

ENTWURF EINER RICHTLINIE ZUR UMSETZUNG ÖKOLOGISCH-NATURSCHUTZFACHLICHER ZIELE IM ÖFFENTLICHEN WALD

von Georg Möller

Inhalt

1. Ausgangslage	4
Das Mosaik-Zyklus-Konzept.....	4
2. Ziele und Massnahmen	6
2.1 Naturnäheprinzip als Schutz evolutiver Prozesse	6
2.2 Schutz der walotypischen Stoffkreisläufe, Boden- und Reservenbildung.....	8
Intensivnutzung, z.B. Hackschnitzelgewinnung.....	8
2.3 Übertragung der Sukzessionsphänomene in die forstliche Praxis.....	8
Eigenschaften eines effektiven Biotopnetzes.....	9
2.4 Erhalt und Berücksichtigung standörtlicher Besonderheiten bzw. des geologisch-biologisch bedingten Mosaiks der Vegetationsstruktur.	9
2.4 Erhalt einer breiten genetischen und morphologischen Diversität der Waldbäume.	9
2.5 Umsetzung der FFH-Richtlinie bzw. der Biodiversitätskonvention.	10
Rahmenvorschlag für ein gestaffeltes Schutzsystem von Wald- und Holzbiotopen.....	11
2.6 Priorität der Naturverjüngung.	13
2.7 Standortheimische Gehölzarten.	13
2.7.1 Standort- und florenfremde Gehölze wie z.B. Roteiche, Robinie, Douglasie, Küstentanne, Fichte.....	14
2.8 Vorrang der Selbstdifferenzierung gegenüber herkömmlichen Massnahmen der Bestandes- und Vorratspflege.....	15
2.9 Erhalt einer breiten genetischen und morphologischen Diversität der Waldbäume.	16
2.10 Erhöhung des Alt- und Totholzanteils.	16
2.11 Förderung von Alt- und Totholz an Gewässern.	18
2.12 Ausweisung repräsentativer Referenzflächen auf mindestens 10% der Waldfläche.	18
2.13 Einschränkung bzw. Einstellung der Nutzung in Naturschutzgebieten.....	19
2.14 Regeneration anthropogen stark zurückgedrängter Waldgesellschaften..	19
2.15 Wiederentwicklung bzw. Reaktivierung von Hutewäldern bzw. der Waldweide.	19
2.16 Förderung bestandsschonender Arbeitsmethoden.	20
2.17 Förderung waldästhetischer Aspekte bzw. des Erlebniswertes.	20

2.18	Kontinuierliche Erfolgskontrolle der angewandten Konzepte.	20
2.19	Schulungsprogramme	20
3.	Einführung in das Thema holzbewohnende (Pilz-) Flora und Fauna.....	20
3.1	Die Funktionen holzbewohnender und holzabbauender Organismen im Naturhaushalt.	21
3.1.1	Holzbewohner als Komponenten der natürlichen Walddynamik.	21
3.1.2	Pilze als Schlüsselfaktoren des Holzabbaus.	22
3.1.3	Holzinsekten als Pilzvektoren und Wegbereiter der Pilze.	22
3.1.4	Arthropoden als Kofaktoren des chemischen Holzabbaus, als Teilhaber an chemischen Umsatzprozessen und der Bodenbildung.	23
3.1.5	Holzabbauende Pilze als tragende Elemente der Bodenbildung.	23
3.1.6	Holzabbauende Pilze als Zwischenstationen in den Nährstoffkreisläufen....	23
3.1.7	Totholz als Nährstoffvorrat.	24
3.1.8	Totholz als Regulator des Nährstoffumsatzes.	25
3.1.9	Totholz als Regulator des bodennahen Mikroklimas.	25
3.1.10	Totholz als Erosionsschutz.	25
3.1.11	Totholz als Verjüngungsschutz.	25
3.1.12	Totholz als Aufwuchshilfe.	26
3.1.13	Totholz als Regulativ und Lebensraum in (Fließ-) Gewässern.	26
3.2	Die Struktur- und Substratbindung der Holzbewohner: Lebensraum Alt- und Totholz - Vielfalt der Kleinbiotope.	26
3.2.1	Regional- und Lokalklima.	27
3.2.2	Mikroklimatische Gradienten, Einfluß der Exposition und des Holzvolumens.	27
3.2.2.1	Stehendes Stammholz.	27
3.2.2.2	Kronenraum.	28
3.2.2.3	Liegendes Holz.	28
3.2.2.4	Auswirkung des Volumens auf die Besiedlung.	29
3.2.2.5	Auswirkung des Volumens auf den Temperatur- und Feuchtigkeitsgang.	29
3.2.2.6	Das Kronenholz.	29
3.2.3	Chemische Faktoren.	30
3.2.3.1	Frischholzbewohner.	30
3.2.3.2	Bewohner der Saftflüsse, der Schleimflüsse und der saftenden Rinden..	32
3.2.3.4	Vielfalt der Entwicklungslinien.	33

3.2.4 Holzinsekten und Holzpilze - ein Netz von Abhängigkeiten.	33
3.2.4.1 Fruchtkörper.	34
3.2.4.2 Myzelabhängige Arten.	35
3.2.4.3 Abbausukzession und ökologische Nachhaltigkeit.	35
3.2.5 Die Bedeutung lebender, anbrüchige Bäume.	36
3.2.6 Baumhöhlen - der Bezug zwischen Insektenfauna, höhlenbrütenden Vögeln und Säugetieren.	37
3.2.6.1 Entwicklungssukzession.	39
3.2.6.2 Baumruinen.	40
3.2.7 Tiernester.	41
3.2.7.1 Die Gastfauna holzbewohnender Ameisen.	41
3.2.7.2 Solitäre Bienen und Grabwespen als Holzbrüter.	41
3.2.7.3 Hornissen- und Bienennester.	42
3.2.7.4 Organische Substanz hinter Rinden und im Trockenholz.	42
3.2.8 Carnivore, parasitoide und parasitische Holzinsekten.	43
3.2.9 Überwinterer und andere Strukturnutzer.	43
4. Die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH) der Europäischen Union.	44
5. Die prioritär zu entwickelnden Alt- und Totholzlebensräume (Schlüssellebensräume).	45
5.1 Höhlenbäume.	45
5.2 Teilweise abgestorbene Bäume mit Ersatzkronenbildung.	45
5.3 Zunderschwamm-Buchen.	45
5.4 Eichen mit Schwefelporling.	45
5.5 Sonstige pilzbesiedelte Bäume.	46
5.6 Seltenheiten der mitteleuropäischen Pilzflora.	49
Literatur:	50
Tabelle 1.....	60

ENTWURF EINER RICHTLINIE ZUR UMSETZUNG ÖKOLOGISCH- NATURSCHUTZFACHLICHER ZIELE IM ÖFFENTLICHEN WALD

von Georg Möller

Georg Möller: Waldökologie

1. Ausgangslage

Die Hauptverbreitungsgebiete der sommergrünen Laubwälder (Silvaea-Florenregion in Europa, Nordamerika, Ostasien) wurden früh in der Geschichte intensiv besiedelt mit dem Ergebnis, daß heute nur noch Bruchteile der ehemals landschaftsprägenden Naturwälder erhalten sind. Der weitgehende Verlust ursprünglicher Waldlebensräume in Mitteleuropa steht der häufig problematisierten Zerstörung tropischer Regenwälder kaum nach: Die anthropogene Übernutzung und Rodung dauert erdgeschichtlich gesehen erst kurze Zeit (rund 3000-4000 Jahre) an, wobei der Intensitätsgrad des Struktur- und Funktionsverlustes direkt mit dem Bevölkerungswachstum, dem Grad der kulturellen Entwicklung bzw. dem Grad der Industrialisierung korreliert (vgl. z.B. SPEIGHT 1990). Der Mensch übernahm das Nutzungsmonopol an einer gewaltigen Biomasse, die zuvor über Jahrtausende hinweg im Zeichen evolutiver Differenzierungsprozesse stand: Tausende von Organismen hatten sich auf die Verwertung der die Naturwälder strukturell prägenden, stehenden und liegenden Alt- und Tothölzer spezialisiert.

