge zersetzt werden. Gelangen sie aber auf Seen, Tümpel oder auf Moore, bleiben sie in feuchter Umgebung und aufgrund ihrer gegenüber äusseren Einwirkungen sehr resistenten Wände erhalten. Da sich der Vorgang des Pollenregens und dessen Einbettung in feuchtes Sedimentmaterial jedes Jahr wiederholt, stellen Seen und Moore grosse Archive dar, in denen vegetations- und klimageschichtliche Informationen gespeichert sind. Pollenführende Sedimentabfolgen aus Seeböden und Mooren lassen sich durch Bohrungen gewinnen. Im Labor wird unter Anwendung von Säuren und Laugen der fossile Pollen der Proben vom mineralischen Sediment getrennt. Aufgrund der Öffnungsverhältnisse [Poren, Schlitz (Colpen)] und der Oberflächenbeschaffenheit des Pollens lassen sich bei der mikroskopischen Analyse die einzelnen Körner bestimmten Pflanzenfamilien, Gattungen und oft gar einzelnen Arten zuordnen (Abb. 7 Umschlagseite und Abb. 2.4–2.8: REM-Aufnahmen von Pollenkörnern; REM = Rasterelektronenmikroskop). Die Ermittlung der Pollenspektren der zahlreichen zu



Tektonische Elemente
 Druesberg-Decke
 Toralp-Serie (= Verkehrtchenkel der Druesberg-Decke)
 Silberer-Decken } Absplattungen der Axen-Decke
 Bächistock-Decke }
 Basale Axen-Decke
 Störungen, Blattverschiebungen

Abb. 2.2 Tektonische Karte Roggenstockli–Tor, Massstab 1:25'000

204

204

203

203



708

709

Druesberg-Decke (Roggenstöckli)

- Helvetischer Kieselkalk
- Diphyoides-Kalk
- Vitznau-Mergel

Toralp-Serie (verkehrt liegende Druesberg-Decke)

- Betlis-Kalk
- Helvetischer Kieselkalk
- Schrattenkalk

Silberer-Decken

- Seewer Kalk
- Selun-Schichtglieder
- Brisi-Schichten

- Oberer Schrattenkalk
- Mittl. Schrattenkalk (= Unt. Orbitolinen-Schichten)
- Unterer Schrattenkalk
- Druesberg-Schichten
- Altmann-Schichten
- Helvetischer Kieselkalk
- Betlis-Kalk

Bächistock-Decke / Basale Axen-Decke

- Betlis-Kalk
- Vitznau-Mergel
- Oberer Öhrli-Kalk
- Obere Öhrli-Mergel

Quartär

- Alluvionen, Sumpf
- Hangschutt
- Schuttkegel
- Sackungsmassen
- Moräne
- Brüche
- spätglaziale Moränenwälle

- Pollen-Bohrung
- MA Mittelalterliche Alpwüstung
- Quelle ungefasst, gefasst
- Dolinen
- Abflusslose Becken
- 28 Streichen und Fallen mit Fallwinkel
- Deckengrenzen

Abb. 2.3

Geologische Karte Roggenstöckli-Tor,
 Massstab 1:12'500, mit der Lage der Bohrstelle
 (Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für
 Landestopographie BA013132 sowie des Bundesamtes
 für Wasser und Geologie)

untersuchenden Horizonte eines Profils ist sehr zeitaufwändig, müssen doch pro Horizont in der Regel rund 500 Körner ausgezählt und deren prozentuale Anteile bestimmt werden. Aus den Pollenspektren lässt sich schliesslich ein Abbild des Vegetationswandels ableiten, der sich im Verlaufe von Jahrtausenden vollzogen hat.*

2.2 Untersuchungsmethoden

2.2.1 Feldarbeit

Zur Abklärung geeigneter Bohrstellen im Bereich des Urwaldreservates Bödmeren wurden in mehreren kleinen Senken Sondierungen durchgeführt, so an der Lokalität „In den Flöschchen“ am südöstlichen Rand des Reservates. Da jedoch hier die torfhaltigen Sedimente zu gering waren, wurde stattdessen die geeignetere Senke nördlich der Alp Tor gewählt. Es handelt sich um ein kleines torfhaltiges Becken einer tektonischen Senke nördlich des Fahrweges zur Alp Torstöckli auf 1680 m ü.M. (Schweizerische Landeskarte 1 : 25'000, Blatt 1173 Linthal, Koord.: 708'650/202'900).

Die Bohrkern wurden nahe der Mitte der Senke gezogen, aber noch ausserhalb des überfluteten Bereiches, etwa 12 m südlich eines kleinen Rinnsales, das die Senke von Osten nach Westen durchfliesst. Die Sedimente wurden teils mittels eines Hiller-Bohrers, teils mit einer Dachnowsky-Sonde gebohrt. Die einzelnen Profilsegmente wurden sogleich verpackt, nummeriert und im Labor des Geologischen Instituts der ETH Zürich gekühlt aufbewahrt.



Abb. 2.4 Esche (*Fraxinus excelsior*)

Die glazialmorphologische Gestaltung des Gebietes der Alp Tor hält sich nach R. Hantke in Grenzen. Das von der Oberist Twärenen und Schwarz Nossen gegen WSW abgeflossene Eis hat die tektonische Senke nur unwesentlich vertieft, wohl aber mit Feinschutt ausgekleidet und abgedichtet, so dass sich

darin ein kleiner, heute teils verlandeter See gebildet hat (Abb. 2.3).

Im engen schattigen Gross Mälchtal ist der letzte spätglaziale Klimarückschlag, die Jüngere Dryaszeit, durch eine Endmoräne auf knapp 1800 m ü.M. belegt (HANTKE 1980). Das Becken der Abedweid lag damals ausserhalb der Gletscher. Es dürfte bereits nach dem Rückschlag der Älteren Dryaszeit eisfrei geworden sein, als der Chli Mälchtal-Gletscher das Becken freigab.

2.2.2 Aufbereitung der Sedimentproben

Zur Aufbereitung wurden bei torfigen Sedimentproben 0.2–0.5 g Trockenmaterial verwendet, bei tonhaltigem Material 12–30 g. Zur Trennung des fossilen Pollens vom Sedimentgut wurde die klassische Methode angewandt: Behandlung mit zehnpromzentiger Salzsäure im Wasserbad, Azetolyse nach ERDTMAN (1934) und Sieben des Sedimentmaterials (Maschenweite 0.15 mm). Bei tonig siltigem Material war eine Behandlung mit konzentrierter Flusssäure erforderlich. Bei bestimmten Proben, die reich an Schwermineralen und an nicht löslichen kieseligen Bestandteilen waren, musste eine Schweretrennung mit Zinkchlorid durchgeführt werden. Zur Ermittlung der Pollenkonzentration pro Gramm Sediment wurden jeder Probe eine bis mehrere Tabletten mit einer bestimmten Anzahl von *Lycopodium* (Bärlapp)-Sporen beigelegt (STOCKMARR 1971).

2.2.3 Pollenanalytische Untersuchung

Die Pollenpräparate der einzelnen Horizonte wurden mikroskopisch untersucht. Pro Probe wurden zwischen 430 und 1870 Pollen ausgezählt, im Durchschnitt 600–800. Insgesamt wurden 43 Horizonte analysiert. Der Erhaltungszustand der Pollenkörner war gut bis ausgezeichnet.

2.2.4 Diagrammgestaltung

Die Ergebnisse der pollenanalytischen Untersuchung sind im Pollendiagramm „Bödmerenwald“ (Abb. 2.9: Profil Tor) zusammengefasst. Die Anteile der einzelnen Taxa (Familie, Gattung, Art) werden in prozentualen Anteilen der Grundsumme angegeben. Die Grundsumme umfasst die Summe der Baum- und Strauchpollen (BP) und der Nichtbaumpollen (NBP) ohne die Anteile der Riedgräser (*Cyperaceae*), der Wasserpflanzen und der Sporen.

Unbestimmbare und umgelagerte Pollen (selten) wurden nicht in die Grundsumme einbezogen. Im Hauptdiagramm findet sich eine Übersicht über die prozentualen Anteile der Vertreter des Eichenmischwaldes (EMW), der Nadelbäume, der übrigen Laubbäume

und Sträucher, der Gräser und jener Krautarten, die unter dem Begriff *Varia* zusammengefasst werden. Zur Interpretation der Spektren ist das Verhältnis der Anteile der Baumpollen (BP) zu jenem der Nichtbaumpollen (NBP) wichtig. Im Anschluss an das Hauptdiagramm finden sich die Kurven der einzelnen Baum- und Straucharten aufgezeichnet und zwar in der Reihenfolge ihres Auftretens und ihrer Ausbreitung in spät- und postglazialer Zeit. Die Taxa der Krautarten (NBP) wurden zu einzelnen ökologischen Gruppen zusammengezogen.

2.3 Stratigraphische Beschreibung

Die Handbohrung wurde bis in 3.24 m Tiefe abgeteuft, wo sie durch extrem kompakte tonig-siltige Sedimente blockiert wurde. Die Sedimentabfolge umfasst an der Basis ton- und siltreiche Ablagerungen, darüber vorwiegend Torfe (Tab. 2.1).

Bohrtiefe	Sedimente
1 – 12 cm	nicht verfestigter Torf
12 – 46 cm	verfestigter Torf
46 – 74 cm	schwach tonhaltiger Torf
74 – 96 cm	zunehmend tonreicherer Torf
96 – 232 cm	kompakter Torf
232 – 256 cm	tonhaltiger Torf
256 – 288 cm	Ton, gegen oben zunehmend reicher an Torf
288 – 304 cm	siltiger Ton
304 – 324 cm	tonhaltiger Silt

Tab. 2.1 Schichtfolge (Stratigraphie)

2.4 Pollenanalytische Beschreibung – Lokale Pollenzonen (LPAZ: Local Pollen Assemblage Zones)

*Das Pollendiagramm wurde in lokale Pollenzonen (Biozonen) unterteilt. Diese wurden mit den Bezeichnungen Bö 1 bis Bö 7 versehen. Die einzelnen Zonen sind durch charakteristische Pollenspektren vertreten, die sich von jenen der benachbarten Zonen unterschei-



Abb. 2.5 Haselstrauch (*Corylus avellana*)

den. Im Folgenden werden die einzelnen Zonen kurz charakterisiert.*

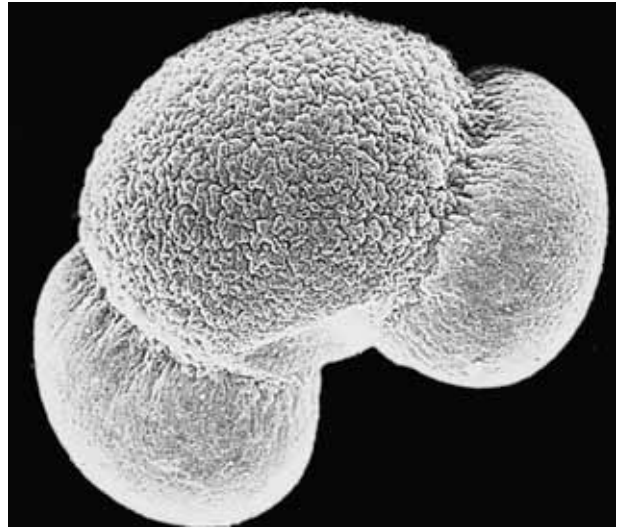


Abb. 2.6 Wald-Föhre (*Pinus sylvestris*)

Zone Bö 1 (256–320 cm): *Pinus*-Zone

Die Zone wird ganz von *Pinus* (Föhre) dominiert (Werte bis zu 95%). *Artemisia* (Beifuss) erreicht in diesem Profilabschnitt mit 2.0–3.5% die höchsten Werte. *Betula* (Birke) findet sich in Spuren. Die *Cyperaceae* (Riedgräser) fehlen weitgehend. Ferner zeigen sich Spuren von Wasserpflanzen (*Potamogeton*, Laichkraut). Pollenkonzentration: 140'000–420'000 Pollen/g Sediment.

Zone Bö 2 (232–256 cm): *Pinus-Corylus*-Zone; leichter Anstieg der Eichenmischwald-Werte (*Quercetum mixtum*)

Pinus dominiert mit Anteilen von 75–90%. *Corylus* (Hasel) setzt ein und erreicht Werte von 6–12%, der Eichenmischwald (*Quercetum mixtum*) von bis zu 6%, wobei *Ulmus* (Ulme) mit 4% dominiert, gefolgt von *Tilia* (Linde), hingegen ist *Quercus* (Eiche) nur schwach vertreten. Die Nichtbaumpollen steigen leicht an, ebenso die *Cyperaceae* (Riedgräser). Pollenkonzentration: 570'000–740'000 Pollen/g Sediment; es sind dies die höchsten im Profil erreichten Werte.

Zone Bö 3 (176–232 cm): *Corylus*-Eichenmischwald-*Pinus*-Zone

Pinus herrscht an der Basis dieser Zone noch mit 60% vor, wird dann aber von *Corylus* (20–40%) und in geringerem Masse auch von Elementen des Eichenmischwaldes abgelöst. *Tilia* und *Ulmus* erreichen die höchsten Werte. Bemerkenswert ist das Erscheinen des *Hedera*-Pollens (Efeu). Die NBP steigen an der Basis vorübergehend auf 37% an, woran insbesondere die *Poaceae* (Gräser) beteiligt sind. Im oberen Abschnitt setzt eine Zunahme von *Alnus* (Erle) ein, und ebenso erscheinen *Fagus* (Buche), *Abies* (Weisstanne) und *Picea* (Fichte). *Betula* verzeichnet fortgesetzt eine

leichte Zunahme. Auffallend ist ferner der starke Anstieg der *Cyperaceae* (Riedgräser) bis zu 67%. Pollenkonzentration: 152'000–691'000 Pollen/g Sediment.

Zone Bö 4 (114–176 cm): *Picea-Abies-Alnus-Corylus*-Zone mit *Fagus*

Picea dominiert mit 40%, während *Abies* nur 10% erreicht. *Alnus* weist Anteile von bis zu 15% auf, hingegen gehen die Werte von *Corylus*, *Ulmus* und *Tilia* zurück. *Fagus* verzeichnet eine kontinuierliche Zunahme. Mit Anteilen von 10–15% bleiben die NBP ziemlich konstant, während die Anteile der *Cyperaceae* im Vergleich zu Zone Bö 3 stark zurückfallen. Pollenkonzentration: 270'000–491'000 Pollen/g Sediment.

Zone Bö 5 (71–114 cm): *Picea-Alnus-Abies*-Zone

Picea beherrscht die Zone mit 40–50%, gefolgt von *Alnus* (10–20%) und *Abies* (10%), während *Corylus* auf kleine Werte zurückfällt. Die Anteile von *Ulmus* und *Tilia* sind nunmehr gering, während *Quercus* eine leichte Zunahme verzeichnet. Die NBP-Werte steigen auf 18% an, wobei heliophile (sonnenliebende) Taxa gut vertreten sind. Andererseits nehmen die *Cyperaceae* kontinuierlich ab und verschwinden vorübergehend. Pollenkonzentration: 22'000–348'000 Pollen/g Sediment.

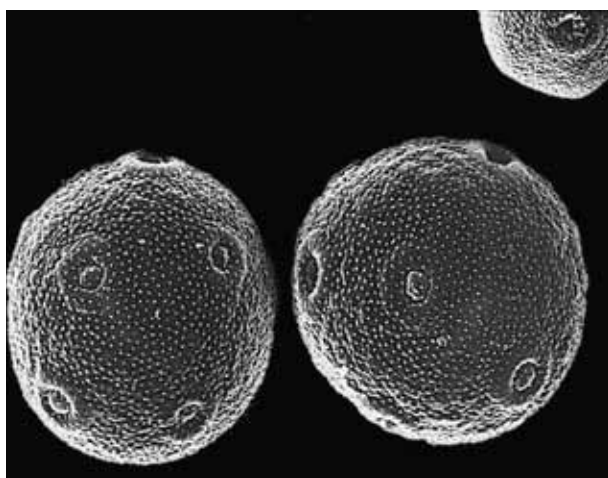


Abb. 2.7 Spitz-Wegerich (*Plantago lanceolata*)

Zone Bö 6 (40–71 cm): *Picea-Alnus-Fagus*-Zone

Picea dominiert mit Anteilen von rund 40% und erreicht im Maximum 61%. *Alnus* folgt mit 30% und *Fagus* mit bis zu 14%, während *Abies* empfindlich zurückfällt. Die NBP steigen gegen 20% an, wobei *Ranunculus* (Hahnenfuss) und die tubulifloren Compositen (Röhrenblütler) dominieren. Eine bedeutende Zunahme weisen erneut die *Cyperaceae* auf. Pollenkonzentration: 112'000–206'000 Pollen/g Sediment.

Zone Bö 7 (0–40 cm): *Picea-Fagus-Alnus*-NBP-Zone mit Kulturzeigern

Picea herrscht mit 35% noch immer vor, gefolgt von *Alnus* (10–15%, im Maximum bis 44%). *Fagus*- und *Abies*-Werte fallen zurück, während jene von *Pinus*,

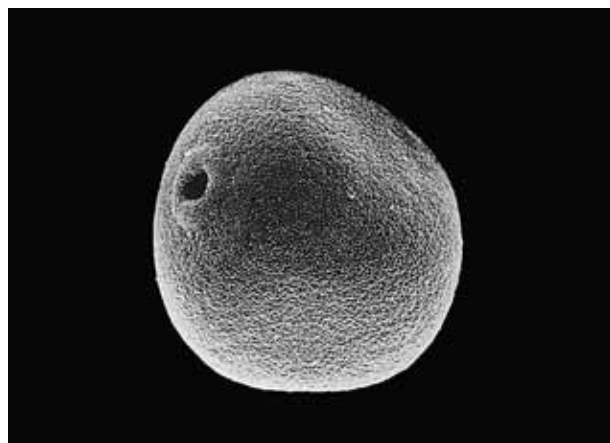


Abb. 2.8 Goldhafer (*Triticum flavescens*)

Ulmus, *Tilia* und *Corylus* leicht ansteigen. Die NBP-Werte nehmen sprunghaft bis auf 78% zu, wobei insbesondere die Gräser und die zungenblütigen Compositen hervortreten. Steppen- und Ruderalpflanzen sowie Rodungszeiger sind zahlreich vertreten. Ausserdem finden sich in Spuren Pollen von Kulturzeigern wie *Juglans* (Nussbaum), *Cerealialia* (Getreide) und des *Cannabis/Humulus*-Typs (Hanf/Hopfen), deren Summe im Maximum 2.4% erreicht. Die *Cyperaceae* weisen Werte von 21–44% auf. Pollenkonzentration: 112'000–359'000 Pollen/g Sediment.

