

Baumbewohnende Flechten als Zeiger für Prozessschutz und ökologische Kontinuität im Nationalpark Bayerischer Wald

Epiphytic lichens indicating process protection and ecological continuity in the Bavarian Forest National Park

Johannes Bradtka, Claus Bässler & Jörg Müller



Abb. 1: Altes und starkes Fichten-Totholz am Plattenhausriegel (1376 m) im prozessgeschützten Kerngebiet des Nationalparks. Die niederschlags- und nebelreichen Hochlagen-Fichtenwälder des Bayerisch-Böhmischen Waldes sind Schlüsselhabitate für gefährdete Flechtensippen. (Foto: J. Bradtka)

Fig. 1: Old and large dead spruce trees at the Plattenhausriegel in the wilding area of the national park. The high-montane spruce forests of the Bavarian-Bohemian massif are key habitats for endangered lichens.

Abstract

Lichens are one of the prominent taxonomical indicator groups for changes in forests. Within the course of the research project BIOKLIM, we sampled 125 epiphytic lichens, 5 lichenicolous fungi, and 1 non-lichenized ascomycete in wilding areas, managed areas, and relicts of old-growth forests along four transects in the Bavarian Forest National Park. Our analyses showed that old-growth relicts and wilding areas have a significantly higher diversity and a higher number of red-listed species than managed forests, demonstrating the importance of these areas for the protection and dispersal of endangered lichens and lichenicolous fungi. The rare and threatened lichenicolous fungi *Chaenothecopsis viridialba*, *Sphinctrina anglica*, and *Sphinctrina turbinata* and the critically threatened lichen *Mycobilimbia sphaeroides* were new records for the Bavarian Forest. The lichen-fungus *Sphinctrina tubiformis*, presumed extinct in Germany, was

recovered in the old-growth relict *Rachelseewald*. The following species were classified as indicators of old, near-natural forests of the Bavarian Forest: *Lecanactis abietina*, *Pyrenula nitida*, *Micarea cinerea*, *Microcalicium disseminatum*, *Loxospora cismonica*, and *Thelotrema lepadinum*. We propose management implications for the managed areas of montane and high montane forests in Central Europe.

Keywords: Bavarian Forest National Park, lichens, diversity, ecological continuity, indicator species, old growth forests, wilding areas, managed forests, management implications.

Zusammenfassung

Flechten gehören zu den herausragenden Indikatorgruppen für Veränderungen in Wäldern. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Biodiversität und Klima“ (BIOKLIM) wurden im Jahr 2007 im Nationalpark Bayerischer Wald entlang von 4 Forschungslinien 125 baumbewohnende Flechten, 5 lichenicole Pilze sowie 1 nicht lichenisierter Ascomycet festgestellt. Alte Wälder und Prozessschutzwälder wiesen dabei signifikant die größte Artenvielfalt und die höchste Anzahl an bedrohten Arten im Vergleich mit den noch gemanagten Wäldern auf. Die herausragende Bedeutung von alten Wäldern und Prozessschutzflächen für den Erhalt und die Ausbreitung gefährdeter Flechten und lichenicoler Pilze für den ostbayerischen Mittelgebirgsraum wird dargestellt. Die sehr seltenen und hochgradig gefährdeten lichenicolen Pilze *Chaenothecopsis viridialba*, *Sphinctrina anglica* und *Sphinctrina turbinata* und die Flechte *Mycobilimbia sphaeroides* werden als Neufunde für den Bayerischen Wald genannt. Der in der Bundesrepublik Deutschland als verschollen geltende Flechtenpilz *Sphinctrina tubiformis* wurde im „Rachelseewald“ wiederentdeckt. Für alte naturnahe Wälder des Bayerischen und Böhmisches Waldes werden folgende Zeigerarten beschrieben: *Lecanactis abietina*, *Pyrenula nitida*, *Micarea cinerea*, *Microcalicium disseminatum*, *Loxospora cismonica* und *Thelotrema lepadinum*. Abschließend werden für das Management montaner und hochmontaner Wälder Mitteleuropas Empfehlungen abgeleitet.

Schlüsselwörter: Nationalpark Bayerischer Wald, Flechten, Diversität, ökologische Kontinuität, Zeigerarten, alte Wälder, Prozessschutzflächen, bewirtschaftete Wälder, Management Implikationen.

1 Einleitung

Die folgende Arbeit entstand im Rahmen des Projektes „Biodiversität und Klima“ (BIOKLIM), das unter Federführung des Nationalparks Bayerischer Wald geplant und in Kooperation mit diversen Forschungsinstituten sowie internen und externen Spezialisten durchgeführt wurde. Eine Beschreibung des Projektes BIOKLIM mit dem konzeptionellen Rahmen, dessen Ziele, das Stichprobendesign, die untersuchten taxonomischen Gruppen und Aufnahmemethoden sowie biotische und abiotische Parameter findet man in BÄSSLER et al. (2008).

Die flechtenkundliche Erforschung des Bayerischen Waldes begann Mitte des 19. Jahrhunderts durch AUGUST V. KREMPPELHUBER (1854, 1861), der auch im Bereich des heutigen Nationalparks Flechten sammelte, bestimmte und herbarisierte. In den darauffolgenden Jahrzehnten fanden im Gebiet nur auf räumlich eng begrenzten Flächen lichenologische Untersuchungen statt. Hierbei ging es primär um die Erfassung, Beschreibung und Katalogisierung der vorhandenen Species. Eine umfassende Zusammenstellung der bisherigen Arbeiten über den Bayerischen und Böhmisches Wald, einschließlich aller rezenten Arten, findet man bei KANZ et al. (2005). Eine grundlegende Studie über die Flechtengesellschaften des Nationalparks führte MACHER (1992) durch. An Flechten-Hotspots aller vorkommenden Waldgesellschaften notierte und bearbeitete sie im damaligen „Altnationalpark“ 218 Flechten der Unter-, Mittelstämme und Baumkronen unter pflanzensoziologischen Aspekten.

Während aus den borealen Nadelwäldern Nordeuropas eine Reihe vergleichender Untersuchungen zur Diversität baumbewohnender Flechten zwischen alten Naturwäldern (Old-Growth Forests) und Wirtschaftswäldern (Managed Forests) vorliegen (ANONBY 1994, DETTKI & ESSEEN 1998, ESSEEN et al. 1996, FORSSLUND & KOFFMAN 1998, GU et al. 2001, KUUSINEN & SIITONEN 1998, SÖDERSTRÖM 1988), sind aus Mitteleuropa ähnliche Erhebungen kaum bekannt. Die einzige Arbeit zu dieser Thematik stammt von HAFELLNER & KOMPOSCH (2007), in der die epiphytische Flechten-Diversität des montanen Urwaldrestes Neuwald in den Ostalpen Österreichs mit der eines unmittelbar angrenzenden Fichten-Buchen-Wirtschaftswaldes verglichen wurde. In der Bundesrepublik Deutschland eignen sich auf Grund des nahezu vollkommenen anthropogen bedingten Fehlens von Primärwäldern nur Waldnationalparke mit Resten alter, bisher kaum oder nur extensiv genutzter Wälder oder sehr wenige große Naturwaldreservate für derartige Studien.

Der Nationalpark Bayerischer Wald bot ideale Referenzflächen, in denen die baumbewohnenden Flechten auf Stichprobepunkten entlang von Forschungslinien untersucht und die Ergebnisse in ein Großprojekt mit umfangreichen Datenerfassungen zu Klima, Boden, Waldstrukturen und zahlreichen floristischen, faunistischen und mykologischen Erhebungen integriert wurden. Erstmals ist hierbei die Diversität epiphytischer Flechten in Waldkategorien unterschiedlichster Hemerobiestufen – von noch immer gemanagten und teilweise naturfernen Wäldern, über naturnahe und seit längerer Zeit nicht mehr bewirtschaftete Prozessschutzflächen, bis hin zu sehr alten urwaldartigen Primärwäldern – quantitativ und qualitativ erfasst und verglichen worden. Aufgrund des fein ausbalancierten aber störungsanfälligen mutualistischen Beziehungsgefüges zwischen Pilz und Alge, das oftmals bereits auf kleinste Veränderungen ihres Mikrohabitates reagiert, sind epiphytische Flechten eine herausragende taxonomi-

sche Artengruppe für die Evaluierung der Biodiversität, der Naturnähe und der ökologischen Kontinuität von Waldökosystemen (vgl. HANSSON 1997).

In den folgenden Ausführungen werden die Flechten hinsichtlich ihrer Gesamtartenzahl und Gefährdung innerhalb der jeweiligen Waldkategorie dargestellt und diskutiert (Alpha-Diversität). Anschließend findet ein Vergleich und eine ökologische Wertanalyse der Flechten-Diversität zwischen den noch immer gemanagten Wäldern und den Prozessschutz- und Primärwäldern des Nationalparks statt (Beta-Diversität), wobei besonders seltene Species mit ihren Habitatansprüchen und Gefährdungsursachen kurz beschrieben werden. Ein weiterer Schwerpunkt bildet die Analyse der Trägerbäume und ihrer Substrateigenschaften für die Besiedelung durch Flechten. Aus den Ergebnissen werden im Vergleich mit lichenologischen Untersuchungen in alten Wäldern Großbritanniens und Nordeuropas (HOLLIEN 1996, ROSE 1976, ROSE 1992, ROSE & COPPINS 2002, SELVA 1994, SELVA 1996, TIBELL 1992), Zeiger- bzw. Indikatorarten für alte Wälder der ostbayerischen Mittelgebirge abgeleitet und praxisorientierte Konzepte für ein multifunktionales Management der montanen und hochmontanen Wälder Mitteleuropas unter dem Aspekt der Diversitätssicherung und des Schutzes stark gefährdeter und unmittelbar vom Aussterben bedrohter Arten geliefert.

2 Material und Methode

2.1 Untersuchungsgebiet

Der Nationalpark Bayerischer Wald liegt im montanen bis hochmontanen Bereich im östlichen Bayern an der Landesgrenze zur Tschechischen Republik in den Landkreisen Freyung-Grafenau und Regen. In einer Höhenlage zwischen ca. 650 und 1450 m üNN ist er mit rund 24.300 Hektar nicht nur der älteste, sondern auch in dieser Zone der zweitgrößte Waldnationalpark Deutschlands. Auf Grund intensiver Veränderungen der Wälder durch Windwürfe und Borkenkäfermassenvermehrungen seit vielen Jahren ist ein für Mitteleuropa einmaliges Mosaik an Waldstrukturen entstanden. Wenig bis extrem viel stehendes und liegendes Totholz, dichte bis großflächig lichte Wälder, insbesondere in den Hochlagen, prägen die Landschaft des Nationalparks. Darin eingebettet liegen vereinzelt Reste von Primärwäldern, die waldgeschichtlich kaum oder nur extensiv genutzt wurden. Hinzu kommt ein starker Höhengradient von etwa 800 Metern, der in keiner anderen deutschen Waldlandschaft außerhalb der Alpen vorhanden und somit einmalig ist.