Das Mosaik-Zyklus-Konzept

Wälder sind komplexe Wirkungsgefüge vernetzter Stoffkreisläufe. Die Eigendynamik von Laub- und Mischwäldern der gemäßigten Breiten wird durch das erweiterte Mosaik-Zyklus-Konzept beschrieben:

- Der Naturwald zeichnet sich durch ein auf großer Fläche oszillierendes, vorwiegend kleinräumiges Biotopmosaik aus, in dem sich Verjüngungs-, Dickungs-, Schluß-, Plenter- und Zerfallsstadien unterscheiden lassen. Die Vielfalt und Dauerhaftigkeit unregelmäßig verteilter Störstellen und Entwicklungsphasen hängt von der Wuchsdynamik der beteiligten Gehölzarten, von individuellen Alterungsprozessen an Bäumen, vom Frassdruck verschiedener Herbivoren, von reliefbedingten bzw. kleinstandörtlichen Besonderheiten, vom Wasserhaushalt sowie von eher kleinflächig wirksamen Ereignissen wie lokalen Erdbewegungen, Windwürfen, Schnee- und Eisbruch ab. Das Muster teilweise ineinanderfließender Störungsflächen führt zu einem hohen Anteil innerer Grenzlinien und damit zu einer Vielfalt mikroklimatisch differenzierter Expositionen.
- Das regional und lokal wirksame, durch biotische und abiotische Standortfaktoren modifizierte Biotopmosaik wird durch mehr oder weniger regelmäßig auftretende Störereignisse überlagert, die zu mehr oder weniger großflächigen Sukzessionsflächen führen. Die Entstehung ausgedehnter Lücken geht in unserem Breiten hauptsächlich auf Windwirkung zurück (Stürme der Westwetterlagen und Gewitterstürme). Die Auwald-dynamik im Bereich der Wildflusslandschaften ist kein zentrales Thema dieser Ab-handlung.

Die durchschnittliche Größe der Störflächen schwankt in Abhängigkeit von ihrer Genese und den jeweiligen Standortverhältnissen zwischen 30 und 10.000 m²; Sturmwurf-flächen können viele Hektar umfassen.

- Die Stabilität des Gesamtsystems drückt sich in der relativen Konstanz der dynamischen Amplitude aus, die die Bandbreite des Wechsels der Biotoptypen und der Entwicklungsstadien bestimmt. Für die waldtypische Biodiversität sind einerseits Störungsflächen (Wind-, Schnee- und Eisbruch, Feuer) und andererseits Zerfallsstadien von besonderer Bedeutung, weil in diesen Phasen ein Maximum des Substrat- und Strukturangebotes durchschritten wird. Wichtige Schlüsselprozesse der stofflichen Wiederverwertung wer-

den z.B. von der holzabbauenden Pilzflora und der überaus artenreichen Arthropodenfauna wahrgenommen.

(vgl. z.B. BÖHMER et al. 1998, JEDICKE 1999, KORPEL 1995, KNAPP & JESCHKE 1991, KOOP 1989, LEIBUNDGUT 1982, REMMERT 1988, RUNKLE 1985, SCHERZINGER 1991, SCHERZINGER 1996, STURM 1993, STÖCKER in JENSEN & HOFMANN 1997, SCHMIDT 1998, ZUKRIGL 1991).

Natur und Forstwirtschaft verfolgen im Wald gegensätzliche Strategien:

- Die Natur tendiert zum Aufbau möglichst grosser Mengen an Biomasse bei hohem Eigenverbrauch.
- Die Forstwirtschaft strebt nach einer mengen- und qualitätsorientierten Optimierung des Zuwachses an nutzbarem Holz.

Die Auswirkungen bisheriger Nutzungskonzepte auf den Wald sind in Tabelle 1 vergleichend aufgeführt.

Forstliche Massnahmen wie die Entnahme von Holzsubstrat aus der Natur oder die Steuerung der Strukturentwicklung bedeuten Eingriffe in ökosystemare Schlüsselprozesse, die die Lebens- und Entwicklungsmöglichkeiten spezialisierter Organismen zwangsläufig beeinträchtigen.

Die Bundesregierung hat sich 1992 anlässlich des Umweltgipfels von Rio de Janeiro einer Konvention zum Schutz der biologischen Vielfalt angeschlossen, aus der der Forstwirtschaft schutzorientierte Handlungsschwerpunkte erwachsen (vgl. "Das Parlament" Nr. 31-32 vom 24./31.7.1992, S.19). Die für die Nutzung der europäischen Wälder zuständigen Minister haben 1993 in Helsinki vier entsprechende Resolutionen verabschiedet. Ein zentrales Anliegen ist eine Erweiterung des Nachhaltigkeitsbegriffes über den Bezugspunkt der Holzmenge hinaus:

Nachhaltigkeit bedeutet in Zukunft eine Verwaltung und Nutzung der Wälder "in einer Weise, welche die biologische Vielfalt, die Produktivität, die Regenerationsfähigkeit, die Vitalität und die Fähigkeit erhält, jetzt und in der Zukunft bedeutsame ökologische, öko-nomische und soziale Funktionen in lokalem, nationalem und globalem Maßstab zu erfüllen, und anderen Ökosystemen nicht schadet" (vgl. "FAZ" Nr. 202 vom 1.9.1993, S. N1).

Die Priorität des Schutzes ökologischer Prozesse in der Forstwirtschaft findet sich ferner im Gründungsauftrag der Arbeitsgemeinschaft naturgemässe Waldwirtschaft (ANW) von 1950 und in einem Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes aus dem Jahre 1990 (? 1988):

Die ANW vertritt eine Grundauffassung der Holzproduktion, die in erster Linie biologisch und erst in zweiter Linie technisch orientiert ist.

Waldbesitzer und Forstleute wollen WIRTSCHAFT UNTER DAUERNDER BEOBACHTUNG DER NATURBEDINGTHEIT DES WALDGESCHEHENS und unter VORBEDINGTER WAHRUNG DER BIOLOGISCHEN NACHHALTIGKEIT betreiben.

Bundesverfassungsgericht - Urteil zum öffentlichen Wald, 31.5.1990: Akte IIB VR-14-36-87

Die staatliche Forstwirtschaft fördert im Gegensatz zur Landwirtschaftspolitik weniger die Betriebe und die Absetzbarkeit ihrer Produkte, als vielmehr die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes.

Möglichkeiten zur Gestaltung einer multifunktionalen Forstwirtschaft unter Zusammenführung der Schutz-, Regelungs-, Sozial- und Nutzfunktionen werden heute zunehmend diskutiert und umgesetzt, wobei die Grundsätze der ANW eine gute Grundlage darstellen;

Aus interdisziplinärer Sicht ergibt sich in wesentlichen Details allerdings ein erheblicher Interpretations- und Verbesserungsbedarf. Fachübergreifende Beiträge zur Weiterentwicklung des Konzeptes der naturgemässen Waldwirtschaft liefern z.B. SCHERZINGER (1997) (Kritische Formulierung einer Zieldiskussion zum Naturschutz im Wald) und STURM (1993) (Prozeßschutz - ein Konzept für naturschutzgerechte Waldwirtschaft).