2.5 Datierung

Insgesamt wurden an Torfen des Profils Tor (Bödmerenwald) vier Radiokarbon-Altersbestimmungen durchgeführt. Die zur Altersbestimmung erforderliche Präparation des Probenmaterials erfolgte in dem von Herrn Dr. W. Keller geleiteten Radiokarbonlabor des Geographischen Instituts der Universität Zürich (GIUZ). Die anschliessende Datierung wurde mittels der AMS-Technik (Accelerator Mass Spectrometry) auf dem Tandem-Beschleuniger des Instituts für Mittelenergiephysik (IPM) der ETHZ-Hönggerberg unter der Leitung von Herrn Dr. G. Bonani durchgeführt.

Tiefe der Proben in cm	konventionelle Radiokarbonjahre BP (vor 1950, unkalibriert)
24 cm	1730 ± 70
150 cm	7145 ± 90
214 cm	8635 ± 90
226 cm	4695 ± 75

* Tab. 2.2 Ergebnisse der Radiokarbon-Altersbestimmungen am Profil Tor (Bödmerenwald)

Before Present (BP) – vor heute – bedeutet die Anzahl Jahre vor 1950. Es handelt sich dabei nicht um Kalenderjahre sondern um Radiokarbonjahre. Dendrochronologische Untersuchungen an Jahrringen von Bäu-

men haben gezeigt, dass zwischen dem wirklichen Alter eines Jahrringes und dessen Radiokarbonalter bestimmte Abweichungen bestehen. Diese können für die letzten 2000 Jahre 100–200 Jahre betragen. Im Subboreal und Atlantikum (Tab. 2.3) sind die Radiokarbonaten bis zu 1000 Jahre zu jung (LANG 1994).^{*} Angesichts des zeitlichen Umfanges der Sedimente dieses Profils wäre es wünschenswert gewesen, bedeutend mehr Sedimentproben zu datieren. Die drei ersten Proben ergeben, verglichen mit Pollendiagrammen benachbarter Gegenden vergleichbarer Höhenlagen, sinnvolle Fixpunkte zur Datierung der einzelnen Pollensequenzen. Dies ist hingegen bei der vierten Probe nicht der Fall. Dieses Datum steht im Widerspruch zur Datenreihe und zum Alter, das sich aus dem entsprechenden Pollenspektrum ergeben sollte, ist es doch um 4000 Jahre zu jung ausgefallen. In Anbetracht dessen, dass die Probe im kompakten Torf und nicht an der Grenze zweier verschiedener Sedimente liegt, dürfte eine Kontamination durch zirkulierendes Wasser im Innern der Torfe auszuschliessen sein. Es könnte sich um eine durch die Bohrung bedingte Kontamination von jüngerem Torfmaterial handeln. Dies ist insofern zu bedauern, als eine möglichst exakte Datierung der in der Tiefe von 222–226 cm gelegenen NBP-Phase angestrebt worden war. Die Datierung wurde im Pollendiagramm nicht aufgeführt.

^{*}Es ist üblich, die an einem Pollenprofil ermittelten Zonen, welche die vegetationsgeschichtliche Entwicklung einer Gegend aufzeigen, in ein überregionales, mitteleuropäisches Zonensystem einzuordnen. Frau Dr. C. Sidler hat sich für dasjenige von FIRBAS (1949) entschieden. Zur Übersicht über die zeitliche Einstufung dieser Zonen sei die von MANGERUD et al. (1974) für Nordeuropa vorgeschlagene und später auch von WELTEN (1982) für die Alpen verwendete Chronostratigraphie wiedergegeben (Tab. 2.3).^{*}

2.6 Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes und dessen Umgebung

2.6.1 Einleitung

^{*}Die Anteile der Pollenspektren können quantitativ nicht exakt in Vegetationsbilder umgesetzt werden, weil sie von unterschiedlichen Parametern beeinflusst werden (unterschiedlich grosse Pollenproduktion einzelner Taxa, Wind- oder Insektenblütigkeit, vorherrschende Windrichtung, Grösse des Aufnahmebeckens, Sedimentationsbedingungen, Konservierung u.a.m.). Die Spektren vermitteln aber trotzdem ein Abbild des Wandels, den die Vegetationsdecke einer Gegend im Verlaufe von Jahrtausenden erfahren hat.^{*}

Die Lokalität Tor liegt ungefähr 80 m über der heutigen lokalen Waldgrenze. Wegen des ausgedehnten Karstvorkommens mit nur geringmächtiger Bodenbil-

Zeitalter	Chronozonen	konventionelle Radiokarbonjahre BP (vor 1950, unkalibriert)
Holozän (Postglazial)	Subatlantikum	2500 – 0
	Subboreal	5000 – 2500
	Atlantikum	8000 – 5000
	Boreal	9000 – 8000
	Präboreal	10'000 – 9000
Spätpleistozän (Spätglazial)	Jüngere Dryaszeit	11'000 – 10'000
	Alleröd-Interstadial	12'000 – 11'000
	Bölling-Interstadial	13'000 – 12'000
	Älteste Dryaszeit	18'000 – 13'000

^{*}Tab. 2.3 Chronozonen des Spät- und Postglazials, nach MANGERUD et al. (1974).^{*}

dung und der gegen Westen offenen Lage liegt die Waldgrenze etwas tiefer als die potenziell-natürliche, die im Mittel auf 1750 m ü.M. anzusetzen ist. In der Umgebung der erbohrten Senke herrschen vor allem Alpweiden und Karstflächen vor, die von karger niedriger Vegetation und punktweise von Gebüsch bedeckt sind. Unterhalb der Waldgrenze besteht der Wald vor allem aus Fichten mit Vogelbeerbaum, Birke und Föhre. Edellaubhölzer sind kaum festzustellen. Der Pollenniederschlag in den Sedimenten umfasst den lokalen Anteil, den regionalen aus dem Umkreis von 10–20 km und den überregionalen Anteil aus über 20 km Entfernung (Fernflug). Der lokale Anteil setzt sich insbesondere aus Nichtbaumpollen (NBP), Gräsern und Kräutern, Riedgräsern und Wasserpflanzen sowie einzelnen Sträuchern wie Hasel, Erle und Birke aus der nähen Umgebung der Alp Tor zusammen. Der regionale Anteil umfasst Pollen von Fichte, Föhre und Baumbirken des subalpinen Waldes. Der überregionale Anteil wird aus Pollen von Laubbäumen der kollinen und montanen Stufe gebildet, von Eichen, Linden, Ulmen und Buchen. Zum überregionalen Anteil zählt ebenso der Pollen einzelner Kulturzeiger wie Nussbaum, Getreide sowie der Hanf/Hopfen-Typ.

^{*}Aus diesen Darlegungen mag hervorgehen, dass die Interpretation von Pollendiagrammen aus dem subalpin/alpinen Bereich schwierig ist. Ohne den begleitenden Nachweis pflanzlicher Makroreste wie Samen, Zapfenschuppen und Nadeln lassen sich in der Regel keine Schlüsse bezüglich Waldgrenzschwankungen ziehen (WICK & TINNER 1997).^{*}

2.6.2 Vegetationsgeschichtliche Entwicklung

Alleröd /Jüngere Dryaszeit ? (12'000–10'000 BP) – Zone Bö 1

Die Zone enthält an der Basis minerogene Sedimente, bestehend aus tonigen Silten, die zunehmend in Tone übergehen und mit organischen Resten angereichert sind. Dabei handelt es sich wahrscheinlich

Tor/Muotathal, Koordinaten 708'650/202'900, 1680 m über Meer

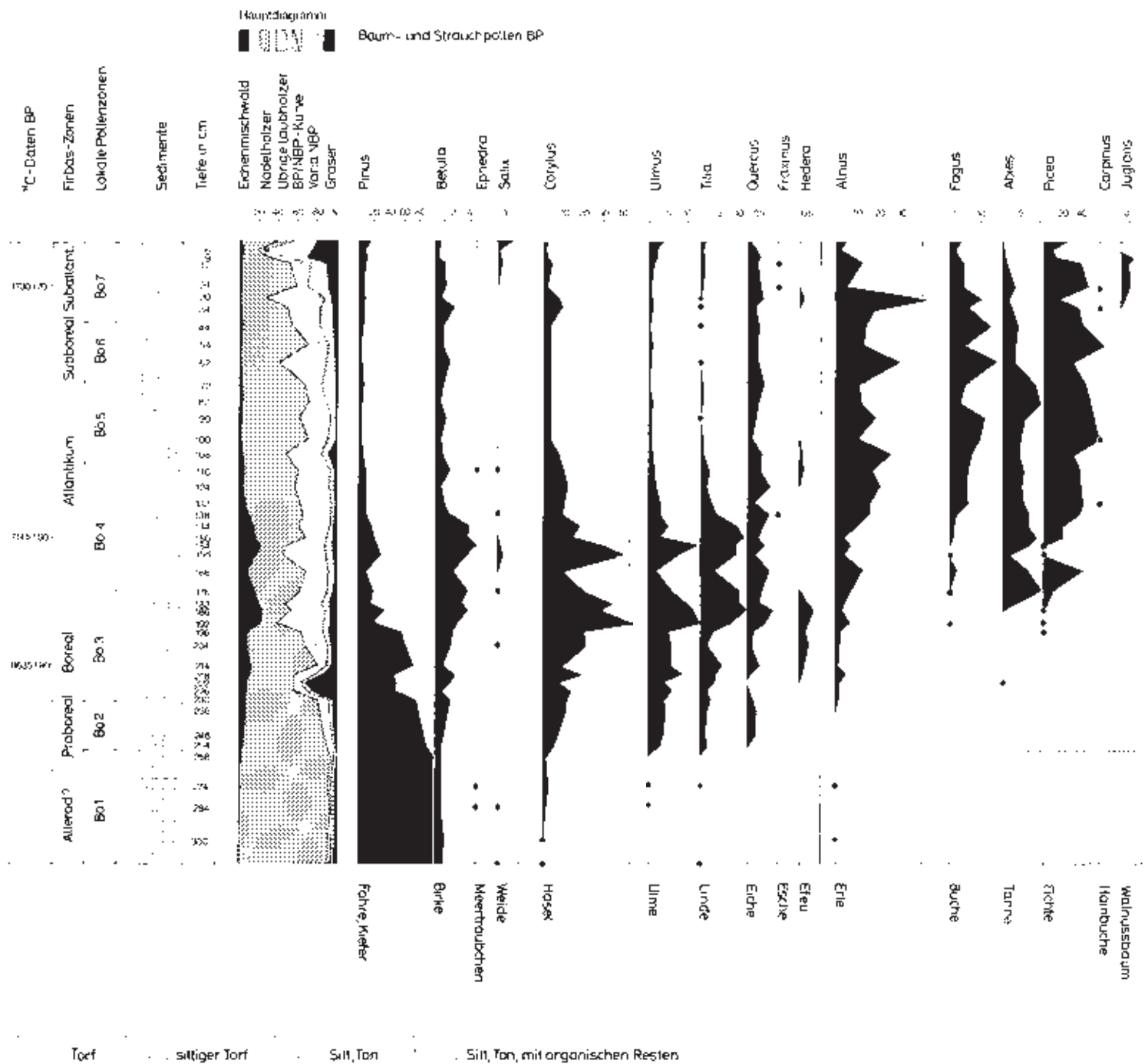


Abb. 2.9 Pollendiagramm Bödmerenwald, Tor/Muotathal

um Überreste einer ersten organischen Deckschicht. Die Interpretation der Pollenspektren dieser Zone ist schwierig. In Pollenprofilen tiefer Lagen lassen derart hohe Anteile von Föhren-Pollen auf einen im Alleröd-Interstadial vorherrschenden fast nahezu geschlossenen Wald schliessen (LOTTER 1988: Rotsee; WYNISDORF 1989: Seebodenalp). Angesichts der minerogenen Sedimente im Profil Tor (Bödmerenwald) und aufgrund weiterer Untersuchungen (SIDLER 1988, 1991) erwägt die Autorin, die hohen *Pinus*-Anteile könnten aus dem Fernflug von Föhrenwäldern tieferer Lagen stammen, in denen die alljährliche Pollenproduktion sehr hoch gewesen ist. Beim Vorliegen einer nach dem Eisrückzug noch schwach entwickelten örtlichen Pioniervegetation kann sich in höheren Lagen der Fernflugpollen in den Pollenspektren sehr stark auswirken, so dass die Pollenspektren ein von der Realität stark abweichendes Vegetationsbild vermitteln (WEGMÜLLER & LOTTER 1990). Im vorliegenden Profil weisen die Anteile von *Artemisia* (Beifuss), der *Chenopodiaceae* (Gänsefussgewächse) und *Thalictrum* (Wiesenraute) und das Vorkommen von *Ephedra* (Meerträubchen, eine Gattung der Nacktsamigen) auf offene Verhältnisse hin. Die Einschwemmungen von Ton und Silt ins Becken durch Erosion in der Umgebung zeigen, dass damals die Vegetationsdecke keineswegs geschlossen war. Spuren von Wasserpflanzen (*Potamogeton*, Laichkraut) weisen auf Verlandungszonen im Becken hin. *Da in diesem Profilabschnitt keine Radiokarbon-Altersbestimmungen ausgeführt werden konnten, ist die chronostratigraphische Zuordnung dieser Pollensequenz schwierig. In einem solchen Fall wird eine zeitliche Zuordnung häufig anhand des Vergleichs mit ähnlichen Pollenspektren weiterer und wenn immer möglich datierter Profile versucht.* So weist die Autorin auf eine nicht publizierte Arbeit von U. Groner hin, der nahezu am gleichen Ort (Koord.: 708'660/202'290) eine Bohrung ungefähr bis in die gleiche Tiefe niedergebracht hat. In 235–260 cm Tiefe fand er Spektren, die an Nichtbaumpollen reich waren (20–55%), viel *Artemisia* aufwiesen (10–25%) und auch *Betula* (8–10%) enthielten. U. Groner ordnet diese Sequenz dem Alleröd-Interstadial und der Jüngeren Dryaszeit zu. Nach Ansicht der Autorin gehören sie zur Jüngeren Dryaszeit, jene der Zone Bö 1 des Profils Tor hingegen zum Alleröd-Interstadial, wobei sie darauf hinweist, dass ein Nachweis der Jüngeren Dryaszeit hier nicht gelang.

Zusammenfassung: Eine eindeutige chronostratigraphische Zuordnung der Pollenzone Bö 1 ist zurzeit nicht möglich. Es handelt sich jedoch sicher um eine dem späten Präboreal vorangehende Periode. Die Waldgrenze des Föhrenwaldes lag damals wesentlich tiefer als die Senke der Alp Tor. Nicht nur die langsame Bodenbildung über Karstgestein sondern auch die klimatischen Bedingungen in dieser Höhenlage haben hier wie andernorts das Aufkommen geschlossener Föhrenwälder verhindert.



Abb. 2.10 *Salix retusa* (Stumpfbültrige Weide) schiebt sich über die Flachkarren und bildet einen Teppich als Keimbeet für weitere Pflanzen. So vollzog sich die Begrünung der Bödmeren nach dem Rückgang der Gletscher und ist bis heute nicht abgeschlossen.

Präboreal (10'000–9000 BP) – Zone Bö 2

Das Sediment der Zone Bö 2 besteht aus einem tonhaltigen Torf. Die Mehrzahl der alpinen Profile dieses Zeitabschnittes enthalten mindestens an der Basis dieser Zone noch minerogene Sedimente (BURGA 1988). Zwischen den Zonen Bö 1 und Bö 2 besteht wahrscheinlich eine Sedimentationslücke (Hiatus). Einerseits geht der Ton mit organischen Resten brüsk in einen tonhaltigen Torf über, andererseits setzt im Pollendiagramm der Pollen der Bäume des Eichenmischwaldes an der Basis dieser Zone unvermittelt ein. Die Jüngere Dryaszeit, die letzte Kaltphase des Spätglazials, ist möglicherweise im Bereich des Beckens nördlich von Tor durch eine erosive Phase mit entsprechenden Schichtlücken gekennzeichnet. Das Becken lag ausserhalb des damaligen Gross Mälchtal-Gletschers; sein auf 1800 m ü.M. liegender grosser Moränenwall ordnet HANTKE (1980) der Jüngeren Dryaszeit zu. Schmelzwässer flossen im Hochsommer ins Becken und bildeten dort einen temporären See. Dieser entwässerte sich unterirdisch durch eine Doline. Eine derartige Entwässerung könnte zu der in 254 cm Tiefe gelegenen Schichtlücke des Profils Tor (Bödmerenwald) geführt haben. Solche Schichtlücken sind in Profilen der Voralpen und Alpen häufig, so z.B. im Profil Obbürgen, Nidwalden (SIDLER 1991).

Oft hebt sich die Jüngere Dryaszeit in Pollenprofilen hoher Lagen nicht oder nur wenig vom Alleröd ab, so z.B. im Profil Lai da Vons, Rheinwald, GR (BURGA 1985) und Buottels, GR (BURGA 1987), aber auch im tiefer gelegenen Profil Seebodenalp, Rigi SZ (WYNISDORF 1989). Der Grund hierfür dürfte darin liegen, dass der ortseigene Pollen aus spärlicher Pioniervegetation durch den massiven Eintrag von Fernflugpollen aus tieferen Lagen überdeckt wird.

*Die Zone Bö 2 ist dem Präboreal zuzuordnen. Unter klimatisch bedeutend bessern Verhältnissen sind Föhren- und Birken-Bestände bis in die Gegend von

Tor vorgedrungen. Der Pollen wärmeliebender Laubbäume wie Ulme, Linde und Eiche dürfte aus tieferen Lagen stammen. Typisch ist, wie sich im Zuge der thermisch günstigeren Verhältnisse in der näheren Umgebung des Beckens zahlreiche Taxa der Krautpflanzen in den noch sehr lichten Föhren-Baumbirken-Beständen ausgebreitet haben, eine Reaktion auf die wesentlich verbesserten thermischen Bedingungen. Eine gleichlaufende Entwicklung konnte pollenanalytisch auch im Profil vom Schwarzmoos im Niedersimmental, BE (WEGMÜLLER & LOTTER 1990) nachgewiesen werden.*



Abb. 2.11 So sah es vermutlich vor 8000 bis 10'000 Jahren in den Böömeren aus: ein Pionierwald aus Föhren und Birken.

Boreal (9000–8000 BP) – Zone Bö 3

Das Sediment der Zone Bö 3 besteht aus kompaktem Torf. Die Zone ist in den Pollenspektren durch den deutlichen Rückgang der Föhre zugunsten der Bäume des Eichenmischwaldes und der Hasel gekennzeichnet, die in dieser Periode ihre maximale Ausbreitung erreichen. *Hedera* (Efeu) fügt sich gut in dieses Vegetationsbild ein.