Der Hainsimsen-Fichten-Tannenwald (*Luzulo luzuloidis*-*Abietetum*) ist in den flachen Talmulden des Nationalparks zwischen 650 und 900 m die verbreitetste Waldgesellschaft. Auf Grund des Kaltluftstaus in den Mulden sind Spät- und Frühfröste sehr häufig und ganzjährig möglich. Ein permanent hoher Grundwasserstand in Verbindung mit geringem Nährstoffgehalt führte zu einer Bildung von mineralischen und organischen Nassböden, die punktuell in Hochmoore übergehen. Das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt bei 5,0–6,0 Grad C, die Niederschläge betragen im langjährigen Mittel 1100–1300 mm (vgl. nachfolgend ELLING et al. 1987 / LOHBERGER 2007).

Eine ähnliche Waldgesellschaft, den Wollreitgras-Fichtenwald (*Calamagrostio villosae*-*Piceetum barbillophozietosum*), findet man in den Höhenlagen

ab etwa 1150 m bis zu der höchsten Lage dem Rachel, mit 1452 Metern. Bergrücken, Plateaus und flache Gipfelkuppen prägen das Landschaftsbild der Hochlagen im Untersuchungsgebiet. Gering bis mittelgründige Braunerden über Gneis bilden die Böden. In Mulden und Sattellagen entstanden auf Grund der hohen Niederschläge von 1300–1800 mm häufig Hochmoore. Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt 3,0–4,5 Grad C.

In einer Höhenlage von ca. 700 bis 1150 m bilden Bergmischwälder aus Fichte, Rotbuche und Weißtanne die natürliche Waldgesellschaft. Je nach Boden, Wasser- und Nährstoffversorgung bestocken der bodensaure Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo luzuloidis*-Fagetum), der basenreiche Waldmeister-Buchenwald (*Galio odorati*-Fagetum) oder auf frischen und nährstoffreichen Block- und Schuttstandorten der Hochstauden-Buchenwald (*Aceri*-Fagetum) die mäßig bis stark geneigten Hänge. Aufgrund des relativ hohen Wärmeangebots sind Früh- und Spätfröste sehr selten. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt ca. 1100–1400 mm. Die jährliche Durchschnittstemperatur liegt je nach Höhenlage zwischen 4,5–6,5 Grad Celsius. Mittel- bis tiefgründige Braunerden über Gneisverwitterung, bei Hangzugwasser auch Gley-Braunerden oder Gleye, bilden die Böden. Fichtenforste nehmen im Untersuchungsgebiet keine große Fläche ein. Lediglich in den Transekten des Erweiterungsgebiets findet man im Bereich der unteren und mittleren Hanglagen stellenweise jüngere und mittelalte Fichtenreinbestände.

2.2 Aufnahmemethodik, Bestimmung und Auswertung

Für das Projekt BIOKLIM wurden im Untersuchungsgebiet vier Forschungslinien (Transekte) eingerichtet. Zwei im südlich gelegenen Altpark mit Prozessschutz und ausgedehnten Borkenkäferflächen und zwei Transekte im nördlichen Erweiterungsgebiet mit noch immer gemanagten Wäldern. Innerhalb der Forschungslinien wurden alle 100 Meter Probekreise eingemessen und deren Mittelpunkte dauerhaft markiert. Für die Flechtenaufnahmen extrahierte man die Probekreise, so dass insgesamt 113 Stichprobenpunkte gestreut über den gesamten Höhengradienten und über eine Vielzahl unterschiedlichster Waldstrukturen und Hemerobiestufen bearbeitet wurden (vgl. BÄSSLER et. al. 2008).

Die Außenaufnahmen erfolgten vom 27. August bis 4. November 2007 an insgesamt 13 Arbeitstagen. An den Aufnahmepunkten wurden im Radius von 8 Metern an den Unterstämmen der stehenden Bäume und Hochstümpfe alle vorkommenden Baum- und Totholzflechten bis zu einer Höhe von ca. 2 Metern erfasst. Die Flechten liegender Bäume und Baumteile wurden innerhalb des jeweiligen Probekreises vollständig aufgenommen. Boden- und Gesteinsflechten wurden zwar dokumentiert, sind jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit. Zusätzlich unterschied man nach den Substrattypen „stehender, liegender Baum“ sowie nach „liegenden Stammteilen und Starkästen über 12 cm Durchmesser, Stubben, Hochstümpfen und Ästen unter 12 cm“. Der Zersetzungsgrad des Totholzes wurde als „frisch tot, Rinde lose/ab, Splint weich oder Stammform aufgelöst“ beurteilt. Der Deckungsgrad wurde nach den Kriterien „wenig, häufig und viel“ beschrieben. Die Vitalität der Species teilte man in „vital“ und „nicht vital“ ein (vgl. ALBRECHT 1990, 1991).

Bei Bäumen, Stammteilen und liegenden Starkästen, auf denen Flechten vorkamen, erfolgte eine Schätzung des Durchmessers und der Länge.

Arten, die nicht sofort vor Ort diagnostizierbar waren, wurden in Papiertüten gesammelt und im Labor mit einem Stereoskop GSZ Carl Zeiss Jena und mit einem Durchlicht-Labormikroskop PZO Studar Lab unter Einsatz von KOH-Lösung, Chlorkalk (-hypochlorit) und Paraphenylendiamin bestimmt. Die Nomenklatur erfolgte nach WIRTH (1995 a).

2.3 Management-, Prozessschutz- und Alte Wälder

Folgende drei Waldkategorien werden bei der Auswertung und Diskussion unterschieden:

Managementwälder: Die Wälder im Bereich der beiden Forschungslinien im nördlichen Erweiterungsgebiet, das 1997 zum Nationalpark erklärt wurde, werden aufgrund politischer Vorgaben noch weiterhin extensiv bewirtschaftet. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um forstliche Maßnahmen zur Bekämpfung der Fichtenborkenkäfer *Ips typographus* und *Pityogenes chalcographus* sowie die Aufarbeitung, Rückung, Entrindung oder die Abfuhr von Sturm- und Schneebruchhölzern. Aktive Durchforstungen oder andere Tätigkeiten, wie bspw. Pflegemaßnahmen, finden seit 1997 nicht mehr statt. Kleinflächige Laubholzpflanzungen wurden 2008 erstmals durchgeführt. Diese Vorgabe gilt ebenfalls für die Randbereiche des Altparks und der Prozessschutzflächen in einer Tiefe von ca. 500 bis 1000 Metern. Die Managementflächen sind relativ arm an Totholz und erinnern im Bereich der Hang- und Tallagen auf Grund ihrer Homogenität und Einschichtigkeit noch



Abb. 2: Aufgearbeitete Windwurffläche des Orkans Kyrill auf der Nordseite der Lackahänge (1200 m) im noch gemanagten Erweiterungsgebiet des Nationalparks. Im Hintergrund geräumte Windwurf- und Borkenkäferflächen im angrenzenden tschechischen Nationalpark Sumava. Die Nationalparke Bayerischer Wald und Sumava bilden mit rund 93.300 Hektar das größte zusammenhängende Waldschutzgebiet Mitteleuropas. (Foto: J. Bradtka)

Fig. 2: *Salvage logging after windblow 2007 in areas still managed. In the back the clearcuts in the neighboured national park Sumava (Czech Republic) are visible. Both national parks together are one of the largest forested protected area in Central Europe.*

stark an Altersklassenwälder. Bei der Kartierung fielen die meisten Stichprobenkreise, nämlich 55 (Gesamtfläche 1,1 Hektar), in diese Kategorie.

Prozessschutzwälder: Die zwei südlichen Transekte liegen im Altpark, der 1970 als erster deutscher Waldnationalpark gegründet wurde. Mit Ausnahme der an den Privatwald angrenzenden Randbereiche finden hier grundsätzlich keinerlei forstwirtschaftliche Maßnahmen statt. Durch ein weitgehendes Betretungsverbot verbunden mit einem Rückbau unnötiger Forststraßen und Wege kann sich der Wald seit fast 40 Jahren in seiner natürlichen Dynamik entwickeln. Prozessschutzwälder sind reich an stehendem und liegendem Totholz mit unterschiedlichsten Stärken und Zersetzungsgraden. Die Waldstrukturen sind sehr inhomogen – dicht bestockte Flächen wechseln mit lichten Flächen unterschiedlichen Alters ab. Auf einen konservierenden Naturschutz zur Erhaltung und Förderung bestimmter Pflanzen, Tierarten oder Waldgesellschaften wird bewusst verzichtet. Prozessschutz bedeutet, nicht den Zustand des Waldes sondern seine vielfältigen Entwicklungsmöglichkeiten einschließlich seiner Störgrößen zu schützen (vgl. SCHERZINGER 1990 und 1997). 41 Stichprobenkreise (Gesamtfläche 0,82 Hektar) liegen in dieser Kategorie.

Alte Wälder: Alte Wälder sind prozessgeschützte Flächen, die sich zusätzlich durch ihr sehr hohes Alter von durchschnittlich 300 bis 400 Jahren und ihre lange ökologische Kontinuität mit einer ehemals nur extensiven Bewirtschaftung auszeichnen. Beeindruckende Stammdimensionen hinsichtlich Höhe und Durchmesser und eine Vielfalt an stehendem und liegendem Totholz verleihen diesen alten Wäldern einen urwaldähnlichen Charakter. Bereits lange vor der Einrichtung des Nationalparks begann man einige dieser Naturwaldrelikte, so das Waldgebiet „Mittelsteighütte“ und den benachbarten „Hans-Watzlik-Hain“ beim Zwiesler Waldhaus, als Naturschutzgebiete auszuweisen. Auch die sogenannten Schachten, locker bis licht bestockte ehemalige Hochweideflächen des ausgehenden 16. Jahrhunderts mit sehr alten im Zerfallsstadium befindlichen Buchen und Bergahornen, wurden dieser Kategorie zugerechnet. 17 Probekreise (Gesamt-



Abb. 3: Vielfältiges stehendes und liegendes Totholz mit diversen ökologischen Nischen zeichnen die prozessgeschützten Wälder, wie hier in rund 900 Meter Höhe östlich der Rachediensthütte, aus. Die heutigen Prozessschutzwälder des Nationalparks sind die Urwälder von morgen. (Foto: J. Bradtka)

Fig. 3: A high diversity of snags and logs with a high number of ecological niches is typical for the wilding areas.