Die Klärung strittiger Fragen des Waldnaturschutzes, des Ökosystemschutzes und die Ableitung des konkreten Anpassungsbedarfs in Bezug auf die forstliche Praxis ist mittlerweile Gegenstand einer Vielzahl von Publikationen. Die bisher präziseste Zusammenfassung der Grundlagen bzw. der resultierenden Empfehlungen an die Forstwirtschaft findet man im Konzept der "Naturnahen Waldnutzung in Mitteleuropa", das 1994 im Auftrag von Greenpeace Deutschland durch KNUT STURM erstellt wurde. Der interdisziplinäre Ansatz dieses Konzeptes hat einen experimentell offenen Charakter. D.h., durch Begleitstudien z.B. auf unbehandelten Referenzflächen wird die Tauglichkeit des Nutzungskonzeptes in Bezug auf die Ziele Ökonomie, Ökosystemschutz und Förderung der walddtypischen Biodiversität kontinuierlich überprüft.

2. Ziele und Massnahmen

Oberstes umwelt- und forstpolitisches Ziel aller auf den Wald bezogenen Schutzbemühungen muss eine drastische Absenkung der anthropogenen Immissionsbelastung sein. Denn der Schadstoffeintrag beeinträchtigt alle ökosystemaren Schlüsselprozesse vom Stoffhaushalt über die Photosynthese bis zur Bodenbildung (Beispiele für die reichhaltige Literatur: GOBOLD & HÜTTERMANN 1994, TOMLINSON 1990, ZÖTTL & HÜTTL 1991). Die Inhalte der Luftreinhaltungspolitik sind jedoch nicht Schwerpunkt dieser Richtlinie; Sie müssen an anderer Stelle behandelt werden.

In Mitteleuropa lag der Schwerpunkt des Naturschutzes lange Zeit im Erhalt historischer Kulturbiotope, die durch die wachsende Intensivierung und Rationalisierung der Landnutzung bedroht sind. Beispiele sind Wiesen und Hutewälder, die als labile Sukzessionsstadien ohne Pflegeeingriffe bzw. die Wiedereinsetzung oder Aufrechterhaltung der alten Nutzungsformen verschwinden würden. Der aus dem Naturdenkmalschutz entstandene, konservierende Ansatz ist in Bezug auf Waldökosysteme nur bedingt zielführend.

2.1 Naturnäheprinzip als Schutz evolutiver Prozesse:

Die walddtypische Biodiversität verdankt ihre Entstehung einer evolutiven Eigendynamik und Autarkie; Zu ihrem Schutz ist in erster Linie die Wiedereinsetzung jener sich selbst regulierenden (also biokybernetischen) Prozesse der Selbstdifferenzierung und Selbstorganisation notwendig, deren selektive Wechselwirkungen Grundlage des heutigen Artenbestandes und seiner genetischen Vielfalt sind. Daher muss eine nachhaltige Waldbewirtschaftung in erster Linie die evolutive und funktionale Eigenständigkeit des Waldökosystems sicherstellen. Ein Oberziel, das dem Ansatz des integrativen Prozeßschutzes bzw. der Forderung nach Naturschutz auf der ganzen Fläche entspricht und sich als glaubwürdiges europäisches Vorbild für den möglichst schonenden Umgang mit den biologischen Ressourcen nicht nur der tropischen Regenwälder eignet. Die Holznutzung ist im Sinne einer vorbedingten Wahrung der biologischen Nachhaltigkeit als nachrangiges Ziel mit einem Höchstmass an Vorsicht und so extensiv wie möglich zu gestalten. Die Umsetzung des Naturnäheprinzips erfordert eine Neuorientierung der Prioritäten, die über Forstwirtschaft und konservierenden Naturschutz hinaus alle Formen der Landnutzung

betrifft: Nicht Gestaltung und Management sollten im Vordergrund stehen, sondern die Fähigkeit zum Verzicht, zur Beobachtung, zur abwartenden Zurücknahme und die Bereitschaft, dem anvertrauten Lebensraum großzügige Freiheiten einzuräumen. Das Naturnäheprinzip schließt klassische Formen des Naturschutzes als Erhalt der Kulturlandschaft nicht aus, besonders wenn sie mit unverträglichen und wirtschaftlich tragfähigen Formen einer extensiven Urproduktion kombinierbar sind (Beispiel: Hutewälder).

- Wissenschaftlich begleitete Annäherung der Wirtschaftsbestände an das Erscheinungsbild und an die Funktionsweise der Naturwälder – vom Kulturwald zum Naturwald durch konsequente Weiterentwicklung der biologischen Automation des Produktionsprozesses:
- Integration der Bewirtschaftung in die Langfristigkeit und die Spontaneität der waldtypischen Entwicklungsprozesse (vgl. z.B. ZUKRIGL 1991).
- Sorgfältige Abwägung von Eingriffen auf naturwissenschaftlich-ökologischer Grundlage: Nicht die Unterlassung eines Eingriffes ist zu rechtfertigen, sondern der Eingriff an sich.
- Konsequente Minimierung bzw. Einschränkung von Massnahmen, die im Naturwald keine Entsprechung haben: „Den Wald so nutzen, dass er möglichst wenig davon spürt“ unter kritischer Überprüfung aller konventionellen Nutzungs- und Steuerungsstrategien:

- Kahlschlag bzw. Altersklassenwirtschaft; Ganzbaummethoden.

Kahlschlag führt zu dramatisch negativen Veränderungen des Artenbestandes, des Mikroklimas, des Wasser- und des Stoffhaushaltes; Ähnliches gilt für Ganzbaummethoden. Kahlschlag und Altersklassenwirtschaft provozieren kostenintensive bzw. umweltgefährdende Massnahmen wie Pflanzaktivität, die Anwendung von Pestiziden und Herbiziden, die Anwendung von Düngemitteln, intensive Bodenbearbeitung bzw. Bodenbearbeitung mit Eingriffen in den Mineralboden.

- Eingriffsintensive Kulturwälder.

Das intensive Arbeiten nach dem Auslesebaum-Prinzip mit der Vorgabe, pro Flächeneinheit möglichst schnell möglichst viel wertvolles Starkholz zu erzielen (z.B. „naturgemässe Waldwirtschaft“, Konzept der Mittelwaldwirtschaft), steht im Widerspruch zur naturwaldtypischen Differenzierung; Denn sie führt u.a. zu einer strukturellen Verarmung und zu einer Homogenisierung der Bestände.

- Eingriffsintensive Steuerungskonzepte.

Dies gilt ebenso für intensivere Eingriffe in die Entwicklung von Sukzessionsflächen, den Aushieb sogenannter Vorwüchse bzw. Protzen, für Läuterungs- bzw. Säuberungshiebe; Für intensivere Formen der Jungwuchspflege, für die künstliche Stammzahlreduktion, die Standraumregulierung, die Kronenpflege und die Mischungsregulierung; Für die Auflösung und Reduktion von Biogruppen; Für sogenannte Sammel- und Entrümpelungshiebe; Für die Eliminierung bestimmter Wuchsformen (z.B. Drehwuchs, Grobastigkeit, Zwieselbildung).

2.2 Schutz der waldtypischen Stoffkreisläufe, Boden- und Reservenbildung

Die Inhaltsstoffe des Holzes sind Teil eines hochkomplexen Systems von Nährstoffkreisläufen, bodenbildenden Prozessen bzw. der Neubildung von Dauerhumus. Dabei sind neben

den mineralischen Bestandteilen (wie Calcium, Magnesium und Kalium) besonders phenolische Verbindungen des Holzgerüsts und diverse Substanzen biologischen Ursprungs von Bedeutung (z.B. von Holzpilzen synthetisierte Vitamine, Steroide, Eiweisse). Ein kontinuierlicher Holzaustrag auf hohem Niveau beeinträchtigt sowohl den pflanzenverfügbaren Nährstoffvorrat, als auch das walddtypische, evolutionsgeschichtlich begründete Verwertungs- und Synthesesystem des Waldes; Die nutzungsbedingten Verluste sind erheblich und auch nicht durch künstliche Substitution wie z.B. Düngung ersetzbar.