*In der weiteren Umgebung des Beckens auf der Alp Tor herrschen nach wie vor sehr lichte Föhren-Baumbirken-Bestände vor. Die Birken verzeichnen eine bemerkenswerte Zunahme, hingegen geht die Föhre kontinuierlich zurück. Auf den grossen Lichtungen gedeiht eine üppig entwickelte, artenreiche Krautflora. An feuchteren Stellen siedeln sich Erlen (*Alnus*) an, und auch der Haselstrauch (*Corylus*) breitet sich in der Gegend aus. Von den Bäumen des Eichenmischwaldes dürfte wohl nur die Ulme (*Ulmus*) bis in diese Höhenlage vorgedrungen sein. Für eine starke Vernässung spricht die Ausbreitung der Riedgräser (*Cyperaceae*). Gegen Ende der Periode sind Buche (*Fagus*), Weissanne (*Abies*) und Fichte (*Picea*) ins Muotatal eingewandert. Die Zuordnung dieser Zone zum Boreal wird durch eine Radiokarbon-Altersbestimmung mit 8635 ± 90 BP bestätigt.*

An der Basis der Zone Bö 3 hebt sich im Diagramm eine klar gekennzeichnete, gräserreiche NBP-Phase

(37%) ab. Zwischen dem ausgehenden Präboreal und dem Beginn des Boreals sind mehrere postglaziale Klimaschwankungen belegt (BURGA 1979). Es ist denkbar, dass die NBP-Phase an der Basis des borealen Abschnittes des Profils ebenfalls einem Klimarückschlag entspricht. Im NBP-Spektrum fehlen allerdings die typischen Zeiger einer kaltzeitlichen Steppe (VAN CAMPO 1984). Es kann sich also entweder um einen Klimarückschlag ohne negative Niederschlagsbilanz handeln (beim heutigen Klima des ozeanischen Typs) oder um einen Rückgang des Waldes, der auf andern Faktoren beruht, oder um eine lokale Ausbreitung der Grasfluren, die einen scheinbaren Rückgang des Föhrenwaldes andeutet.

Älteres Atlantikum (8000–6500 BP) – Zone Bö 4

Das Sediment der Zone Bö 4 und der Basis von Zone Bö 5 besteht aus kompaktem Torf, der gegen oben mit Ton angereichert ist. Zone Bö 4 wird durch die Ausbreitung der Tanne, der Fichte, der Erlen und etwas später auch der Buche charakterisiert. Im Fernflug zeichnet sich der starke Rückgang der wärmeliebenden Bäume des Eichenmischwaldes in tieferen Lagen ab. Einzig die Eiche vermag sich über längere Zeit zu halten. In der Umgebung der Alp Tor (Böömerenwald) setzt sich die eingewanderte Fichte gegenüber der Föhre durch; die Hasel verzeichnet einen markanten Rückgang. In der montanen Stufe breiten sich Tanne und Buche aus. Die Buche ist aufgrund ihrer Standortansprüche nie bis zur Alp Tor vorgedrungen, und die Ausbreitung der Weissanne in höhere Lagen blieb wegen den zu wenig entwickelten Böden über Karstgestein wohl eher beschränkt. Gemäss einer Radiokarbon-Altersbestimmung mit einer Zeitstellung von 7145 ± 90 BP hat sich die tiefgreifende, vegetationsgeschichtliche Wende zum subalpinen Fichtenwald im Verlaufe des Älteren Atlantikum vollzogen.

Im Gebiet der Toralp ist wie in der Ostschweiz die Ausbreitung von Weissanne und Fichte fast gleichzeitig erfolgt (WEGMÜLLER 1976; BURGA 1987). In der Zentralschweiz hingegen erfolgte die Ausbreitung der Fichte bedeutend später als jene der Tanne (ZOLLER 1960; GEHRIG 1989; WYNISDORF 1989; SIDLER 1991).

Jüngeres Atlantikum (6500–5000 BP) – Zone Bö 5

Zone Bö 5 stellt eine Epoche der Konsolidierung des Nadelwaldes in der montanen und subalpinen Stufe des Muotatales dar. Diese hat sich unter klimatisch optimalen Bedingungen vollzogen. Die Tanne erfährt gegen Ende dieses Zeitabschnittes eine stärkere Ausbreitung. Der sichere Nachweis ihres Vordringens bis zur Alp Tor könnte allerdings nur anhand von Makroresten (Holz, Nadeln, Zapfen) erbracht werden. Die

Buche hingegen weist einen markanten Rückgang auf. Mit der Anreicherung des Torfes durch Ton fällt ein Anstieg lichtliebender Taxa, so der Compositen (Zungenblütler und Röhrenblütler), und dann ebenfalls des Moosfarns (*Selaginella*) auf. Es könnte sich um die Ausdehnung der Krautschicht auf Erosionsanrissen oder auch um eine Auflichtung des natürlichen Waldes handeln.



Abb. 2.12 Stark und schön stehen die schlanken Fichten im Böhmerenwald.

Subboreal (5000–2500 BP) – Zone Bö 6

Das Sediment besteht an der Basis aus einem kompakten, tonhaltigen Torf, im oberen Teil aus reinem aber ebenfalls kompaktem Torf. In dieser bereits kühleren und niederschlagsreicheren Periode sind die klimatischen Bedingungen etwas ungünstiger als im Atlantikum. Die Wälder in der Umgebung der Bohrstelle werden weiterhin durch die Fichte dominiert. Die Tanne verzeichnet einen Rückgang, hingegen breitet sich die Buche in tieferen Lagen stärker aus.

*Die leicht erhöhten NBP-Werte und das artenreiche NBP-Spektrum können im Sinne von Auflichtungen gedeutet werden. Ob es sich bereits um bronzezeitliche Rodungen zur Gewinnung von Wiesen und Weiden handelt, kann nicht entschieden werden. Zwar findet sich in 43 cm Tiefe eine Zunahme von *Plantago* (Wegerich), doch müssten weitere typische Rodungszeiger und insbesondere auch Brandhorizonte im Sediment nachgewiesen werden.*

In diesem Zusammenhang ist ein im Bisistal (Muotatal) auf 1400 m ü.M. gefundenes Beil von Interesse, das in die Zeit von ca. 1300–1200 v. Chr. eingestuft wird. SPECK (1991) schliesst daraus, dass bereits zur Bronzezeit lokal eine Alpnutzungsphase bestanden habe.

Subatlantikum (ab 2500 BP – Gegenwart) – Zone Bö 7

Das Sediment besteht an der Basis aus einem verfestigten Torf, der ganz zuoberst in einen lockeren Torf übergeht. Im Gebiet herrschen Fichtenwälder und Erlen-Bestände vor, deren Ausdehnung allerdings zufolge Alpweiderodungen zurückgeht. Gegen das obere Ende der Zone erscheinen die ersten Spuren von Kulturpflanzen. Als Kulturzeiger treten Pollen der *Cerealia* (Getreide), von *Cannabis/Humulus* (Hanf/Hopfen) und von *Juglans* (Nussbaum) auf. Im Weiteren erscheinen Kultur-Begleitpflanzen wie *Artemisia* (Wermut, Beifuss), *Rumex* (Ampfer), *Plantago* (Wegerich), *Chenopodiaceae* (Gänsefussgewächse) und *Thalictrum* (Wiesenraute), dann aber auch Lichtungszeiger wie *Selaginella* (Moosfarn), Erikagewächse (*Ericaceae*) sowie Arten der zungenblütigen Compositen (*Liguliflorae*). Während der Pollen der Kulturpflanzen (Getreide, Hanf/Hopfen und Nussbaum) sicher aus dem Ferntransport aus Talsiedlungen stammt, belegt die starke Zunahme der übrigen Taxa die einsetzenden Waldrodungen im weiteren Umkreis des Moores Tor. Diese sind in die Zeit des Hochmittelalters anzusetzen. Der markante Fichten-Rückgang dürfte damit in Zusammenhang stehen. Bemerkenswert ist auch das späte Auftreten des Pollens von *Carpinus* (Hainbuche) in tieferen Lagen.

Eine Radiokarbon-Altersbestimmung aus diesem Abschnitt ergab eine Zeitstellung von 1730 ± 70 BP.



Abb. 2.13 Urwald

Die Ablagerung der dieser Datierung zugrunde liegenden Torfe fällt somit noch in die spätrömische Epoche. Zur Zeit fehlen allerdings aus dem Gebiet noch datierte Pollensequenzen, welche das Auftreten lokaler römischer Niederlassungen aufzeigen würden. Es ist aber durchaus möglich, dass pollenanalytisch eine Siedlungsphase tieferer Lagen nachgewiesen werden kann, wenn auch bisher keine entsprechenden archäologischen Horizonte festgestellt worden sind. Was die archäologischen Belege zur Besiedlung des zwischen Vierwaldstättersee und Gotthard gelegenen Raumes betrifft, sei auf die Publikation von PRIMAS et al. (1992) hingewiesen.

Aus dem Gebiet der Zentralschweiz liegen zum Nachweis von Alpweiderodungen zurzeit noch wenig pollenanalytische Untersuchungen vor. Am Pilatussee (1560 m ü.M.) erscheinen nach GEHRIG (1989) Kulturspuren am Ende des Subboreals (nicht datiert). Am Höhenbiel (1979 m ü.M.) im Urserental ist die Phase der Kulturpflanzen mit 925 ± 75 BP und von Plidut-scha (2128 m ü.M.) im Gebiet des Oberalppasses mit 620 ± 150 BP und 910 ± 145 BP (KÜTTEL 1990a) datiert. Im Profil Merlialp II, 1336 m ü.M., (SIDLER 1991) setzt der Beginn der sommerlichen Nutzung der Alpweiden um 1055 ± 80 BP, also ebenfalls im Hochmittelalter ein.

2.7 Zusammenfassung

Ein von der Alp Tor im Muotatal stammendes, 3.24 m umfassendes Profil (Koord. 708'650/202'900, 1680 m ü.M.) mit 43 Proben wurde pollenanalytisch untersucht. Die Bohrstelle liegt knapp über der Waldgrenze in der Nähe des Urwaldgebietes Böldmerenwald. Geologie, Klima und Vegetation des ausgedehnten Karstgebietes werden kurz dargestellt.

Die schwierige Interpretation pollenanalytischer Profile der subalpinen Stufe wird diskutiert. Der im Torf eingelagerte Pollen stammt einerseits aus dem lokalen Bereich, andererseits aus dem regionalen und überregionalen Gebiet (Fernflugpollen).

Die siltig-tonigen Sedimente von der Profilbasis dürften aus dem Endabschnitt des Spätglazials (Alleröd ?, 12'000–11'000 BP) stammen. Die Gegend der Alp Tor war damals noch unbewaldet und wies nur eine lückenhafte Pioniervegetation auf. Die hohen Föhren-Anteile dieses Profilabschnittes stammen mit grosser Wahrscheinlichkeit aus den Föhrenwäldern tieferer Lagen (Fernflug). Die Bodenbildung über den Karstflächen vollzog sich in dieser Höhenlage nur langsam. Zwischen Alleröd und Präboreal liegt eine Erosionslücke, die möglicherweise durch Schmelzwasser eines späten Gletschervorstosses verursacht wurde. Der Sedimentwechsel von minerogenen zu organogenen Ablagerungen fällt zeitlich in den Übergang vom Spätglazial zum Holozän (ca. 10'000 BP). Im Präboreal (10'000–9000 BP) drangen Baumbirken und Föhren in



Abb. 2.14 Urwüchsigkeit im Urwald

die Gegend der Alp Tor vor, gleichzeitig entwickelte sich die Krautschicht, und die Erosion ging zurück. In der montanen Stufe setzten sich Hasel und Bäume des Eichenmischwaldes fest. Zu Beginn des Boreals (9000–8000 BP) waren auf Alp Tor lichte Föhren- und Baumbirken-Bestände verbreitet, in welche Hasel und Erlen vorzudringen begannen. Gegen Ende des Boreals wanderte die Fichte ins Gebiet der Alp Tor ein. Tanne und Buche setzten sich in der montanen Stufe fest. Die Ausbreitung des subalpinen Fichtenwaldes (Böldmerenwald) im Älteren Atlantikum (8000–6500 BP) stellt das markante Ereignis in der Waldgeschichte der Region dar. Der Föhre kam von diesem Zeitpunkt weg nur noch eine untergeordnete Rolle zu. Im Verlaufe des Atlantikums erreichten Tanne und Buche in der montanen Stufe eine grössere Ausbreitung; wegen dieser Konkurrenz gingen die bestandbildenden Bäume des Eichenmischwaldes und die Hasel zurück. Die Erlen verzeichneten eine grosse Zunahme im gesamten Gebiet. Die starke Ausbreitung der Fichte führte zur Konsolidierung des subalpinen Waldes. Im Subboreal (5000–2500 BP) erfolgte unter bereits kühleren Bedingungen ein Rückgang der Weisstanne, während sich die Buche zu halten vermochte. Das Subatlantikum (2500 BP – Gegenwart) war gekennzeichnet durch Rodungen von Wald zur Gewinnung von Alpweiden. Pollen von Nussbaum, Getreide und Hanf/Hopfen (Fernflug) weisen auf Siedlungsphasen in tieferen Lagen hin. Im Hochmittelalter setzten im Gebiet von Tor grössere Alpweiderodungen ein.

Dank

Zuerst gebührt mein Dank Herrn W. Kälin, dipl.Forst-Ing. ETH, dass er mir diese pollenanalytische Untersuchung über das Urwaldreservat Böldmeren anvertraut hat. Danken möchte ich ebenfalls Herrn Dr. U. Groner für die Mitteilungen aus seinen unveröffentlichten Unterlagen, Frau Prof. Dr. M. Primas von der Universität Zürich für Literaturangaben, Herrn Dr. W. Keller von der Universität Zürich und Herrn Dr. G. Bonani von der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich für die Radiokarbon-Altersbestimmungen sowie dem Geologischen Institut der ETHZ für die wohlwollende Bereitstellung der für die Arbeit notwendigen Infrastruktur. (C. Sidler)

2.8 Literaturverzeichnis/Bibliographie

Im Text zitierte und weiterführende Literatur:

- BURGA, C.A. 1979. Postglaziale Klimaschwankungen in Pollendiagrammen der Schweiz. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 124: 265–283.
- BURGA, C.A. 1985. Lai da Vons – Spät- und postglaziale Umweltveränderungen eines Sees an der Baumgrenze in den östlichen Schweizer Alpen. Diss. Bot. 87: 381–428.
- BURGA, C.A. 1987. Gletscher- und Vegetationsgeschichte der Südrätischen Alpen seit der Späteiszeit. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 101: 1–162.
- BURGA, C.A. 1988. Swiss vegetation history during the last 18'000 years. New Phytol. 110: 581–602.
- ERDTMAN, G. 1934. Über die Verwendung von Essigsäureanhydrid bei Pollen-Untersuchungen. Svensk Bot. Tidskr. 28: 354–358.
- FIRBAS, F. 1949. Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Erster Band: Allgemeine Waldgeschichte. Fischer, Jena. 480 S.
- GEHRIG, R. 1989. Pollenanalytische und geomorphologische Untersuchungen im Eigental (LU). Diplomarb. Geogr. Inst. Univ. Zürich. 89 S.
- GRONER, U. 1985. Palynologie der Karsthöhlensedimente im Hölloch, Zentralschweiz. Diss. Geogr. Inst. Univ. Zürich. 172 S.
- HANTKE, R. 1980. Eiszeitalter 2. Ott, Thun. 703 S.
- HANTKE, R. 1982. Zur Talgeschichte des Gebietes zwischen Prigel- und Klausenpass. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 8. Heft: 3–12.
- HANTKE, R. 1983. Eiszeitalter 3. Ott, Thun. 730 S.
- HANTKE, R. 1987. Zur Entstehung der Landschaft von Obwalden. Mitt. Naturf. Ges. Luzern 29: 237–250.
- HANTKE, R. 1995. Erdgeschichte des Bödmerenwaldes (Gemeinde Muotathal, Kt. Schwyz). 2. überarbeitete Aufl. Eidg. Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft 337: 1–32.
- KÄLIN, W. 1982. Der Bödmerenwald. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 8. Heft: 81–86.
- KÄLIN, W. 1987. Zur Geschichte des Urwald-Reservates Bödmeren. Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen 299: 13–17.
- KÜTTEL, M. 1990a. Zur Vegetationsgeschichte des Gotthardgebietes. Mitt. Naturf. Ges. Luzern 31: 99–111.
- KÜTTEL, M. 1990b. Der subalpine Schutzwald im Urserental – ein inelastisches Ökosystem. Bot. Helv. 100: 183–197.
- KÜTTEL, M., LOTTER, A. 1987. Vegetation und Landschaft der Zentralschweiz im Jungpleistozän. Mitt. Naturf. Ges. Luzern 29: 251–272.
- LANG, G. 1994. Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Fischer, Jena, Stuttgart, New York. 462 S.
- LEIBUNDGUT, H. 1987. Die Bedeutung des Urwald-Reservates Bödmeren. Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen 299: 18–23.
- LEIBUNDGUT, H. 1993. Europäische Urwälder – Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft. Haupt, Bern. 260 S.
- LOTTER, A. 1988. Paläoökologische und paläolimnologische Studie des Rotsees bei Luzern. Diss. Bot. 124: 1–187.
- MANGERUD, J., ANDERSEN, S.T., BERGLUND, B.E., DONNER, J.J. 1974. Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. Boreas 3: 109–128.
- PRIMAS, M., DELLA CASA, PH., SCHMID-SIKIMIC, B. 1992. Archäologie zwischen Vierwaldstättersee und Gotthard. Universitätsforsch. zur prähistorischen Archäologie. 12, Habelt, Bonn.
- SIDLER, C. 1988. Signification de la palynologie appliquée aux sédiments détritiques et organogènes du Pleistocène supérieur. Eem-Tardiglaciaire würmien et de l'Holocène entre Zoug, Zurich et Baden. Thèse EPFZ.
- SIDLER, C. 1991. Reconstruction du paysage et de l'empreinte humaine en Suisse centrale (OW-NW) au Tardiglaciaire würmien et à l'Holocène. Quaternaire 2: 27–48.
- SPECK, J. 1991. Ein bronzenes Schaftlappenbeil vom Bisistal (Gem. Muotathal SZ). Jb. Schweiz. Ges. Ur- u. Frühgesch. 74: 200–201.
- STOCKMARR, J. 1971. Tablets with spores used in pollen analysis. Pollen et Spores 13 (4): 615–621.
- SUTTER, R., BETTSCHART, A. 1982. Zur Flora und Vegetation der Karstlandschaft des Muotatales. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 8. Heft: 13–80.
- THEE, P. 1987. Zur Herstellung der Karte. Das Kartenprojekt Urwald-Reservat Bödmeren 1 : 2000. Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen. Ber. Nr. 299: 30–40.
- VAN CAMPO, E. 1984. Relation entre la végétation de l'Europe et les températures de surface océaniques après le dernier maximum glaciaire. Pollen et Spores 26, 3–4: 497–518.
- VON POST, L. 1916. Om skogsträdpollen i sydsvenska torfmosselagerföljder (föredragsreferat). Geol. Fören. Stockholm Förhandl. 38.
- WEGMÜLLER, H.-P. 1976. Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Faningebiet (Kantone Appenzell, St. Gallen, Graubünden/Schweiz). Bot. Jb. Syst. 97/2: 226–307.
- WEGMÜLLER, S., LOTTER, A.F. 1990. Palynostratigraphische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der nordwestlichen Kalkvoralpen. Bot. Helv. 100/1: 37–73.
- WELTEN, M. 1972. Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85: 69–74.
- WELTEN, M. 1982. Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern-Wallis. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 95: 1–104.
- WICK, L., TINNER, W. 1997. Vegetation changes and timberline fluctuations in the central Alps as indicators of Holocene climatic oscillations. Arctic and Alpine Research 29: 445–458.
- WYNISDORF, E. 1989. Zur Landschaftsgenese, Vegetations- und Klimageschichte am Nordwesthang der Rigi. Mitt. Naturf. Ges. Luzern 30: 155–171.
- ZOLLER, H. 1960. Die wärmezeitliche Verbreitung von Haselstrauch, Eichenmischwald, Fichte und Weisstanne in den Alpenländern. Bauhinia 1: 189–207.
- ZOLLER, H. 1987. Zur Geschichte der Vegetation im Spätglazial und Holozän der Schweiz. Mitt. Naturf. Ges. Luzern 29: 123–149.