Abb. 4: Alter Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo luzuloidis-Fagetum*) Mittelsteighütte nördlich des Zwiesler Waldhaus. Der viele hundert Jahre alte Urwaldrest wurde bereits 1914 als Schutzgebiet ausgewiesen und ist seit 1997 Teil des Nationalparks Bayerischer Wald. (Foto: A. Schiener)

Fig. 4: An old-growth relict of beech forests (*Mittelsteighütte*), protected since 1914, part of the national park since 1997.

fläche 0,34 Hektar), ausschließlich im Bereich der Hang- und Tallagen, befinden sich in alten Wäldern.

3 Ergebnisse

Alle epiphytischen und epixylen Arten der Transektkartierung sind im Anhang mit ihrem Gefährdungsstatus (Rote-Liste-Arten) in der Bundesrepublik Deutschland (WIRTH et al. 1996) und ihren Vorkommen je Waldkategorie aufgelistet.

3.1 Alpha-Diversität

Insgesamt wurden auf den 113 Probekreisen mit einer rechnerischen Gesamtfläche von rund 2,3 Hektar 125 Flechtentaxa, 5 lichenicole Pilze und 1 nicht lichenisierter Ascomycet festgestellt.

Die größte Flechtendiversität findet man in den Probekreisen alter Wälder mit durchschnittlich 13 Arten sowie in den Prozessschutzflächen mit einem Median von 12,5 bzw. 12 Arten. Der Durchschnittswert eines Stichprobenkreises der gemanagten Hang- und Tallagenwälder weist mit 4 Species eine deutlich geringere Diversität auf. Auffallend ist der relativ hohe Unterschied zu den Management-Hochlagen mit 11 Arten je Plot.

Ähnlich zur durchschnittlichen Artendiversität verhält sich die Verteilung der Rote-Liste-Arten (RL) je Probekreis. Die Stichprobenpunkte der alten Wälder beinhalten mit durchschnittlich 8 Species die höchste Anzahl an Rote-Liste-Arten. Prozessschutzwälder vermitteln mit einem deutlich niedrigerem Median von 3 Arten zu den Managementflächen mit durchschnittlich 2 gefährdeten Flechten. Im Gegensatz zu den Management- und Prozessschutzplots befinden sich in jedem Stichprobenkreis der alten Wälder Flechten der Roten Liste.

Neben Flechten wurden im Rahmen der Untersuchung auch 5 lichenicole Pilze mit einem Verbreitungsschwerpunkt in alten Wäldern festgestellt.

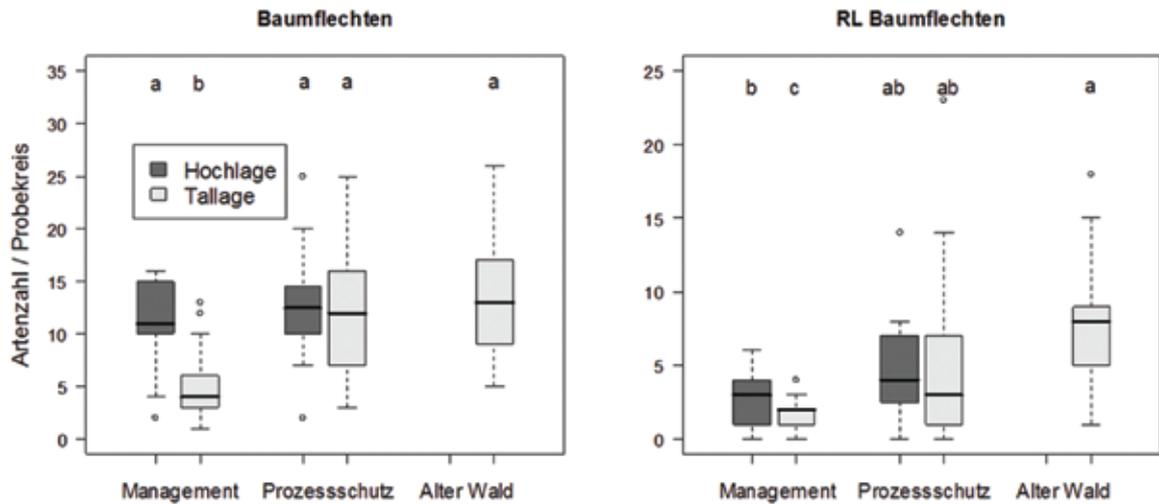


Abb. 5: Alpha Diversität der Gesamtarten (linke Grafik) und der Rote-Liste-Arten (rechte Grafik) differenziert nach Waldkategorien und unterteilt nach Hoch- sowie der Hang- und Tallagen.

Fig. 5: Number of species and red listed species per plot versus three types of forests. Different letters indicate significant differences within one of the two altitudinal zones.

3.2 Beta-Diversität

Die Primär- und Prozessschutzwälder des Nationalparks weisen signifikant die größte Artendiversität im Vergleich mit den noch gemanagten Wäldern des Erweiterungsgebietes auf. Vergleicht man die Anzahl der gefährdeten Flechtenspecies innerhalb der Waldkategorien ergibt sich ein ähnliches Ergebnis. Der Unterschied zwischen den Kategorien „Alter Wald“ und „Prozessschutz“ fällt hierbei noch deutlicher aus. Sowohl die Diversität der Arten, als auch die Vielfalt der gefährdeten Flechten ist in den noch gemanagten Wäldern des Nationalparks Bayerischer Wald markant geringer und entspricht der durchschnittlichen Diversität montaner ostbayerischer Wirtschaftswälder (vgl. Tab. 1).

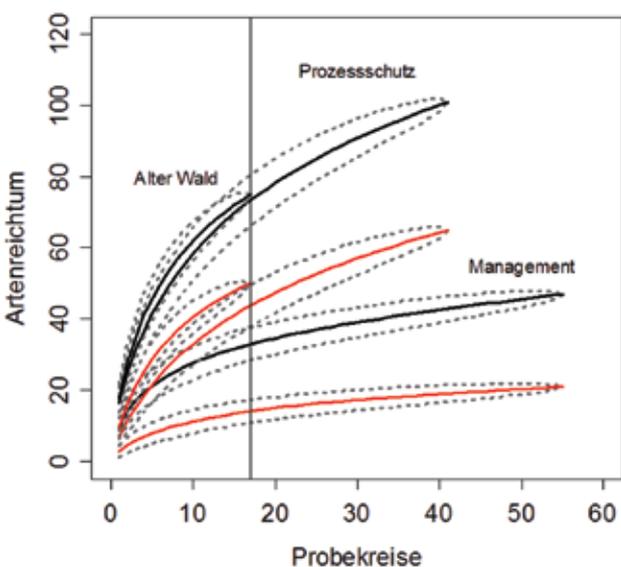


Abb. 6: Beta-Diversität der Gesamtarten (schwarze Linie) und Rote-Liste-Arten (rote Linie) im Nationalpark Bayerischer Wald.

Fig. 6: Rarefaction curve of the number of species and threatened species (red).

4 Diskussion der Ergebnisse

4.1 Alpha-Diversität

Die Flechtendiversität eines durchschnittlichen Stichprobenpunkts korreliert mit den ökologischen Einflussgrößen innerhalb der jeweiligen Aufnahmefläche. Stichprobenpunkte mit einem Reichtum an stehendem und liegendem Totholz, mit unterschiedlichsten Stärken und Zersetzungsgraden und mit sehr alten Bäumen weisen deutlich höhere Flechtenzahlen und gefährdete Arten als homogene, einschichtige und totholzarme Aufnahmepunkte auf. Ebenfalls zeigen die niederschlags- und nebelreichen Hochlagen eine größere Artenvielfalt als die Hang- und Tallagen des Untersuchungsgebietes. Auffallend ist der relativ hohe durchschnittliche Artenreichtum der Management-Hochlagen mit 11 Arten je Plot im Vergleich mit den gemanagten Tallagen, in denen je Stichprobepunkt nur durchschnittlich 4 Arten festgestellt wurden. Dieser deutliche Unterschied ist mit den höheren Niederschlägen allein nicht erklärbar. Nach Auskunft des ehemaligen Waldbaureferenten der Forstdirektion Niederbayern/Oberpfalz wurden weite Teile der Hochlagen des damaligen Forstamtes Zwiesel nicht regulär sondern „mehr plenterartig durchhauen“, also kleinflächig, ohne Kahlschläge und somit aus heutiger Sicht naturnah bewirtschaftet (schriftl. Mitteilung MAXIMILIAN WALDHERR, 9. März 2008). Auch POELT (1972) stellt in seinen Untersuchungen „zur Flechtenflora des Bayerisch-Böhmischen Waldes bayerischen Anteils“ fest, dass die Flechtendiversität in naturnah bewirtschafteten Plenterwäldern des Bayerischen Waldes deutlich größer als die der einschichtigen Altersklassenwälder ist. Er führt den Flechtenreichtum der Plenterwälder auf die Ungleichaltrigkeit der Bäume mit unterschiedlichsten ökologischen Nischen und Belichtungsstufen zurück. Dieser Umstand erklärt in Verbindung mit den hohen Niederschlägen die hohe Artendiversität der Stichprobenpunkte in den noch gemanagten Hochlagen des Nationalparks.

4.2 Beta-Diversität

Die stichprobenartige Erfassung der Flechtenbiota auf den Forschungslinien lieferte trotz ihrer starren Anordnung, bei der die Hotspots der Flechtenvielfalt gelegentlich auch außerhalb der Aufnahmeflächen lagen, nicht nur einen guten Vergleich zwischen den unterschiedlichen Waldkategorien sondern auch mit anderen Untersuchungen zur Diversität epiphytischer Flechten in Mitteleuropa (vgl. Tab. 1). Im Bereich des Nationalparks Bayerischer Wald wurden eine Vielzahl sehr seltener und hochgradig gefährdeter Lichenen festgestellt, die im übrigen Bayern außerhalb der Alpen ihre Lebensräume schon seit längerer Zeit verloren haben.

Besonders in den alten Wäldern und Prozessschutzflächen des Nationalparks fand sich eine Reihe von Arten, die auf eine lange ökologische Kontinuität und Naturnähe ihrer Standorte hinweisen. Die Primär- und Prozessschutzwälder haben für die Arterhaltung und mögliche Ausbreitung unmittelbar vom Aussterben bedrohter Arten (RL 1) eine herausragende Bedeutung für die Flechtenbiota der ostbayerischen Mittelgebirge. Dies gilt insbesondere für folgende bemerkenswerten Flechten und lichenicolen Pilze:

Alectoria sarmentosa: Eine Bartflechte hochmontaner Bergwälder. Nur zwei Fundorte an der Borke sehr alter Fichten in den prozessgeschützten Hochlagenfichtenwäldern am Plattenhausriegel. Die hygriech sehr anspruchsvolle Art bevorzugt niederschlags- und nebelreiche, ozeanisch getönte Standorte naturnaher Bergfichtenwälder und ist im Nationalpark selten (MACHER 1992). Die Art ist gegenüber forstwirtschaftlichen Maßnahmen empfindlich und daher im übrigen Bayern, außerhalb der Alpen, vermutlich ausgestorben (WIRTH 1995).