Daher bedarf es einer drastischen Erhöhung des Anteils der ungenutzten Biomasse; Einer Anhebung der Holzvorräte auf ein potentiell naturwaldtypisches Niveau; Eines verbesserten Immissionsschutzes; Eines Verbots der Anwendung von Pestiziden und Herbiziden. Im Katastrophenfall ist die Anwendung biologischer Bekämpfungsmethoden nur ausnahmsweise zulässig. Kein Einsatz von Düngemitteln; Abwägung der Kompensationskalkung. Keine intensive Bodenbearbeitung bzw. Bodenbearbeitung mit Eingriff in den Mineralboden. Entrindung von Stammholz vor dem Abtransport aus dem Wald.

Intensivnutzung, z.B. Hackschnitzelgewinnung

Im Zuge der an sich begrüßenswerten Förderung nachwachsender Rohstoffe gewinnt Holz als von der Kohlendioxidbilanz her gesehen günstiges Brennmaterial zunehmend an Bedeutung. Dies darf wegen der Schlüsselstellung des Holzsubstrates und seiner Inhaltsstoffe für die Leistungsfähigkeit der Waldökosysteme und vor dem Hintergrund der immissionsbedingten Basenverluste jedoch keinesfalls zu einer Neuauflage einer intensiven Brennholzgewinnung und den damit einhergehenden, mit der Streunutzung durchaus vergleichbaren Aushagerungseffekten führen. Gerade das schwächere, in konventionellen Forstbetrieben unnötigerweise in grossen Mengen anfallende Durchforstungsholz und die Kronen enthalten wegen ihres hohen Rindenanteils erhebliche Mengen an essentiellen Nährstoffen. Die Nutzung als Brennstoff ist im Sinne der Nachhaltigkeit höchstens als Übergangslösung im Zuge der beschleunigten Umwandlung von Monokulturen in standortangepasste Bestände oder in Verbindung mit einer Quotierung (z.B.: 50% des Kronen- bzw. Durchforstungsmaterials verbleibt an Ort und Stelle) vertretbar.

Brennmaterial für die Holzfeuerung sollte schwerpunktmässig aus anderen Quellen erschlossen werden. Um einige zu nennen: Restholz der Holzverarbeitenden Betriebe, Material aus der Grünflächenpflege, Pflege der Ränder von Verkehrswegen, Pflegemassnahmen in Naturschutzgebieten klassischen Typs (Entkusselung, Niederwald).

2.3 Übertragung der Sukzessionsphänomene in die forstliche Praxis.

Wenn man in forstlich genutzten Beständen einen repräsentativen Teil der Reliktarten alter Wälder halten bzw. wieder ansiedeln möchte, so muß man ihnen ein Maximum an Einzel Lebensräumen anbieten. Im Wirtschaftswald erfordert dieses Ziel eine konsequente Zurücknahme der Eingriffs- und Nutzungsintensität zugunsten des zufallsbedingten, walddtypischen Struktur- und Flächenmosaiks.

In Bezug auf das Thema Alt- und Tothholzlebensräume wird der in diesem Sinne anzustrebende Strukturzusammenhang in folgenden Stichpunkten beschrieben:

Eigenschaften eines effektiven Biotopnetzes

- Ein flächendeckendes Netz aus anbrüchigen und abgestorbenen Hölzern ist mit einer höchstmöglichen räumlichen Dichte anzustreben.

(Anbrüchige Bäume: Lebende Stämme mit beginnender Alterungssukzession z.B. in Form von Höhlen, Astausrissen, Teilkronenbrüchen, Blitzrinnen).

- Die Entwicklung einer Biotoptradition ist in Anlehnung an den Nachhaltigkeitsbegriff durch ein dauerndes Nebeneinander der verschiedenen Strukturkomponenten und Lebensraumtypen in Raum und Zeit zu sichern.
- Das kontinuierliche räumliche Nebeneinander von zeitlich versetzten Phasen der pilzvermittelten Abbau- und Organismensukzession ist zu gewährleisten. Dies erfordert einen ständigen Nachschub an frischem Holz bzw. neuer Bäume der verschiedensten Dimensionen in die naturwaldtypischen Entwicklungsprozesse der Alt- und Totholzlebensräume.
- Wesentliche Lebensraumtypen des Alt- und Totholzes sind von einem hohen Stammvolumen und damit vom Alter der Bäume abhängig (Beispiel: Grosshöhlen). Daher ist das Durchschnittsalter der Bestände auf ein naturwaldtypisches Niveau anzuheben; Ein repräsentativer Teil der Baumdividuen ist über ihre physiologische Leistungsgrenze hinaus den natürlichen Alterungsprozessen zu überlassen.

2.4 Erhalt und Berücksichtigung standörtlicher Besonderheiten bzw. des geologisch-biologisch bedingten Mosaiks der Vegetationsstruktur

In den für unsere Breiten typischen Laub- und Laubmischwäldern dominieren einerseits durch den lokalen Zusammenbruch von Altbäumen kleinflächige Biotopmosaiken (vgl. z.B. RUNKLE 1985). Andererseits befindet sich das Saarland in einer Region mit ausgeprägten Westwetterlagen: Die damit verbundenen Stürme führen regelmässig zu ausgedehnten Windwurf- und Schneeflächen. Durch die räumliche Trennung der nur teilweise ineinanderfließenden Verjüngungsareale wird der Genaustausch behindert bzw. stark eingeschränkt. Daher kann sich im Zuge der zeitlich versetzten Verjüngungsprozesse eine Vielzahl relativ eigenständiger Baumkollektive mit charakteristischer Genstruktur herausbilden, die die Diversität des Gesamtbestandes auf einem hohen Niveau halten. Kleinflächige Nutzungsstrategien und der Verzicht auf die Aufpflanzung von Störungsflächen (sei es Immissionsschäden, Schnee-, Wind- und Eisbruch, Insekten- und Pilzeinwirkung) fördern über das Prinzip der Naturverjüngung den Heterozygotiegrad der Bestände und damit ihre Anpassungsfähigkeit an natürliche und anthropogene Veränderungen der Standortbedingungen.

Störstellen und Sonderstandorte verschiedener Art und Ausdehnung sind elementare Voraussetzungen für die Etablierung und Aufrechterhaltung der waldtypischen Artenvielfalt. Im Falle der Rotbuche fallen z.B. bestimmte Insekten- und Pilzarten auf, die auf bodennah feuchter exponierte, im Tagesverlauf lange besonnte und damit einer hohen Wärmetönung ausgesetzte Hölzer angewiesen sind. Die entsprechenden Standortvoraussetzungen findet man am ehesten auf grösseren Windwurf- und Zusammenbruchflächen oder an steileren Hängen, wo Neigung und Rutschungseffekte die Entstehung ausgedehnter Lücken begünstigen. Daher darf eine naturgemäss ausgerichtete Waldwirtschaft nicht auf einen schnellen Dichtschluss bzw. eine intensive Nutzung derartiger Mosaik- bzw. Störstellen hinarbeiten.

- Weitreichende Duldung von Störstellen und Störereignissen;
Kein über die extensive Starkholzernte hinausgehendes Beräumen von Störstellen wie Kalamitätsflächen, Windwürfen, Schnee- und Eisbruchflächen bzw. keine Pflanzaktivität vor Ablauf einer Frist von mindestens 10 Jahren.
- Keine ertragssteigernden oder beschleunigenden Aktivitäten auf schwächeren bzw. extrazonalen Standorten.