3 Die Kleinsäuger des Urwaldreservats Bödmeren und seiner näheren Umgebung (Schweizer Nordalpen, Kanton Schwyz)

Pascale Steck, Matthias Wüst, Ruedi Hess, René Güttinger

3.1 Einleitung

Wenn Zoologen von „Kleinsäufern“ sprechen, meinen sie in der Regel all jene etwa maus- bis rattengrossen Säugetiere, die man mit üblichen Kastenfallen fangen kann. Sie gehören zu ganz verschiedenen Gruppen des zoologischen Systems: zu den Insektenfressern (Spitzmäuse, Maulwurf), Nagetieren (Schläfer, Langschwanzmäuse und Ratten, Wühlmäuse) und Raubtieren (Hermelin, Mauswiesel). Gemeinsam ist ihnen die geringe Körpergrösse. Kleinsäuger spielen in der Natur eine sehr vielseitige Rolle. Spezielle Bedeutung haben insbesondere Mäuse aufgrund ihrer hohen Vermehrungsrate und Biomasse als Nahrungsgrundlage für zahlreiche Beutegreifer, als Verbreiter von Pflanzensamen und Pilzsporen sowie als Forst- und Landwirtschaftsschädlinge (z.B. LEUTERT 1981; FLOWERDEW 1993). Dank ihrer kleinen Aktionsräume von wenigen Aren können sie entsprechend kleinflächige Lebensräume besiedeln. Überdies reagieren vor allem die spezialisierten Arten fein auf Habitatunterschiede. Kleinsäuger können deshalb dafür herangezogen werden, ausgewählte Flächen in der Landschaft, z.B. Naturschutzgebiete, anhand der lokalen Artenzahl und dem Vorkommen bestimmter spezialisierter Arten zu charakterisieren (z.B. GÜTTINGER 1988). Das Urwaldreservat Bödmeren deckt trotz seiner relativ geringen Grösse von 70 Hektaren (ha) die meisten der zahlreichen, in der weiteren Landschaft vorhandenen Lebensraumtypen des Waldes und der Zwergstrauchheiden ab. Dies spiegeln die Artenlisten der bisher im Gebiet gefundenen und untersuchten Tiere und Pflanzen wider (KÄLIN 1997). Ob dieses Muster auch bei der Kleinsäugerfauna festzustellen ist, bildete das zentrale Thema der vorliegenden Arbeit. Zur Erweiterung des Spektrums der untersuchten Lebensräume wurden Kleinsäuger auch in Flächen ausserhalb des Reservats gefangen. Bei diesen Probeflächen handelte es sich hauptsächlich um extensiv oder nicht bewirtschaftete Lebensräume, die ebenfalls für die gesamte Landschaft Bödmeren charakteristisch sind. Vergleichbare Studien über die Kleinsäugerfauna in der montanen bis subalpinen Waldregion der Schweiz sind bisher nur wenige bekannt (z. B. MÜLLER 1972; SCHMID 1984; SCHIESS 1988; GERLACH 1996). Neuere Untersuchungen aus den Alpen existieren hauptsächlich aus Österreich, wo die Bergwaldregionen der Hohen Tauern auf ihre Kleinsäuger untersucht wurden (REITER & WINDING 1997; SLOTTA-BACHMAYR et al. 1998, 1999; JERABEK & WINDING 1999).

Aus dem Bödmerenwald existierten bisher Nachweise einzelner Kleinsäugerarten auf der Basis von Zufallsbeobachtungen, Einzelfängen sowie einer Analyse von Beutetierresten einer Brut des Rauhfusskauzes *Aegolius funereus* (HESS 1976). Die vorliegende Untersuchung stellt eine erste systematische Dokumentation der Kleinsäuger im Urwaldreservat Bödmeren und seiner näheren Umgebung dar. Die Untersuchung hatte zum Ziel, in möglichst vielen Lebensraumtypen eine Bestandsaufnahme der Kleinsäugerarten durchzuführen und anhand von Vorkommen und Häufigkeiten Einblicke in die Habitatwahl der einzelnen Arten zu gewinnen.

3.2 Untersuchungsgebiet und Probeflächen

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der schweizerischen Nordalpen, nämlich im **Bödmerenwald** der Gemeinde Muotathal, Kanton Schwyz (Koord.: 46° 59' N / 8° 51' E, Abgrenzung des Bödmerenwaldes gemäss Landeskarte 1:25'000). Der Bödmerenwald bildet zusammen mit weiteren, westlich angrenzenden Wäldern (Bol, Schluecht, Eigeliswald, Chrüzban) und mit eingeschlossenen und umgebenden Alpweiden ein etwa 12 km² grosses, allgemein nach Westen exponiertes Hochplateau zwischen 1200 und 1700 m ü.M. Dieses Gebiet wird in dieser Arbeit als **Grossraum Bödmeren** bezeichnet (Abb. 3.1). Das Plateau fällt im Süden und Südwesten abrupt ins Bisistal (650–850 m ü.M.) und zu den Alpen Vorder und Hinter Bruust ab und wird im Norden und Nordwesten durch den Starz-



Abb. 3.1 Blick auf den Grossraum Bödmeren von Osten (Ruch Tritt). Im Vordergrund sind die an den Wald angrenzenden Alpweiden sichtbar, dahinter der Bödmerenwald mit dem Urwaldreservat.



Abb. 3.2 Blick auf einen Teil des Urwaldreservats Bödmeren von Südwesten (Täli), mit dem Roggenstöckli im Hintergrund.

lenbach und die dahinter steil aufragende Druesbergkette (1800–2280 m ü.M.) begrenzt. Die Wälder des Grossraums Bödmeren zeichnen sich gegenüber den anderen Wäldern des Muotatals durch ihre vergleichsweise grosse Fläche, kompakte Form und die sanft geneigte Plateaulage aus. Sie sind von den ausgedehnten Waldlandschaften des Alptals, Sihltals und Wägital im Norden 5–10 km entfernt und überdies durch die dazwischen liegende Druesbergkette getrennt. Die inneren Zonen des Bödmerenwaldes blieben bis Ende der sechziger Jahre wegen ihrer Unzugänglichkeit von intensiveren forstwirtschaftlichen Tätigkeiten verschont (KÄLIN 1982). Mit dem Bau der neuen Pragelpassstrasse 1970 bis 1974 und einer Vielzahl von Forst- und Güterstrassen sind der Wald und das Alpgelände heute forst- und alpwirtschaftlich wie auch touristisch weitgehend erschlossen. Für die Erhaltung der lokalen, biologischen Vielfalt war dieser Entwicklungsschritt nicht unbedenklich (HESS 1982; GRONER 1990). Immerhin gelang es bereits 1971, ein 4.8 ha grosses Waldreservat zu gründen. Dieses wurde 1983 auf 70 ha erweitert und besteht gemäss KÄLIN (1997) aus Fichten-Urwald (43 ha), Bergföhren- und Birkenbeständen (20 ha) und offenem Gelände (7 ha) (Abb. 3.2). Die genaue Lage dieses **Urwaldreservats Bödmeren** ist in THEE et al. (1987) festgehalten.

Das Gebiet gehört zu den nördlichen Kalkalpen und ist Teil einer der grossartigsten Karstlandschaften der Schweiz (BLN-Inventar 1977). Diese eindruckliche Landschaft ist vor allem wegen des „Höllochs“ bekannt, eines 183 km langen Höhlensystems (Vermessungsstand 1.3.1999). Die zu den helvetischen Decken gehörende Obere Silberendecke bzw. -schuppe, bestehend aus Schrattenkalk, Gault und Seewerkalk, bildet den geologischen Untergrund. Der Anteil an Schuttbildungen ist sehr gering (HANTKE 1961, 1982). Im Osten des Waldes erstreckt sich ein ausgedehnter Waldgrenzbereich mit reicher Zwergstrauchvegetation. Über alpine Rasen und nackten Karst steigt das Hochplateau weiterhin sanft an und erreicht auf der Twärenen-Räui (2319 m ü.M.) den höchsten Punkt.

Die Gegend zeichnet sich durch ausserordentlich hohe Jahresniederschläge und eine lang andauernde Schneebedeckung aus: Für die Messstation Muotathal, 610 m ü.M., betragen das Jahresmittel der Niederschläge 1975 mm und die mittlere jährliche Schneehöhe 388 cm (HESS 1983). Auf 1653 m ü.M. im Bödmerenwald beträgt der Jahres-Niederschlag dann um 2600 mm (VON GRAEFE 1992 zitiert in BERTRAM 1994). Das deutlich ozeanische, kühl-feuchte Klima bedingt reiche Vorkommen von Flechten (GRONER 1990), Farnen (SUTTER & BETTSCHART 1982), Moosen (BERTRAM 1994) und Pilzen (SENN-IRLET 1994). Der zerklüftete Karst ermöglicht jedoch eine gute Entwässerung in das Höhlensystem des Höllochs. Es fehlen deshalb grossflächig stauende Standorte. Oberflächliche, stehende und fließende Gewässer sind äusserst selten und erreichen nur kleine Dimensionen. Dies spiegelt sich in der Zusammensetzung der Molluskenfauna wider: Von 72 nachgewiesenen Molluskenarten waren 75% gegenüber Wärme und Trockenheit relativ unempfindlich, 21% feuchtigkeitsliebend und eine lebte in Gewässern (GOSTELI 1994). Auf den Kalkrücken konnte sich nur dort eine Humusschicht bilden, wo sie von Pflanzenwurzeln zusammengehalten wird. Ausserdem sammelte sich auch in den Karrenspalten Humus an. Aus diesen Spalten heraus, wo es über längere Zeit feucht bleibt, konnten die Felsen überwachsen werden.

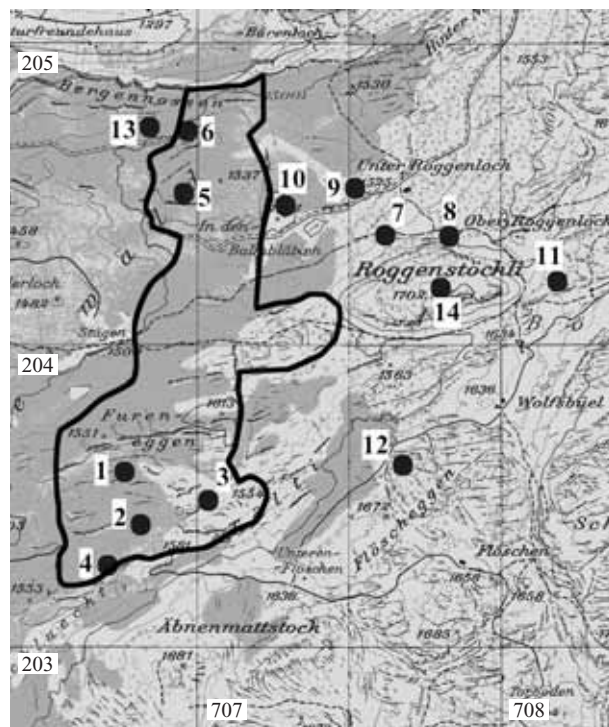


Abb. 3.3 Der Untersuchungsperimeter (Massstab 1:25'000) mit den Probestellen innerhalb und ausserhalb des Reservats. Die Nummerierung entspricht den Nummern der Probestellen in Tab. 3.1. Die Reservatsgrenze ist schwarz markiert. Die Zahlen am Rand bezeichnen die km-Koordinaten der Landeskarte der Schweiz.

(Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie BA 002999)

Nr.	Probefläche	Abb.	Fangperiode	Beschreibung
1	Lockerer Bergföhrenwald	3.4	23.07.–25.07. 21.08.–23.08.	Lockerer Bergföhrenwald, durchsetzt mit Zwergsträuchern, Pfeifengraswiesen und Karrenfluren, wenig tiefgründiger Boden auf trockenem, felsigem Untergrund. Exposition: NNW
2	Lockerer Birkenbestand	3.5	23.07.–25.07. 21.08.–23.08.	Niederwüchsige Birken mit Alpenrosen-Zwergstrauchheiden oder Pfeifengrasfluren auf trockenem Boden, mit stark kupierten Stellen, in den Senken feucht. Exposition: N
3	Zwergstrauchheide mit freien Felsflächen	3.6	23.07.–25.07. 21.08.–23.08.	Zwergstrauchheide mit Pfeifengrasflecken, freien Felsflächen und eingestreuten, niederwüchsigen Birken, von schattigen Spalten und mit Geröll gefüllten Senken durchsetzt. Keine Exposition
4	Lockerer Fichtenwald	3.7	23.07.–25.07. 21.08.–23.08.	Lockerer, subalpiner Fichtenwald mit Zwergsträuchern und Felsflächen, flachgründiger, trockener Untergrund. Exposition: W
5	Geschlossener Fichtenwald	3.8	16.07.–18.07. 15.08.–17.08.	Zusammenhängender, subalpiner Fichtenwald mit felsigem Untergrund, stellenweise mit dichter Krautschicht auf feuchtem Boden. Exposition: N
6	Ungeräumte Windwurffläche	3.9	16.07.–18.07. 15.08.–17.08.	Naturbelassene Sturmfläche (1990, Sturm „Vivian“) mit umgeworfenen und geknickten Fichten, dichte Krautschicht auf feuchtem Boden. Exposition: NW
7	Bachrinnsal	3.10	16.07.–18.07. 30.07.–01.08.	Kleines Rinnsal auf einer mit Geröll durchsetzten Weide (oberer Abschnitt), fast geschlossene Krautschicht am Gewässerrand (unterer Abschnitt). Exposition: N
8	Grünerlengebüsch	3.11	16.07.–18.07. 30.07.–01.08.	Dichte Erlenvegetation auf sehr steilem Gelände mit Grauem Alpendost im Unterwuchs, Boden z.T. durch Weidetritt (Rinder) erodiert. Exposition: N
9	Sumpfige Alpweide	3.12	16.07.–18.07. 15.08.–17.08.	Von kleineren Fichtenbeständen gesäumte Rinderweide, mit feuchtem, sumpfigem Boden und kleineren, mit Farn bewachsenen, trockenen Erhebungen. Keine Exposition
10	Alpweide mit Felsflächen	3.13	30.07.–01.08. 15.08.–17.08.	Rinderweide mit eingestreuten, grösseren Karstflächen und Geröllfeldern, Boden mehrheitlich trocken und nicht sehr tiefgründig, Fläche umgeben von geschlossenem Fichtenwald. Exposition: SW
11	Zwergstrauchheide	3.14	30.07.–01.08. 21.08.–23.08.	Baumlose Zwergstrauchheide mit offenen Felspartien und kleineren Pfeifengrasflächen, trockener Untergrund, nicht beweidet. Exposition: N
12	Offener Fichtenwald	3.15	30.07.–01.08. 21.08.–23.08.	Stark aufgelockerter, subalpiner Fichtenwald mit dazwischen liegenden, intensiv beweideten Flächen (Rinder), stark zerklüfteter Untergrund mit Spalten und steilen Felspartien. Exposition: NNW
13	Geräumte Windwurffläche	3.16	23.07.–25.07. 21.08.–23.08.	Sturmfläche (1990, Sturm „Vivian“) in einem ehemals geschlossenen Fichtenwald, forstwirtschaftlich aufgearbeitet, feuchter Untergrund, mit dichter Krautschicht bewachsen. Exposition: N
14	Mosaik Hangmoor/Zwergstrauchheide	3.17	30.07.–01.08. 21.08.–23.08.	Unbeweidete Grasfläche auf moorigem Boden, an trockeneren Stellen mit Zwergsträuchern, an sumpfigen Stellen mit Seggen, Wollgras und Moosen. Bergkuppe. Keine Exposition

Tab. 3.1 Kurzbeschreibung der einzelnen Probeflächen mit Angabe der Fangperioden im Jahr 1996. Die Probeflächen innerhalb des Reservats sind dunkelgrau unterlegt, jene ausserhalb hellgrau. Abb. 3.4–3.17 zeigen fotografische Aufnahmen der einzelnen Probeflächen zur Zeit der Fangaktionen.

Auf den Felsen selbst bleibt das Bodenmilieu, je nach Bewuchs, auch nach Niederschlägen weitgehend trocken (SUTTER & BETTSCHART 1982). Dies schlägt sich auch in den für das Gebiet beschriebenen Pflanzengesellschaften nieder, welche sowohl feuchte wie trockene Verhältnisse repräsentieren (SUTTER & BETTSCHART 1982; BETTSCHART & SUTTER 1990; BETTSCHART 1994; FREY & BICHSEL 2001). Nach FREY & BICHSEL (2001) ist die hygrische Ozeanität mit einer eher thermischen Kontinentalität gekoppelt.

3.4	3.7	3.9	3.16
3.5			3.17
3.6	3.8		3.10
3.11			
3.12	3.13	3.15	





Das reichhaltige Relief der Karstflächen mit seinem stark variierenden Mikroklima schafft auf kleiner Fläche äusserst vielfältige Bedingungen (THEE et al. 1987; FREY & BICHSEL 2001). Im Rahmen dieser Studie sollte dieses vielfältige Spektrum an Lebensräumen aus der Sicht der Kleinsäuger mit der Auswahl von **14 Probeflächen** (Abb. 3.4–3.17) möglichst vollständig abgedeckt werden. Die Probeflächen befinden sich alle im nordöstlichen Teil des Bödmerenwaldes, in einer weitgehend überwachsenen Karstlandschaft. Sie sind über einen Höhenbereich von 230 m und eine Fläche von etwa 1.6 km² verteilt. Diese Fläche wird in der Folge als **Untersuchungsperimeter** bezeichnet (Abb. 3.3, S. 66). Sechs Probeflächen liegen innerhalb des Urwaldreservats Bödmeren, die übrigen in der näheren Umgebung des Reservats. Ausserhalb des Reservats wurden vorwiegend nicht bewaldete Lebensräume, wie sie sich innerhalb nicht finden, ausgewählt. In Tab. 3.1 sind die Probeflächen aufgeführt und kurz beschrieben. Ihre räumliche Lage ist in Abb. 3.3 ersichtlich.

