

4 Synthese

TOBIAS LIECHTI UND THOMAS BURGER

Zusammenfassung

Sowohl die Analyse der Altersstruktur sowie die Aussagen des alt Revierförsters weisen auf **einen kaum berührten Bereich im Zentrum des Waldes** hin (*Abbildung 4.4-3*: grün schraffierte Fläche). Dieser kann gemäss der Definition von Leibundgut (Kap. 1.3) als Urwald gelten. Diese Aussage wird durch die Totholzdaten unterstützt.

Die alpnahen Randgebiete werden seit Langem durch Älpler genutzt. Grössere **forstliche Nutzungen** beschränken sich auf die Gebiete 1, 4, teilweise 2 und 5. Trotz diesen Nutzungen sind auch diese Gebiete sehr naturnah und durchsetzt von **Urwaldrelikten**. Dies zeigen auch die z.T. genau hier vorkommenden, auf unberührte Wälder spezialisierten Flechten- und Pilzarten.

Die Daten aus der genetischen Untersuchung beweisen die spezielle **Einwanderungsgeschichte** der Bödmerenfichte. Die Pollenanalysen weisen auf die relative **Unberührtheit in vergangenen Jahrhunderten** hin. Holzschläge haben vor allem in neuester Zeit infolge von Strassenbau, Helikopter- und Seilkraneinsatz zugenommen (Teilgebiet 1 und 4). Dies wird nicht zuletzt durch die ausserordentlich hohen **Totholzanteile** im Reservat belegt, die in den umgebenden Waldteilen teilweise fehlen.

4.1 Bemerkung zur Zielsetzung

Die **Zielsetzung** der Untersuchung war festzustellen, wo und wie stark im Bödmerenwald Urwaldcharakter vorherrscht. Als Vergleichsbasis sollen die von KORPEL (1995) beschriebenen Urwaldmerkmale und die **Urwalddefinition von LEIBUNDGUT (1978)** herangezogen werden. Gemäss dieser Definition (vgl. *Kapitel 1.3*) ist ein Urwald „ein durch menschliche Einflüsse weder mittelbar noch unmittelbar in seinem Aufbau und in seiner natürlichen Entwicklung veränderter Wald.“ Lokale Eingriffe, wie die Entnahme einer einzigen Schindeltanne pro Waldteil sind toleriert, nicht aber grössere Schläge, welche die Struktur sichtbar verändern. Auch die systematische Entnahme eines bestimmten Elementes (Käferbäume, alles Brennholz) sollten in einem Urwald nicht vorkommen. Der Urwaldbegriff wird hier im oben erklärten Sinne verwendet.

In Bezug auf die **Definition von KORPEL (1995)**, der unter einem Urwald „einen ökologisch stabilen Wald mit konsolidierten, dynamisch ausgewogenen Beziehungen zwischen Klima, Boden und Organismen“ versteht, ist Folgendes beizufügen: Der Bödmerenwald steht teilweise in einem Sukzessionsprozess und bildet z.T. die Waldgrenze. Es ist daher nicht klar, ob der Bödmerenwald in einem konsolidierten ökologischen Gleichgewicht mit z.B. konstantem Vorrat steht.

4.2 Aussagekraft der einzelnen Untersuchungen

Die einzelnen Untersuchungen bzw. Urwaldmerkmale haben sich unterschiedlich für die Beantwortung der Fragestellung bewährt. Als geeignetes und gut nachvollziehbares Merkmal darf die **Altersstruktur** (Maximalalter, mittleres Alter, Altersstreuung) gelten. Sie wird jedoch nicht nur durch Nutzungen, sondern auch durch flächige Naturereignisse wie Stürme beeinflusst. Vermutlich hat auch der Standort (Bonität) einen Einfluss auf die Altersstruktur.

Ein weiteres gutes Merkmal ist das **Totholz**. Es reagiert wie die Altersstruktur auf Naturereignisse (Stürme, Käferschäden) und Standort. Sein Indikatorwert verhält sich jedoch komplementär zudem der Altersstruktur: Bei Naturereignissen nimmt der Totholzanteil meist zu und ist auf wüchsigen Standorten grundsätzlich höher als auf schlecht wüchsigen. Totholz ist eine wichtige Ressource im natürlichen Ökosystem und relativ leicht zu erfassen. Wichtig ist es, nicht nur die Menge, sondern auch den Abbaugrad des Totholzes aufzunehmen. Für die Interpretation der Daten sind Angaben über Vorrat und Zuwachs hilfreich.

Ebenfalls sehr aussagekräftig war das Interview mit dem alt Revierförster über die **Nutzungen** der vergangenen 90 Jahre. Anhand der im Feld gefunden **Nutzungsspuren** (Strünke) konnten die Aussagen verifiziert und ergänzt werden. Eine zusätzliche Analyse über **Archivdaten**, (Betriebspläne), wie sie hier nur teilweise erfolgte, wäre zudem wünschenswert.

Die **Pollenanalyse** ermöglicht Rückschlüsse über die Vegetationsgeschichte der letzten Jahrtausende. Die **genetischen Analysen** sind relativ aufwändig. Sie ermöglichen es bei speziellen Fragestellungen, z.B. zur Einwanderungsgeschichte der Bäume, weiter zu kommen.

Altwaldzeigende Organismen wie bestimmte **Pilz-** und **Flechtenarten** können gleichzeitig Indikator und Schutzobjekt sein. Sie zeigen die Ungestörtheit und Funktionalität des Ökosystems auf Organismenseite. Diese Indikatoren werden wesentlich vom Standort (Pilze) und vom Lokalklima (Flechten) beeinflusst.

4.3 Synthese der Ergebnisse

4.3.1 Natürlicher Gleichgewichtszustand und Strukturen

Der **Holzvorrat** sollte in einem Urwald bei genügend grosser Referenzfläche (subalpin 80-100 ha) mehr oder weniger konstant sein. Im Bödmerenwald ist er, ausser im Teilgebiet 1 und 2, generell am zunehmen. Dies ist wahrscheinlich auf eine verminderte Holznutzung in den letzten Jahrzehnten in den südlichen Teilgebieten und evtl. auf die Klimaerwärmung zurückzuführen. Im Teilgebiet 1 wurden grosse Holzmengen entnommen, der Vorrat nahm daher ab. Im Teilgebiet 2 ist der Vorrat mehr oder weniger konstant, was für einen Urwald spricht. Generell basieren die Aussagen zur Vorratsveränderung auf nur zwei Inventurdatensätzen und sind daher von geringer Aussagekraft.

Bezogen auf das **Totholz** darf das Teilgebiet 2 als Urwald gelten. Teilgebiet 5 und vor allem Teilgebiet 6 ist ebenfalls urwaldnah. Es fehlt jedoch an altem liegendem Holz, das vermutlich durch Älpler als Brennholz eingesammelt wurde. Im nördlichen Bereich von Teilgebiet 4 ist eine regelmässige Nutzung über längere Zeit sichtbar. Entsprechend fehlt hier vor allem stehendes Totholz. Trotzdem darf dieses Gebiet als sehr naturnah mit Urwaldresten gelten. Teilgebiet 1 ist seit dem Bau der Passstrasse im Jahre 1974 stark von Nutzung und auch von bestandesverändernden Schlägen betroffen, war davor aber ähnlich unberührt wie die anderen Gebiete. Verglichen mit einem Wirtschaftswald sind die nicht geräumten Flächen im Teilgebiet 1 immer noch totholzreich.

Ausser im Teilgebiet 1 und stellenweise im Teilgebiet 4 gibt es keine Eingriffe, welche die natürliche **Waldstruktur** auf grösserer Fläche verändert haben. Im Reservat findet man augenfällig mehr Totholz. Dies zeigt indirekt, dass ausserhalb des Reservates mindestens ein Teil des Totholzes bzw. der absterbenden Bäume entfernt wurden. Relativierend muss gesagt werden, dass der Sturm Vivian von 1991 für einen Grossteil der Totholzvorkommen verantwortlich ist.

4.3.2 Nutzung und Nutzungsspuren

Im Bödmerenwald gab es, wahrscheinlich seit im Gebiet Alpwirtschaft betreiben wird, regelmässige, geringe, meist einzelstammweise **bäuerliche Nutzungen** (ca. 20% des Zuwachses). Sie konzentrieren sich vor allem auf die alpnahen und produktiven Gebiete. Diese forstlichen Nutzungen wurden nach dem Bau der Passstrasse intensiviert. Grössere Partien im Teilgebiet 2, 5 und 6 dürfen als kaum berührt gelten. **Beweidung** durch Ziegen fand und findet in alpnahen Gebieten und früher im Teilgebiet 1 und 2 statt. Die vom alt Revierförster angegeben Wanderrouten des Viehs durch den Wald, sind auch in der Vegetation sichtbar (FREY 2005, mündliche Mitteilung). **Nutzungen ab 1987** konzentrieren sich auf die Teilfläche 1 und 4. **Käferbäume** wurden auch in den Teilflächen 5 und 6 herausgeflogen.

Die **Nutzungsspuren** (Strünke) zeigen, dass früher vor allem in Randgebieten von Teilgebiet 1, 4 und 5 genutzt wurde. Teilgebiet 6 blieb praktisch unberührt, im Teilgebiet 2 wurden nur wenige Bäume entnommen.

Aus der Sicht **Nutzungsgeschichte** dürften grosse Partien der Teilgebiete 2, 5 und 6 als Urwald gelten.