Nutzungsverzicht oder besonders extensive Nutzung auf Sonderstandorten (viele § 25-Biotope, Blockfluren, Felsformationen, skelettreiche Rücken, Steillagen, sonstige durch starke Schwankungen des Mikroklimas bzw. des Wasserhaushaltes ausgezeichnete Standorte, Schluchtwälder, Quellhorizonte, Moore, Ufergehölze, Bruchwälder); Erhalt von Wurzeltellern.

Meliorationsmassnahmen sind so weit wie möglich rückgängig zu machen. Fallweise ist zu entscheiden, ob die entsprechenden Anlagen bzw. Gräben nicht mehr unterhalten oder gezielt zurückgebaut werden.

- An Standorten mit Vorkommen hochgefährdeter Waldarten von überregionaler Bedeutung sind Fördermassnahmen nach individueller Abwägung möglich (z.B. keine bestandsgefährdende Nutzungsänderung), wenn ein Erhalt im Rahmen der normalen Waldbewirtschaftung unsicher erscheint bzw. wegen des unzureichenden Kenntnisstandes über die Einnischung der Art in den dynamischen Waldlebensraum zur Zeit nicht mit ausreichender Sicherheit zu gewährleisten ist.

2.5 Umsetzung der FFH-Richtlinie bzw. der Biodiversitätskonvention

Die Forstwirtschaft ist als zulässige Form der Landnutzung so zu gestalten, dass der Erhalt einer natürlichen, d.h. sich selbst tragenden und walddispersen Biodiversität gesichert ist.

- Förderung von Waldgesellschaften der FFH-Anhangliste I (Natürliche Lebensräume von gemeinschaftlichem Interesse, für die besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen).
- Förderung des Lebensraumangebots der Waldarten der FFH-Anhangliste II (Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, für die besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen).

Die Absicht der FFH-Richtlinie ist die rechtliche Zusammenführung von Arten- und Biotopschutz im gesamteuropäischen Rahmen. Bestimmte natürliche Lebensraumtypen und bestimmte Arten sind angesichts der Bedrohung, der sie ausgesetzt sind, als prioritär eingestuft, damit Maßnahmen zu ihrer Erhaltung zügig durchgeführt werden können (Richtlinie 92/43/ EWG des Rates).

An sich zulässige Maßnahmen können Auswirkungen auf europaweit zu schützende Arten zur Folge haben. Daher sind die Mitgliedsstaaten aufgefordert, im Rahmen eines Überwachungssystems diejenigen weiteren Untersuchungs- und Erhaltungsmaßnahmen einzuleiten, die erforderlich sind, um sicherzustellen, daß der unbeabsichtigte Fang oder das unbeabsichtigte Töten keine signifikant negativen Auswirkungen auf die betreffenden Arten haben; Dies betrifft die Fortpflanzungs- u. Ruhestätten sowie einzelne Individuen.

In Bezug auf die Forstwirtschaft besteht zweifellos ein Komplex von Einwirkungen, der über konkrete Maßnahmen die Überlebensfähigkeit der FFH-Arten und Biotope beeinflusst. Das Ziel einer Waldökologierichtlinie ist daher auch, Hinweise zur Gestaltung der notwendigen Kompromisse zu geben.

Zur Umsetzung der FFH-Richtlinie sind folgende Schritte durchzuführen:

- Ganzflächige Waldbiotopkartierung unter besonderer Berücksichtigung der Biotoptypenliste (Anhang I der FFH-Richtlinie).
- Ganzflächige Erfassung der Vorkommen der Einzelarten der Anhangliste II der FFH-Richtlinie.

- Anpassung der forstlichen Planung bzw. der Forsteinrichtung an die aus der Kartierung resultierenden Schutz- und Entwicklungsziele.
- Aufbau eines gestaffelten Schutzgebietssystems als Komponenten eines Biotopverbunds bzw. zur Biotopvernetzung:

Rahmenvorschlag für ein gestaffeltes Schutzsystem von Wald- und Holzbiotopen

Zur Realisierung eines wirklich tragfähigen Konzeptes zum Schutz der Waldökosysteme sind über die Einführung und Fortentwicklung der "Naturgemäßen" Waldwirtschaft hinaus ergänzende Maßnahmen erforderlich, die im folgenden skizziert werden.

Waldreservate bzw. Waldnationalparke

Wenn die Reliktf fauna und Flora der ehemaligen Urwälder Mitteleuropas ihrer überaus angespannten Gefährdungssituation entsprechend wieder angemessen gefördert werden soll, müssen über flächendeckende Extensivierungsmassnahmen im Wirtschaftswald und die Einrichtung von Naturwaldzellen hinaus auch Waldreservate und Nationalparke von etlichen Quadratkilometern Größe eingerichtet werden, in denen die Strukturentwicklung unter Ausschluß des konkurrierenden Forstmanagements allein durch das Wuchsverhalten der Bäume und die jeweiligen Umweltbedingungen bestimmt wird. Eine Mindestbasis von 5% der derzeit mit Wald bestandenen Fläche Deutschlands ist anzustreben.

Grosse Waldschutzgebiete und Waldnationalparke von etlichen Quadratkilometern Ausdehnung dienen folgenden Zielen:

- **Forschung.**
Schaffung langfristiger Forschungsmöglichkeiten zur dynamischen Waldentwicklung unter Ausschluss des konkurrierenden Forstmanagements (grossflächige Struktur- und Vegetationsentwicklung, Wechselwirkungen von Flora und Fauna, mittel- und langfristige Auswirkungen klimatischer Veränderungen sowie der Immissionsbelastung auf die Entwicklung des gesamten Waldökosystems).
- **Wildnisgebiete**
Sicherung grosser Flächen zur Gewährleistung des Ablaufs raumabhängiger Evolutionsprozesse.
- **Umweltdidaktik**
Erlebnis- und Anschauungsräume für die Bevölkerung zur Vermittlung der Funktionsweise und Ästhetik ursprünglicher Natur als Alternative zur durch vielfältige Nutzungen veränderten und umgeformten Kulturlandschaft.
- **Schutzziele**
Sicherung ausreichender Flächen für Tierpopulationen mit grossem Raumbedarf.

Flächenwahl

- Primär geeignet sind Waldreservate, die zumindest als Entwicklungskerne von Beginn der Unterschutzstellung an naturnahe, strukturreiche Altbestände mit typischem Arteninventar aufweisen.
- In der mittelfristigen Perspektive muß ein System von Waldreservaten die in Deutschland vertretenen Waldgesellschaften abdecken.
- Ähnliche Waldgesellschaften wie die buchendominierten Bestände zeigen durch das Regionalklima und das regionale Relief bedingte Unterschiede des Artenbestands.
Daher ist aus faunistischer Sicht Buchenwald nicht gleich Buchenwald. Autochthone

Buchenvorkommen im subkontinentalen Süden Brandenburgs beherbergen also andere Holzinsektenarten, als solche im atlantisch beeinflussten Saarkohlenwald.
Die Notwendigkeit der Ausweisung separater Reservate liegt auf der Hand.

Es ist durchaus sinnvoll, auch naturfern zusammengesetzte, jüngere Wirtschaftsförster in Regionen mit für das jeweilige Schutzziel geeigneten klimatischen und edaphischen Bedingungen aus der Nutzung zu nehmen und durch Einbringen geeigneter Baumarten eine langfristige Gehölzartensukzession in Richtung der gewünschten Waldgesellschaft(en) einzuleiten. Viele von Kiefernmonokulturen geprägte Teile Mecklenburgs eignen sich beispielsweise für diesen Entwicklungsansatz. Als Initialflächen können unter anderem Waldbrandareale der ungesteuerten, sukzessiven Besiedlung durch angepaßte Pionierarten wie Birken, Zitterpappeln, Kiefern u.a. überlassen werden (vgl. AMMAN 1977, WILDE 1986, MÖLLER 1992a).