Bacidia rosella: Diese Krustenflechte besiedelt nach WIRTH (1995) die Stammbasis und den Stamm von Laubbäumen in kollinen bis submontanen, selten in klimatisch milden montanen Lagen. Im Nationalpark wurde die sehr seltene Flechte an der Stammbasis von Buche und Bergulme in Prozessschutzflächen des Bergmischwaldes vorgefunden.

Bryoria nadvornikiana: Nach SCHOLZ (2000) kommt die sehr seltene Bartflechte in der Bundesrepublik nur in Baden-Württemberg und Bayern vor. Im Rahmen der Transektkartierung wurde sie nur an einem Fundort an der Rinde einer alten Fichte im Gipfelbereich des Plattenhausriegels (1350 m) festgestellt. Die Art hat ähnliche Standortsansprüche wie *Alectoria sarmentosa* und ist aufgrund forstwirtschaftlicher Maßnahmen bspw. niedrige Erntealter der Bäume, häufige Veränderungen des Mikroklimas durch Durchforstungen, Störung des Waldinnenklimas, intensive

Erschließung mit Rückwegen und Rückegassen europaweit stark in ihrer Existenz bedroht (MOBERG & HOLMASEN 1992).

Cetraria oakesiana: Eine sehr seltene Blattflechte mit nur einem Fundort am Stammfuß einer alten Fichte in den Hochlagen-Fichtenwäldern des Plattenhausriegels. Ihr Verbreitungsgebiet sind die hochmontanen, kühlen und sehr niederschlagsreichen Lagen der Gebirge.

Chaenothecopsis viridialba: Ein Fundort südöstlich des Rachelgipfels in 1400 m Höhe am Stamm einer alten Fichte. Der lichenicole Pilz besiedelt nach WIRTH (1995) naturnah und natürliche alte Nadelwälder, ist sehr selten und hochgradig gefährdet. Neufund für den Bayerischen Wald (vgl. KANZ et al. 2005).

Cladonia botrytis: Flechte der Prozessschutzflächen und der alten Wälder. Die seltene *Cladonia* wächst bevorzugt auf alten verrottenden und sich auflösenden Baumstümpfen.

Cyphelium karelicum: Nur ein Fundort am Stamm einer ca. 300-jährigen Weißtanne am Westufer des Rachelsees in einem urwaldähnlichen Tannen-Buchen-Fichten Bergmischwald. Nach WIRTH (1995) ist die Art aufgrund des Mangels an alten Bäumen sowie durch forstwirtschaftliche Maßnahmen, welche die Kontinuität der Standortbedingungen unterbrechen, akut vom Aussterben bedroht. Man findet sie nur noch sehr selten an luftfeuchten Standorten in natürlichen oder naturnahen alten Tannen-Buchen-Fichtenwäldern. MACHER (1992) registrierte die Flechte bisher nur an einem Fundort im Nationalpark.

Dimerella lutea: Die Krustenflechte mit ihren orange gefärbten Apothecien wurde einmalig in einem Borckenriss einer alten zerfallenden Rotbuche in einem urwaldähnlichem Bergmischwald (Mittelsteighütte) am Zwiesler Waldhaus beobachtet. Nach WIRTH (1995) ist *Dimerella lutea* eine extrem gefährdete Art naturnaher alter Mischwälder ozeanischer Lagen. Fast alle Vorkommen in Deutschland außerhalb der Alpen sind erloschen.

Gyalecta flotowii: Die im Nationalpark sehr seltene Art wurde im Borckenriss einer älteren Bergulme im prozessgeschützten Bergmischwald südöstlich der Racheldiensthütte entdeckt. Nach WIRTH (1995) benötigt die Krustenflechte zum Überleben schonend oder gar nicht bewirtschaftete Wälder mit vielen alten Bäumen.

Gyalecta ulmi: Ökologie und Gefährdung ähnlich *Gyalecta flotowii*. Ein Fundort südöstlich der Racheldiensthütte auf älterem Bergahorn im Bergmischwald.

Tab. 1: Aktuelle Studien zur Diversität epiphytischer Flechten in submontanen und montanen mitteleuropäischen Waldökosystemen

Tab. 1: Recent studies on lichens diversity in Central Europe.

Untersuchungsgebiet	Flächengröße	Anzahl Taxa	Erfasser, Jahr
Montaner Fichten-Tannen-Buchen Urwald Neuwald, Ostalpen, Österreich	1 Hektar	126	HAFELLNER & KOMPOSCH, 2007
Montaner Fichten-Wirtschaftswald mit einzelnen Buchen und Tannen, Steinwald, Nordostbayern	12.000 Hektar	44	BRADTKA, 2004
Submontane und montane Kiefern Naturwaldreservate, Bayern	283 Hektar	75	BRACKEL V. & FEUERER, 2007

Mycobilimbia sphaeroides: Der Fundort dieser seltenen Krustenflechte lag an einem alten vermorschenden Rotbuchen-Hochstumpf im alten Bergmischwald Mittelsteig-hütte in der Nähe des Zwiesler Waldhaus. Neufund für den Bayerischen Wald (vgl. KANZ et al. 2005).

Ochrolechia pallescens: Die seltene Krustenflechte wurde an zwei Orten notiert: an einem Ahorn im Bergmischwald südöstlich der Racheldiensthütte und an der rissigen Borke einer alten Buche und eines Bergahorns auf dem Albrecht-schachten. Schachten sind ehemalige Hochweideflächen, die Ende des 16. Jahrhunderts für Jungvieh angelegt wurden und bis heute unverändert blieben. Sie werden von 300- bis 400-jährigen Buchen und Ahornen locker bestockt und sind reich an Flechten.

Sclerophora peronella: Der bisher zweite Fund dieser sehr seltenen und hochgradig gefährdeten Flechte im Nationalpark (vgl. PRINTZEN et al. 2002). Nach TIBELL (1992) ist sie eine Kennart für die lange ökologische Kontinuität eines Waldstandortes und gilt als mögliche Indikatorart für Urwälder. Die Art wurde in Borkenrissen eines sehr alten Bergahorn auf dem Albrecht-schachten festgestellt.

Sphinctrina anglica: Sehr seltener lichenicoler Pilz mit nur einem Fundort an der Borke einer alten Weißtanne (150 cm Brusthöhendurchmesser, ca. 50 Meter Höhe) im urwaldartigen Bergmischwald des Hans-Watzlik-Hains auf einem Flechtenlager der Gattung *Pertusaria* parasitierend. Neufund für den Bayerischen Wald (vgl. KANZ et al. 2005).

Sphinctrina tubiformis: Ein Fundort am Stamm einer ca. 300 jährigen abgestorbenen, im Splintbereich sich zersetzenden Weißtanne am Westufer des Rachelsees in einem urwaldähnlichen Tannen-Buchen-Fichten Bergmischwald. Auf dem Lager von *Pertusaria leioplaca* parasitierend.



Abb. 7: *Sclerophora peronella*. Eine global stark gefährdete Krustenflechte alter ungestörter Wälder mit langer ökologischer Kontinuität. Im Nationalpark Bayerischer Wald findet man die Flechte sehr selten in vermorschenden Borkenrissen alter zerfallender Bergahorne. Die zur Artengruppe der *Caliciales* zählende „Stecknadelflechte“ mit ihren leicht rotbräunlichen bis etwa 1 mm groß werdenden filigran gestielten *Apothecien* gilt als mögliche Indikatorart für Urwälder. (Bild: L. Stridvall)

Fig. 7: A global threatened lichen of old unmanaged forests with long continuity. In the study area on old maple trees. The species is a possible indicator for virgin forests.

Der Flechtenpilz ist nach WIRTH (1995) eine Kennart für wenig gestörte, nicht eutrophierte Wälder. Neufund für die Bundesrepublik Deutschland (vgl. WIRTH et al. 1996).

Sphinctrina turbinata: Gleicher Fundort wie *Sphinctrina tubiformis* sowie auf alter Bergulme im Bergmischwald. Hier auf dem Flechtenlager von *Pertusaria pertusa* parasitierend. Ökologie ähnlich *Sphinctrina anglica*. Neufund für den Bayerischen Wald (vgl. KANZ et al. 2005).

Neben Flechten wurden im Rahmen der Untersuchung auch 5 lichenicole Pilze mit einem Verbreitungsschwerpunkt in alten Wäldern (4 Arten alter Wald, 2 Arten Prozessschutz-wald, 0 Arten Management) festgestellt. Es handelt sich hierbei ausschließlich um lichenicole Pilze, die jeweils nur auf einer speziellen oder einer nahen verwandten Flechtenart parasitieren, ohne jedoch ihren Wirt wesentlich zu schädigen. Ihre Verbreitung ist aufgrund der speziellen Bindung an den Wirt außerordentlich stark eingeschränkt. Sie weisen daher auf eine lange und ungebrochene Standortstradition der Flechtensynusien in ihren Waldlebensräumen hin (BRACKEL V. & FEUERER 2007).

4.3 Baumarten und Substrattypen

Die Baumartenzusammensetzung ist in allen Waldkategorien des Untersuchungsgebietes sehr ähnlich und somit für die Flechtenbesiedelung gut vergleichbar. Die Fichte (*Picea abies*), die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und seltener die Weißtanne (*Abies alba*) kommen als potentielle Hauptträgerbäume gleichmäßig vor. Als ziemlich seltene Mischbaumart findet man in den Wäldern der Hanglagen und im Übergangsbereich zu den Hochlagen gelegentlich den Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*). Nur sehr vereinzelt sind die Sandbirke (*Betula pendula*), die Moorbirke (*Betula pubescens*), die Eberesche (*Sorbus aucuparia*) und die Salweide (*Salix caprea*) in allen Waldgesellschaften eingesprengt. Die Bergulme (*Ulmus glabra*) ist in den wärmebegünstigten Bergwäldern sehr selten beigemischt.

Ein wesentlicher Unterschied innerhalb der Kategorien liegt im Vorrat an stehendem und liegendem Totholz. Während die bisher kaum genutzten alten Wälder und die seit längerer Zeit prozessgeschützten Wälder sehr hohe Totholz-mengen von durchschnittlich 150 bis 250 m³/Hektar aufweisen, ist der Anteil in den noch gemanagten Flächen mit durchschnittlich 15 m³/Hektar signifikant geringer. Innerhalb des Totholz dominiert die Fichte, wesentliche Mengen an Buchen- und Tannen-Totholz sind nur in den Altwäldern vorhanden.