4.3.3 Altersstruktur

Im ganzen Bödmerenwaldgebiet kommen einzelne Stichprobenflächen vor, auf welchen sich urwaldähnliche Altersstrukturen finden liessen. Das heisst, es gibt einzelne sehr alte Bäume, ein hohes Durchschnittsalter und grosse Altersunterschiede zwischen den Bäumen. Als kaum gestörtes Urwaldgebiet kann das Teilgebiet 6 gelten. Es finden sich hier bis zu 500-jährige Bäume. Das Durchschnittsalter beträgt über 200 Jahre und die Altersstruktur ist sehr heterogen. Die Teilgebiete 2 und 5 weisen ebenfalls urwaldähnliche Altersstrukturen auf. Die Teilgebiete 1 und 4 haben bezüglich Altersstruktur die schlechtesten Werte und wurden entweder durch Nutzung oder durch Stürme beeinträchtigt. Relativierend muss gesagt werden, dass Standortsfaktoren, wie die Bonität die Altersstruktur mitbeeinflussen. Wie stark ist nicht bekannt.

4.3.4 Vegetationsgeschichte und Einwanderung der Fichte

Der Bödmerenwald hat seinen **Ursprung** vor 7'000 Jahren. Seit der Besiedlung durch die Fichte war das Gebiet des Bödmerenwaldes **ohne Unterbrechung bewaldet**. Die Pollendiagramme zeigen einen **menschlichen Einfluss** auf das Gebiet durch das Auftreten von Heuwiesen ab dem frühen Mittelalter (ab ca. 500 n. Chr.). Im Unterschied zu vielen Regionen in der Schweiz ist der menschliche Einfluss spät und gering (erst ab Mittelalter) und gipfelt nicht in einer Kahlschlagwirtschaft, wie es sonst im 19. Jahrhundert in vielen Waldgebieten üblich war. Die menschlichen Einwirkungen auf die Vegetation im Bödmerenwald waren vor 1900 vergleichsweise gering und nahmen erst in neuerer Zeit im nördlichen Teil zu.

Die Bödmerenfichte zeigt im Vergleich zu den Fichten im übrigen Ostalpenraum eine unterschiedliche **Einwanderungsgeschichte**. Der Alpenraum wurde von Osten gegen Westen besiedelt. Im Muotathal hingegen geschah die Besiedlung von Norden her, möglicherweise von einem bisher nicht identifizierten Eiszeitrefugium. Die Hauptwanderung der Fichten im Alpenraum von Osten gegen Westen muss während dieser nördlichen Einwanderung zu einem Halt gekommen sein und sich erst später fortgesetzt haben. Dieses Einwanderungsmuster lässt sich mit den damaligen Vegetationsbedingungen und **unterschiedlichen ökologischen Anpassungen** der Fichte nördlichen und östlichen Ursprungs erklären. Die Fichten des Bödmerenwaldes stellen somit eine **besondere genetische Ressource** dar, welche es zu erhalten gilt.

4.3.5 Altwald anzeigende Organismen

Die eindruckliche Artenvielfalt und Anzahl an **Altwaldzeigern** bei den höheren Pilzen und lignicolen und epiphytischen Flechten zeigt die **Unberührtheit** des ganzen Gebietes. Es finden sich in allen Teilgebieten Altwald-Indikatorarten der Pilze und Flechten, vor allem in den Teilgebieten 1 und 4. Offensichtlich kommen auch in diesen relativ stark durch Nutzung betroffenen Gebieten genügend **Alt- und Totholzrelikte** über eine lange Zeitperiode vor, dass diese Organismen überleben konnten.

Zudem sind die **Standortsvielfalt** (Pilze) und das **Lokalklima** (Flechten) für die Artenvielfalt stark **entscheidend**. Eine geringe, punktuelle Nutzung zerstört diese Artenvielfalt nicht, eine systematische Nutzung (z.B. entfernen allen Totholzes, flächige Schläge) wäre aber problematisch.

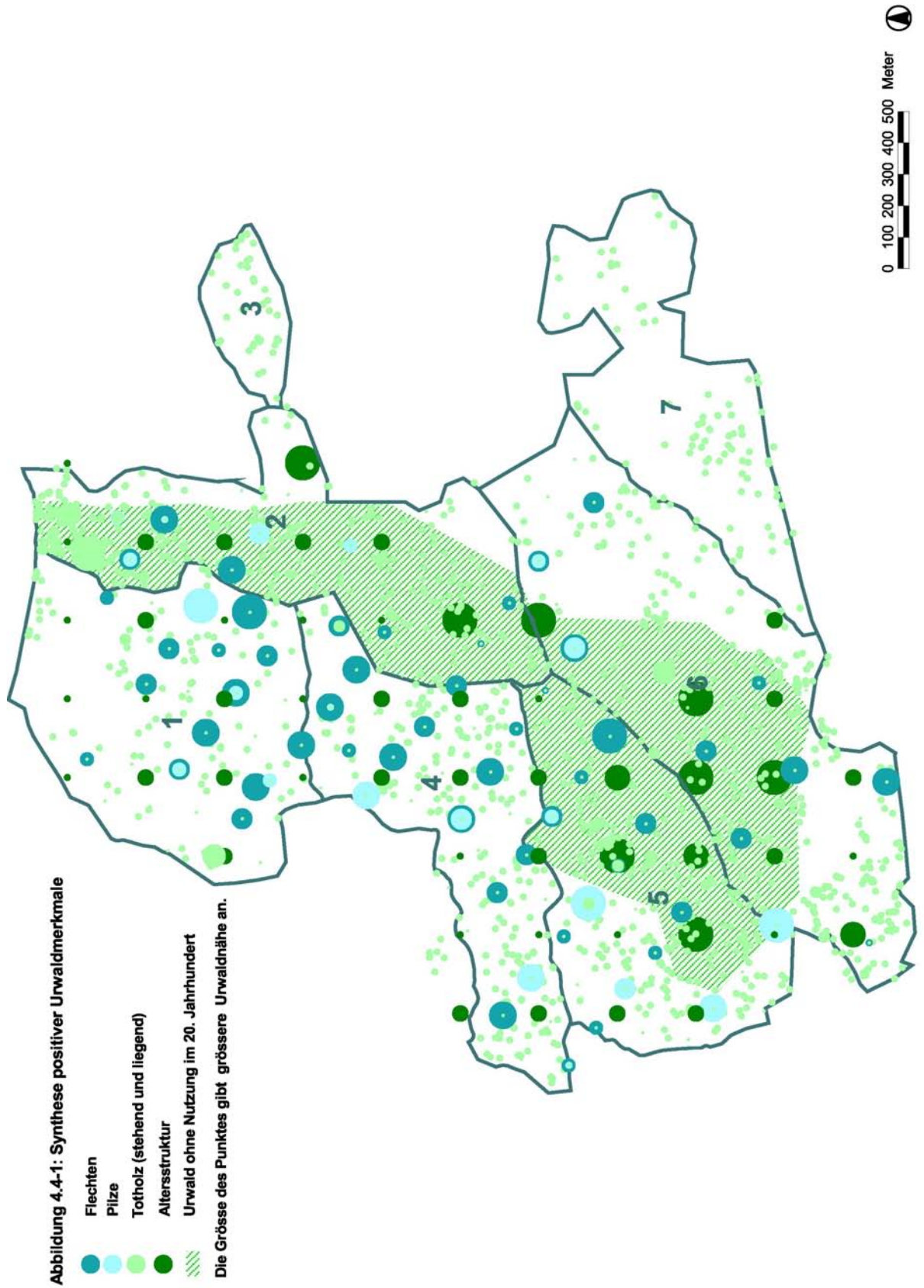
Die Region Hüenderloch, Stägen (Teilgebiet 1) bis Gschwändhütte (Teilgebiet 4) hat spezielle lokalklimatische Eigenschaften, die sich in der Flechtenvielfalt spiegelt. Ein für Flechten günstiges Lokalklima findet man in anderen Teilgebieten nur bedingt.