Flächengröße

In einem Waldreservat soll das zeitliche und räumliche Nebeneinander der im Mosaik-Zyklus-Konzept grob umrissenen Entwicklungsphasen ununterbrochen gewährleistet sein. Der Raumbedarf für die Entfaltung einer pulsierenden Dynamik zwischen Verjüngung und Zusammenbruch einschließlich der Revieransprüche typischer Bewohner (auch Großsäugern wie Wisent, Elch u.ä.) ist bei den einzelnen Waldtypen bzw. Schutzzielen verschieden. Mit Größenordnungen von 10 bis 1000 km² ist zu rechnen, da viele Tiere vom Nebeneinander verschiedener Landschaftstypen wie Wäldern und Feuchtgebieten abhängig sind.

Naturwald- und Altholzzellen, Waldnaturschutzgebiete, Referenzflächen

Ein möglichst dichtes Netz von Naturwaldzellen bzw. Referenzflächen und/oder von Waldnaturschutzgebieten in repräsentativen Pflanzenformationen sollte die zweite Ebene des flächenübergreifenden Entwicklungskonzeptes für Alt- und Totholzlebensräume bilden.

Naturwaldzellen, Waldnaturschutzgebiete und Referenzflächen sind im Interesse der Schutz- und Forschungsziele selbstverständlich gänzlich von der konventionellen Holznutzung zu befreien.

Vom Grundsatz des Nutzungsverzichts unberührt bleiben spezielle Pflegeaufgaben etwa bei erhaltenswerten Kulturformen wie Hutewäldern, bei der Beseitigung von ausbreitungsstarken Neophyten oder bei der Freistellung durch Gehölzsukzession gefährdeter, waldbegleitender Offenlandbiotope.

Flächenwahl

Für einen erfolgreichen Waldnaturschutz von größter Bedeutung sind alte Waldstandorte, deren geschichtlicher Werdegang nicht durch Übernutzung oder gar Rodung unterbrochen wurde. Solche Flächen sind in Deutschland nur sehr verstreut vorhanden und zeichnen sich sowohl aus floristischer, als auch aus zoologischer Sicht durch eine auffallende Konzentration anspruchsvoller Waldarten aus. Die Regeneration einmal devastierter Waldgebiete nimmt lange Zeiträume von mehreren Jahrhunderten in Anspruch. Als Ausbreitungskerne für die Wiederbesiedlung von im forstlichen Bereich neu aufgebauten, naturnahen Beständen sind diese Reliktwälder also unersetzlich und müssen kompromißlos geschützt werden.

Im Saarland umfasst das Spektrum der altbaumreichen Reliktflächen extrazonale Sonderstandorte wie Blockfluren und skelettreiche Rücken, Schluchtwälder, Hutewaldreste, Mittel-

waldreste, alte Parkanlagen sowie Waldungen, die sich wie der Saarkohlenwald durch höhere Anteile alten Baumbestandes auszeichnen.

Flächengröße

Flächen unter 100 Hektar sind wegen des Risikos längerer Ausfälle hinsichtlich des Angebotes bestimmter Biotopstrukturen bedingt durch die natürliche Dynamik von Wachstum und Zusammenbruch abzulehnen. Gewisse Ausnahmen finden sich in reliefreichen Lagen, wo die geologischen Bedingungen auf engem Raum eine überdurchschnittliche Spreitung des kleinstandörtlichen Mosaiks ermöglichen (Beispiel: Der kaum 20 Hektar grosse "Urwald von Taben"). Da viele Altholzreste meist kleiner sind, sind jüngere Nachbargehölze mit einzubeziehen. Dadurch ist das Nebeneinander verschiedener Entwicklungsphasen (Zusammenbruch, Altholz, reifer Bestand, Verjüngunginseln) eher zu gewährleisten.

2.6 Priorität der Naturverjüngung

Pflanzmassnahmen und Saat finden aus genetischen und wirtschaftlichen Gründen nur als Übergangslösungen statt zur Unterstützung der Umwandlung naturferner Forsten in dynamisch-standortangepasste Bestände standortheimischer Arten.

Die Keimung eines Samens und die Etablierung des Jungbaumes wird von einer Vielzahl kleinstandörtlicher Faktoren (wie z.B. Feuchte- und Temperaturgang, Bodenstruktur, Lichtverhältnisse) bestimmt, die im Zuge der künstlichen Pflanzung kaum berücksichtigt bzw. übergangen werden. Verschultes Pflanzmaterial weist neben den Kosten eine Reihe von Schwächen und Risiken auf, die bei der Naturverjüngung von vorneherein ausgeschlossen sind.

2.7 Standortheimische Gehölzarten.

Wahl bzw. Übernahme jener heimischen Gehölzarten, die dem jeweiligen Entwicklungszustand bzw. Verjüngungspotential des Standortes im Sinne einer dynamischen potentiell natürlichen Vegetation (PNV) am ehesten entsprechen.

Die heute in Deutschland vorhandenen Waldböden verändern sich aus einer Reihe von Gründen kontinuierlich und zum Teil irreversibel:

Immissionsbelastung

Insbesondere die Säuredeposition führt über die Auflösung von Ton-Humus-Komplexen bzw. von Tonmineralien zu einer laufenden Abnahme der Puffer- und Nährstoffkapazität. Durch depositionsbedingte Einflüsse werden die Remineralisationsraten sowie die Art und Richtung der bodenbildenden Prozesse in negativer Weise beeinflusst.

Durch den Abbau komplexer Tonmineralien und durch direkten Eintrag gelangen Schwermetall-Ionen in die Stoffkreisläufe. Die negativsten Auswirkungen sind Schädigungen der Transportvorgänge besonders in Wurzelzellen sowie der für zahlreiche Waldbäume lebenswichtigen Mykorrhiza.

Humusneubildung

Durch die Kulturgeschichte sind viele Waldstandorte Deutschlands stark ausgehagert (Streunutzung, intensivster Holzaustrag, Überweidung). Durch natürliche Sukzessions-

prozesse findet eine allmähliche, allerdings von der Immissionsbelastung überlagerte Bodenbildung statt, die zu einer Anreicherung der Stoffvorräte bzw. zu Verbesserung der Humusformen und Wuchsbedingungen führt.

Gewollte und ungewollte, kaum steuerbare oder nur durch tiefgreifende politische Weichenstellungen beeinflussbare Veränderungen der edaphischen Bedingungen legen die Empfehlung nahe, dem Wald die Gehölzartenwahl möglichst selbst zu überlassen. Denn die aktuellen Keimungs- und Standortbedingungen bestimmen, welche Arten die vielversprechendste Vitalitätsprognose haben. Im Rahmen solcher dynamischen Verschiebungen ist beispielsweise zu erwarten, dass Baumarten mit immissionsempfindlicher Ektomykorrhiza (wie die heimischen Eichen) durch Arten mit geringerer Abhängigkeit von Pilzsymbionten (wie den Ahorn-Arten) mehr oder weniger ersetzt werden.

2.7.1 Standort- und florenfremde Gehölze wie z.B. Roteiche, Robinie, Douglasie, Küstentanne, Fichte

Die Neophytendiskussion hat nicht nur im Rahmen von stadtoökologisch orientierten Ansätzen der Forschung bzw. von Pflegekonzepten in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung und an Konfliktstoff gewonnen. Ausgangspunkt kontroverser Diskussionen ist u.a. die Tatsache, daß viele Insekten- und Pilzarten eng an die biochemische Charakteristik entweder einer einzigen Gehölzart oder einer Gruppe von Baum- und/oder Straucharten gebunden sind.