Die subneutrale und im Alter rissige und bemooste Borke des Bergahorns (*Acer pseudoplatanus*) wird im Untersuchungsgebiet mit Abstand am häufigsten von Lichenen besiedelt. Besonders in den alten Wäldern und Prozessschutzflächen trägt der Bergahorn sowohl zur Artendiversität, als auch zur Vielfalt an gefährdeten Arten maßgeblich bei (vgl. Abb. 8 und 9). Die Nadelbaumarten Weißtanne und Fichte mit ihren sauren Rinden ähneln sich als Trägerbäume hinsichtlich der Flechtenanzahl sehr. Die Buche wird zwar im Durchschnitt aller Waldkategorien am geringsten von Flechten besiedelt, ist jedoch insbesondere als starker Altbaum und im beginnenden Zerfallsstadium zusammen mit dem Bergahorn und der Weißtanne ein sehr wichtiger Phorophyt für spezialisierte Flechten der Primärwälder. Die mittlere Artenzahl je Totholzobjekt ist in allen Waldkategorien annähernd gleich hoch. Sehr hohe Totholz-mengen erhöhen zwar die Phytomasse epiphytischer Flechten je Stichprobenpunkt, tragen jedoch nur bedingt zur

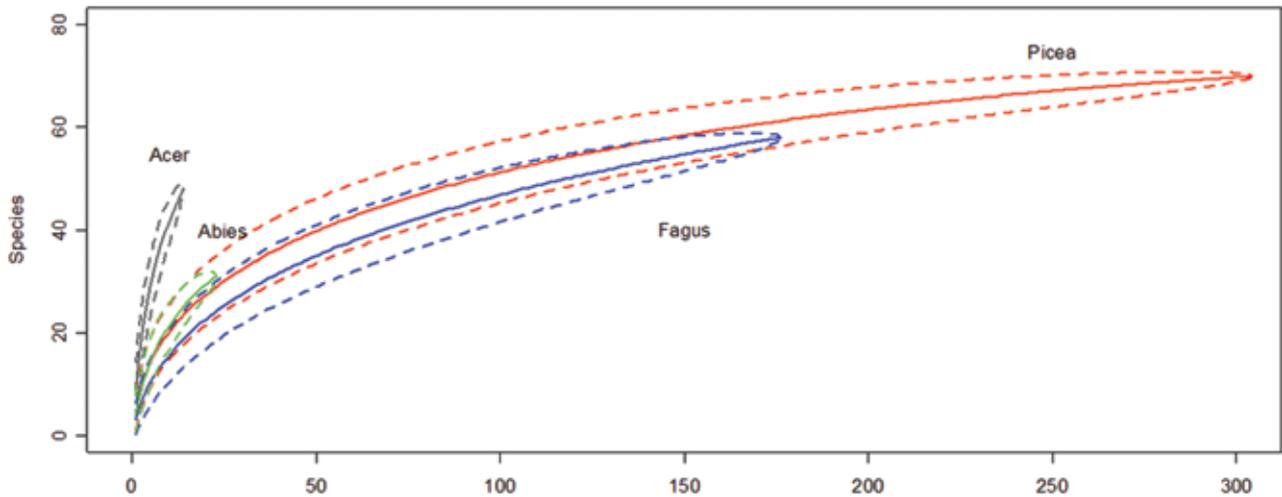


Abb. 8: Epiphytenbesatz der stehenden Hauptbaumarten (Unterstamm) und der liegenden Hauptbaumarten (Vollbesatz) Bergahorn (*Acer*), Weißtanne (*Abies*), Fichte (*Picea*) und Rotbuche (*Fagus*) auf den Forschungslinien des Nationalparks Bayerischer Wald.

Fig. 8: Lichen species numbers on different tree species in this study.

Diversitätssteigerung der Arten bei. Diese ist vielmehr von der unterschiedlichen Struktur und Qualität des Totholzes, von der ökologischen Kontinuität und von dem Alter des jeweiligen Waldbestands abhängig. Vergleicht man die unterschiedlichen Substrattypen unabhängig von der Baumart, so ergibt sich für das Untersuchungsgebiet folgende Reihung: Stehende Bäume, Hochstümpfe und liegende Stammteile und Äste werden in den alten Wäldern am häufigsten von Flechten besiedelt, wobei starke Hochstümpfe, vermutlich aufgrund ihrer guten und allseitigen Belichtung, den artenreichsten Flechtenbesatz aufweisen.

4.4 Zeiger alter naturnaher Wälder

Ein fein ausbalanciertes aber sehr störungsanfälliges symbiotisches Gleichgewicht zwischen dem Algen- und Pilzbionten, gelegentlich auch eines Cyanobionten, machen die Lebensform Flechte zu einem sensitiven Indikator für oftmals bereits kleinste Umwelt- und Standortveränderungen (vgl. MASUCH 1993). Das Vorhandensein bzw. das Fehlen von bestimmten

Flechtenarten lässt daher unter Berücksichtigung der ehemaligen und gegenwärtigen lufthygienischen Belastung des Gebiets Rückschlüsse auf die Naturnähe und ökologische Kontinuität des Waldökosystems zu. Aus den Laubwaldgebieten Großbritanniens liegen eine Reihe von Arbeiten über sogenannte Zeiger- oder Indikatorarten für langfristig ungestörte alte Wälder vor (ROSE 1976, ROSE 1992, ROSE & COPPINS 2002), in denen auch für das übrige Mitteleuropa mögliche Indikatorarten aufgezählt werden. Folgende Flechten wurden auch im Nationalpark Bayerischer Wald festgestellt: *Alectoria sarmentosa*, *Arthonia leucopellaea*, *Dimerella lutea*, *Gyallecta ulmi*, *Lecanactis abietina*, *Loxospora cismonica*, *Mycoblastus sanguinarius*, *Nephroma resupinatum*, *Ochrolechia androgyna*, *Opegrapha vermicellifera*, *Pyrenula nitida*, *Thelotrema lepadinum*. Auch aus den borealen Nadelwäldern Schwedens sind auf Grund umfassender Vergleichstudien unter anderem folgende auch im Untersuchungsgebiet kartierte Zeigerarten für Primärwälder bekannt: *Chaenothecopsis viridialba*, *Cyphelium karelicum* (TIBELL 1992).

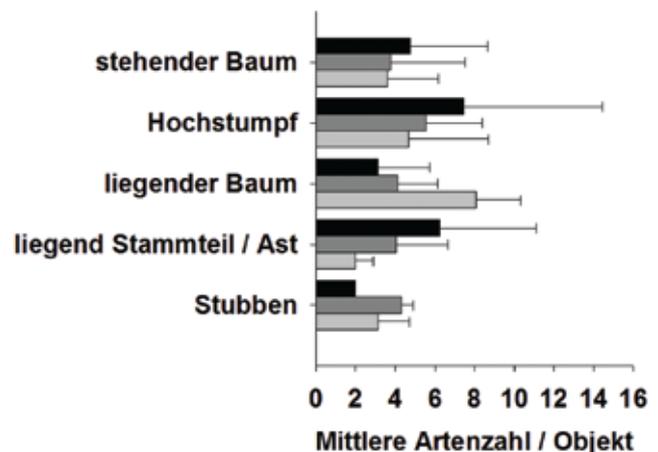
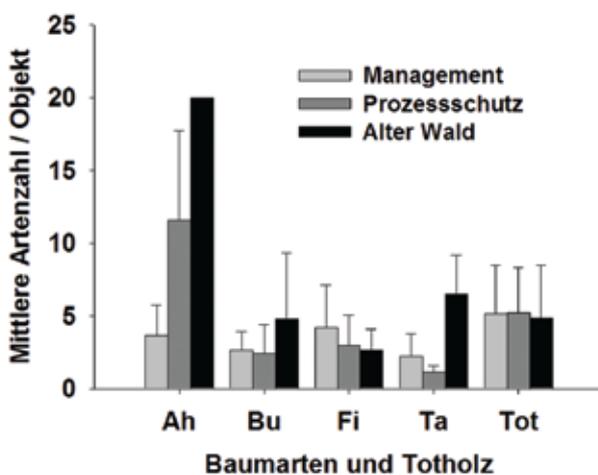


Abb. 9: Mittlere Artenzahlen von Flechten auf den Unterstämmen der stehenden Hauptbaumarten und von Vollaufnahmen an liegenden Bäumen (linke Abbildung). Mittlere Artenzahlen aufgeteilt nach den unterschiedlichen Substrattypen der Hauptbaumarten (rechte Abbildung)

Fig. 9: Mean number of lichen species separated after different types of objects.

Vor ihrer praktischen Anwendung für den Bayerisch-Böhmischen Wald sind die oben genannten Indikatorarten allerdings kritisch zu hinterfragen und zu prüfen. Flechten und lichenicole Pilze, die sich für das Untersuchungsgebiet als Zeigerarten zur Charakterisierung alter naturnaher Wälder eignen sollen, müssen die lange ökologische Kontinuität ihres jeweiligen Waldstandortes gegenüber den nur bedingt naturnahen gemanagten Wäldern verlässlich widerspiegeln und folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Starke Präferenz für alte Wälder und ältere Prozessschutzflächen mit einer hohen Stetigkeit in alten Wäldern.
- Keine oder kaum Fundorte in den noch gemanagten Wäldern des Erweiterungsgebietes.
- Repräsentative Abbildung der gefährdeten Lebensraumsprüche.

Folgende bei der Transektkartierung festgestellte Arten entsprechen den Vorgaben und können daher als verlässliche Zeiger für alte naturnahe Wälder des Nationalparks Bayerischer Wald sowie des gesamten Bayerisch-Böhmischen Waldes definiert werden:

Lecanactis abietina (Rote Liste 2): Die Flechte wurde ausschließlich und mit hoher Stetigkeit in alten Wäldern und älteren Prozessschutzflächen an der Stammbasis älterer Tannen und Fichten notiert. Sie bevorzugt kühle und luftfeuchte Standorte.

Pyrenula nitida (Rote Liste 2): Die unscheinbare olivfarbene Krustenflechte mit schwarzen Fruchtkörpern findet man hauptsächlich in alten Wäldern und älteren Prozessschutzflächen der montanen Lagen. Dort besiedelt sie den unteren Stammbereich stärkerer Buchen.

Micarea cinerea (Rote Liste 2): Die Krustenflechte kommt in montanen und hochmontanen alten Wäldern am Stammfuß von Fichten und Tannen sowie an Totholz vor.

Microcalicium disseminatum (Rote Liste 3): Lichenicoler Pilz am Stamm alter Tannen und Fichten der Primärwälder. Auf Flechten der Gattung *Chaenotheca* parasitierend.

Loxospora cismonica (Rote Liste 2): Krustenflechte der montanen Primärwälder des Nationalparks. Vorkommen ausschließlich am Stamm sehr alter Weißtannen.

Thelotrema lepadinum (Rote Liste 2): Krustenflechte alter Bergmischwälder am Stamm von Rotbuche und Weißtanne.