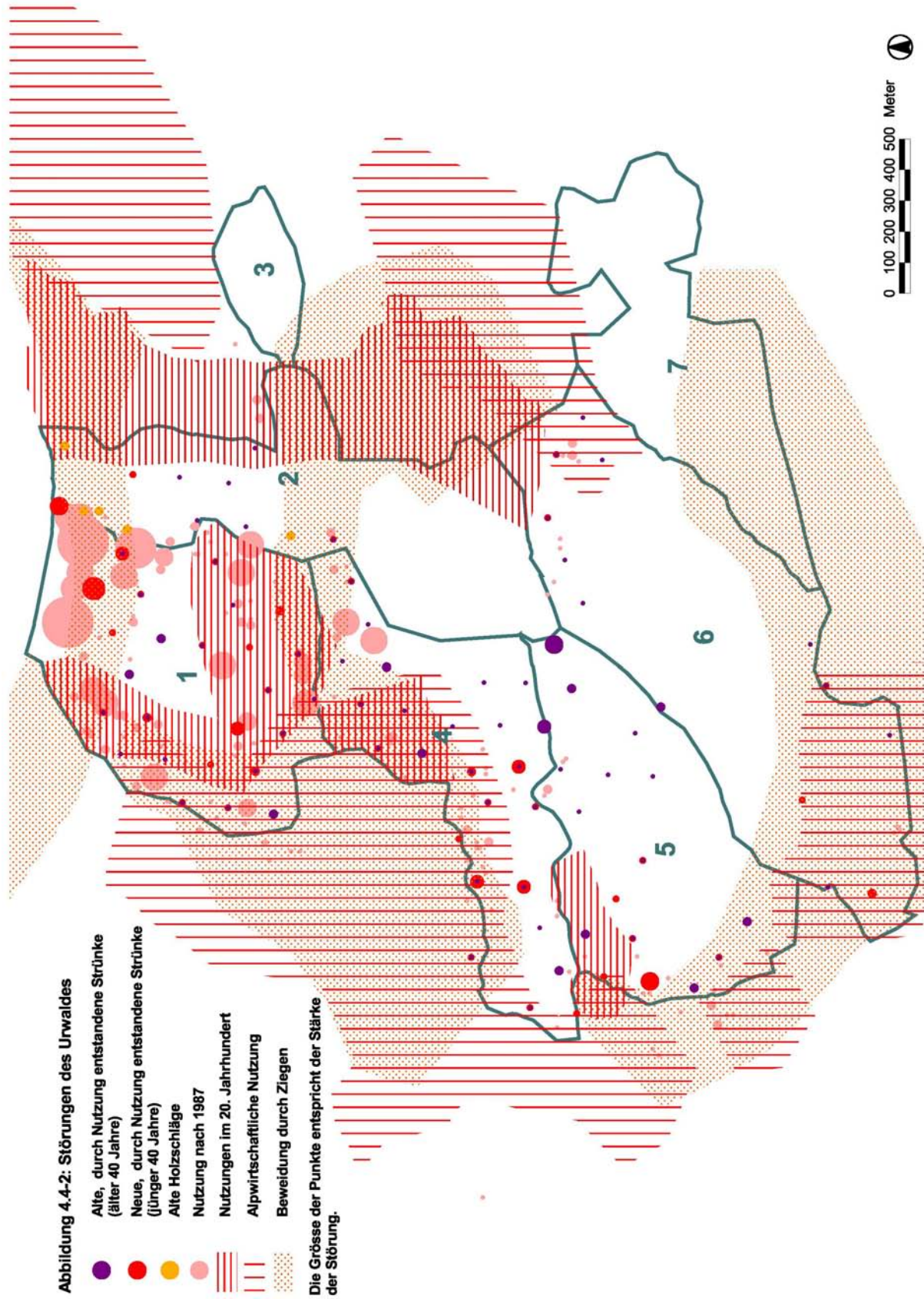
4.4 Überlagerte Karten

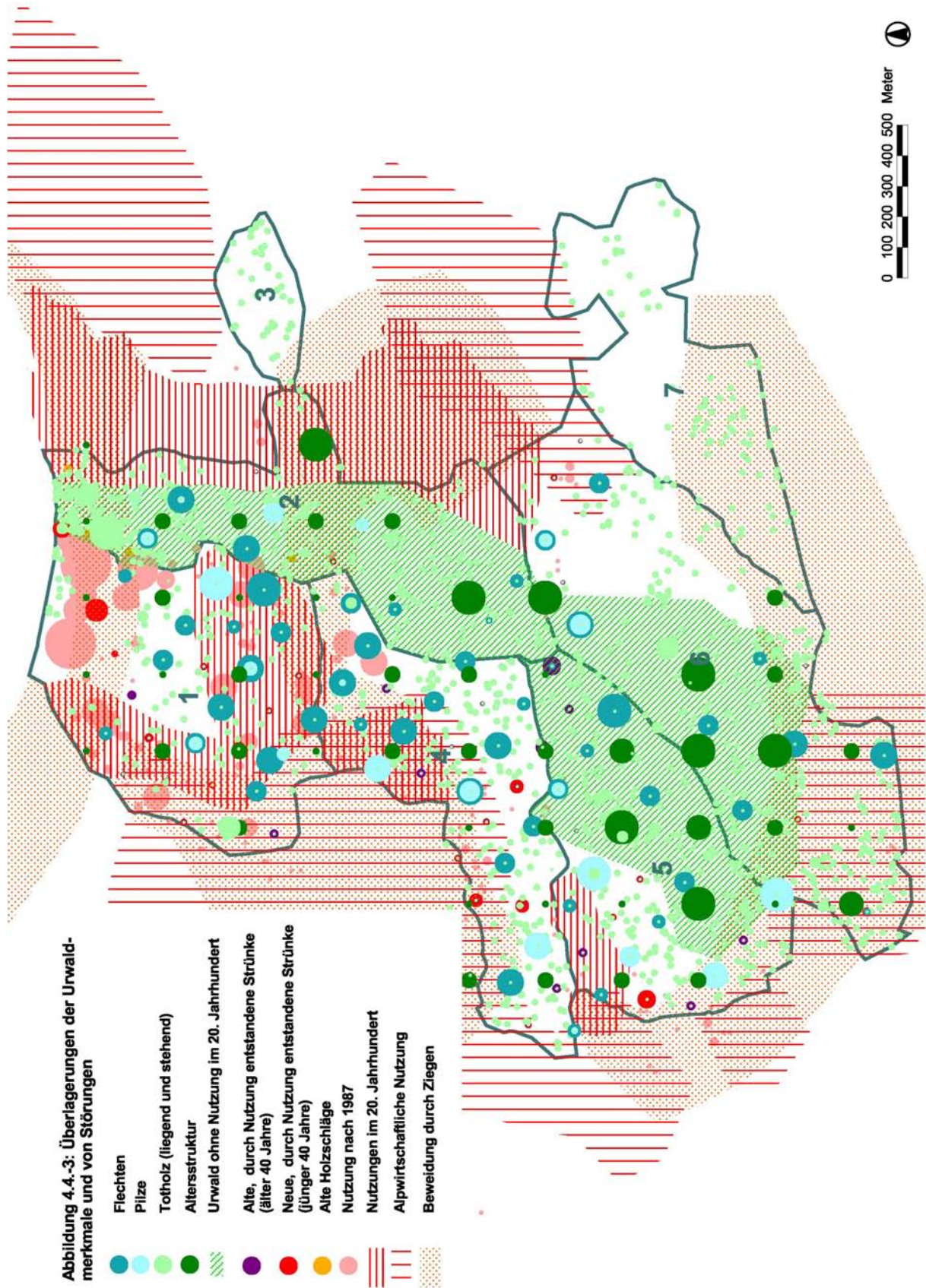
Auf der *Abbildung 4.4-1* werden alle im Kapitel 3 vorgestellten **positiven Urwaldmerkmale** überlagert und leicht vereinfacht dargestellt. Auffallend ist der grüne Bereich, in welchem gemäss Aussagen des alt Revierförsters kaum genutzt wurde. In diesem Band liegen auch die besten Werte aus der Altersuntersuchung. Die Totholzwerte sind weniger deutlich. Im Band liegen jedoch die grossen Totholzvorkommen des Teilgebietes 2 und zwei Schwerpunkte von Teilgebiet 5 und 6. Die Flechten und Pilze zeigen eine andere Verteilung. Vor allem die Flechten haben einen Schwerpunkt im Teilgebiet 4 und im Süden von Teilgebiet 1, was auf lokalklimatische Faktoren zurückzuführen ist.

In *Abbildung 4.4-2* sind alle **Nutzungen und Nutzungsspuren** überlagert dargestellt. Auffallend ist der starke Einfluss im Waldrandandbereich durch die bäuerliche Nutzung. Nutzungszentren liegen im Teilgebiet 1 und 4, vereinzelt alte Nutzungsspuren und neue „Sanitärhiebe“ finden sich auch in den zentralen Bereichen von Teilgebiet 2, 5 und 6.

Die **Gesamtüberlagerung** in *Abbildung 4.4-3* zeigt, dass im Zentrum des Untersuchungsgebietes ein grosses Waldstück praktisch unberührt die Jahrhunderte überdauert hat. Grössere Störungen finden sich nur am Rand und im Teilgebiet 1 und 4. Mögliche Konfliktzonen ergeben sich in den relativ stark genutzten Teilgebieten 1 und 4 mit bedeutenden Flechtenvorkommen.







4.5 Urwald-Bereiche

Zuhanden der Praktiker soll versucht werden, aus Expertensicht eine grobe Abgrenzung von Urwaldbereichen mit unterschiedlichem Natürlichkeitsgrad für den Bödmerenwald vorzunehmen. Die hier vorgenommene Ausscheidung stützt sich auf die Aussagen des vorliegenden Berichts, insbesondere auf die Kapitel forstliche und andere Nutzungen, Totholz und Altersdifferenzierung der Bäume. Sie versucht den Istzustand zu beschreiben. Wenn möglich wurden klare, im Gelände sichtbare Grenzen gewählt.