3.3 Material und Methoden

Die Fangaktionen erfolgten vom 16. Juli bis 23. August 1996 durch P. Steck und M. Wüst. Eine Fangperiode dauerte drei aufeinander folgende Tage und Nächte, wobei jeweils gleichzeitig in vier bis acht Probeflächen gefangen wurde. In jeder Probefläche wurden zweimal in einem zeitlichen Abstand von mindestens elf Tagen Fallen gestellt. Um die Anzahl der toten Tiere so weit als möglich zu reduzieren, wurden Lebend-Kastenfallen des Typs „Sherman LFA“ (8 cm x 9 cm x 23 cm) verwendet. Dabei nahmen wir in Kauf, dass die Bestimmung der Tiere nach Möglichkeit vor Ort erfolgen musste. Als Ködermaterial verwendeten wir ein Gemisch aus Haferflocken und Erdnussbutter, ferner Leberwurst und Apfelstückchen (Abb. 3.18). Ausserdem bestückten wir jede Falle mit



Abb. 3.18 Kastenfalle des Typs „Sherman LFA“, mit Haferflockengemisch, Apfelstück, Leberwurst und Heu bestückt.

etwas Heu, damit die gefangenen Tiere während der Nacht der Kälte nicht zu stark ausgesetzt waren.

Die Fallen werden durch einen Wippmechanismus ausgelöst. Der Nachteil dieses Fallentyps besteht darin, dass der Verschluss der Falle von Tieren mit sehr geringem Körpergewicht (z.B. Zwergspitzmaus, verschiedene Jungtiere) oft nicht ausgelöst wird. Zudem wurden die Fallen nur an der Erdoberfläche gestellt. Somit wurden Arten, die kaum je an die Erdoberfläche kommen (z.B. Schermaus und Maulwurf), oder Arten, die vorwiegend auf Bäumen leben (z.B. Schläfer), mit dieser Fangmethode nicht oder nur gelegentlich erfasst.

Pro Fangperiode und Probefläche wurden je 20 Fallen aufgestellt, wobei die Fallen im Abstand von 10 m in einer Linie platziert wurden. Die Abstände wurden anhand von Schrittlängen geschätzt. Zudem wurden die Fallen nach Möglichkeit vor Löchern oder in Mauswechselln aufgestellt, um die Wahrscheinlichkeit eines Fanges zu erhöhen. Die Fallenkontrollen fanden jeweils morgens und abends statt. Die gefangenen Kleinsäuger wurden bestimmt sowie das Geschlecht und das Körpergewicht erfasst. Zusätzlich schnitten wir den Tieren wenige Rückenhaare weg, um zwischen

Ordnung	Familie	Art
Insektenfresser (<i>Insectivora</i>)	Spitzmäuse (<i>Soricidae</i>)	Waldspitzmaus (<i>Sorex araneus</i>) Zwergspitzmaus (<i>Sorex minutus</i>) Alpenspitzmaus (<i>Sorex alpinus</i>)
Nagetiere (<i>Rodentia</i>)	Schläfer (<i>Gliridae</i>) Langschwanzmäuse (<i>Muridae</i>) Wühlmäuse (<i>Arvicolidae</i>)	Gartenschläfer (<i>Flomys quercinus</i>) Gelbhalsmaus (<i>Apodemus flavicollis</i>) Alpenwaldmaus (<i>Apodemus alpicola</i>) Rötelmaus (<i>Clethrionomys glareolus</i>) Kleinwühlmaus (<i>Pitymys subterraneus</i>) Erdmaus (<i>Microtus agrestis</i>) Schneemaus (<i>Chionomys nivalis</i>)
Raubtiere (<i>Carnivora</i>)	Marderartige (<i>Mustelidae</i>)	Hermelin (<i>Mustela erminea</i>) Mauswiesel (<i>Mustela nivalis</i>)

Tab. 3.2 Ordnungen, Familien und Arten der Kleinsäuger, die in den Probeflächen im Urwaldreservat Bödmeren und seiner näheren Umgebung gefangen wurden.

Erst- und Wiederfängen unterscheiden zu können. Diese Wiederfänge wurden für die Auswertung der Fangzahlen nicht berücksichtigt. Spitzmäuse und Gartenschläfer wurden nicht markiert, um die Tiere zu schonen. Tote Tiere wurden als Belege sowie für Nachbestimmungen in Alkohol eingelegt und der Sammlung des Zoologischen Museums der Universität Zürich übergeben.

In den jeweiligen Artkapiteln (vgl. Kap. 3.5) sind die von uns verwendeten Bestimmungskriterien und Probleme, die bei der Bestimmung im Feld auftauchten, erläutert. In der Nomenklatur folgen wir dem Werk „Säugetiere der Schweiz“ (HAUSSER 1995).

waren oft nur wenige Individuen zu finden. Hingegen war dort die Artenzahl tendenziell grösser als in den Windwurfflächen.

3.5 Kurzporträts, Häufigkeiten und Lebensräume der gefangenen Arten

Die Unterkapitel zu den einzelnen Arten gliedern sich in zwei Abschnitte. Der erste Abschnitt besteht aus einem Kurzporträt mit einer allgemeinen Beschreibung der Biologie, Verbreitung und Lebensräume. Er basiert im Wesentlichen auf den Artkapiteln des

Nr. Probefläche	Waldspitzmaus	Zwergspitzmaus	Alpenspitzmaus	Gartenschläfer	Gelbhalsmaus	Alpenwaldmaus	Gelbhals-/Alpenwaldmaus	Rötelmaus	Kleinwühlmaus	Erdmaus	Schneemaus	Hermelin	Mauswiesel
1 Lockerer Bergföhrenwald	–	–	–	1	–	–	4	24	–	–	2	–	–
2 Lockerer Birkenbestand	<i>15</i>	<i>2</i>	–	–	–	–	2	9	–	–	4	–	–
3 Zwergstrauchheide mit freien Felsflächen	<i>10</i>	–	–	–	–	–	5	1	0	–	9	–	–
4 Lockerer Fichtenwald	<i>14</i>	–	1	–	–	1	3	2	1	1	5	–	–
5 Geschlossener Fichtenwald	–	–	1	<i>3</i>	1	–	5	27	–	–	4	1	–
6 Ungeräumte Windwurffläche	<i>8</i>	–	–	–	–	–	1	<i>2</i>	8	–	1	–	–
7 Bachrinnal	<i>7</i>	–	–	–	2	–	1	<i>27</i>	–	2	–	–	–
8 Grünerlengebüsch	<i>13</i>	–	–	–	4	–	6	4	5	–	–	–	–
9 Sumpfige Alpweide	<i>2</i>	–	–	–	–	–	4	4	2	–	–	–	–
10 Alpweide mit Felsflächen	<i>5</i>	–	–	–	–	–	3	1	14	–	2	–	–
11 Zwergstrauchheide	<i>4</i>	–	<i>2</i>	–	–	–	5	2	7	–	1	–	–
12 Offener Fichtenwald	<i>10</i>	–	–	–	–	1	–	2	8	–	–	–	–
13 Geräumte Windwurffläche	<i>6</i>	–	–	–	2	–	1	<i>0</i>	8	1	–	–	–
14 Mosaik Hangmoor/Zwergstrauchheide	<i>7</i>	–	–	–	–	–	1	1	1	1	–	–	1
Anzahl Individuen	–	–	–	–	9	2	72	310	8	5	28	1	1
Gesamtfangzahl	101	2	4	4	9	2	102	456	12	7	34	1	1

Tab. 3.3 Verteilung der gefangenen Kleinsäuger auf die verschiedenen Probeflächen (dunkelgrau unterlegt: Probeflächen innerhalb des Urwaldreservats Bödmeren; hellgrau: Probeflächen ausserhalb des Reservats). Gesamtfangzahlen, die Wiederfänge beinhalten, sind kursiv gesetzt. Die Spalte „Gelbhals-/Alpenwaldmaus“ bezeichnet nicht genauer bestimmte Tiere der beiden Arten (vgl. Kap. 3.5.5).

3.4 Faunistischer Überblick

Insgesamt wiesen wir auf den 14 Probeflächen 12 Arten nach (Tab. 3.2, S. 70). Es gelangen uns 735 Fänge, wovon mindestens 188 Wiederfänge waren (Tab. 3.3). Die am häufigsten gefangenen Arten waren Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) und Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) sowie die Artengruppe Gelbhals-/Alpenwaldmaus (*Apodemus flavicollis/alpicola*). Tab. 3.3 zeigt die Häufigkeiten der gefangenen Individuen und die Gesamtfangzahl für alle Arten in den Probeflächen.

Die grössten Fangzahlen und gleichzeitig die kleinsten Artenzahlen wurden in geräumten und ungeräumten Windwurfflächen und in der Probefläche mit Grünerlengebüsch erzielt. In Flächen mit offenem Charakter

Buches „Säugetiere der Schweiz“ (HAUSSER 1995). Der zweite Abschnitt enthält Angaben über Vorkommen, Häufigkeiten und Lebensraumansprüche, wie wir sie im Untersuchungsperimeter festgestellt haben. Bei den am häufigsten gefangenen Arten ist zusätzlich eine Tabelle mit der Verteilung der Fänge auf die einzelnen Probeflächen beigelegt. Alle gefangenen Arten sind auf Farbtafeln (Abb. 1 Umschlagseite und Abb. 3.19–3.29, Seiten 75 und 79) abgebildet.

3.5.1 Waldspitzmaus

Die Waldspitzmaus gilt als die häufigste Spitzmausart in Mitteleuropa. Sie kommt in der Schweiz im ganzen Alpengebiet sowie in höheren Lagen des Juras vor. In

der Ebene wird sie vielerorts durch ihre Zwillingsart, die Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus*), ersetzt. Deshalb findet man die Waldspitzmaus dort eher selten. Im Gebirge ist sie bis oberhalb der Baumgrenze zu finden. Sie besiedelt verschiedenste Biotope wie Wälder, Hecken, Wiesen, Felder. Wichtig ist dabei vor allem das Vorhandensein einer pflanzlichen Bodenbedeckung. Die Waldspitzmaus hat ein breites Nahrungsspektrum und ernährt sich von Regenwürmern (Hauptnahrung) sowie von Insekten, Spinnen und Schnecken. Wegen ihrer Vorliebe für Regenwürmer lebt sie zu einem grossen Teil unterirdisch in Gängen, die sie selbst gräbt oder die von Wühlmäusen verlassen wurden. Um den Energieverbrauch im Winter zu reduzieren, verkleinern sich wichtige Organe, der Körper „schrumpft“. Ein erneutes Wachstum stellt sich erst wieder im Frühjahr ein.

Die Schabrackenspitzmaus ist der Waldspitzmaus sehr ähnlich. Die beiden Arten können im Feld nicht unterschieden werden. Eine sichere Bestimmung ist nur anhand genauer Masse des Unterkiefers und biochemischer Analysen möglich. Die Schabrackenspitzmaus kommt im Unterschied zur Waldspitzmaus jedoch in Höhenlagen über 1000 m ü.M. nicht vor. Deshalb schlossen wir ihre Anwesenheit im Böldmerenwald aus.

(HAUSSER in HAUSSER 1995)

Waldspitzmaus	
Probefläche	Anzahl in %
Lockerer Bergföhrenwald	–
Lockerer Birkenbestand	14.9
Zwergstrauchheide mit freien Felsflächen	9.9
Lockerer Fichtenwald	13.9
Geschlossener Fichtenwald	–
Ungeräumte Windwurffläche	7.9
Bachrinnsal	6.9
Grünerlengebüsch	12.9
Sumpfige Alpweide	2.0
Alpweide mit Felsflächen	4.9
Zwergstrauchheide	4.0
Offener Fichtenwald	9.9
Geräumte Windwurffläche	5.9
Mosaik Hangmoor/Zwergstrauchheide	6.9

Tab. 34 Die Verteilung der gefangenen Waldspitzmäuse (Gesamtfangzahl: n=101) auf die verschiedenen Probeflächen. Dunkelgrau unterlegt: Probeflächen innerhalb des Urwaldreservats Böldmeren; hellgrau: Probeflächen ausserhalb des Reservats. Einzelne Wiederfänge können nicht ausgeschlossen werden.

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Die Waldspitzmaus war mit 101 Fängen einer der am häufigsten gefangenen Kleinsäuger. Nur in den Probeflächen „Geschlossener Fichtenwald“ und „Lockerer Bergföhrenwald“ konnten wir sie nicht nachweisen (Tab. 3.4). Vermutlich handelte es sich dabei um Standorte

mit zu geringem Unterwuchs, welche bekanntlich von diesen Tieren gemieden werden. Erwartungsgemäss haben wir die Waldspitzmaus häufig an feuchteren Stellen mit dichter Krautschicht gefangen. Dies bestätigte sich vor allem in den Probeflächen „Grünerlengebüsch“, „Lockerer Birkenbestand“ und auch „Lockerer Fichtenwald“, wo die Fangzahlen am höchsten waren. Auch in den Windwurfflächen war sie gut vertreten. In den beweideten Gebieten mit kurzem Gras und grossen Flächen ohne Deckung war sie eher spärlich zu finden. Auffallend ist, dass auch in der Probefläche „Mosaik Hangmoor/Zwergstrauchheide“ auf dem Roggenstöckli sieben Individuen gefangen wurden. Es handelt sich dort um einen unbeweideten Standort, der zwar grösstenteils nur mit kurzem Gras bedeckt ist, jedoch stellenweise eine relativ grosse Bodenfeuchtigkeit aufweist.

3.5.2 Zwergspitzmaus

Die Zwergspitzmaus ist praktisch in ganz Europa verbreitet. In der Schweiz kommt sie von den Tieflagen bis über die Baumgrenze vor. Gemeinsam mit der Wald- beziehungsweise Schabrackenspitzmaus bewohnt sie Wälder, wenig gepflegte Wiesen und Gestrüpp. In tiefen Lagen ist sie allgemein seltener und hat sich offenbar nur in Sumpf- und grösseren Waldgebieten halten können. Ihre Grabtätigkeit ist viel weniger ausgeprägt als bei der Waldspitzmaus. Sie benutzt keine Gangsysteme, sondern jagt ihre Beute meist an der Erdoberfläche. Deshalb sind in ihrer Nahrung im Gegensatz zur Waldspitzmaus kaum Regenwürmer zu finden. Aus diesen Gründen benötigt sie ein wesentlich grösseres Territorium als andere *Sorex*-Arten. Zudem ist eine geschlossene Pflanzendecke für sie noch viel wichtiger. Man findet die Zwergspitzmaus häufiger in Mooregebieten. Möglicherweise ist das dortige Fehlen von Regenwürmern und damit das Fehlen von Schabracken- beziehungsweise Waldspitzmaus als Konkurrenten mit ein Grund dafür. Die Zwergspitzmaus ist, gemeinsam mit der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), die kleinste Säugetier-Art der Schweiz.

(HAUSSER in HAUSSER 1995)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Das Ergebnis fiel mit nur zwei Fängen sehr viel geringer aus als bei der vorangegangenen Art. Beide Fänge gelangen uns in der Probefläche „Lockerer Birkenbestand“. Der Fangplatz war sehr dicht mit Büschen und Zwergsträuchern bestanden, und der Standort war zum Teil feucht. Zwergspitzmäuse wurden möglicherweise deshalb so selten gefangen, weil die Tiere mit ihrem geringen Gewicht die Fallen meist nicht auslösten. Um Zwergspitzmäuse nachzuweisen, müsste man vermutlich auf eingegrabene Bodenfallen zurückgreifen. Mit solchen Bodenfallen konnte die Zwerg-

spitzmaus im Nationalpark Bayerischer Wald sogar häufiger als die Waldspitzmaus gefangen werden (LEIBL 1988).

3.5.3 *Alpenspitzmaus*

Die Alpenspitzmaus ist entgegen ihrem Namen nicht auf die Alpen beschränkt, sondern kommt im grössten Teil der Jurakette und, mit verschiedenen, voneinander isolierten Populationen, auch im übrigen Europa vor. Ausserhalb von Europa konnte sie bisher nicht nachgewiesen werden. Über die Biologie der Alpenspitzmaus ist nur wenig bekannt. Sie ist ein typischer Bewohner mittlerer Gebirgslagen, lebt jedoch auch oberhalb der Baumgrenze. Sie ernährt sich von Wirbellosen wie Spinnen, Asseln und Würmern. Die Alpenspitzmaus scheint feuchte, kühle und schattige Plätze in Zwischenräumen zwischen Steinen oder Felsblöcken zu bevorzugen. In tieferen Lagen ist sie in Schluchten und Geröllhalden zu finden, und im Jura bewohnt sie auch Trockenmauern.

(HAUSSER in HAUSSER 1995)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Die Alpenspitzmaus wurde von uns nur selten gefangen. Die vier Fänge beschränkten sich auf die drei Probestflächen „Zwergstrauchheide“, „Lockerer Fichtenwald“ und „Geschlossener Fichtenwald“. Alle drei Lebensräume wiesen die von der Alpenspitzmaus bevorzugten Felspalten auf.

3.5.4 *Gartenschläfer*

Der Gartenschläfer ist in ganz Europa verbreitet. In der Schweiz ist er vor allem in montanen und subalpinen Gebieten bis auf eine Höhe von 2100 m ü.M. zu finden. In niedrigen Lagen des Mittellandes und im Hochgebirge kommt er nicht vor. In der Jurakette geht seine Verbreitung kaum über den Kanton Baselland hinaus. Er ist der einzige einheimische Schläfer, der sich oft am Boden aufhält. Er wohnt auf Bäumen und in Felsen und bevorzugt mässig trockene Wälder mit wenig oder fehlender Bodenvegetation. Der Gartenschläfer ist ein ausgesprochener Kulturfolger und lebt auch in grossen Städten. Er ist nachtaktiv und frisst vor allem Wirbellose, Samen und Früchte, wobei die tierische Nahrung an erster Stelle steht. Packt man einen Gartenschläfer an seinem Schwanz, so reisst die Schwanzhaut ab. Ein Teil des Schwanzes vertrocknet, und der Schläfer lebt mit einem Stummelschwanz weiter.

(CATZEFLIS in HAUSSER 1995; VATERLAUS 1998)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Im „Geschlossenen Fichtenwald“ und im „Lockeren Bergföhrenwald“ gelangen uns vier Fänge. Ausserhalb des Reservats

konnten wir den Gartenschläfer nicht nachweisen, was jedoch nicht bedeutet, dass er dort nicht vorkommt. Die von uns ausserhalb der Reservatsgrenzen untersuchten Probestflächen gehören nicht zu den vom Gartenschläfer üblicherweise besiedelten Lebensraumtypen. R. Hess beobachtete im Juli 1980 im südwestlichen Teil des Bödmerenwaldes drei verschiedene Gartenschläfer entlang der zur Alp Tor führenden Strasse (1430 m ü.M.).