Neben einzelnen Species wird auch oft die Gruppe der *Caliciales* (Stecknadelflechten und Stecknadelpilze) zur Charakterisierung von Wäldern diskutiert. Aus skandinavischen und nordamerikanischen Untersuchungen ist bekannt und statistisch nachgewiesen, dass die Artenzahlen dieser Gruppe mit dem Alter, der Naturnähe und der langen und ungestörten Entwicklung eines Waldstandorts signifikant zunehmen (HOLIEN 1996, SELVA 1994, SELVA 1996, TIBELL 1992).

Besonders alte, oftmals im beginnenden Zerfallsstadium befindliche Bäume mit rissiger Borke und starkes stehendes Totholz sind im Nationalpark wichtige Habitate für diese Artengruppe. Bei der Transektkartierung wurden jeweils 12 Arten aus der Gruppe der *Caliciales* in den Kategorien Alter Wald (16 % der Gesamtartenzahl) und Prozessschutzwald (12 % der Gesamtartenzahl) und lediglich nur 1 Art in den

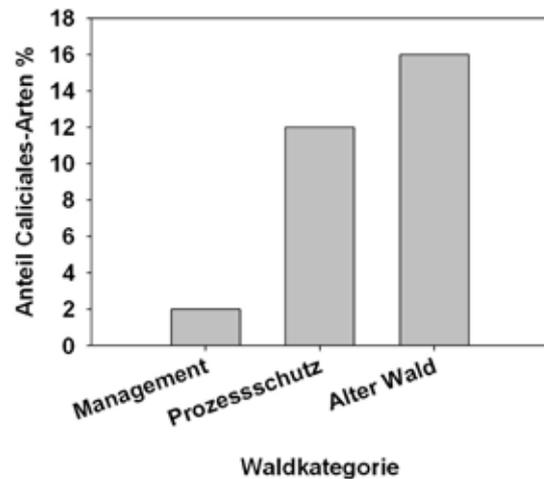


Abb. 10: Prozentanteile der Artengruppe *Caliciales* (Stecknadelflechten) in den unterschiedlichen Waldkategorien des Nationalparks Bayerischer Wald bezogen auf die Gesamtartenzahl von Flechten und lichenicolen Pilzen.

Fig. 10: Percentage of *Caliciales* in the three different types of forests (from left to right: managed, wilding, old-growth relicts).

noch gemanagten Wäldern (2 % der Gesamtartenzahl) notiert. Für die montanen und hochmontanen Wälder des Untersuchungsgebiets gilt demnach, je älter der Wald und je ökologisch kontinuierlicher und forstwirtschaftlich ungestörter seine bisherige Entwicklung, umso größer sind die Artenzahlen der „Stecknadelflechten und Stecknadelpilze“. Die Artengruppe *Caliciales* bzw. die Anzahl ihrer Arten je Waldstandort sind für den Bayerisch-Böhmischen Wald wichtige und in der Praxis relativ schnell und einfach einsetzbare Zeiger der Naturnähe von Waldökosystemen.

4.5 Flechtendiversität und Waldmanagement

Neben den lufthygienischen Belastungen in Form schwefelhaltiger Verbindungen der vergangenen Jahrzehnte ist als Hauptverursacher für die Dezimierung der Flechtenbiota die Forstwirtschaft zu nennen (TÜRK & PFEFFERKORN-DELALLI 1998, WIRTH 2002). Die Umwandlung von Laub- und Mischwäldern in Nadelholzforste, Kahlhiebe, Meliorationsdüngungen, Kompensationskalkungen, der Einsatz von Bioziden und die rigorose Entnahme von stehendem und liegendem Totholz schädigten in der Vergangenheit die Flechtensynusien nachhaltig. Die intensive Erschließung mit Forststraßen, Rückewegen und Rückegassen sowie die flächige Entwässerung von Nass- und Moorstandorten veränderten das für viele Flechten wichtige Waldinnenklima und führten zu einem enormen Artenschwund. Ein weiterer Grund für den Rückgang von Lichenen liegt gegenwärtig in zu frühen und auf Grund ökonomischer Vorgaben sich ständig verkürzenden Erntealtern der Wirtschaftsbaumarten. Lange bevor spezialisierte Flechtenarten ihre potentiellen Altholz-Trägerbäume besiedeln können werden diese in Form von sogenannten Verjüngungs- oder Endnutzungshieben dem Wald entnommen. Das Sukzessionsstadium für typische Flechten alter Wälder findet erst gar nicht statt oder wird frühzeitig und abrupt unterbrochen, viele spezialisierte Arten verlieren hierbei ihren Lebensraum und sterben aus (vgl. MONING & MÜLLER 2009).

Diesem Umstand, der nicht nur für Flechten sondern auch für andere Organismen eine große Rolle spielt (MONING & MÜLLER 2009, MÜLLER et al. 2005, WALENTOWSKI & WINTER 2007), wird zunehmend bei der Waldbewirtschaftung Rechnung getragen. Die „Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern“ (2008) beinhaltet unter anderem die Verpflichtung zum Erhalt der Vielfalt von Tier- und Pflanzenarten und deren Lebensräumen, um sie auch für künftige Generationen zu erhalten. Zur Erfüllung dieser Ziele haben die meisten Bewirtschafter großer staatlicher und kommunaler Wälder langfristige Strategien hierzu entwickelt.

Das „Totholz- und Biotopbaumkonzept“ des Unternehmens Bayerische Staatsforsten sieht beispielsweise neben der Sicherung von Waldsonderstandorten auch einen Schutz von Totholz, Altbäumen und Resten alter Wälder vor (NEFT 2006). Der Ausbreitung, Neuansiedelung und dem nachhaltigen Schutz von gefährdeten Flechten alter Wälder wird dieses Konzept allerdings nur teilweise gerecht. Während der substratbedingte Faktor berücksichtigt wird, findet die Accessibilität, also die Erreichbarkeit eines Standortes durch vegetative oder generative Verbreitungseinheiten der Flechte, keine ausreichende Würdigung. Viele Flechtensippen wurden in der Vergangenheit so stark ausgedünnt und auf minimale weit verstreute Restvorkommen isoliert, dass die Neubesiedelung potentieller Habitats für verschiedene Arten zu einem fast unüberwindlichen ökologischen Schlüsselfaktor wird (ANDREN 1997, HILMO & HOLIEN 2002, MOEN & JONSSON 2003, SCHÖLLER 1997).

Die Durchlässigkeit und Vernetzung von Wäldern für die vegetativen und generativen Verbreitungseinheiten von Flechten wurde intensiv von SCHEIDEGGER (2009) mittels genetischer Analysen erforscht und diskutiert. Nach seinen Erkenntnissen liegt die mittlere Ausbreitungsdistanz der Blattflechte *Lobaria pulmonaria*, einer Zeigerart alter Wälder, „deutlich unter 100 Metern ... bis deutlich über 150 Metern“, abhängig von dem Bestockungsgrad bzw. der Dichte des jeweiligen Waldbestandes. Eine aktuelle Untersuchung in gemanagten Wäldern Finnlands belegt ebenfalls, dass alle Biodiversitätsstrategien innerhalb der Wirtschaftswälder durch eine ausschließliche Ausweisung einzelner isolierter Schutzflächen und ohne zusätzliche flankierende und vernetzende Maßnahmen uneffektiv sind und für Flechten zu keinem Stopp des Artenrückgangs führen (PYKÄLÄ 2004).

Um die Accessibilität gefährdeter, auf starke alte Bäume und ein ausgeglichenes Waldinnenklima angewiesener Flechten in den noch zusammenhängenden montanen und hochmontanen Wäldern Mitteleuropas sicherzustellen, sollte eine räumlich streng getrennte Aufteilung in Naturschutz- und Wirtschaftsflächen (Segregation) vermieden und stattdessen als Betriebsart die nachhaltige und multifunktionale Plenter- und Femelwaldwirtschaft (MAYER 1984, RITTERSHOFER 1999) gewählt werden. Eine kontinuierliche baum- bis gruppenweise Verjüngung, keine flächigen Altersstufen sondern ein vertikaler und horizontaler Strukturreichtum der Baumschicht mit jungen und alten Individuen, flexible Umtriebszeiten, vielfältige Nischen auf Grund unterschiedlichster Belichtungsstadien und ein ausgeglichenes Bestandsinnenklima mit langer ökologischer Kontinuität schaffen optimale Habitatsstrukturen und Lebensbedingungen für einen Großteil der Flechten, Primärwaldspezialisten ausgenommen (POELT 1972, TÜRK & PFEFFERKORN-DELALLI 1998, WIRTH 2002).

Zur langfristigen Erhaltung und Verbesserung der Flechtendiversität in bewirtschafteten mitteleuropäischen montanen

und hochmontanen Wäldern werden daher, ergänzend zu den bereits formulierten Konzepten von NEFT (2006), folgende generellen Maßnahmen vorgeschlagen:

- Erfassung gefährdeter Flechtensippen an Hand relativ einfach und schnell zu bestimmender Zeigerarten.
- Vernetzung der Lebensräume gefährdeter isolierter Sippen mit den potentiellen Schlüsselhabitats bzw. den Resten alter Wälder in Form von Ausbreitungskorridoren.
- Markante Erhöhung der Erntealter von Bäumen innerhalb der Korridore (> 160 Jahre).
- Kleinflächiges Waldmanagement innerhalb der Korridore in Form plenter- und/oder femelartiger Betriebsarten zur Sicherung der ökologischen Kontinuität des Standorts.
- Dauerhaftes Belassen von starken, der potentiellen natürlichen Vegetation entsprechenden Biotopbäumen, insbesondere des Bergahorns (*Acer pseudo-platanus*), in möglichst enger räumlicher Verteilung.
- Naturnahes Waldmanagement im Umfeld alter Waldreste zur Vermeidung negativer Randeffekte.

Darüber hinaus sollten weitere großräumige und gleichmäßig verteilte Naturwaldreservate in allen Waldgesellschaften geschaffen und miteinander vernetzt werden sowie neue Waldnationalparke, mit einem Schwerpunkt im Areal der natürlichen Buchenwälder, als künftige Lebensräume und unverzichtbare Genreservoirs für Urwaldreliktarten gegründet werden.

Dank

Danke an Alfred Schiener, Martinsried/München, für die fotografische Teildokumentation der Flechtentranssektkartierung und an Leif & Anita Stridvall, Trollhättan, Schweden (www.stridvall.se/la/) für die freundliche Erlaubnis zur Veröffentlichung des Bildes 7.

Literatur

- ANONBY, J. E. (1994): Epifyttisk lavflora i vestnorsk furuskog – sammenligning av en naturskog og en kulturskog. *Blyttia* **52**: 81-87.
- ALBRECHT, L. (1990): Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. Naturwaldreservate in Bayern. Schriftenreihe des Bayerischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Landschaftstechnik. München **1**: 221 S.
- ALBRECHT, L. (1991): Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*. München **110**: 106-113.
- ANDREN, H. (1997): Habitat fragmentation and changes in biodiversity. In: HANSSON, L. (Herausgeber): *Boreal ecosystems and landscapes: structures, processes and conservation of biodiversity*. *Ecological Bulletins* **46**: 171-181.