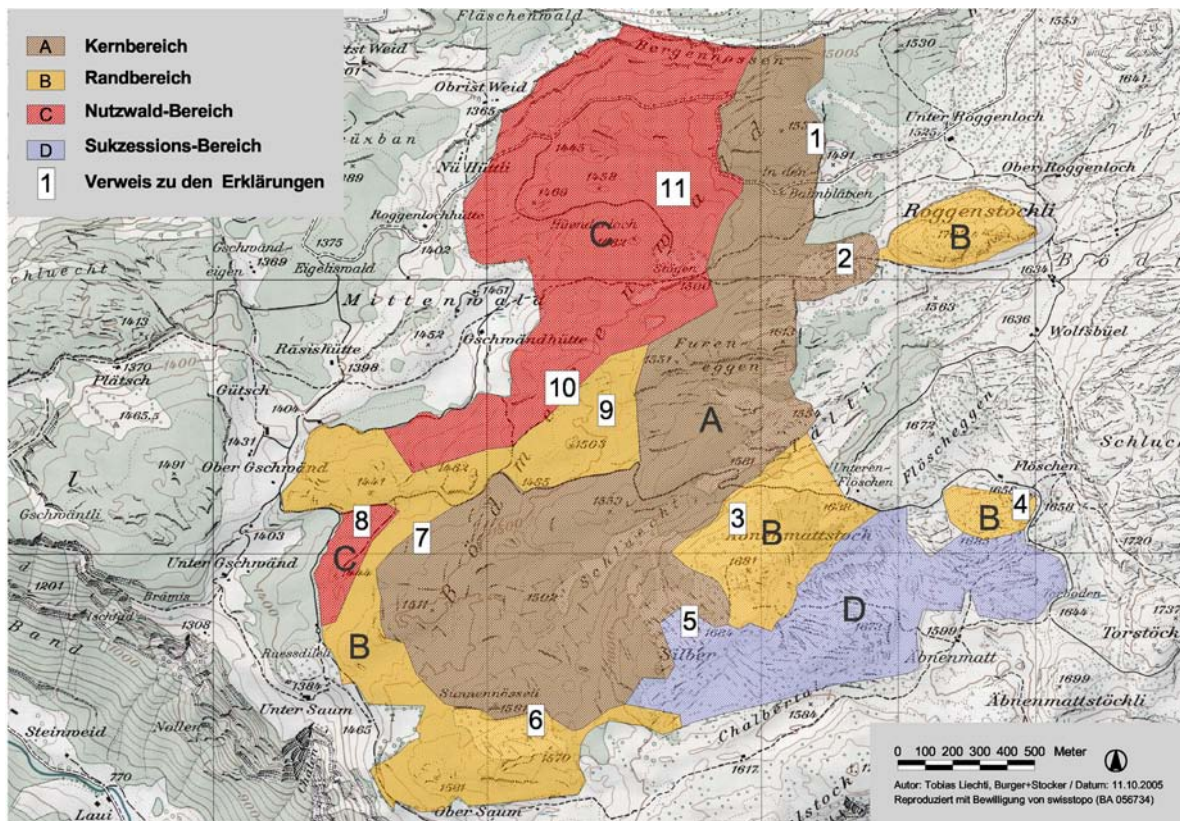


Abbildung 4.5-1: Urwaldbereiche im Bödmerenwald.

Kernbereich

Der Kernbereich umfasst den kaum berührten **Primär-Urwald**. Bei der Abgrenzung wurde auf den bestehenden Reservatperimeter Rücksicht genommen.

Randbereich

Der Randbereich grenzt an die Alpen und wird durch die **alpwirtschaftliche Nutzung seit Langem beeinträchtigt**. Dies betrifft vor allem die Entnahme von Totholz und einzelnen Bäumen (Brennholz, Hagholz, Schindeltannen) sowie die Beweidung durch Ziegen. Der Wald ist aber in seiner natürlichen Entwicklung und in seiner Struktur als Urwald mehr oder weniger intakt geblieben.

Nutzwald-Bereich

Der Nutzwald-Bereich war und ist durch **forstliche Nutzungen im grösseren Stil** geprägt. Die Waldstruktur wurde hier zum Teil stark verändert. Trotzdem finden sich immer wieder Urwaldelemente. Viele altwaldzeitige Organismen wie Flechten und Holzpilze sind noch vorhanden. Die Abgrenzung zum Randbereich ist oft schwierig zu ziehen.

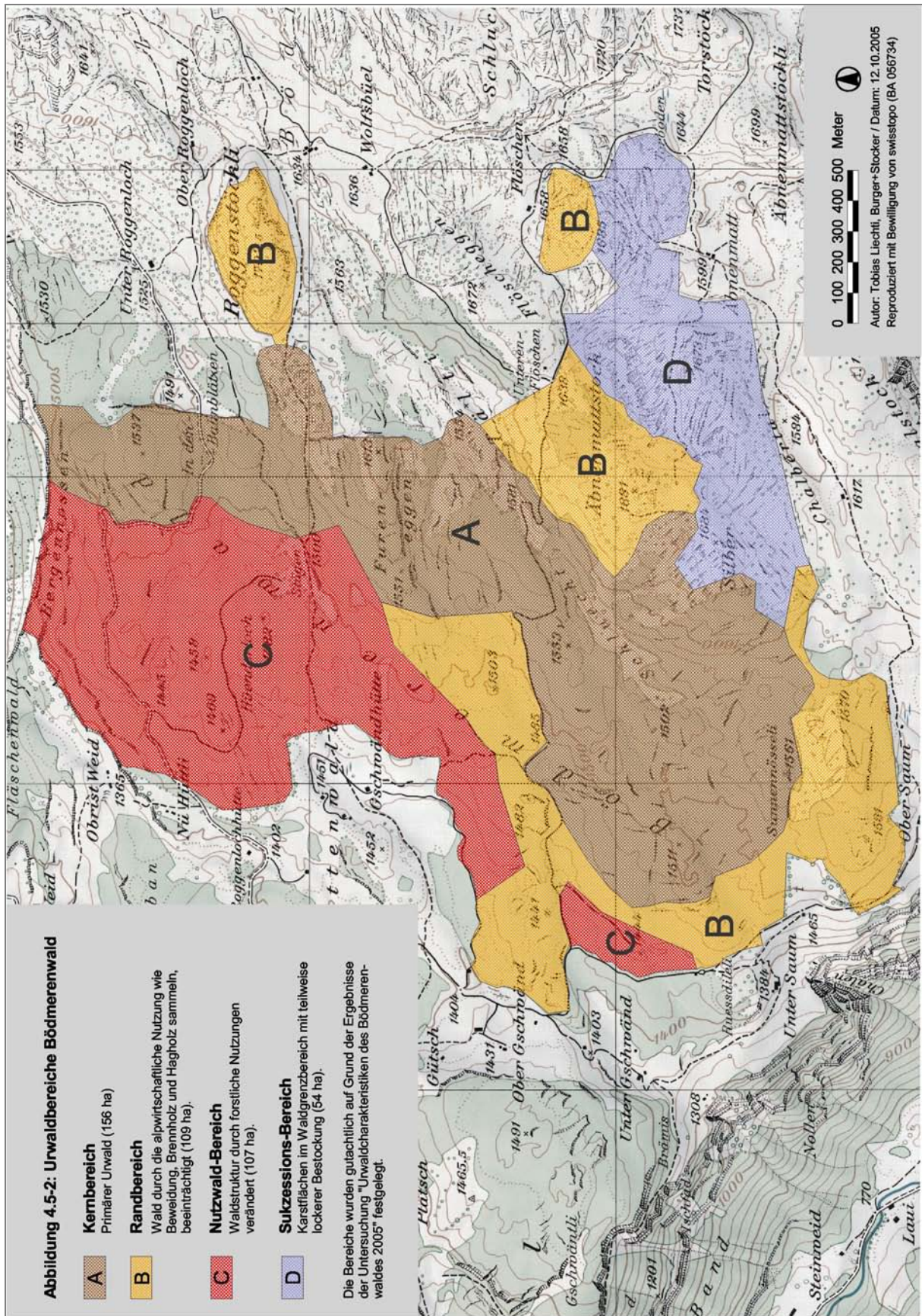
Sukzessions-Bereich

Der Sukzessions-Bereich ist nur teilweise locker mit Bäumen bestockt. Die **Bodenentwicklung** steht hier noch am Anfang. Die menschlichen Einflüsse beschränken sich auf die **Beweidung** durch Ziegen.

Erklärungen zu den Abgrenzungen

Grundsätzlich müssen fast alle Bereichsgrenzen als Übergänge aufgefasst werden. Die vorgeschlagenen Bereichsgrenzen wurden im Gelände nicht verifiziert.

1. Gemäss der Aussage von Gebietskennern waren die Nutzungen innerhalb des heutigen Reservatsperimeters marginal. Entgegen den Aussagen von alt Revierförster Schelbert (vgl. *Abbildung 3.2-1*) wird daher die Urwaldgrenze auf die Reservatsgrenze gelegt.
2. Diese kaum bestockte Fläche war vermutlich auch in der Vergangenheit, entgegen den Aussagen von alt Revierförster Schelbert (vgl. *Abbildung 3.2-1*), nicht durch Nutzung betroffen. Die gelegentliche Beweidung (Alpauzug) wird hier für die Urwald-Bereichsausscheidung als unbedeutend eingestuft.
3. Die Wiesen und Waldstücke beim Äbnenmattstock werden alpwirtschaftlich genutzt. Zur Abgrenzung des Kernbereichs wurden möglichst im Gelände sichtbare Grenzen gewählt.
4. Dieses kleines Waldstück wurde und wird vermutlich durch die alpwirtschaftliche Nutzung beeinträchtigt.
5. Waldgrenze als natürliche Grenze zur Sukzessionsfläche
6. Im Gebiet Sunnennösseli wurden für die Grenzziehung Geländestrukturen verwendet.
7. Es wurde ein geologischer Bruch (Graben) mit Gesteinswechsel als natürliche Grenze gewählt.
8. Die Grenze zwischen Nutzwald- und Randbereich wurde ebenfalls teilweise entlang einer Bruchzone (Graben/Felsband) gezogen.
9. Die Abgrenzung zwischen Kern- und Randbereich in diesem Gebiet ist schwierig. Es wurden daher die bestehenden klar erkennbaren bzw. markierten Grenzen (Strasse, Reservat) gewählt. Bei einer allfällige Reservatserweiterung könnte hier eine Urwald-Kernzone auch grösser ausgeschieden werden.
10. Die Abgrenzung zwischen Rand- und Nutzwaldbereich ist hier fließend, im Gelände nicht deutlich erkennbar.
11. Für die Abgrenzung von Nutzwald- und Kernbereich wurde die bestehende Reservatsgrenze gewählt. Die Geländemulde im Hüenderloch zeichnet sich durch sehr seltene Flechtenvorkommen aus, die bei der Holzernte beachtet werden sollten. Es könnte hier daher eine spezielle Flechtenzone ausgeschieden werden.