3.5.5 *Gelbhalsmaus und Alpenwaldmaus*

Die Unterscheidung der Waldmäuse (Gattung *Apodemus*) mit den drei in der Schweiz vorkommenden Arten Waldmaus (*A. sylvaticus*), Gelbhalsmaus (*A. flavicollis*) und Alpenwaldmaus (*A. alpicola*) ist im Feld mit grossen Unsicherheitsfaktoren verbunden. Bei der Waldmaus ist die gelbbraune Oberseite nicht scharf von der weissen Unterseite abgesetzt. Zudem besitzt sie einen gelben Kehlfleck, der nie als durchgehendes Kehlband ausgebildet ist. Hingegen ist bei der Gelbhalsmaus die Oberseite deutlich von der weissen Unterseite abgesetzt und die gelbliche Kehlzeichnung meist in Form eines durchgehenden Bandes ausgeprägt. Die Alpenwaldmaus ist der Gelbhalsmaus in der Kehlzeichnung sehr ähnlich, ihr Bauch hingegen eher grauweiss als weiss gefärbt.

Bis heute sind keine einwandfreien äusseren Merkmale zur Unterscheidung der sehr ähnlichen Gelbhalsmaus und Alpenwaldmaus bekannt. Wurde die Alpenwaldmaus bis vor kurzem noch als Unterart der Gelbhalsmaus beschrieben, haben neuere biochemische Untersuchungen bestätigt, dass es sich um zwei verschiedene Arten handelt. In den bisher untersuchten Populationen zeigt sich folgendes Bild: Die Gelbhalsmaus weist in ungefähr 70% der Fälle ein klares, durchgehendes Kehlband auf, welches bei der Alpenwaldmaus weniger intensiv gefärbt oder auch nur als Kehlfleck sichtbar ist. Bei den übrigen 30% der Gelbhalsmäuse ist eine Unterscheidung von der Alpenwaldmaus aufgrund des Kehlflecks nicht möglich.

Die Gelbhalsmaus kommt in ganz Zentraleuropa vom Westen Frankreichs bis zum Ural vor. Die Alpenwaldmaus ist bisher punktuell von den österreichischen Ostalpen über Süddeutschland, Liechtenstein, die Schweiz, den norditalienischen Alpenrand bis zu den Grajischen Alpen nachgewiesen. Bisher existierten eindeutige Nachweise aus der Schweiz nur aus den Kantonen Graubünden, Glarus und Wallis. In Österreich ist die Alpenwaldmaus ab einer Höhe von 900 m ü.M. nachgewiesen. Es ist allerdings davon auszugehen, dass die wirkliche Verbreitung viel ausgedehnter ist, da der Artstatus der Alpenwaldmaus noch nicht allzu lange bekannt ist, und sich ältere Untersuchungen mit montanen und subalpinen Gelbhalsmäusen auf beide Arten beziehen. Beide Arten findet man bis zu einer Höhe von ca. 2000 m ü.M. Sie klettern sehr gut

und suchen ihre Nahrung – hauptsächlich verschiedene Samen und Insekten – nicht nur am Boden, sondern auch auf Bäumen. Gelbhalsmaus und Alpenwaldmaus sind vorwiegend oberflächenaktiv und halten sich bevorzugt in Wäldern auf, wobei sie auch unterwuchsarme Flächen nicht verschmähen. Man trifft sie seltener auch in halboffenen Lebensräumen an.

(STORCH & LÜTT 1989; VOGEL et al. 1991; VOGEL in HAUSSER 1995; GERLACH 1996; SPITZENBERGER & ENGLISCH 1996; REUTTER et al. 1999)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Unsere gefangenen Tiere verfügten alle bis auf eine Ausnahme über ein durchgehendes Kehlband. Das einzige adulte Tier mit einem nur schwach sichtbaren Kehlband schläferen wir ein und liessen es am Zoologischen Museum Zürich von C. Claude bestimmen. Die morphologische (und nachträglich auch biochemische) Untersuchung ergab, dass es sich um eine Alpenwaldmaus handelte. Da Waldmäuse kein durchgehendes Kehlband besitzen, gingen wir davon aus, dass unsere Fangstichprobe lediglich Gelbhalsmäuse und Alpenwaldmäuse enthielt. Elf tot in den Fallen aufgefundene Tiere wurden von B. Reutter an der Universität Lausanne biochemisch bestimmt. Bei zehn Tieren handelte es sich um Gelbhalsmäuse, bei einem um eine Alpenwaldmaus. Um das genaue Verhältnis von Gelbhalsmaus und Alpenwaldmaus in unserer Stichprobe eindeutig zu bestimmen, hätten alle Tiere als Belege gesammelt und anschliessend morphologisch sowie biochemisch untersucht werden müssen. Aus zeitlichen Gründen und um nicht allzu stark in die Populationen einzugreifen, verzichteten wir auf eine vollständige Belegsammlung.

Insgesamt fingen wir 83 Tiere der Gattung *Apodemus*. Gelbhalsmaus und Alpenwaldmaus sowie die nicht

bestimmten Tiere zusammengenommen, wurden Tiere dieser Artengruppe in allen untersuchten Probeflächen nachgewiesen (Tab. 3.5). Die beiden sicher bestimmten Alpenwaldmäuse fingen wir im „Lockeren Fichtenwald“ und im „Offenen Fichtenwald“. Fänge von nachträglich im Labor bestimmten Gelbhalsmäusen gelangen uns in den Probeflächen „Geschlossener Fichtenwald“, „Bachrinnsal“, „Grünerlengebüsch“ und „Geräumte Windwurflläche“.

3.5.6 Rötelmaus

Die Rötelmaus gehört zu den häufigsten Kleinsäugetern Mitteleuropas und ist in der ganzen Schweiz bis auf eine Höhe von 2400 m ü.M. zu finden. Man unterscheidet zwei Formen: Die Rötelmaus des Alpenraumes ist deutlich grösser als diejenige des Mittellandes, ausserdem ist sie dunkler rötlich. Die Rötelmaus bewohnt vor allem Wälder und bevorzugt gebüschreiche Standorte mit gut ausgebildeter Krautschicht, die ihr Deckung bieten. Auch Lichtungen sowie Hecken und Parkanlagen werden von der Rötelmaus besiedelt. Schattige und feuchte Stellen mit einer dichten Krautschicht sind dabei wichtig. Sie ernährt sich von Samen, Kräutern, Früchten, Rinde und anderem und klettert im Gegensatz zu anderen Wühlmäusen oft auf Bäume und Sträucher.

(CLAUDE in HAUSSER 1995)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Die Rötelmaus war mit 310 Tieren mit Abstand die am häufigsten

Gattung <i>Apodemus</i>	
Probefläche	Anzahl in %
Lockerer Bergföhrenwald	4.8
Lockerer Birkenbestand	2.4
Zwergstrauchheide mit freien Felsflächen	6.0
Lockerer Fichtenwald	4.8
Geschlossener Fichtenwald	7.2
Ungeräumte Windwurflläche	14.5
Bachrinnsal	16.9
Grünerlengebüsch	12.0
Sumpfige Alpweide	4.8
Alpweide mit Felsflächen	3.6
Zwergstrauchheide	6.0
Offener Fichtenwald	1.2
Geräumte Windwurflläche	14.5
Mosaik Hangmoor/Zwergstrauchheide	1.2

Tab. 3.5 Die Verteilung der gefangenen Tiere der Gattung *Apodemus* (Anzahl Individuen: n=83) auf die verschiedenen Probeflächen. Dunkelgrau unterlegt: Probeflächen innerhalb des Urwaldreservats Böldmeren; hellgrau: Probeflächen ausserhalb des Reservats.

3.19	
3.20	3.23
3.21	
3.22	

Abb. 3.19–3.23 Bilder von im Rahmen der vorliegenden Untersuchung im Böldmerenwald nachgewiesenen Kleinsäugeterarten. Die Aufnahmen stammen nicht aus dem Untersuchungsperimeter.

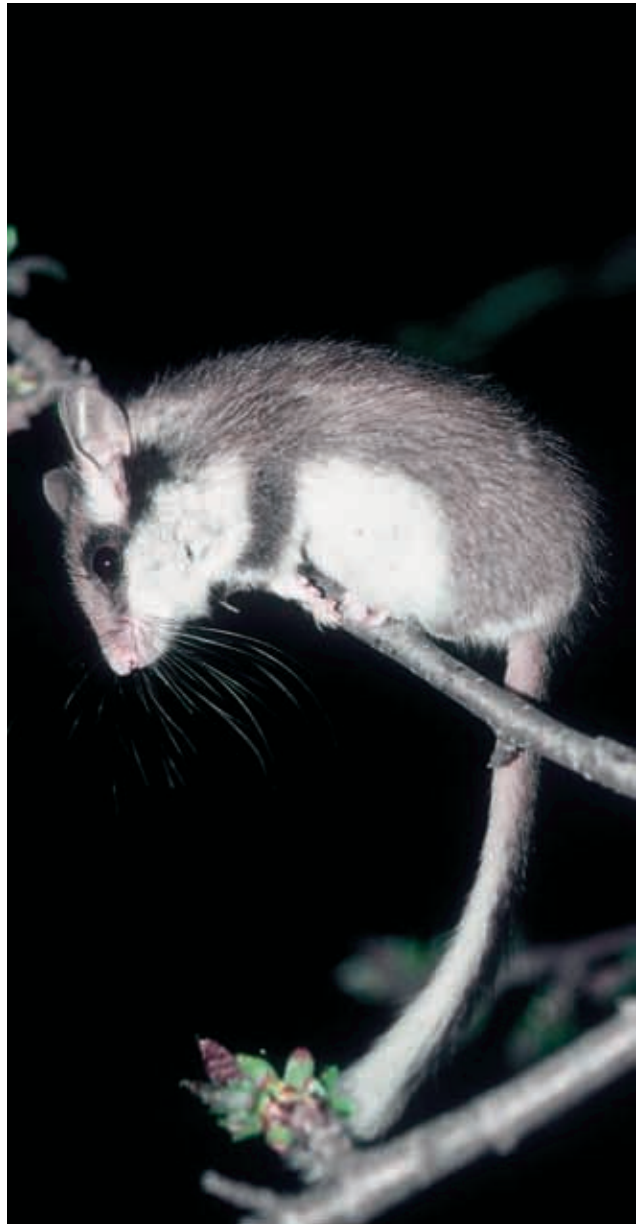
Abb. 3.19 Waldspitzmaus (*Sorex araneus*)

Abb. 3.20 Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*)

Abb. 3.21 Alpenspitzmaus (*Sorex alpinus*)

Abb. 3.22 Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*)

Abb. 3.23 Gartenschläfer (*Elomys quercinus*)



gefangene Art und wurde in allen Probeflächen nachgewiesen (Tab. 3.6). In Lebensräumen mit feuchtem Bodenmilieu wie in den Probeflächen „Grünerlengebüsch“, „Ungeräumte Windwurflläche“ und „Geräumte Windwurflläche“ fingen wir sie besonders häufig.

Rötelmaus		
Probefläche	Anzahl	in %
Lockerer Bergföhrenwald	6.9	
Lockerer Birkenbestand	2.9	
Zwergstrauchheide mit freien Felsflächen	3.3	
Lockerer Fichtenwald	6.8	
Geschlossener Fichtenwald	8.8	
Ungeräumte Windwurflläche	15.5	
Bachrinnal	2.4	
Grünerlengebüsch	14.6	
Sumpfige Alpweide	1.3	
Alpweide mit Felsflächen	3.6	
Zwergstrauchheide	8.8	
Offener Fichtenwald	9.1	
Geräumte Windwurflläche	15.6	
Mosaik Hangmoor/Zwergstrauchheide	0.4	

Tab. 3.6 Die Verteilung der gefangenen Rötelmäuse (Anzahl Individuen: n=310) auf die verschiedenen Probeflächen. Dunkelgrau unterlegt: Probeflächen innerhalb des Urwaldreservats Böldmeren; hellgrau: Probeflächen ausserhalb des Reservats.

3.5.7 Kleinwühlmaus

Das Verbreitungsgebiet der Kleinwühlmaus erstreckt sich über Mittel- und Westeuropa. Sie hat ihren Vorkommensschwerpunkt in der Schweiz im montanen bis subalpinen Bereich (Alpen und Jura), kommt allerdings selten auch im Mittelland vor. Man findet sie bis 2300 m ü.M. Die Kleinwühlmaus meidet geschlossene Waldbestände. Sie lebt in Wiesen und auf Weiden, aber auch in feuchten, vergrasteten Waldlichtungen. Bewohnt die Kleinwühlmaus zusammen mit der Feldmaus (*Microtus arvalis*) den gleichen Lebensraum, so kommt es zu zwischenartlicher Konkurrenz. In einem solchen Fall ist die Feldmaus meist überlegen, vor allem bezüglich Körpergrösse und Fortpflanzungskapazität. Jedes Tier bewohnt mehrere unterirdische Nester, die es wiederum mit mehreren anderen Tieren teilt. Als Nahrungsgrundlage dienen der Kleinwühlmaus Pflanzenteile, die sie an der Erdoberfläche sammelt, und gelegentlich Insekten. (SALVIONI in HAUSER 1995)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Wir fingen in vier Probeflächen insgesamt acht Kleinwühlmäuse. Die Fänge waren überraschenderweise fast ausschliesslich auf die zweite Hälfte der Fangperioden beschränkt, was dahingehend interpretiert werden kann, dass die Tiere erst im Laufe der Saison in bestimmte Flächen eingewandert sind. Nachweise der Kleinwühlmaus erfolgten erwartungsgemäss auf offenen Probeflächen

(„Sumpfige Alpweide“, „Alpweide mit Felsflächen“ und „Mosaik Hangmoor/Zwergstrauchheide“). Eine einzige Kleinwühlmaus fingen wir im „Offenen Fichtenwald“. Beim Fangplatz handelte es sich um eine sehr feuchte Probefläche, die am Rande mit Erlengebüsch bewachsen war. Innerhalb des Urwaldreservats konnten wir die Kleinwühlmaus vermutlich deshalb nicht nachweisen, weil dort offene, mit Gras bewachsene Flächen weitgehend fehlen.

3.5.8 Erdmaus

Die Erdmaus ist in weiten Teilen Eurasiens verbreitet. In der Schweiz kommt sie hauptsächlich in Gebieten nördlich der Alpen vor, ferner noch im Unter- und Mittelland sowie im Unterengadin. Sie besiedelt Höhenlagen von den Niederungen bis zu einer Höhe von etwa 2000 m ü.M. Im Mittelland ist sie allerdings durch Intensivierung der Landwirtschaft und durch Flurbereinigungen zum Teil verdrängt worden. Die Erdmaus ist zwar etwas grösser als die Feldmaus (*Microtus arvalis*), ist im Feld aber nur für Spezialisten sicher bestimmbar. Sie besiedelt ähnliche Lebensräume wie die Kleinwühlmaus: feuchte, grasreiche Standorte mit dichter Bodenvegetation, im Wald nur Flächen mit Unterholz und Gras. Die Erdmaus erreicht nie so hohe Populationsdichten wie die Feldmaus. Fehlt die Feldmaus, so kann die Erdmaus deren Nische in offenem Gelände besetzen. Die Nahrung setzt sich vor allem aus grünen Pflanzenteilen, vorwiegend von Monocotyledonen, zusammen. Häufig nagt sie Baum- und Gebüschrinde an.

(MEYLAN in HAUSER 1995)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Wir fingen in vier Probeflächen lediglich fünf Erdmäuse. Es handelte sich dabei um offene bis halboffene Lebensräume. Die Probeflächen „Sumpfige Alpweide“ und „Bachrinnal“ erschienen uns als suboptimale Lebensräume. Sie waren zwar sehr feucht, boten jedoch mit stellenweise kurzem Gras nicht überall gute Deckung. Die Probeflächen „Lockerer Fichtenwald“ und „Geräumte Windwurflläche“ entsprachen den für die Erdmaus typischen Lebensräumen. Auch hier war das Bodenmilieu eher feucht. Beide Flächen wiesen zudem eine ausgesprochen stark entwickelte Bodenvegetation auf, die gute Versteckmöglichkeiten bot.

3.5.9 Schneemaus

Die Schneemaus hat ihren Vorkommensschwerpunkt in einer Höhe von 1500 bis 2500 m ü.M. In Europa existieren dementsprechend verschiedene, voneinander isolierte Populationen. Die Schneemaus ist in der Schweiz auf die Voralpen und Alpen beschränkt und fehlt unterhalb von 1000 m ü.M. Voraussetzung für ihr

Vorkommen ist ein felsiger, spaltenreicher Untergrund. Die Vegetation scheint dabei zweitrangig. Sie ernährt sich von Wurzeln, Kräutern und Gräsern, die sie in Spalträume trägt und dort verzehrt. Sie baut ihr Nest in Felsspalten oder unter Steinen und legt nur selten Erdbaue an. Sie ist ein gewandter Kletterer und wenig scheu, so dass man ihr auf Bergtouren öfter begegnet. Man trifft sie durchaus auch in hochgelegenen Siedlungen und Berghütten an, wo sie im Winter in die Vorratskammern eindringt.

(CLAUDE in HAUSSER 1995)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Insgesamt fingen wir 28 Tiere. Am häufigsten fanden wir die Schneemaus in der Probefläche „Zwergstrauchheide mit freien Felsflächen“, welche sich in besonderem Mass durch das Vorkommen von Geröll und Felsspalten auszeichnete. Auch die übrigen Probeflächen mit Schneemausfängen wiesen felsigen Untergrund auf (Tab. 3.7).

Schneemaus	
Probefläche	Anzahl in %
Lockerer Bergföhrenwald	7.1
Lockerer Birkenbestand	14.3
Zwergstrauchheide mit freien Felsflächen	32.1
Lockerer Fichtenwald	17.9
Geschlossener Fichtenwald	14.3
Ungeräumte Windwurflläche	3.6
Bachrinnal	–
Grünerlengebüsch	–
Sumpfige Alpweide	–
Alpweide mit Felsflächen	7.1
Zwergstrauchheide	3.6
Offener Fichtenwald	–
Geräumte Windwurflläche	–
Mosaik Hangmoor/Zwergstrauchheide	–

Tab. 3.7 Die Verteilung der gefangenen Schneemäuse (Anzahl Individuen: n=28) auf die verschiedenen Probeflächen. Dunkelgrau unterlegt: Probeflächen innerhalb des Urwaldreservats Böldmeren; hellgrau: Probeflächen ausserhalb des Reservats.