Diese enge Bindung ist das Ergebnis eines seit Jahrtausenden andauernden Evolutionsprozesses. Die autotrophen Pflanzen sind einem dauernden Nutzungsdruck durch eine Vielzahl heterotropher Konsumenten wie laubfressender Insekten oder holzabbauender Pilze ausgesetzt. Dieser Nutzungsdruck wird u.a. durch die kontinuierliche Selektion neuer Pflanzeninhaltsstoffe beantwortet, die im Rahmen übergeordneter ökosystemarer Zusammenhänge ein Gleichgewicht zwischen Pflanze und Konsument ermöglicht. Der ständige Prozeß wechselseitiger Neuanpassungen liefert uns das in vielfacher Variation und Abstufung zu beobachtende Phänomen enger Abhängigkeiten von Wirten und Konsumenten. Der Bockkäfer *Saperda perforata* z.B. entwickelt sich ausschließlich im Bast von *Populus*-Arten; der Birkenporling *Piptoporus betulinus* ist ausschließlich an *Betula*-Arten zu finden.

Führt man nun absichtlich oder zufällig konkurrenzstarke Neophyten in Lebensgemeinschaften ein, die sich zuvor nie mit diesen Arten auseinandergesetzt hatten, kann es zur Verdrängung vieler als Nahrungsgrundlage hochspezialisierter Organismen unentbehrlicher Pflanzensippen kommen. Die interkontinentale Verbreitung von Nutz- und Zierpflanzen birgt darüber hinaus ein hohes Risiko der Verschleppung endophytischer Pilze und Bakterien, die oft verheerend auf nicht auf sie eingestellte Arten bzw. Biozönosen wirken. Beispiele sind der aus Ostasien nach Europa und Nordamerika eingeschleppte Ulmenbläuepilz *Ceratocystis ulmi* oder *Cryphonectria parasitica*, ein ostasiatischer Pilz, der die wirtschaftlich wichtigste nordamerikanische Kastanienart *Castanea dentata* bis an den Rand der Bedeutungslosigkeit dezimiert hat.

Aus evolutionsbiologischer Sicht noch wichtiger ist die Zerstörung des eigenständigen Entwicklungsweges der Tier- und Pflanzenwelt Mitteleuropas, der durch klassische Isolationsmechanismen in Laufe der Erdgeschichte der Region (Kontinentaldrift, Gebirgsbildung, Eiszeiten) eingeleitet wurde. Der intensive Austausch von Pflanzgut zwischen den Kontinenten birgt entgegen anderslautender Behauptungen (z.B. Ausgleich eiszeitlicher Artenverluste) die akute Gefahr einer übergreifenden genetischen Nivellierung bzw. des Verlustes an Artenvielfalt weltweit. Interessanterweise werden die einmaligen Inselfloren und Faunen z.B.

von Galapagos und Hawaii als hoher Wert anerkannt und mit aufwendigen Maßnahmen gegen floren- und faunenfremde Invasoren verteidigt (vgl. STONE et al. 1993). Warum sollte für Mitteleuropa ein anderer Maßstab gelten?

Im forstlichen Bereich besteht die Erwartung, daß durch die Anreicherung der mitteleuropäischen Bestände mit Neophyten die Widerstandskraft der Kulturwälder gegen Immissionsbelastungen und klimatische Veränderungen gestärkt würde. Jedoch, viele der Hoffnungsträger unter den Baumarten aus Übersee zeigen in ihrer Heimat die aus europäischen Wäldern bekannten immissionsbedingten Schadsymptome.

Der Einfluß der Neophyten auf das Bodenpilzspektrum und auf die waldtypischen Prozesse der Bodenbildung ist mit Sicherheit nicht unerheblich, wenn man z.B. bedenkt, daß zahlreiche Mykorrhizapilze eng an bestimmte Gehölzarten bzw. Gehölzartengruppen gebunden sind.

Jede Baumart ist in ihrem angestammten Lebensraum in ein vielfältiges Netz aus Phytophagen, Xylophagen und abbauenden Pilzen, eingebunden, die ihrerseits wieder die Grundlage für komplexe Nahrungsgefüge darstellen. Diese Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Arten haben sich innerhalb eines lokal vorhandenen Ökosystems in evolutionsgeschichtlichen Zeiträumen herausgebildet, so daß die spezifische Fauna und Pilzflora nun Anpassungen an die speziellen biochemischen und morphologischen Eigenschaften jeder Baumart besitzen, wie beispielsweise der Gehalt an Gerbstoffen oder die Rindenstruktur. Erst diese Anpassungen machen eine Besiedelung der jeweiligen Totholzstrukturen möglich, sodaß insbesondere xylophage und phloeophage Primärbesiedler Neophyten kaum nutzen können, da das Holz in den frühen Besiedlungsphasen noch nicht durch die Tätigkeit von Pilzen in seiner Beschaffenheit verändert wurde.

Da im Anschluß an eine Pilzbesiedlung in der Alterungs- und Zerfallsphase auch die meisten exotischen Baumarten ein begrenzt aufgefächertes Artenpotential aufweisen, können Windwürfe oder Brandholz im Rahmen einer erstrebenswerten Eigendynamik an Ort und Stelle belassen werden (vgl. u.a. GLAUCHE 1991, MÖLLER 1998).

2.8 Vorrang der Selbstdifferenzierung gegenüber herkömmlichen Massnahmen der Bestandes- und Vorratspflege.

Im Wirtschaftswald findet die Selektion im Rahmen der Durchforstung, der Vornutzung, der Vorratspflege oder gar der Jungwuchsläuterung überwiegend anhand morphologischer Kriterien wie z.B. der Stamm- und Kronenformen bzw. als „Ordnungsmassnahme“ z.B. in Form der Standraumregulierung statt.

Im Naturwald hingegen wirkt eine Vielzahl von Selektionsfaktoren, die mit forstlichen Auslesekriterien wenig gemeinsam haben: Das Überleben eines Baumindividuums hängt von seiner Fähigkeit ab, sich in der innerartlichen und zwischenartlichen Konkurrenz gegen seine Nachbarn durchzusetzen; Die Konkurrenzbedingungen werden einerseits vom Standort und der Flächenausdehnung der jeweiligen Verjüngungsfläche selbst bestimmt; Andererseits unterliegen sie innerhalb eines Baumkollektivs kontinuierlichen und diskontinuierlichen Verschiebungen, die auf Veränderungen z.B. des Licht- und Nährstoffangebots im dynamischen Verlauf des Aufwachsens zurückgehen.

Die Komplexität der lokal differenzierten und durch die Wuchsdynamik zeitlich variablen, biotischen und abiotischen Selektionsfaktoren kann durch den Menschen nicht nachvollzogen werden. Zur Sicherung eines möglichst breiten Genpools und aus wirtschaftlichen Gründen sind selektive, an morphologischen Kriterien orientierte Eingriffe wenn überhaupt frühestens im weitgehend ausdifferenzierten Bestand, also im Zielstärkenbereich, akzeptable

bel. Manipulationen am Einzelstamm und am Bestand, die sich an technischen und modischen Vorgaben der Holzverarbeiter bzw. des Holzmarktes orientieren, sind zu vermeiden.

Ein prägnantes Beispiel ist der Rotkern der Buche: Massnahmen zur Vermeidung seiner Entstehung erfordern naturferne, tiefgreifende und kostenintensive Veränderungen der walddtypischen Wuchsdynamik und Struktur. Rotkernige Buchen sind ein hochwertiges natürliches Produkt des Waldes und als solches durch geeignete Mittel (wie offensive Werbung bzw. Verbraucherinformation) am Markt zu etablieren.