5 Weitere Untersuchungen

TOBIAS LIECHTI

5.1 Einleitung

Der Bödmerenwald gilt als einer der am besten untersuchten subalpinen Fichtenwälder in Europa. Verschiedene Untersuchungen haben sich am Rande auch mit der Frage nach der Unberührtheit befasst. Es gibt auch Knochen- und Holzfunde, die bis jetzt nicht publiziert wurden. In der folgenden Zusammenstellung werden diese Funde kurz beschrieben. Zudem wird auf drei für die Fragenstellung nach dem Urwaldcharakter interessante Untersuchungen hingewiesen.

5.2 Funde und Untersuchungen

5.2.1 Alter Stamm

Im Zusammenhang mit dem Bau eines unbewilligten Güterweges wurde im Tälchen nordöstlich der Hütte des Ober Roggenloch (LK: „Zingel“) 1994 ein Entwässerungsgraben ausgehoben. Dabei wurde ein alter Baumstamm entdeckt. An der WSL wurde eine Altersbestimmung durchgeführt. Die für die Altersbestimmung erforderliche Präparation, die Aufarbeitung und Datierung des Probenmaterials erfolgte im Radiocarbonlabor des Physikalischen Institutes der Universität Bern. Die Proben wurden mit 410 ± 20 Jahren BP datiert. Der Baum war 150 Jahre alt. Die Überdeckung des Stammes im Flachmoor betrug ca. 30 cm (KÄLIN, Briefe 1996).

5.2.2 Knochenfunde

Herr Walter Imhof aus Muotathal hat in der Höhle Hüenderbalm im Gebiet Hüenderloch einen etwa 11'000 jähriger Steinbockknochen gefunden. Ein am gleichen Ort gefundenes Knochenfragment eines Schneehuhnes ($10'700 \pm 70$ Jahre BP) weist zusammen mit dem Steinbockknochen auf offene Bestandesverhältnisse zu dieser Zeit hin.

In der gleichen Höhle wurde eine Holzkohlen-Probe (1000 ± 45 Jahre BP) gefunden. Aus dem gleichen Zeitraum stammt auch ein Ziegenknochenfund aus dem Knochenloch (Ober Saum). Diese Funde lassen auf menschliche Einflüsse im Gebiet schliessen.

5.2.3 Kleinsäuger

Im 13. Bericht der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft von 2001 wurde eine Studie zu den Kleinsäufern des Urwaldreservates Bödmeren und seiner Umgebung publiziert. Die 1996 durchgeführte Untersuchung konnte zwölf Kleinsäugerarten, darunter die Alpenwaldmaus, nachweisen. 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 (STECK et al. 2001).

5.2.4 Moosvegetation

Im 10. Bericht der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft von 1994 stellt Josef Bertram die Moosvegetation und Moosflora des Urwald-Reservates Bödmeren vor. In einer Inventurliste werden die 256 bis jetzt im Gebiet nachgewiesene Moos-Sippen vorgestellt und ihre Fundort und die geschätzte Häufigkeit ihres Vorkommens im Reservat angegeben. 24 davon stehen auf der Roten Liste

der Moose der Schweiz. Besonders erwähnenswert sind die für Europa einmalig grossen Vorkommen von *Haplomitrium hookeri*, einer phylogenetisch sehr alte Pflanze.

5.2.5 Mollusken

Im 10. Bericht der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft von 1994 stellt Margret Gasteli die Mollusken des Bödmerenwaldes und angrenzender Gebiete vor. Im Urwald-Reservat Bödmeren liessen sich 36 Schneckenarten nachweisen. Für einen subalpinen Nadelwald ist diese Artenzahl beachtlich, was vor allem auf die grosse Struktur und Standortvielfalt des Waldes zurückzuführen ist. Zu den artenreichsten Biotopen des Reservates gehören warme, trockene Felsen. Von den insgesamt 72 nachgewiesenen Arten stehen neun Arten auf der Roten Liste. Besonders ist das häufige Vorkommen von *Causa holosericea*.

6 Ausblick

TOBIAS LIECHTI UND THOMAS BURGER

Im Verlauf der Projektarbeit sind neue Fragen zur Ökologie des Bödmerenwaldes aufgetaucht. Diese können einen direkten Bezug zur Urwaldfrage haben oder eher auf die Verbesserung der Grundlagenkenntnisse abzielen. In den folgenden unvollständigen Listen sind einige Fragen und empfehlenswerte Untersuchungen zusammengestellt.

Besondere Bedeutung hätte eine dendrochronologische Studie, denn die abgesägten Strünke sind nur noch kurze Zeit in gutem Zustand erhalten. Ausserdem empfiehlt es sich, die im Jahre 2004 aufgenommenen Verjüngungsdaten auszuwerten. Der Bödmerenwald beherbergt international bedeutende Flechtenvorkommen. Vertiefte ökologische Forschung in diesem Bereich wäre sinnvoll. Der ganze Fragekomplex zur Sukzession, Waldgrenze und Bodenentwicklung sollte interdisziplinär angegangen werden.

Tabelle 6.1-1: Empfohlene weitere Untersuchungen zur Urwaldcharakteristik.

Gebiet	Gegenstand	Ziel/Fragestellung
Dendroökologie	Geräumte Fläche im Teilgebiet 1, abgesägte Strünke	Populationsstruktur und Wachstumsdynamik inkl. Verjüngung und Mortalität in einem Urwaldbestand.
Altersstruktur	Altersstruktur und Standort; Vergleich mit anderen Wäldern	Welchen Einfluss hat der Waldstandort auf die Altersstruktur? Wie sieht die Altersstruktur in einem Wirtschaftswald im Muotathal aus?
Totholz	Holzabbaurate	Wie lange dauert es, bis ein Stamm bzw. Strunk an einem bestimmten Ort abgebaut ist?
Nutzung	Archivdaten der OAK und aus anderen Quellen aufarbeiten	Lassen sich alte Nutzungen lokalisieren und quantifizieren?
Holznutzung Alpwirtschaft	Berechnung der theoretisch nötigen Holzmenge für die Käseproduktion	Wie viel Holz haben die Älpler vermutlich für ihre Wirtschaft aus dem Wald gebraucht?
Luftbilder	Luftbildreihe mit alten Luftbildern	Wie hat sich die Struktur des Bödmerenwaldes in den letzten 100 Jahren verändert?
Boden	Humusform	Wo wurde der Boden in den vergangenen Jahrhunderten beweidet?
Holz bewohnende Käfer	Bockkäfer, Prachtkäfer, Schröter, u.a.	Gibt es spezielle, auf Altwald spezialisierte Totholzkäferarten im Bödmerenwald?

Tabelle 6.1-2: Empfohlene weitere Untersuchungen zur Vertiefung der Grundlagenkenntnisse.

Gebiet	Gegenstand	Ziel/Fragestellung
Klima	Detailliertere und systematische Messungen von lokalen Klimadaten	Wie gross sind die Niederschläge? Wo gibt es Kaltluftseen und wie lange? Wie verläuft die Jahresmitteltemperatur? Extremwerte? Wo liegt die klimatisch bedingte Waldgrenze?
Boden	Bodenentwicklungsprozesse	Wie läuft die Bodenentwicklung ab? Welche Teile des Bödmerenwaldes kann man als „Klimax“ bezeichnen? Hat die Bodenentwicklung zu der festgestellten Vorratszunahme geführt?

Gebiet	Gegenstand	Ziel/Fragestellung
Waldstandorte	Zuordnen der Stichprobenpunkte zu Vegetationstypen gemäss Frey & Bichsel; Übersichtskartierung über den ganzen Perimeter	Zu welchen Standortstypen gehören die Stichprobenpunkte? Wo findet man welche Vegetation im Bödmerenwald?
Waldgrenze	Gründe für die Waldgrenze im Bödmerenwald (Klimadaten, Vegetationskunde, Dendrochronologie)	Warum sind bestimmte Flächen im Bödmerenwald nicht bestockt? Warum liegt hier die Waldgrenze? Vergleichende Untersuchungen in Referenzgebieten.
Verjüngungsökologie	Auswerten der vorhandenen Daten	Auf welchen Kleinstandorten findet Verjüngung statt (quantitativ und qualitativ)? Wie wichtig ist das Totholz für die Verjüngungsprozesse?
Waldwachstum	Auswerten der ETH-Daten aus dem Reservat	Vorrat, Zuwachs, Wachstumsverlauf, Grundflächenveränderungen, Mortalität
Waldwachstum	Inventurdaten anders auswerten	Auswertung nach anderen Teilflächen. Wie gross ist die Grundfläche?
Flechten	Statistische Auswertung zur Diversität und zu Indikatorarten; Vergleichsuntersuchung in der Umgebung; Vertiefung im Reservat; Wirkung des Lokalklimas	Ist die Flechtenflora ausserhalb des Bödmerenwaldes anders? Welche Flechten finden sich an Ästen, Gesteinen und am Boden? Wie wirkt sich das Lokalklima auf die Flechtenvielfalt aus?
Pilze	Vollständiges Pilzinventar anstreben. Räumliche Verteilung der Pilze. Abhängigkeit vom Holzabbaustadium. Vergleichsuntersuchungen	Wie gross ist die Pilzvielfalt im Bödmerenwald? Welche speziellen Funde gibt es? Mit welchen Pilzen lassen sich die Holzerfallsstadien charakterisieren? In welchen Stadien stellen sich die bisher bekannten Indikatorarten für Altwälder ein? Wie speziell ist der Bödmerenwald im Vergleich zu strukturell und klimatisch ähnlichen subalpinen Nadelwäldern (z.B. Habkern, Berner Oberland)?
Specht u. Borkenkäfer	Verteilung der Dreizehenspechte und Auftreten der Borkenkäfer	Wo findet der Dreizehenspecht im Bödmerenwald seine Nahrung?