- BÄSSLER, C., FÖRSTER, B., MONING, CH., MÜLLER, J. (2008): The BIOKLIM Project: Biodiversity Research between Climate Change and Wilding in a temperate montane forest – The conceptual framework. *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz*. Freising **7**: 21-33.
<http://www.stmugv.bayern.de/umwelt/naturschutz/biodiversitaet/index.htm>
- BRACKEL, W. V., FEUERER, T. (2007): Inventarisierung von Flechten in Kiefern-Naturwaldreservaten. Unveröffentlichtes Gutachten. Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft. Freising: 29 S.
- BRADTKA, J. (2004): Zur epiphytischen Flechtenflora des Steinwaldes. *Berichte Naturwissenschaftliche Gesellschaft*. Bayreuth **25**: 227-232.
- DETTKI, H., ESSEEN, P. - A. (1998): Epiphytic macrolichens in managed and natural forest landscapes: a comparison at two spatial scales. *Ecography* **21**: 613-624.
- ELLING, W., BAUER, E., KLEMM, G., KOCH, H. (1987): Klima und Böden. Nationalpark Bayerischer Wald. Grafenau **1**: 255 S.
- ESSEEN, P. - A., RENHORN, K. - E., PETTERSSON, R. B. (1996): Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: effect of branch quality. *Ecol. Appl.* **6**: 228-238.
- FORSBLUND, A., KOFFMAN, A. (1998): Species diversity of lichens on decaying wood – a comparison between old-growth and managed forest. *Västekologi* **2**: 1-40.
- GU, W. - D., KUUSINEN, M., KONTTINEN, T., HANSKI, I. (2001): Spatial pattern in the occurrence of the lichen *Lobaria pulmonaria* in managed and virgin forests. *Ecography* **24**: 139-150.
- HAFELLNER, J., KOMPOSCH, H. (2007): Diversität epiphytischer Flechten und lichenicoler Pilze in einem mitteleuropäischen Urwaldrest und einem angrenzenden Forst. *Herzogia* **20**: 87-113.
- HANSSON, L. (1997): Herausgeber: Boreal ecosystems and landscapes: structures, processes and conservation of biodiversity. *Ecological Bulletins* **46**: 203 S.
- HILMO, O., HOLIEN, H. (2002): Epiphytic lichen response to the edge environment in a boreal *Picea abies* forest in central Norway. *The Bryologist* **105 (1)**: 48-56.
- HOLIEN, H. (1996): Influence of site and stand factors on the distribution of crustose lichens of the Caliciales in a suboceanic spruce area in central Norway. *Lichenologist* **28**: 315-330.
- KANZ, B., DÜRHAMMER, O & PRINTZEN, C. (2005): Lichens and lichenicolous fungi of the Bavarian Forest. *Preslia*. Prag **77**: 355-403. <http://www.stmugv.bayern.de/umwelt/naturschutz/biodiversitaet/index.htm>
- KREMPELHUBER, A. V. (1854): Lichenologische Beobachtungen auf einer Wanderung durch den bayerischen Wald. *Flora* **37**: 193-202; 209-223.
- KREMPELHUBER, A. V. (1861): Die Lichenen-Flora Bayerns. *Denkschriften Bayerische Botanische Gesellschaft Regensburg* **4,2**: 1-317.
- KUUSINEN, M., SIITONEN, J. (1998): Epiphytic lichen diversity in old-growth and managed *Picea abies* stands in southern Finland. *J.Veg.Sci.* **9**: 283-292.
- LOHBERGER, E. (2007): Die natürlichen Pflanzengesellschaften im Nationalpark Bayerischer Wald. Im Auftrag der Technischen Universität München, Fachgebiet Geobotanik, Department für Ökologie. Unveröffentlichtes Manuskript. Freising: 48 S.
- MACHER, M. (1992): Epiphytische Flechten im Nationalpark Bayerischer Wald. *Schriftenreihe des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten*. Grafenau **13**: 113 S.
- MASUCH, G. (1993): *Biologie der Flechten*. Verlag Quelle & Meyer. Heidelberg – Wiesbaden: 411 S.
- MAYER, H. (1984): *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. Verlag Gustav Fischer. Stuttgart – New York: 514 S.
- MOBERG, R., HOLMASEN, I. (1992): *Flechten von Nord- und Mitteleuropa*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart: 237 S.
- MOEN, J., JONSSON B.G. (2003): Edge effects on liverworts and lichens in forest patches in a mosaic of boreal forest and wetland. *Conservation Biology* **17**: 380-388.
- MONING, CH., MÜLLER, J. (2009): Critical forest age thresholds for the diversity of lichens, molluscs and birds in beech (*Fagus sylvatica* L.) dominated forests. *Ecological Indicators* **9**: 922-932.
- MÜLLER, J., BUSSLER, H., BENSE, U., BRUSTEL, H., FLECHTNER, G., FOWLES, A., KAHLER, M., MÖLLER, G., MÜHLE, H., SCHMIDL., J., ZABRANSKY, P. (2005): Urwald relict species – Saproxyllic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldökologie Online*. Freising **2**: 106-113.
http://www.afsv.de/download/literatur/waldoekologie-online/waldoekologie-online_heft-2-9.pdf
- NEFT, R. (2006): Biotopbäume und Totholz im bayerischen Staatswald schützen, erhalten und fördern. *Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft - LWF aktuell*. Freising **55**: 28-30.
- POELT, J. (1972): Ein zweiter Beitrag zur Flechtenflora des Bayerisch-Böhmischen Waldes bayerischen Anteils. In: *Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft*. Hoppea. Regensburg **30**: 111-143.
- PRINTZEN, C., HALDA, J., PALICE, Z., TONSBORG, T., (2002): *New and interesting lichen records from old-growth forest stands in the German National Park Bayerischer Wald*. Nova Hedwigia. Stuttgart **74**: 25-49.
- PYKÄLÄ, J. (2004): Effects of New Forestry Practices on Rare Epiphytic Lichens. *Conservation Biology* **18**: 831-838.
- RITTERSHOFER, F. (1999): *Waldpflege und Waldbau*. Für Studium und Praxis. Verlag Gisela Rittershofer. Freising: 492 S.
- ROSE, F. (1976): Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. In: BROWN, D. H., HAWKSWORTH, D. L. & BAILEY, R. H. (Herausgeber). *Lichenology: Progress and problems*. London: 279-307.
- ROSE, F. (1992): Temperate forest management: Its effects on bryophyte and lichen floras and habitats. In: BATES, J. W., FARMER, A. (Herausgeber). *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Oxford: 211-233.
- ROSE, F., & COPPINS, S. (2002): Site assessment of epiphytic habitats using lichen indices. In: NIMIS, P. L., SCHEIDEGGER, C., WOLSELEY, P. A. (Herausgeber). *Monitoring with lichens – Monitoring lichens*. NATO Science Series IV. Earth and Environmental Sciences. Hampshire **7**: 343-348.
- SCHEIDEGGER, C. (2009): Flechten: Bioindikatoren für Veränderungen in der Umwelt. In: Bayerische Akademie der Wissenschaften (Herausgeber). *Rundgespräche der Kommission für Ökologie: Ökologische Rolle der Flechten*. München **36**: 143-160.
- SCHERZINGER, W. (1990): Das Dynamik-Konzept im flächenhaften Naturschutz. *Zieldiskussion am Beispiel der Nationalpark-Idee*. *Natur und Landschaft* **65**. Stuttgart **6**: 292-298.

- SCHERZINGER, W. (1997): Tun oder unterlassen? Aspekte des Prozessschutzes und Bedeutung des „Nichtstuns“ im Naturschutz. In: Wildnis – ein neues Leitbild!? Möglichkeiten und Grenzen ungestörter Naturentwicklung in Mitteleuropa. Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. Laufen/Salzach 1: 31-44.
- SCHOLZ, P. (2000): Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde. Bonn-Bad Godesberg 31: 298 S.
- SCHÖLLER, H. (1997): Ökologie und Verbreitung von Flechten. In: Flechten, Geschichte, Biologie, Systematik, Ökologie, Naturschutz und kulturelle Bedeutung; Begleitheft zur Ausstellung „Flechten – Kunstwerke der Natur“. Kleine Senckenberg Reihe. Frankfurt am Main 27: 83-106.
- 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. The Bryologist 97: 424-429.
- SELVA, S. B. (1996): Using lichens to assess ecological continuity in northeastern forests. In: Eastern Old-Growth Forests: Prospects for rediscovery and Recovery. M. B. DAVIS (Herausgeber). Island Press. Washington D. C.: 35-48.
- SÖDERSTRÖM, L. (1988): The occurrence of epixylic bryophyte and lichen species in an old natural and a managed forest stand in northeast Sweden. Biol. Conservation 45: 169-178.
- STRATEGIE ZUM ERHALT DER BIOLOGISCHEN VIELFALT IN BAYERN (2008): <http://www.stmugv.bayern.de/umwelt/naturschutz/biodiversitaet/index.htm>
- TIBELL, L. (1992): Crustose lichens as indicators of forest continuity in boreal coniferous forests. Nordic Journal of Botany 12: 427-450.
- TÜRK, R., PFEFFERKORN-DELALLI, V. (1998): Erhaltung der Flechtendiversität in Waldökosystemen. In: GEBUREK, T., HEINZE B. (Herausgeber) Erhaltung genetischer Ressourcen im Wald - Normen, Programme, Maßnahmen. Ecomed. Landsberg: 262-273.
- WALENTOWSKI, H., WINTER, S. (2007): Naturnähe im Wirtschaftswald – was ist das? Tuexenia. Göttingen 27: 19-26. <http://www.stmugv.bayern.de/umwelt/naturschutz/biodiversitaet/index.htm>
- WIRTH, V. (1995 a): Bestimmung und ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart: 661 S.
- WIRTH, V. (1995 b): Die Flechten Baden-Württembergs Teil 1 und 2. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart: 527 und 1006 S.
- WIRTH, V., SCHÖLLER, H., SCHOLZ, P., ERNST, G., FEUERER, T., GNÜCHTEL, A., HAUCK, M., JACOBSEN, P., JOHN, V. & LITTERSKI, B. (1996): Rote Liste der Flechten (*Lichenes*) der Bundesrepublik Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde. Bonn-Bad Godesberg 28: 307-368.
- WIRTH, V. (2002): Indikator Flechte. Naturschutz aus der Flechtenperspektive. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. Serie C – Wissen für alle. Stuttgart 50: 1-96.

submitted: 06.06.2009
 reviewed: 15.10.2009
 accepted: 09.11.2009

Autorenanschrift:

Johannes Heribert BRADTKA, Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Weiden/Opf., Forstrevier Neuhaus, Burgstraße 11, D-92670 Neuhaus,
 e-mail: Heribert.Bradtka@aelf-we.bayern.de

Dr. Claus BÄSSLER, Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Sachgebiet IV Forschung und Dokumentation, Freyunger Str. 2, D-94481 Grafenau,
 e-mail: Claus.Baessler@npv-bw.bayern.de

Dr. Jörg MÜLLER, Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Sachgebiet IV Forschung und Dokumentation, Freyunger Str. 2, D-94481 Grafenau,
 e-mail: Joerg.Mueller@npv-bw.bayern.de

Anhang

Tab. 2: Epiphytische und epixyle Flechten, lichenicole Pilze¹ und nicht lichenicole Pilze² der Flechtentranssektkartierung.Tab. 2: Epiphytic and epixyl lichens, lichenicolous fungi¹ and non-lichenized fungi² of the lichen transect mapping.