3.5.10 Hermelin

Das Hermelin kommt in ganz Mittel- und Nordeuropa vor, fehlt jedoch im grössten Teil Italiens, in Südfrankreich und in Spanien (Erstnachweis in Portugal 1985). Es wurde in der Schweiz von der Ebene bis in Höhen von 3000 m ü.M. nachgewiesen. In den Alpen findet man eine Zwergform des Hermelins, die von der Grösse her dem Mauswiesel ähnelt. Das Hermelin ernährt sich bei hohem Angebot hauptsächlich von Wühlmäusen. Diese Nahrungsspezialisierung kann – mit einer gewissen Verzögerung – zu einem kurzfristigen Populationsanstieg führen. Das Hermelin ist im Sommer verstärkt tagaktiv, im Winter mehr nachtaktiv. Wichtige Lebens-

raumelemente sind Strukturen wie Hecken und Lesesteinmauern, die ihm ausreichend Deckung bei der Jagd und genügend Verstecke für Ruheplätze und Nester zur Jungenaufzucht bieten. Grosse Waldgebiete und grossflächig ausgeräumte Kulturlandschaften werden gemieden. Die Paarung des Hermelins findet zwischen April und Juli statt. Die Jungen kommen aufgrund eines Unterbruchs in der Embryonalentwicklung (Keimruhe) erst im darauf folgenden Frühjahr zur Welt. Hermelinweibchen setzen im Gegensatz zum Mauswiesel deshalb nur einmal pro Jahr Junge. Vermutlich ist der Bestand des Hermelins in der Schweiz seit längerem rückläufig.

(MEIA in HAUSSER 1995)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Es überraschte uns, dass wir mit unserer kleinen Falle (vgl. Kap. 3.3) ein Hermelin fangen konnten. Der Fang gelang uns in der Probefläche „Geschlossener Fichtenwald“. Der von uns als „geschlossen“ definierte Wald entspricht nicht unbedingt dem Bild eines geschlossenen, dunklen Fichtenwalds, wie wir ihn von Kunstforsten aus dem Mittelland und teilweise auch aus dem Voralpengebiet kennen. Der Fichtenwald im Urwaldreservat Böldmeren ist generell bedeutend lückiger und damit auch lichter. So gesehen widerspricht unser Nachweis keinesfalls der gängigen Vorstellung, wonach das Hermelin geschlossene, dunkle Waldflächen normalerweise meidet.

3.5.11 Mauswiesel

Das Mauswiesel ist, mit Ausnahme einiger Inseln, in ganz Europa verbreitet. In der Schweiz kommt es bis auf eine Höhe von rund 2500 m ü.M. vor. Es ist allgemein seltener zu beobachten als das Hermelin. Es lebt in den unterschiedlichsten Lebensräumen, wobei ausreichende Nahrung und Deckung Voraussetzungen für sein Vorkommen sind. Man vermutet, dass es in der Schweiz vor allem im Mittelland und in den Voralpen vielerorts verschwunden ist. Vermutlich sind Flurbereinigungen und der damit verbundene Verlust von Kleinlebensräumen in der Kulturlandschaft für seinen Rückgang verantwortlich. Sein Hauptverbreitungsgebiet dürfte sich heute auf die Alpen und auf Teile des Juras beschränken. Im Verhalten und in der Lebensweise ist das Mauswiesel dem Hermelin sehr ähnlich, jedoch ist es durch seine schlankere Körperform noch stärker auf den Fang von Wühlmäusen spezialisiert, denen es in die Gänge folgen kann – das Mauswiesel ist der kleinste Carnivore weltweit. Es ernährt sich unter anderem auch von Vögeln, Eidechsen und Insekten. Auf der Stöberjagd legt das Mauswiesel bis zu 1 km pro Stunde zurück. Die Populationsdynamik des Mauswiesels folgt der Dichte der Wühlmäuse in seinem Jagdgebiet: Bei hohen Wühlmausbeständen reagiert es mit einem raschen Populationsanstieg. Es ist

dämmerungs- und tagaktiv, im Winter auch nachtaktiv. In der Schweiz existieren zwei Mauswiesel-Unterarten, von denen sich die eine im Winter weiss verfärbt, die andere braun bleibt. Beide Formen können anhand von Färbungsmerkmalen auch im Sommerhalbjahr voneinander unterschieden werden.

(GÜTTINGER 1989; GÜTTINGER in HAUSSER 1995)

Im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.3): Es gelang uns ein einziger Fang in der Probestfläche „Mosaik Hangmoor/Zwergstrauchheide“ auf dem Roggenstöckli. Wir konnten nicht feststellen, um welche Form es sich handelte, da das Tier durchnässt war und deshalb schnellstmöglich aus der Falle entlassen wurde. F. und H. Wiederkehr beobachteten am 13. August 1977 ein Mauswiesel ausserhalb des Urwaldreservats auf 1620 m ü.M., 770 m südsüdwestlich unseres Fangplatzes. Der Fotobeleg weist das Tier als Vertreter der boreo-alpinen Unterart *M. n. nivalis* (Zwergwiesel) aus (GÜTTINGER & MÜLLER 1988).

3.6 Diskussion

3.6.1 Habitatspezialisierung und Artenvielfalt der Kleinsäuger im Bödmerenwald

Viele der im Untersuchungsperimeter nachgewiesenen Kleinsäuger sind über weite Teile der Schweiz verbreitet. Waldspitzmaus, Zwergspitzmaus, Gartenschläfer, Gelbhalsmaus, Rötelmaus, Erdmaus, Hermelin und Mauswiesel besiedeln den gesamten Höhenbereich von den Niederungen bis zur Waldgrenze (HAUSSER 1995; VATERLAUS 1998). Die nicht an den Wald gebundenen Arten sind darüber hinaus auch im alpinen Bereich anzutreffen. Einzig Alpenspitzmaus, Alpenwaldmaus, Kleinwühlmaus und Schneemaus sind in ihrer Verbreitung auf Bergregionen und höhere Lagen konzentriert und scheinen im Tiefland nur ausnahmsweise vorzukommen. Allerdings ist der faunistische Wissensstand gerade über diese Arten sehr gering. Für die Verbreitungskarten im Werk „Säugetiere der Schweiz“ standen zum Beispiel für die Alpenspitzmaus nur 148 Beobachtungen, verteilt auf 115 Quadratkilometer-Einheiten, zur Verfügung (HAUSSER in HAUSSER 1995), für die Kleinwühlmaus 185 Beobachtungen aus 92 Quadraten (SALVIONI in HAUSSER 1995). Über die 1952 entdeckte, ehemals als Unterart der Gelbhalsmaus beschriebene und schwierig zu bestimmende Alpenwaldmaus liegen sogar noch bedeutend weniger Daten vor (VOGEL in HAUSSER 1995; GERLACH 1996). So ist es nicht weiter erstaunlich, dass im Kanton Schwyz die Alpenwaldmaus im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zum ersten Mal nachgewiesen wurde.

Viele der Arten, die sich durch eine weite Verbreitung auszeichnen, sind entsprechend breit in ihren ökologischen Ansprüchen. Die Waldspitzmaus zum Beispiel

ist in der Lage, die Mehrheit der in der Schweiz vorhandenen Lebensräume zu nutzen, sofern sie eine ausreichende, pflanzliche Bodenbedeckung (oder aber bewohnbare Gangsysteme im Boden) aufweisen. Schilfgürtel an Seen können diese Bedürfnisse genauso abdecken wie alpine Blockschutthaldden (HAUSSER in HAUSSER 1995). Für die vor allem auf Bergregionen beschränkten vier Arten lassen sich aber ebenfalls keine sehr engen Habitatnischen definieren. Das Vorhandensein von Felsspalten und von Hohlräumen zwischen Felsblöcken und Steinen (auch in Form von Steinmauern) ist beispielsweise eine der wenigen bekannten Grundbedingungen für das Vorkommen von Alpenspitzmaus und Schneemaus (HAUSSER sowie CLAUDE, beide in HAUSSER 1995). Wir vermuten jedoch, dass sich die im Untersuchungsperimeter nachgewiesenen Arten besonders entlang des Feuchtigkeitgradienten (SCHMID 1984) sowie in Bezug auf die Fels- und Geröllanteile und die Vegetation (Pflanzengesellschaft, Deckungsgrad und Dichte der bodennahen Schichten) noch wesentlich deutlicher als bisher bekannt differenzieren.

Ein Vergleich mit Artenlisten aus anderen Teilen der Alpen zeigt erwartungsgemäss keine sehr grossen Abweichungen [MÜLLER 1972: Churer Rheintal; SCHMID 1984: Berner Oberland; SCHIESS 1988: Grindelwald (Kanton Bern); GERLACH 1996: Disentis (Kanton Graubünden), Pfäfers (Kanton St. Gallen), Schwanden (Kanton Glarus); REITER & WINDING 1997, SLOTTA-BACHMAYR et al. 1998, JERABEK &

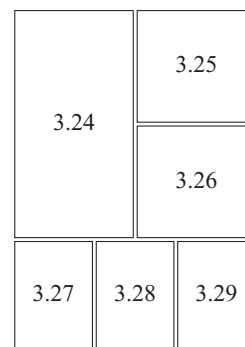


Abb. 3.24–3.29 Bilder von im Rahmen der vorliegenden Untersuchung im Bödmerenwald nachgewiesenen Kleinsäuger-Arten. Die Aufnahmen stammen nicht aus dem Untersuchungsperimeter.

Abb. 3.24 Hermelin (*Mustela erminea*)

Abb. 3.25 Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola*)

Abb. 3.26 Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*)

Abb. 3.27 Kleinwühlmaus (*Pitymys subterraneus*)

Abb. 3.28 Erdmaus (*Microtus agrestis*)

Abb. 3.29 Mauswiesel (*Mustela nivalis*)



WINDING 1999: Hohe Tauern, Salzburg]. Folgende in diesen Vergleichsuntersuchungen festgestellte Arten wurden im Rahmen der Fangaktion im Bödmerenwald nicht nachgewiesen: Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*), Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*), Feldspitzmaus (*Crocidura leucodon*), Maulwurf (*Talpa europaea*), Siebenschläfer (*Glis glis*), Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*), Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*), Schermaus (*Arvicola terrestris*) und Feldmaus (*Microtus arvalis*). Tatsächlich erwarteten wir ausser der Feldspitzmaus, mit deren Vorkommen aufgrund der Höhenlage des Untersuchungsperimeters nicht zu rechnen war, alle diese Arten auch im Untersuchungsperimeter Bödmerenwald. Wir gehen davon aus, dass viele von ihnen wohl schon bei geringfügiger Ausdehnung des Perimeters auf tiefere Lagen oder auf zusätzliche Lebensraumtypen wie tiefgründige Wiesen und Weiden (Maulwurf, Schermaus, Feldmaus), Ufer von Fliessgewässern und andere Feuchtlebensräume (Wasserspitzmaus, Sumpfspitzmaus) sowie Laubwälder und Feldgehölze (Waldmaus, Siebenschläfer, Haselmaus) gefangen worden wären. Aus der weiteren Umgebung des Untersuchungsperimeters liegen für zwei dieser Arten Nachweise vor. Ein toter Maulwurf lag auf der Pragelpassstrasse bei der Roggenlochhütte, 1402 m ü.M. (M. Wüst, 10. Oktober 1999). Zwei Feldmäuse wurden auf der Twärenen-Räui, 2300 m ü.M., lebend gefangen (R. Hess und F. Wiederkehr, 18. September 1976) und am Zoologischen Museum der Universität Zürich durch C. Claude bestimmt.

Zieht man die relativ ausgedehnten Flächen und Höhenstufen der oben erwähnten Untersuchungen in Betracht, ist die Zahl von 12 Arten im Untersuchungsperimeter Bödmerenwald mit 1.6 km² Fläche und lediglich 230 m Höhenunterschied als erstaunlich hoch einzustufen. Das Untersuchungsgebiet scheint nicht nur durch seine topografische und mikroklimatische Vielfalt, sondern nicht zuletzt auch wegen des Spaltenreichtums des Karsts für Kleinsäuger ideale Bedingungen zu bieten. Aus der Sicht der Kleinsäuger bietet das Urwaldreservat Bödmeren einen repräsentativen Ausschnitt der von Wald und Zwergsträuchern besetzten Standorte. Grünlandstandorte wie extensive Weiden und Magerwiesen sowie Moore und Gewässer als sehr seltene Spezialstandorte sind dagegen untervertreten oder gar nicht enthalten.

3.6.2 Auf Wühlmäuse spezialisierte Beutegreifer

Auf der Grundlage von Beutetierresten aus einer Bruthöhle des Rauhfusskauzes (*Aegolius funereus*) ermittelte HESS (1976) eine Liste von Kleinsäufern mit Häufigkeitsangaben. Die Bruthöhle befand sich auf 1550 m ü.M. im zentralen Teil des Urwaldreservats Bödmeren. Es wurden folgende Arten gefunden (in Klammern die Anzahl Schädel der Beutetiere):



Abb. 3.30 Rauhfusskauz in Bruthöhle

Schneemaus (20), Kleinvühlmaus (8), Rötelmaus (7), Waldspitzmaus (5), Alpenspitzmaus (1). Ferner fanden sich 10 weitere unbestimmbare Wühlmausindividuen (Unterfamilie der *Microtinae*). Während der Zeit der Jungenaufzucht lag überdies ein Gartenschläfer mit abgetrenntem Kopf in der Höhle. Da grössere Beutetiere vom die Brut und das Weibchen versorgenden männlichen Rauhfusskauz oft ohne Kopf überbracht werden, bedürfen diese Ergebnisse vorsichtiger Interpretation (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980). Immerhin deuten zwei Befunde darauf hin, dass dieser Rauhfusskauz vorzugsweise in offenen bis halboffenen und felsigen Gebieten und weniger im Wald jagte. Die Schneemaus, eine Art felsiger Gebiete, und die Kleinvühlmaus, eine Art offener Gebiete, treten am häufigsten in der Beutetierliste auf. *Apodemus*-Arten dagegen fehlen in der Beutetierliste vollständig, obwohl sie im Rahmen dieser Studie häufig gefangen wurden (Tab. 3.3). *Apodemus*-Arten, vor allem aber Alpenwaldmaus und Gelbhalsmaus, sind primär Waldbewohner (VOGEL in HAUSSER 1995) und stellen andernorts neben Wühlmäusen die hauptsächliche Brutzeitnahrung des Rauhfusskauzes dar (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980).

Die im Rahmen dieser Untersuchung im Bödmerenwald nachgewiesenen Hermelin und Mauswiesel sind ebenfalls und vermutlich noch stärker als der Rauhfusskauz auf die Erbeutung von Wühlmäusen spezialisiert. Andere Beutetiere gewinnen erst an Bedeutung, wenn diese Hauptbeutetiere fehlen (MEIA sowie GÜTINGER, beide in HAUSSER 1995). Das Mauswiesel

kann dank seiner schlanken Körperform Wühlmäuse auch in ihren Gängen und unter der Schneedecke verfolgen und überwältigen (GÜTTINGER in HAUSSER 1995). Sowohl der Rauhfusskauz wie die beiden Kleinmarder zeigen in Abhängigkeit vom Vorkommen der Wühlmäuse ausgeprägte Bestandesschwankungen. Bei hoher Wühlmausdichte ist aufgrund einer hohen Reproduktionsrate ein rascher Populationsanstieg und die Wiederbesiedlung vorübergehend aufgegebener Gebiete möglich. Speziell Mauswiesel und Rauhfusskauz zeigen eine Reihe von Anpassungen zur optimalen Nutzung überdurchschnittlicher Wühlmausangebote. Weibchen des Mauswiesels können bei günstiger Nahrungssituation jährlich zwei Würfe gross ziehen, wobei die Wurfgrösse bis zehn Junge betragen kann. Jungtiere beider Geschlechter sind spätestens ab drei bis vier Monaten geschlechtsreif, so dass Weibchen theoretisch bereits im ersten Sommer Junge werfen können (GÜTTINGER in HAUSSER 1995). Entsprechende Merkmale sind beim Rauhfusskauz die intraspezifische Toleranz (kleine Territorien, hohe Verträglichkeit), ganzjährige Brutortstreue und Staffelmäuser als Ausdruck permanenter Bereitschaft, hohe Fertilität, geschachtelte Zweitbrut (wahrscheinlich meist verbunden mit Neuverpaarung) und Bigynie (Ehegemeinschaft eines Männchens mit zwei Weibchen, in diesem Fall während einer Brutsaison). In Jahren mit geringem Beuteangebot können Balz und Brutbeginn verzögert bzw. die Periode zwischen Balz und Brutbeginn verlängert werden; viele Weibchen schreiten nicht zur Eiablage oder haben kleinere Gelege (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980).

Der Rauhfusskauz erreicht im Grossraum Bödmeren einen Bestand von zwei bis drei Brutpaaren (HESS

1982). Pro brütendes Weibchen dürften durchschnittlich um drei Junge flügge werden (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980). Nach Gefangenschafts-Beobachtungen von P. J. FRUTIGER in GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER (1980) beträgt der durchschnittliche Tagesbedarf eines erwachsenen Kauzes zwischen 21.3 und 28.0 Gramm (g) Fleisch (ohne Fell, Federn und Eingeweide). Ein Jungvogel benötigt bis zum Selbständigwerden durchschnittlich 30.5 g pro Tag. Die als Beutetier am häufigsten nachgewiesene Schneemaus hat als erwachsenes Tier ein Gewicht von 30–56 g (CLAUDE in HAUSSER 1995). Die leichtesten Arten des ermittelten Beutespektrums sind Waldspitzmaus (7–13 g) und Alpenspitzmaus (5.2–11 g; HAUSSER in HAUSSER 1995). Ausgehend von einem durchschnittlichen täglichen Bedarf von geschätzten zwei Beutetieren benötigt ein Rauhfusskauz pro Jahr demnach 730 Beutetiere.

Man kann davon ausgehen, dass die vom Rauhfusskauz im Bödmerenwald erbeuteten Arten je nach Jahr, Jahreszeit und Lebensraum lokale Dichten von wenigen bis mehreren Dutzend Tieren/ha erreichen können: Kleinwühlmaus: bis zu 52 Tiere/ha (SALVIONI in HAUSSER 1995); Schneemaus: bis zu 95 Tiere/ha (LE LOUARN & JANEAU 1975); Rötelmaus: 16–57 Tiere/ha (CLAUDE in HAUSSER 1995). Beutegreifer benötigen zur Deckung ihrer Nahrungsbedürfnisse bekanntlich wesentlich grössere Flächen als ihre Beutetiere. Im Bödmerenwald nutzten zwischen 1975 und 1980 jeweils zwei singende Rauhfusskauz-Männchen eine Fläche von insgesamt 158 ha (HESS 1982). Auf Probeflächen von etwa 10 km² wurden Siedlungsdichten von etwa 1 Paar/km², auf Flächen von mehreren 100 km² jedoch bestenfalls 0.1 Paar/km² festgestellt (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980). Der Bestand des Mauswiesels im Grossraum Bödmeren ist angesichts von nur zwei belegten Beobachtungen aus verschiedenen Jahren nicht zu beziffern. Mit einer Territoriumsgrösse von bis zu 7 ha bei Weibchen und bis zu 25 ha bei Männchen liegt sein theoretischer Bestand aber um ein Vielfaches unter den Werten der von ihm gejagten Wühlmäuse. Ähnliches gilt für das Hermelin, dessen Territorien mit 4 bis 50 ha zu veranschlagen sind (MEIA in HAUSSER 1995).