Tabelle 6.1-3: Empfohlene weitere Untersuchungen zur Einwanderungsgeschichte.

Gebiet	Gegenstand	Ziel/Fragestellung
Genetik	Analyse eines zweiten Gens zur Verifizierung des identifizierten Musters	Wie war die Einwanderungsgeschichte der Fichte im Muothatal? Gibt es ein nicht identifiziertes Eiszeitrefugium der Fichte im Süden Deutschlands?
Pollenanalysen	Zusätzliche Pollendiagramme in der Nordostschweiz	Wie verlief die Einwanderungsrouten der Bödmerenfichte?

7. Literaturverzeichnis

7.1 Einführung

- BURGER+STOCKER 2003: Projektierungsprojekt Urwaldcharakteristiken des Bödmerenwaldes (unveröffentlicht). Stiftung Urwaldreservat Bödmeren. Rickenbach (SZ), 37 S.
- KORPEL, S. 1995: Die Urwälder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Jena, New York, 307 S.
- LEIBUNDGUT, H. 1978: Über Zweck und Probleme der Urwaldforschung. Allg. Forst-Zeitschrift Nr. 24. Sonderheft Urwald-Forschung und -Lehre. S. 683.

7.2 Untersuchungsgebiet

- BERTRAM, J. 1994: Moosvegetation und Moosflora des Urwald-Reservates Bödmeren. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 10: 5-94.
- BETTSCHART, A. 1990: Zur Vegetation des Bödmerenwaldgebietes, Muotatal SZ. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 13: 51-64.
- FREY, H.-U.; BICHSEL, M. 2001: Vegetationstypen und deren Verbreitung im Urwaldreservat Bödmeren. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 13: 9-49.
- GRONER, U. 1985: Palynologie der Karsthöhlensedimente im Hölloch, Zentralschweiz. Diss. Geogr. Univ. Zürich, 172 S.
- HANTKE, R. 1995: Erdgeschichte des Bödmerenwaldes (Gemeinde Muotathal, Kt. Schwyz). 2. überarbeitete Aufl. Eidg. Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft 337: 1-32.
- SIDLER, C. 2001: Spätglaziale und holozäne Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes, Gemeinde Muotathal/SZ (Pollenanalyse). Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 13: 51-64.
- SUTTER, R.; BETTSCHART, A. 1982: Zur Flora und Vegetation der Karstlandschaft des Muotathales. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 9: 95-100.
- THEE, P.; HANTKE, R.; KÄLIN, W.; LEIBUNDGUT, H.; SCHWARZENBACH, F. H. 1987: Das Kartenprojekt Urwald-Reservat Bödmeren 1:2000. Ber. Eidg. Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft 299: 3-41.
- VAN DER KNAAP W. O. 2003: Genetische, paläogenetische und paläoökologische Untersuchungen. in: Burger+Stocker 2003: Projektierungsprojekt Urwaldcharakteristiken des Bödmerenwaldes (unveröffentlicht). Stiftung Urwaldreservat Bödmeren, Rickenbach (SZ), 13-19.
- VON GRAEFE, G. 1992: Untersuchungen zum Vorkommen von *Betula pubescens* im Bödmerenwald (unveröffentlicht). Diplomarbeit an der Abteilung für Forstwirtschaft an der ETH Zürich.

7.3 Vorrat, Zuwachs und Bestandesstruktur

- FREY, H.-U. 2000: Urwaldreservat Bödmeren Erweiterungsprojekt – Berechnung der Entschädigung eines totalen Nutzungsverzichts (unveröffentlicht). Stiftung Urwaldreservat Bödmeren. Rickenbach (SZ). 5 S.
- KÄLIN, W. 1982: Der Bödmerenwald. Ber. Schwyz. Naturf. Ges., 8: 81-86.

7.4 Forstliche und andere Nutzungen

- BÜTLER, R.; ANGELSTAM, P.; EKELUND, P.; SCHLAEPFER, R. 2004: Dead wood threshold values for the three-toed woodpecker presence in boreal and sub-Alpine forest. *Biological Conservation*, Vol. 119, Issue 3: 305-318.
- HESS, R. 1982: Die Vögel des Karstgebietes Bödmerenwald – Twärenenräui – Silberenalp. *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 8: 87-100.
- KÄLIN, W. 1982: Der Bödmerenwald. *Ber. Schwyz. Naturf. Ges.*, 8: 81-86.
- WERMELINGER, B. 2004: Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *For. Ecol. Manage.*, 202: 67-82.

7.5 Totholz

- BRASSEL, P; BRÄNDLI, U.–B. (Red.) 1999: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993 - 1995, Birmensdorf, Ber. Eidg. Forschungsanstalt Wald, Schnee und Landschaft. Verlag Paul Haupt Bern, Stuttgart, Wien, 442 S.
- HUNTER, K. L. 1990: *Wildlife, forests, and forestry*. Printice Hall, Englewood Cliffs, 370 S.
- KORPEL, S. 1995: *Die Urwälder der Westkarpaten*. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Jena, New York, 307 S.
- LEIBUNDGUT, H. 1982: *Europäische Urwälder der Bergstufe*. Verlag Paul Haupt Bern und Stuttgart, 308 S.
- SANIGA, M; SCHÜTZ, J.-P. 2001: Dynamik des Totholzes in zwei gemischten Urwäldern der Westkarpaten im pflanzengeographischen Bereich der Tannen-Buchen- und Buchenwälder in verschiedenen Entwicklungsstadien. *Schweiz. Z. Forstwes.* 152, 10: 407-416.

7.6 Altersdifferenzierung der Bäume

- BRÄCKER, O.–U. 1981: Der Alterstrend bei Jahrringdichten und Jahrringbreiten von Nadelhölern und sein Ausgleich. *Mitt. Forstl. Bundes-Vers.* Augst. Wien 142, 75-102.
- GABRIEL, J.; BRÄCKER, O.-U.; MATTER, J.-F. 2001: Alterstruktur und Wachstum anhand geworfener Bäume auf einer Windwurflläche im Waldreservat Bödmeren. *Schweiz. Z. Forstwesen* 152, 2: 61-70.
- GÖTZ, M. 2001: Baumalterzusammensetzung und Absterbeprozess in einer ausgewählten Teilfläche des Waldreservates Scatlé / Brigels. Diplomarbeit im Fachbereich Waldbau, ETH Zürich. 66 S.
- HILLGARTER, F. W. 1971: Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenurwald Scatlé/Brigels. Beiheft *Schweiz. Z. Forstwesen* Nr. 48, 80 S.
- HITZ, O. 2003: Boden- und Dendroökologische Untersuchungen zum Vegetationsmosaik auf Karstflächen in den Kurfürsten. Diplomarbeit im Fachgebiet Gebirgswaldökologie, ETH Zürich. 63 S.
- HORAT, S. 2001: Altersuntersuchung Bödmerenwald Muotathal. (unveröffentlicht). Stiftung Urwaldreservat Bödmeren. Rickenbach (SZ), 9 S.
- KORPEL, S. 1995: *Die Urwälder der Westkarpaten*. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Jena, New York, 310 S.
- KRAL, F.; MAYER, H. 1969: Pollenanalytische Beiträge zur Geschichte des Naturwaldreservates Brigels/Scatlé (Graubünden). *Schweiz. Z. Forstwesen* 119, 3: 121-125.

- LEIBUNDGUT, H. 1993: Europäische Urwälder. Verlag Paul Haupt Bern. 260 S.
- MANDALLAZ, D.: Mathematiker, Forstliches Ingenieurwesen ETH, Zürich. Mündliche Mitteilung.
- MOTTA, R.; NOLA, P.; PIUSSI, P. 1999: Structure and stand development in three subalpine Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands in Paneveggio (Trento, Italy). *Global Ecology and Biogeography* 8: 455-471.
- NIKLASSON, M. 2002: A comparison of three age determination methods for suppressed Norway spruce: implications for age structure analysis. *Forest Ecology and Management* 161: 279-288.
- PFISTER, CH. 1999: Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen. Verlag Paul Haupt Bern.