Art	Rote Liste BRD	Management-Flächen	Prozessschutz-Flächen	Alter Wald
<i>Alectoria sarmentosa</i> (Ach.) Ach.	1		X	
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheideg.		X	X	X
<i>Arthonia leucopellaea</i> (Ach.) Almq.	2		X	X
<i>Bacidia globulosa</i> (Flörke) Haf. & V.Wirth	2		X	
<i>Bacidia rosella</i> (Pers.) De Not.	1		X	
<i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) Massal.	2		X	
<i>Bacidina phacodes</i> (Körber) Vezda	2			X
<i>Biatora epixanthoidiza</i> (Nyl.) Räsänen	2			X
<i>Bryoria capillaris</i> (Ach.) Brodo & D.Hawksw.	2	X	X	
<i>Bryoria fuscescens</i> (Gyelnik) Brodo & D.Hawksw.	2	X	X	
<i>Bryoria nadvornikiana</i> (Gyelnik) Brodo & D.Hawksw.	1		X	
<i>Buellia griseovirens</i> (Turner & Borrer ex Sm.) Almb.			X	
<i>Calicium glaucellum</i> Ach.	3		X	X
<i>Calicium salicinum</i> Pers.	2		X	X
<i>Calicium trabinellum</i> (Ach.) Ach.	3		X	
<i>Calicium viride</i> Pers.	3		X	X
<i>Cetraria chlorophylla</i> (Willd.) Vainio		X	X	X
<i>Cetraria oakesiana</i> Tuck.	1		X	
<i>Cetrelia cetrarioides</i> (Delise ex Duby) W.Culb. & C.Culb.	3		X	
<i>Chaenotheca brunneola</i> (Ach.) Müll.Arg.	2		X	X
<i>Chaenotheca chrysocephala</i> (Turner ex Ach.) Th.Fr.	3		X	
<i>Chaenotheca ferruginea</i> (Turner & Borrer) Migula			X	
<i>Chaenotheca furfuracea</i> (L.) Tibell	2		X	X
<i>Chaenothecopsis viridialba</i> (Krempelh.) A.Schmidt1	1		X	
<i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) Laundon	2			X
<i>Cladonia botrytes</i> (Hagen) Willd.	1		X	X
<i>Cladonia carneola</i> (Fr.) Fr.	2		X	
<i>Cladonia cenotea</i> (Ach.) Schaerer	2		X	
<i>Cladonia coniocraea</i> auct.		X	X	
<i>Cladonia cornuta</i> (L.) Hoffm.	2		X	
<i>Cladonia deformis</i> (L.) Hoffm.	2		X	X
<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.		X	X	X
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.		X	X	X
<i>Cladonia glauca</i> Flörke		X	X	X
<i>Cladonia macilenta</i> ssp. floerkeana (Fr.) V.Wirth			X	
<i>Cladonia macilenta</i> ssp. macilenta		X	X	X
<i>Cladonia polydactyla</i> (Flörke) Sprengel			X	
<i>Cladonia pyxidata</i> (L.) Hoffm.		X	X	
<i>Cladonia pyxidata</i> ssp. chlorophaea (Sommerf.) V. Wirth		X		
<i>Cladonia pyxidata</i> ssp. pyxidata		X	X	

Art	Rote Liste BRD	Management-Flächen	Prozessschutz-Flächen	Alter Wald
<i>Cladonia squamosa</i> (Scop.) Hoffm. var. <i>squamosa</i>		X	X	X
<i>Cladonia squamosa</i> var. <i>subsquamosa</i> (Nyl. ex Leighton) Vainio		X		
<i>Cladonia sulphurina</i> (Michaux) Fr.	3		X	X
<i>Cyphelium inquinans</i> (Sm.) Trevisan	2		X	
<i>Cyphelium karelicum</i> (Vainio) Räsänen	1			X
<i>Dimerella lutea</i> (Dickson) Trevisan	1			X
<i>Dimerella pineti</i> (Ach.) Vezda		X	X	X
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.			X	X
<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	3	X	X	X
<i>Gyalecta flotowii</i> Körber	1		X	
<i>Gyalecta ulmi</i> (Sw.) Zahlbr.	1		X	
<i>Hypocnomyce scalaris</i> (Ach. ex Lilj.) Choisy		X	X	
<i>Hypogymnia austerodes</i> (Nyl.) Räsänen			X	
<i>Hypogymnia bitteri</i> (Lynge) Ahti			X	
<i>Hypogymnia farinacea</i> Zopf	3	X	X	X
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.		X	X	X
<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaerer) Hav.		X	X	X
<i>Hypogymnia vittata</i> (Ach.) Parr.	3		X	
<i>Icmadophila ericetorum</i> (L.) Zahlbr.	2	X	X	
<i>Imshaugia aleurites</i> (Ach.) S.F.Meyer	3	X	X	
<i>Lecanactis abietina</i> (Ach.) Körber	2		X	X
<i>Lecanora albella</i> (Pers.) Ach.	2		X	
<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malme	2	X	X	
<i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vainio	3	X	X	X
<i>Lecanora conizaeoides</i> Nyl. ex Cromb.		X	X	
<i>Lecanora expallens</i> Ach.		X	X	
<i>Lecanora intumescens</i> (Rebent.) Rabenh.	2		X	X
<i>Lecanora subintricata</i> (Nyl.) Th.Fr.			X	
<i>Lecanora symmicta</i> var. <i>symmicta</i>			X	
<i>Lecanora varia</i> (Hoffm.) Ach.	2		X	
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) Choisy	3		X	
<i>Lepraria incana</i> agg.		X	X	X
<i>Loxospora cismonica</i> (Beltram.) Haf.	2			X
<i>Loxospora elatina</i> (Ach.) Massal.			X	X
<i>Menegazzia terebrata</i> (Hoffm.) Massal.	2			X
<i>Micarea cinerea</i> (Schaerer) Hedl.	2			X
<i>Micarea denigrata</i> (Fr.) Hedl.			X	
<i>Micarea prasina</i> Fr.				X
<i>Microcalicium disseminatum</i> (Ach.) Vainio ¹	3			X
<i>Mycobilimbia sphaeroides</i> (Dickson)	1			X
<i>Mycoblastus fucatus</i> (Stirton) Zahlbr.		X		X
<i>Mycoblastus sanguinarius</i> (L.) Norman	3	X	X	X
<i>Mycocalicium subtile</i> (Pers.) Szat. ²	2	X	X	X
<i>Nephroma resupinatum</i> (L.) Ach.	2		X	
<i>Ochrolechia androgyna</i> (Hoffm.) Arnold	3	X	X	X
<i>Ochrolechia arborea</i> (Kreyer) Almborn	3			X
<i>Ochrolechia pallescens</i> (L.) Massal.	1		X	X

Art	Rote Liste BRD	Management-Flächen	Prozessschutz-Flächen	Alter Wald
<i>Ochrolechia turneri</i> (Sm.) Hasselr.	3		X	
<i>Opegrapha atra</i> Pers.	3	X	X	X
<i>Opegrapha varia</i> Pers. var. <i>varia</i>	2		X	
<i>Opegrapha vermicellifera</i> (Kunze) Laundon	3			X
<i>Opegrapha viridis</i> (Pers. ex Ach.) Behlen & Desberger	2		X	
<i>Parmelia acetabulum</i> (Necker) Duby	3			X
<i>Parmelia glabratula</i> (Lamy) Nyl.		X		X
<i>Parmelia glabratula</i> ssp. <i>fuliginosa</i> (Fr. ex Duby) Laundon		X		
<i>Parmelia glabratula</i> ssp. <i>glabratula</i>			X	X
<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.			X	X
<i>Parmelia subaurifera</i> Nyl.	2		X	
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor		X	X	X
<i>Parmelia tiliacea</i> (Hoffm.) Ach.	3		X	
<i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl.		X	X	X
<i>Parmeliopsis hyperopta</i> (Ach.) Arnold		X	X	X
<i>Peltigera horizontalis</i> (Hudson) Baumg.	3		X	
<i>Pertusaria albescens</i> (Hudson) Choisy & Werner	3	X	X	X
<i>Pertusaria amara</i> (Ach.) Nyl.	3	X	X	X
<i>Pertusaria hemisphaerica</i> (Flörke) Erichsen	2			X
<i>Pertusaria leioplaca</i> DC.	3			X
<i>Pertusaria pertusa</i> (Weigel) Tuck.			X	X
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg		X	X	
<i>Phlyctis argena</i> (Sprengel) Flotow		X	X	X
<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg	3			X
<i>Platismatia glauca</i> (L.) W.Culb. & C.Culb.		X	X	X
<i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf		X	X	X
<i>Pyrenula nitida</i> (Weigel) Ach.	2		X	X
<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	3		X	X
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	2			X
<i>Ramalina fraxinea</i> (L.) Ach.	2			X
<i>Ramalina pollinaria</i> (Westr.) Ach.	2		X	X
<i>Sclerophora peronella</i> (Ach.) Tibell	1			X
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenham.) Vezda			X	
<i>Sphinctrina anglica</i> Nyl. ¹	1			X
<i>Sphinctrina tubiformis</i> Massal. ¹	0			X
<i>Sphinctrina turbinata</i> (Pers.: Fr.) De Not. ¹	1		X	X
<i>Thelotrema lepadinum</i> (Ach.) Ach.	2			X
<i>Usnea filipendula</i> Stirton	2	X	X	X
<i>Usnea florida</i> (L.) Weber ex Wigg.	1		X	X
<i>Usnea hirta</i> (L.) Weber ex Wigg.	3	X	X	
<i>Usnea subfloridana</i> Stirton	2		X	X
<i>Vulpicida pinastri</i> (Scop.) J.-E.Mattson & Lai	3	X	X	
<i>Xylographa parallela</i> (Ach.) Behlen & Desberger	3		X	