Das Mauswiesel steht als einzige der im Bödmerenwald nachgewiesenen Kleinsäugerarten auf der Roten Liste der gefährdeten Säugetiere der Schweiz (NIEVERGELT et al. 1994). Es ist vor allem in tiefer gelegenen Regionen der Schweiz gefährdet durch den Verlust der kleinräumigen, deckungsreichen Gliederung der Landschaft und den Strukturabbau im Kulturland. Im Vergleich zum deutlich häufigeren Hermelin besiedelt das Mauswiesel viel ausgeprägter kleinräumig strukturierte, halboffene Landschaften (GÜTTINGER 1989). Heute scheint sein Verbreitungsschwerpunkt in der Schweiz in den Alpen und im Jura zu liegen (GÜTTINGER in HAUSSER 1995). Das Mauswiesel ist damit eine Zielart des zoologischen Naturschutzes, dessen Vor-



Abb. 3.31 Hermelin im Winterkleid mit erbeuteter Schermaus

kommen vor allem von einem ausreichenden Wühlmausangebot und einer vielfältig strukturierten Landschaft abhängt.

Das Überleben der genannten Prädatoren kann mit Sicherheit durch Reservate von der Grösse des heutigen Urwaldreservats Bödmeren allein nicht gewährleistet werden. Insbesondere im Falle des gefährdeten Mauswiesels sind die lokalen Bemühungen vielmehr auf den Grossraum Bödmeren zu richten beziehungsweise auf die grossflächigen und reich strukturierten Wald-Weide-Landschaften des Schwyzer Berggebietes.

3.7 Zusammenfassung

Im Sommer 1996 wurden im Urwaldreservat Bödmeren und seiner näheren Umgebung (Schweizer Nordalpen, Kanton Schwyz) mittels Lebend-Fallen Kleinsäuger gefangen. Die vierzehn untersuchten Probeflächen deckten die wichtigsten Lebensraumtypen im Grossraum Bödmeren ab. Sechs der Probeflächen lagen im Urwaldreservat, acht lagen in der unmittelbaren Umgebung ausserhalb des Reservats. Hier wurden vorwiegend nicht bewaldete Lebensräume ausgewählt. Der Untersuchungsperimeter umfasste 1.6 km² und erstreckte sich über einen Höhenbereich von 1470 bis 1700 m ü.M. Die Untersuchung ist eine erste systematische Dokumentation der Kleinsäuger und liefert überdies Angaben zur Häufigkeit und zum Lebensraum der einzelnen Arten.

Im Rahmen von zwei Fangaktionen im Juli und August konnten insgesamt zwölf Kleinsäugerarten nachgewiesen werden. Bei den Spitzmäusen waren es Waldspitzmaus, Zwergspitzmaus und Alpenspitzmaus, von denen die Waldspitzmaus bei weitem am häufigsten gefangen wurde. Bei den Wühlmäusen gelangen Nachweise von Rötelmaus, Kleinwühlmaus, Erdmaus und Schneemaus, wobei die Rötelmaus mit Abstand am häufigsten gefangen wurde. Bei den Langschwanzmäusen wurden die Gelbhalsmaus und die im ganzen Alpenraum bisher nur punktuell erfasste Alpenwaldmaus nachgewiesen. Im Weiteren wurden auch Gartenschläfer, Hermelin sowie Mauswiesel gefangen.

Die grössten Fangzahlen und gleichzeitig die kleinsten Artenzahlen wurden in geräumten und ungeräumten Windwurfflächen und in der Probefläche mit Grünerlenbeständen erzielt. In Flächen mit offenem Charakter waren oft nur wenige Individuen zu finden. Hingegen war dort die Artenzahl tendenziell grösser als in den Windwurfflächen. Das Untersuchungsgebiet scheint durch seine topografische und mikroklimatische Vielfalt wie durch den Spaltenreichtum des Karsts für Kleinsäuger vielfältige Lebensbedingungen zu bieten. Die ermittelte Artenzahl ist angesichts der geringen Fläche und des kleinen Höhenbereichs des Untersuchungsperimeters erstaunlich hoch.

Dank

Walter Kälin gab die Anregung zur vorliegenden Untersuchung, die als Auftrag der „Stiftung Urwald-Reservat Bödmeren“ 1996 durchgeführt wurde. Bernhard Nievergelt stellte Arbeitsplätze und Infrastruktur der Abteilung „Wildforschung und Naturschutzökologie“ am Zoologischen Institut der Universität Zürich zur Verfügung. Gyula Gaidon, Lorenz Leumann, Marco Muhmenthaler, Dani Mülli, Claude Steck, André Wehrli, Markus Winzer und Samuel Wüst unterstützten uns bei der Feldarbeit. Die Artbestimmung der toten Waldmäuse nahmen Brigitte Reutter und Cäsar Claude vor. Franz und Hubert Wiederkehr teilten Beobachtungsdaten mit. Fredy Leutert und Willi Ruh sowie Christian Raboud, Klaus Robin und Peter Vogel stellten uns Kleinsäugerbilder zur Verfügung. Den genannten Personen möchten wir ganz herzlich danken.

3.8 Literatur

- BERTRAM, J. 1994. Moosvegetation und Moosflora des Urwald-Reservates Bödmeren. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 10. Heft: 3–94.
- BETTSCHART, A. 1994. Zur Flora und Vegetation des Urwald-Reservates Bödmeren. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 10. Heft: 115–132.
- BETTSCHART, A., SUTTER, R. 1990. Zur Vegetation des Bödmerenwaldgebietes, Muotatal SZ. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 9. Heft: 95–100.
- BLN-Inventar 1977. Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung. Eidgenössisches Oberforstinspektorat, Abteilung Natur- und Heimatschutz, Bern.
- FLOWERDEW, J. 1993. Mice & Voles. Whittet Books Ltd., London. 127 p.
- FREY, H. U., BICHSEL, M. 2001. Vegetationstypen und deren Verbreitung im Urwaldreservat Bödmeren. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 13. Heft: 9–49.
- GERLACH, G. 1996. Kleinsäuger auf Sturmschadenflächen. Wildbiologie 6/27: 1–12.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N., BAUER, K. M. 1980. Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 9. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 1148 S.
- GOSTELI, M. 1994. Die Mollusken des Bödmerenwaldes und angrenzender Gebiete. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 10. Heft: 133–149.
- GRÖNER, U. 1990. Die epiphytischen Makroflechten im Bödmerenwaldgebiet, Muotatal SZ. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 9. Heft: 77–93.
- GÜTTINGER, R. 1988. Die Säugetiere. – In: BERCHTOLD, U., BOLIGER, P., BRUNNER, S. (Red.): Naturschutzkonzept Kaltbrunner Riet. – Hrsg. Bund Schweizer Landschaftsarchitekten (BSLA), Schweiz. Bund für Naturschutz (SBN) und Interkantones Technikum Rapperswil (ITR). Anthos spezial 1988: 54–55.
- GÜTTINGER, R. 1989. Die Verbreitung von Hermelin und Mauswiesel in der Ostschweiz. Wildbiologie in der Schweiz 6/14: 1–8.
- GÜTTINGER, R., MÜLLER J. P. 1988. Zur Verbreitung von „Zwergwiesel“ und „Mauswiesel“ im Kanton Graubünden. Jber. Naturf. Ges. Graubünden 105: 103–114.
- HANTKE, R. 1961. Tektonik der helvetischen Kalkalpen zwischen Obwalden und dem St. Galler Rheintal. Vjschr. Naturf. Ges. Zürich 106: 1–212.

- HANTKE, R. 1982. Zur Talgeschichte des Gebietes zwischen Prugel- und Klausenpass. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 8. Heft: 3–12.
- HAUSSER, J. 1995. Säugetiere der Schweiz. Verbreitung, Biologie, Ökologie. Jahrschriften der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin. Band 103. 501 S.
- HESS, R. 1976. Untersuchung der Beutetierreste aus einer Raufusskauzbruthöhle. Unpubliziertes Manuskript. Zoologisches Museum der Universität Zürich. 1 S.
- HESS, R. 1982. Die Vögel des Karstgebietes Bödmerenwald-Twärenenröui-Silberenalp. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 8. Heft: 87–100.
- HESS, R. 1983. Verbreitung, Siedlungsdichte und Habitat des Dreizehenspechts *Picoides tridactylus alpinus* im Kanton Schwyz. Orn. Beob. 80: 153–182.
- JERABEK, M., WINDING, N. 1999. Verbreitung und Habitatwahl von Kleinsäugetern (Insectivora, Rodentia) in der Bergwaldregion der Hohen Tauern (Salzburg). Wiss. Mitt. Nationalpark Hohe Tauern 5: 127–159.
- KÄLIN, W. 1982. Der Bödmerenwald. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 8. Heft: 81–86.
- KÄLIN, W. (Ed.) 1997. Urwald in den Schwyzer Bergen. Schöne wilde Bödmeren. Werd Verlag, Zürich. 135 S.
- LE LOUARN, H., JANEAU, G. 1975. Répartition et biologie du campagnol des neiges *Microtus nivalis* Martins dans la région de Briançon. Mammalia 39: 589–604.
- LEIBL, F. 1988. Ökologisch-faunistische Untersuchungen an Kleinsäugetern im Nationalpark Bayerischer Wald unter besonderer Berücksichtigung von Windwurfflächen. Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz. 81: 17–51.
- LEUTERT, A. 1981. Von Mäusen, Spitzmäusen und Maulwürfen. Neujahrsblatt Naturf. Ges. Schaffhausen 33: 32 S. Text und 22 S. Illustrationen.
- MÜLLER, J. P. 1972. Die Verteilung der Kleinsäuger auf die Lebensräume an einem Nordhang im Churer Rheintal. Z. f. Säugetierkunde 37: 257–286.
- NIEVERGELT, B., HAUSSER, J., MEYLAN, A., RAHM, U., SALVIONI, M., VOGEL, P. 1994. Rote Liste der gefährdeten Säugetiere der Schweiz (ohne Fledermäuse). – In: DUELLI, P. (Ed.): Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL-Reihe Rote Listen. EDMZ Bern. 97 S.
- REITER, G., WINDING, N. 1997. Verbreitung und Ökologie alpiner Kleinsäuger (Insectivora, Rodentia) an der Südseite der Hohen Tauern, Österreich. Wiss. Mitt. Nationalpark Hohe Tauern 3: 97–135.
- REUTTER, B., HAUSSER, J., VOGEL, P. 1999. Discriminant analysis of skull morphometric characters in *Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis*, and *A. alpicola* (Mammalia; Rodentia) from the Alps. Acta Theriologica 44: 299–308.
- SCHIESS, H. 1988. Wildtiere in der Kulturlandschaft Grindelwalds. Schlussberichte zum Schweizerischen MAB-Programm, Nr. 35. 155 S.
- SCHMID, P. 1984. Beitrag zur Verteilung von einigen Kleinsäugetern auf die Höhenstufen und die Lebensräume im Berner Oberland. Mitt. Naturf. Ges. Bern (N.F.). 41: 119–151.
- SENN-IRLET, B. 1994. Die Höheren Pilze des Bödmerenwaldes. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 10. Heft: 95–113.
- SLOTTA-BACHMAYR, L., LINDNER, R., WINDING, N. 1998. Faunistischer Überblick und Gemeinschaftsstruktur von Kleinsäugetern in der Subalpin- und Alpinstufe im Sonderschutzgebiet Piffkar, Nationalpark Hohe Tauern. Wiss. Mitt. Nationalpark Hohe Tauern 4: 185–206.
- SLOTTA-BACHMAYR, L., LINDNER, R., WINDING, N. 1999. Populationsveränderungen und Einfluss der Beweidung auf Kleinsäuger in der Subalpin- und Alpinstufe im Sonderschutzgebiet Piffkar, Nationalpark Hohe Tauern. Wiss. Mitt. Nationalpark Hohe Tauern 5: 113–126.
- SPITZENBERGER, F., ENGLISH, H. 1996. Die Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola* Heinrich, 1952) in Österreich. Mammalia austriaca 21. Bonner zool. Beitr. 46: 249–260.
- STORCH, G., LÜTT, O. 1989. Artstatus der Alpenwaldmaus (*Apodemus alpicola* Heinrich, 1952). Z. f. Säugetierkunde 54: 337–346.
- SUTTER, R., BETTSCHART, A. 1982. Zur Flora und Vegetation der Karstlandschaft des Muotatales. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 8. Heft: 13–80.
- THEE P., HANTKE, R., KÄLIN, W., LEIBUNDGUT, H., SCHWARZENBACH, F. H. 1987. Das Kartenprojekt Urwald-Reservat Bödmeren 1:2000. Ber. Eidg. Forsch.-anst. Wald, Schnee, Landschaft 299. 45 S. und Karte.
- VATERLAUS, C. 1998. Der Gartenschläfer (*Elomys quercinus* L.). Ökologie, Populationsstruktur, Populationsdynamik und die Verbreitung in der Schweiz. Dissertation Univ. Basel. 217 S.
- VOGEL, P., MADDALENA, T., MABILLE, A., PAQUET, G. 1991. Confirmation biochimique du statut spécifique du mulot alpestre *Apodemus alpicola* Heinrich, 1952 (Mammalia, Rodentia). Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. 80: 471–481.

Lieferbare Berichte der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft

Bezugsadresse: ea Druck und Verlag AG, Zürichstrasse 57, 8840 Einsiedeln

(Die Hefte 5, 6 und 8 sind vergriffen.)

- Heft 1 1932/35. Redaktion P. Damian Buck. Marcel Diethelm, Die Hyperbolischen Funktionen. Karl Benziger, Die natürlichen Bedingungen und die geschichtliche Entwicklung der Waldwirtschaft im Bezirk Einsiedeln. P. Damian Buck, Die Schweizerische Halbblutpferdezucht mit Rücksicht auf die Landesverteidigung. A. Jeannet, W. Leutpold und P. Damian Buck, Stratigraphische Profile des Nummulitikums von Einsiedeln-Iberg. A. Jeannet, Sur quelques grands Echinides irreguliers du Nummulitique des environs d'Iberg (Schwyz). Fr. 10.–
- Heft 2 1936/38. Redaktion P. Damian Buck. August Müller, Die mechanische und mineralogische Konstitution der Saanesande. Fr. 8.–
- Heft 3 1938/40. Redaktion August Müller-Landtwing. Marcel Diethelm, Hyperbelfunktionen mit Rechnungsbeispielen. Sr. Elise Bugmann, Die Mineraliensammlung des Institutes Theresianum Ingenbohl. A. Jeannet, Geologie der oberen Sihltaleralpen (Kt. Schwyz). Nekrologe: P. Damian Buck, Carl Schröter, Franz Xaver Marty. Fr. 10.–
- Heft 4 1941/48. Redaktion P. Coelestin Merkt. M. Diethelm, Eine charakteristische Eigenschaft der gleichzeitigen Hyperbel. H. Güntert, Rhythmische Erscheinungen im Reich der Organismen. Ulrich A. Corti, Ornithologische Notizen aus der Innerschweiz. P. Johannes Heim, Die schalldämpfenden Faktoren bei den Strigiformes. H. von Reding, Bericht über die Tätigkeit der kantonalen Naturschutzkommission in der Zeit vom 1. Januar 1939 bis 21. Dezember 1946. Fr. 8.–
- Heft 7 1978. Redaktion Alois Bettschart. Frauenwinkel, Altmatt, Lauerzersee. Geobotanische, ornithologische und entomologische Studien. Mitarbeiter: F. Klötzli, O. Wildi, P. Meile, H. Schiess, P. Voser, J. de Marmels, W. Fuchs, A. Schuler. Fr. 35.–
- Heft 9 1990. Redaktion Alois Bettschart. David Jutzeler, Grundriss der Tagfalterfauna in den Kantonen Glarus, Schwyz und Zug. August Schönenberger, Die Brutvögel der Schwantennau, heute und 1952. Ruedi Hess, Bestandesaufnahme ausgewählter Vogelarten im Moorgebiet zwischen Rothenthurm und Biberbrugg 1979, 1982 und 1983. Ruedi Hess, Vorkommen und Bestände von Brutvogelarten der Roten Liste in den Mooren Roblosen und Breitried. Ruedi Hess, Die Brutvogelwelt der Hochmoore um Einsiedeln und Rothenthurm in naher Vergangenheit und Zukunft. Ruedi Hess, Brutbestandesaufnahmen ausgewählter Vogelarten am Lauerzersee 1978 und 1989. Urs Groner, Die epiphytischen Makroflechten im Bödmerenwaldgebiet, Muotatal. Alois Bettschart und Ruben Sutter, Zur Vegetation des Bödmerenwaldgebietes, Muotatal (Ein Nachtrag). Fr. 35.–
- Heft 10 1994. Redaktion Alois Bettschart. Josef Bertram, Moosvegetation und Moosflora des Urwald-Reservates Bödmeren. Beatrice Senn-Irlet, Die Höheren Pilze des Bödmerenwaldes. Alois Bettschart, Zur Flora und Vegetation des Urwald-Reservates Bödmeren. Margret Gosteli, Die Mollusken des Bödmerenwaldes und angrenzender Gebiete. Fr. 38.–
- Heft 11 1996. Redaktion Stefan Lienert. Interdisziplinäres Forschungsprojekt Ibergeregg. Stefan Lienert und Reto Camenzind, Nutzungsgeschichte und Waldvegetation. René Hantke, Geologie. Ruedi Hess, Brutvögel. Martha Zumsteg, Fledermäuse. Heinrich und Corina Schiess-Bühler, Insekten. Meinrad Küchler, Freilandvegetation. Reto Camenzind et al., Epiphytische Flechtenflora. Josef Breitenbach et al., Pilzflora. Paul Knüsel und Hans Loher, Landschaftsschutz. Jean Gottesmann, Rechtsaspekte. Fr. 35.–
- Heft 12 2000. Redaktion Stefan Lienert und Richard Bolli. Flora und Vegetation der Iberger Klippenlandschaft – Gedenkschrift Alois Bettschart. Alfred und Walter Bettschart, Herbert Bruhin, Bruno Frick, Beat Meier, Martin Michel und Otto Sticher, Alois Bettschart – Apotheker, Botaniker, Lehrer, Freund. Richard Bolli, Karl Hensler und Josef Stirnimann, Floristische Erkundung der Iberger Klippen. Richard Bolli, Waldfreie natürliche Vegetation, Anthropogene Vegetation. Daniela Pauli, Flachmoore im Fokus der Wissenschaft. Hans-Ulrich Frey, Waldstandorte und Waldvegetation der Iberger Klippenlandschaft. Fr. 35.–