7.7 Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes

- BEAULIEU, J.-L. DE 1977: Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et Holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. PhD Thesis. Univ. Aix-Marseille, France: 358 p.
- BURGA, C. A.; HUSSENDÖRFER, E. 2001: Vegetation history of *Abies alba* Mill. (silver fir) in Switzerland – pollen analytical and genetic surveys related to aspects of vegetation history of *Picea abies* (L.) H. Karsten (Norway spruce). *Vegetation History and Archaeobotany* 10 (3): 151-159.
- BURGA, C. A.; PERRET, R. 1998: Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. Ott Verlag Thun, 805 S.
- CLERC, J. 1988: Recherches pollenanalytiques sur la paléo-écologie Tardiglaciaire et Holocène du Bas-Dauphiné. PhD Thesis. Univ. St. Jérôme, Marseille, France, 179 p.
- FAEGRI, K.; KALAND, P.; KRZYWINSKI, J. 1969: Textbook of pollen analysis (fourth edition). Chichester: John Wiley, 328 S.
- HUNTLEY, B.; BIRKS, H. J. B. 1983: An atlas of past and present maps for Europe: 0–13000 years ago. Cambridge University Press, Cambridge, 667 S.
- KORPEL, S. 1995: Die Urwälder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- LANG, G. 1994: Quartäre Vegetationsgeschichte Europas – Methoden und Ergebnisse. Gustav Fischer, Jena, 462 S.
- MARKGRAF, V. 1970: Palaeohistory of the Spruce in Switzerland. *Nature* 228: 249–251.
- MITCHELL, E. A. D.; VAN DER KNAAP, W. O.; VAN LEEUWEN, J. F. N.; BUTTLER, A.; WARNER, B. G.; GOBAT, J.-M. 2001: The palaeoecological history of the Praz-Rodet bog (Swiss Jura) based on pollen, plant macrofossils and testate amoebae (Protozoa). *The Holocene* 11: 65–80.
- NAKAGAWA, T. 1998: Etudes palynologiques dans les Alpes françaises centrales et méridionales: histoire de la végétation tardiglaciaire et Holocène. PhD Thesis, Marseille, 211 S.
- SIDLER, C. 2001: Spätglaziale und holozäne Vegetationsgeschichte des Bödmerenwaldes, Gemeinde Muotathal/SZ (Pollenanalyse). *Urwaldreservat Bödmeren. Ber. Schwyz. Naturf. Ges.* 13: 51–64.
- VAN DER KNAAP, W. O.; VAN LEEUWEN, J. F. N.; FANKHAUSER, A.; AMMANN, B. 2000: Palynostratigraphy of the last centuries in Switzerland based on 23 lake and mire deposits: chronostratigraphic pollen markers, regional patterns, and local histories. *Review of Palaeobotany and Palynology* 108: 85–143.
- VAN DER KNAAP, W. O.; VAN LEEUWEN, J. F. N.; FINSINGER, W.; GOBET, E.; PINI, R.; SCHWEIZER, A.; VALSECCHI, V.; AMMANN, B. 2005: Migration and population expansion of *Abies*, *Fagus*, *Picea*, and *Quercus* since 15000 years in and across the Alps, based on pollen-percentage threshold values. *Quaternary Science Reviews* 24: 645–680.

- WELTEN, M. 1982A: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern – Wallis. Textheft / Diagrammheft. Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 95, 104 S.
- WELTEN, M. 1982B: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schweizerischen Nationalparks. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark, XVI/80, 1–43.

7.8 Einwanderungsgeschichte der Bödmerenfichte

- GUGERLI, F.; SPERISEN, C.; BÜCHLER, U.; MAGNI, F.; GEBUREK, T.; JEANDROZ, S.; SENN, J. 2001: Haplotype variation in a mitochondrial tandem repeat of Norway spruce (*Picea abies*) populations suggests a serious founder effect during postglacial re-colonization of the Western Alps. *Molecular Ecology* 10, 1255-1263.
- HUNTLEY, B.; BIRKS, H. J. B. 1983: An atlas of past and present maps for Europe: 0-13000 years ago. Cambridge, Cambridge University Press.
- SPERISEN, C.; BÜCHLER, U.; GUGERLI, F.; MÁTYÁS, G.; GEBUREK, T.; VENDRAMIN, G. G. 2001: Tandem repeats in plant mitochondrial genomes: application to the analysis of population differentiation in the conifer Norway spruce. *Molecular Ecology* 10, 257-263.
- VAN DER KNAAP, W. O.; VAN LEEUWEN, J. F. N.; FINSINGER, W.; GOBET, E.; PINI, R., SCHWEIZER, A.; VALSECCHI, V.; AMMANN, B. 2005: Migration and population expansion of *Abies*, *Fagus*, *Picea*, and *Quercus* since 15000 years in and across the Alps, based on pollen-percentage threshold values. *Quaternary Science Reviews* 24: 645–680.

7.9 Epiphytische und lignicole Flechten

- BRODO, I. M.; DURAN SHARNOFF, S.; SHARNOFF, S. 2001: Lichens of North America. Yale University Press, New Haven and London, 795 p.
- CAMENZIND-WILDI, R.; CLERC, P.; GRONER, U.; RUOSS, E.; VONARBURG, C.; WILDI CAMENZIND, E. 1996: Epiphytische Flechtenflora. Interdisziplinäres Forschungsprojekt Ibergereg. Ber. Schwyz. Naturf. Ges. 11: 77-86.
- CAMENZIND, R.; WILDI, E. 1991: Die epiphytische Flechtenflora des Gurnigel-Gantrischgebietes (BE). *Bot. Helv.* 101, 2: 183-197.
- DETTKI, H.; ESSEEN, P.-A. 1998: Epiphytic macrolichens in managed and natural forest landscapes: a comparison at two spatial scales. *Ecography* 21, 6: 613-624.
- ESSEEN, P.-A.; ERICSON, L.; LINDSTRÖM, H.; ZACKRISSON, O. 1981: Occurrence and ecology of *Usnea longissima* in central Sweden. *Lichenologist* 13, 2: 177-190.
- GRONER, U. 1990: Die epiphytischen Makroflechten im Bödmerenwaldgebiet, Muotatal SZ. Ber. Schwyz. Naturf. Ges. 9: 77-93.
- GRONER, U.; CLERC, P. 1988: Ausgewählte Beispiele zur Flechtenflora des Bödmerenwaldes, Schwyz (Zentralschweiz). *Bot. Helv.* 98: 15-26.
- HOLIEN, H. 1996: Influence of site and stand factors on the distribution of crustose lichens of the Caliciales in a suboceanic spruce forest area in central Norway. *Lichenologist* 28, 4: 315-330.
- JOHANSSON, P.; GUSTAFSSON, L. 2001: Red-listed and indicator lichens in woodland key habitats and production forests in Sweden. *Can. J. For. Res.* 31, 9: 1617-1628.
- LESICA, P.; MCCUNE, B.; COOPER, S. V.; HONG, W. S. 1991: Differences in lichen and bryophyte communities between old-growth and managed second-growth forests in the Swan Valley, Montana. *Can. J. Bot.* 69: 1745-1755.

- NILSSON, S. G.; HEDIN, J.; NIKLASSON, M. 2001: Biodiversity and its assessment in boreal and nemoral forests. *Scan. J. For. Res. Suppl.* 3: 10-26.
- NIMIS, P. L.; SCHEIDEGGER, C.; WOLSELEY, P. A. 2002: Monitoring with lichens – monitoring lichens. An introduction. In Nimis, P. L., Scheidegger, C.; Wolseley, P. A. (Eds.): *Monitoring with lichens – monitoring lichens*. NATO Science Series IV. Earth and Environmental Sciences 7. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 1-4.
- PURVIS, O. W.; COPPINS, B. J.; HAWKSWORTH, D. L.; JAMES, P. W.; MOORE, M. (Eds.) 1992: *The lichen flora of Great Britain and Ireland*. Natural History Museum Publications and the British Lichen Society, London, 710 p.
- ROSE, F. 1976: Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. In Brown, D. H.; Hawksworth, D. L.; Bailey, R. H. (Eds.): *Lichenology. Progress and Problems*. Academic Press, London, 279-307.
- ROSE, F.; COPPINS, S. 2002: Site assessment of epiphytic habitats using lichen indices. In Nimis, P. L., Scheidegger, C.; Wolseley, P. A. (Eds.): *Monitoring with lichens – monitoring lichens*. NATO Science Series IV. Earth and Environmental Sciences 7. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 343-348.
- SCHEIDEGGER, C.; CLERC, P. 2002: Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz: Baum- und erdbewohnende Flechten. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern, und Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, und Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève CJBG. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt, 124 S.
- SCHEIDEGGER, C.; GRONER, U.; KELLER, C.; STOFER, S. 2002: Biodiversity assessment tools – lichens. In Nimis, P. L.; Scheidegger, C.; Wolseley, P. A. (Eds.): *Monitoring with lichens – monitoring lichens*. NATO Science Series IV. Earth and Environmental Sciences 7. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 359-365.
- SELVA, S. B. 1994: Lichen diversity and stand continuity in the northern hardwoods and spruce-fir forests of northern New England and western New Brunswick. *Bryologist* 97, 4: 424-429.
- SELVA, S. B. 2002: Indicator species – restricted taxa approach in coniferous and hardwood forests of Northeastern America. In Nimis, P. L.; Scheidegger, C.; Wolseley, P. A. (Eds.): *Monitoring with lichens – monitoring lichens*. NATO Science Series IV. Earth and Environmental Sciences 7. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 349-352.
- SUTTER, R.; BETTSCHART, A. 1982: Zur Flora und Vegetation der Karstlandschaft des Muotatales. *Ber. Schwyzerische Nat.forsch. Ges.* 8: 13-79.
- TIBELL, L. 1992: Crustose lichens as indicators of forest continuity in boreal coniferous forests. *Nord. J. Bot.* 12, 4: 427-450.
- WILDI, E.; CAMENZIND, R. 1990: Die epiphytischen Flechten des Gurnigel-Gantrischgebietes. unpubl. Lizentiatsarb., Syst.-Geobot. Inst., Universität Bern, 242 S.
- WIRTH, V. 1995: Flechtenflora. Bestimmung und ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. UTB 1062, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 661 S.

7.10 Höhere Pilze

- ABER, J. D.; MELILLO, J. M. 1991: *Terrestrial Ecosystems*. Saunders College Publishing, Philadelphia.
- BERNICCHIA, A. 1990: *Polyporaceae s.l. in Italia*. Istituto di Patologia Vegetale, Bologna.
- BIDAUD, A.; HENRY, R.; MOENNE-LOCCOZ, P.; REUMEUX, P. 1991-2003: *Atlas des Cortinaires. Parties I-XII*. Fédération Mycologique Dauphiné-Savoie.
- BOLLMANN, A.; GMINDER, A.; REIL, P. 2002: *Abbildungsverzeichnis europäischer Grosspilze (3. Auflage)*. Jahrbuch der Schwarzwälder Pilzlehrschau. Hornberg, Vol. 2

- BRANDRUD, T. E.; LINDSTRÖM, H.; MARKLUND, H.; MELOT, J.; MUSKOS, S. 1989-1998: *Cortinarius* Flora Photographica. HB, Matfors, Schweden.
- BREITENBACH, J.; KRÄNZLIN, F. 1981-2000: Pilze der Schweiz. Bände 1-5. Mykologia, Luzern.
- DAHLBERG, A.; CRONEBORG, H. 2003: 33 threatened fungi. Complementary and revised information on candidates for listing in Appendix I of the Bern Convention. T-PVS rev. Strasbourg.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR MYKOLOGIE (DGFM) UND DEM NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (NABU) 1992: Rote Liste der gefährdeten Grosspilze in Deutschland. Hrsg.: Naturschutz Spezial.
- ERIKSSON, J.; HJORTSTAM, K.; RYVARDEN, L. 1978-1988: The Corticiaceae of North Europe. Fungiflora, Oslo, Vol. 1-8.
- GUSTAFSSON, L.; DE JONG, J.; NORÉN, M. 1999: Evaluation of Swedish woodland key habitats using red-listed bryophytes and lichens. Biodiversity and Conservation 8: 1101-1114.
- HALLENBERG, N.; ERIKSSON, J. 1985: The Lachnocladiaceae and Coniophoraceae of North Europe. Fungiflora, Oslo.
- HEILMANN-CLAUSEN, J. 2003: Wood-inhabiting fungi in Danish deciduous forests. PhD thesis, Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg C.
- HOLEC, J. 2003: Auf natürliche, vom Menschen nur minimal beeinflusste Vegetation beschränkte Großpilze. Fritschiana 42: 25-27.
- HOPKINSON, P.; TRAVIS, J. M. J.; EVANS, J.; GREGORY, R. D.; TELFER, M. G.; WILLIAMS, P. H. 2001: Flexibility and the use of indicator taxa in the selection of sites for nature reserves. Biodiversity and Conservation 10: 271-285.
- JONSSON, B. G. 2000: Availability of coarse woody debris in a boreal old-growth *Picea abies* forest. Journal of vegetation Science 11: 51-56.
- JÜLICH, W. 1984: Die Nichtblätterpilze, Gallertpilze und Bauchpilze. In: Gams, H. (Hrsg.): Kleine Kryptogamenflora. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Band IIb/1.
- KARSTRÖM, M. 1992: Steget före – en presentation. Svensk Botanisk Tidskrift 86: 103-114.
- KÖLJALG, U. 1996. *Tomentella* (Basidiomycota) and related genera in Temperate Eurasia. Synopsis Fungorum 9: 1-213.
- KOST, G. 1991: Zur Ökologie und Bioindikatorfunktion von Pilzarten in einigen Bannwäldern Baden-Württembergs, nebst Vorschlägen zum Artenschutz von Pilzen. Schriftenreihe Vegetationskunde 21: 161-182.
- KOTIRANTA, H.; NIEMELÄ, T. 1993: Uhanalaiset käävät Suomessa. Suomen Ympäristökeskus, Helsinki.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (Hrsg.) 2000-2003: Die Grosspilze Baden-Württembergs. Ulmer, Stuttgart, Bände 1-4.
- KRISAI-GREILHUBER, I. 1999: Rote Liste der gefährdeten Grosspilze Österreichs. In: Niklfeld, H. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Auflage. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie Bd. 10.
- KRUYSS, N.; JONSSON, B. G. 1999: Fine woody debris is important for species richness on logs in managed boreal spruce forests of northern Sweden. Canadian Journal of Forestry Research 29: 1295-1299.
- LINDHE, A.; ÅSENBLAD, N.; TORESSON, H.-G. 2004: Cut logs and high stumps of spruce, birch, aspen and oak – nine years of saproxylic fungi succession. Biological Conservation 119: 443-454.
- KÜFFER, N.; SENN-IRLET, B. 2003: Holzbewohnende Pilze in Schweizer Wäldern. Projektbericht zu Handen BUWAL, Eidgenössische Forstdirektion.
- MOSER, M. 1983: Die Röhrlinge und Blätterpilze. In: Gams H. (Hrsg.): Kleine Kryptogamenflora. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Band IIb/2.
- NIEMELÄ, T.; RENVALL, P.; PENTILLÄ, R. 1995: Interactions of fungi at late stages of wood decomposition. Annales Botanici Fennici 32: 141-152.

- NITARE, J. (Hrsg.) 2000: Signalarter – Indikatoren pa skyddsvärd skog, flora över kryptogamer. Skogsstyrelsens Forlag, Jönköping
- NITARE, J.; NORÉN, M. 1992: Nyckelbiotoper kartläggs i nytt projekt vid Skogsstyrelsen. Svensk Botanisk Tidskrift 86: 219-226.
- NORDSTEDT, G.; BADER, P.; ERICSON, L. 2001: Polypores as indicators of conservation value in Corsican pine forests. Biological Conservation 99: 347-354.
- PETERKEN, G. F. 1996: Natural Woodland – Ecology and Conservation in Northern temperate regions. Cambridge University Press, Cambridge.
- PRENDERGAST, J. R.; QUINN, R. M.; LAWTON, J. H.; EVERSHAM, B. C.; GIBBONS, D. W. 1993: Rare Species, the Coincidence of Diversity Hotspots and Conservation Strategies. Nature 365: 335-337.
- PRIMACK, R. B. 1995: Naturschutzbiologie. Spektrum Verlag, Heidelberg.
- SENN-IRLET, B. 1994: Die Höheren Pilze des Bödmerenwaldes. Berichte der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft 10: 95-111.
- SENN-IRLET, B.; BIERI, G. 1999: Sporocarp succession of soil-inhabiting macrofungi in an autochthonous subalpine Norway spruce forest of Switzerland. Forest Ecology and Management 124: 169-175.
- SENN-IRLET, B.; BIERI, C.; HERZIG, R. 1997: Provisorische Rote Liste der gefährdeten Höheren Pilze der Schweiz. Mycologia Helvetica 9: 81-110.
- SENN-IRLET, B.; BIERI, B.; DE MARCHI, R.; MÜRNER, R.; ROEMER, N. 2003: Einblicke in die *Cortinarius*flora von Schweizer Wäldern. Journal des J.E.C. 5: 37-53.
- TIBELL, L. 1992: Crustose lichens as indicators of forest continuity in boreal coniferous forests. Nordic Journal of Botany 12: 427-450.
- WINTERHOFF, W. 1984: Analyse der Pilze in Pflanzengesellschaften, insbesondere der Makromyzeten. In: Knapp R. (Hrg.): Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. Junk, Den Haag, 227-248.
- WSL 2004: Datenbank FUNGUS, Datenbankauszug vom 20. Oktober 2004. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- WULF, M. 1997: Plant species as indicators of ancient woodland in northwestern Germany. Journal of Vegetation Science 8: 635-642.

7.11 Synthese

- KORPEL, S. 1995: Die Urwälder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Jena, New York, 307 S.
- LEIBUNDGUT, H. 1982: Europäische Urwälder der Bergstufe. Verlag Paul Haupt Bern und Stuttgart, 308 S.

7.12 Weitere Untersuchungen

- BERTRAM, J. 1994: Moosvegetation und Moosflora des Urwald-Reservates Bödmeren. Ber. Schwyz. Naturf. Ges. 10: 5-94.
- GOSTELI, M. 1994: Die Mollusken des Bödmerenwaldes und angrenzender Gebiete. Ber. Schwyz. Naturf. Ges. 10: 133-149.
- STECK, P.; WÜST, M.; HESS, R.; GÜTTINGER, R. 2001: Die Kleinsäuger des Urwaldreservats Bödmeren und seiner näheren Umgebung (Schwyzer Nordalpen, Kanton Schwyz). Ber. Schwyz. Naturf. Ges. 13: 65-83.

Anhang

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einführung
 - 1.1 Aufwände
- 2 Vorrat und Zuwachs
 - 2.1 Legenden Inventurdaten 1974 und 1998
 - 2.2 Inventurdaten Probefläche 1974 und 1998
 - 2.3 Inventurdaten Bäume 1974 und 1998
- 3 Totholz und Nutzungsspuren
 - 3.1 Legende Aufnahme 2004
 - 3.2 Aufnahmeformular 2004
 - 3.3 Aufnahmemethode 2004
 - 3.4 Daten Probeflächen, Totholz und Nutzungsspuren 2004
- 4 Forstliche Nutzungen
 - 4.1 Daten forstliche Nutzungen
- 5 Altersdifferenzierung der Bäume
 - 5.1 Altersdaten Einzelbäume
 - 5.2 Altersdaten Probeflächen
- 6 Epiphytische und lignicole Flechten
 - 6.1 Aufnahmeformular
- 7 Höhere Pilze
 - 7.1 Artenlisten und Standort
 - 7.2 Artenliste und Analyse
- 8 Fotos von den Probeflächen 2004
 - 8.1 Bemerkungen zu den Fotos
 - 8.2 Fotos aller Probeflächen