Damit ist nicht gesagt, dass stabilisierende Steuerungsmassnahmen in jedem Falle abzulehnen sind. Monokulturen können z.B. im gleitenden Verlauf einer Übergangsphase zu naturnah strukturierten und zusammengesetzten Beständen vorsichtig und unter Beachtung der aus den Referenzflächen gewonnenen Erkenntnisse gemanagt werden.

2.9 Erhalt einer breiten genetischen und morphologischen Diversität der Waldbäume.

Die Reaktionsfähigkeit bzw. innere Widerstandskraft der Wälder z.B. gegen Immissionsbelastungen und klimatische Einflüsse hängt nicht zuletzt von der Breite der im Selektions- und Anpassungsprozess stehenden Varianz der Genotypen ab (Heterozygotiegrad).

Daher sind verschiedene Wuchsformen und lokale Provenienzen bewusst zu dulden bzw. zu fördern.

Selektive bzw. homogenisierende Massnahmen sind strikt zu vermeiden. Ein prägnantes Beispiel eines aus genetischer Sicht negativen Eingriffs ist der Aushieb sogenannter Protzen. Naturverjüngung mit homogener Altersstruktur differenziert sich nicht einheitlich, sondern mindestens zweischichtig (vgl. z.B. VEBLEN 1985). Denn neben kleinstandörtlichen Unterschieden in den Wuchsbedingungen manifestieren sich genetische Unterschiede, die unter anderem in Wuchsvorteilen einzelner Individuen oder kleiner Kollektive sichtbar werden. Im Naturwald haben die im forstlichen Sinne negativ bewerteten „Vorwüchse“ einen massgeblichen Anteil am reifen Bestand, können ihn teilweise sogar dominieren und sind daher für die Vererbung bestimmter Genotypen von grosser Bedeutung.

2.10 Erhöhung des Alt- und Totholzanteils

Die Gewährleistung des raumzeitlichen Nebeneinanders naturnaher Alterungsprozesse ist für eine erfolgreiche Biodiversitätssicherung im Wald unabdingbare Voraussetzung; Wegen der Schlüsselstellung allmählich alternder Bäume und deren Biomasse für die Leistungsfähigkeit der Natur- und Wirtschaftswälder muss der Anteil der einer natürlichen Entwicklung zu überlassenden, lebenden und abgestorbenen Stämme bzw. Hölzer stark erhöht werden.

Es ist zur Zeit noch nicht möglich, einen Minimalwert festzulegen, der das Ziel einer Integration der Naturwaldbewohner in die Kulturlandschaft absichert. Die Festlegung von Orientierungswerten wie die Untergrenze von 10% des Vorrates im Starkholzbereich ist zwar pragmatisch. Es ist jedoch fraglich, ob solche Festlegungen das breite Spektrum der sehr individuell verlaufenden Biotopbaumentwicklung z.B. in Bezug auf die Art der Pilzbesiedlung und die Höhlenbildung in ausreichendem Masse abdecken. In Buchenurwäldern der Westkarpaten schwankt der Totholzanteil in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium zwischen 50 und nahezu 300 Festmetern pro Hektar (KORPEL 1995, S. 141). In diesen Zahlen sind lebende Bäume, die schon Totholzlebensräume wie Höhen oder verpilzte Areale aufweisen, noch nicht einmal enthalten ! Selbst wenn man für Wirtschaftswälder „nur“ einen Mittelwert anstrebt, wird klar, dass das Ziel der Biodiversitätssicherung ohne konsequenten Nutzungsverzicht nicht zu erreichen ist. Zur Begrenzung der betriebswirtschaftlichen Auswirkungen wird eine aus naturschutzfachlicher Sicht optimale und selektive Auswahl des potentiellen Biotopholzes bzw. der Biotopbäume um so wichtiger.

- Anhebung der Zielstärkenbereiche nach Standorten differenziert in Richtung der physiologischen Leistungsgrenzen der jeweiligen Gehölzarten.

Durch die konsequentere Erhöhung der Zielstärkenbereiche wird nicht nur die Ausgangslage für die Entwicklung starkholzgebundener Lebensräume (wie der Grosshöhlen) erheblich verbessert. Mit zunehmendem Durchschnittsvolumen der Stämme steigen sowohl der Erlebniswert, als auch das wirtschaftliche Potential des Waldes.

- Mindestens 10% des erntereifen, stehenden Vorrates wird ungenutzt als Biotopholz belassen:

Sicherung des Aufbaus hoher Stammvolumina an der physiologischen Leistungsgrenze der jeweiligen Gehölzarten und Sicherung der vielfältigen, langfristig ablaufenden Alterungs- und Abbauprozesse am lebenden und später am toten Baum.

- Systematischer Erhalt eines differenzierten Spektrums an Totholzstrukturen der verschiedensten Expositionen und Genese unter starker Einschränkung der Industrie- und Brennholzgewinnung.
- Belassen repräsentativer Mengen an Stark- und Astholz auf Störflächen (Windwurf, Schnee- und Eisbruch, Kalamitätsflächen, immissionsbedingte Vitalitätsverluste, Feuer) in seiner ursprünglichen vertikalen und horizontalen Struktur (also unzersägt).

Alle Erscheinungsformen des Alt- und Totholzes sind aus funktionaler Sicht gleichrangige Bestandteile der Waldökosysteme.

In Bezug auf die Integration wichtiger, auch im gesamteuropäischen Rahmen verbindlich festgelegter Schutzziele in die Bewirtschaftung ist die Erstellung eines nach Prioritäten gestaffelten Kataloges als Grundlage eines Biotopverbunds jedoch sinnvoll:

1. Höhlenbäume
 - 1.1 Grosshöhlenbäume (Untergrenze um 0,8 bis 1 Meter BHD),
 - 1.2 sonstige Höhlenbäume (ab 0,30 m aufwärts),
2. Holz im Prozess der pilzvermittelten Abbausukzession
 - 2.1 Stehend verpilztes Starkholz (ab 0,4 m BHD aufwärts),
 - 2.2 Liegend verpilztes Starkholz,
 - 2.3 Stehend verpilztes mittleres Baumholz (0,25 bis 0,4 Meter BHD),
 - 2.4 Liegend verpilztes Baumholz,
 - 2.5 Zusammenhängende Kronen (Zielstärkenbereich),
 - 2.6 Stehendes und liegendes Schwachholz.

In kaum einem anderen Bereich des praktischen Waldnaturschutzes sind die Kenntnisse über die quantitative Mindestausstattung mit Lebensräumen so gering, wie im Falle der holzbewohnenden Organismen. Im Bereich der Pflanzensoziologie liegen detaillierte Beschreibungen der standörtlich bedingten Waldgesellschaften einschliesslich der zu ihrem Schutz erforderlichen Konzepte vor. Bei den holzbewohnenden Arthropoden und Pilzen existieren zwar zum Teil umfassende Informationen zur Ökologie vieler Arten. Die Lücken in Bezug auf die Autökologie eines Teils des Artenbestandes und hinsichtlich des konkreten Umfangs der erforderlichen Schutzmassnahmen sind im Vergleich zum botanischen Artenschutz jedoch ungleich größer. Zur Absicherung des Erfolges in Bezug auf die Förderung gefährdeter Reliktarten der ehemaligen Urwälder und zur Optimierung des Nutzungsverzichts muss die unbestrittenermassen notwendige Erhöhung des Biotopholzanteils durch eine verbesserte Dokumentation und eine intensivere Forschung begleitet werden. Folgende

Themen sind im Zuge einer systematischen Entwicklung neuer Alt- und Totholzlebensräume zu bearbeiten:

- Schulung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Bezug auf das Erkennen und Bewerten aus der Sicht des Artenschutzes potentiell wertvoller Biotopbäume und Totholzstrukturen.
- Flächendeckende Inventarisierung des Biotopholzbestandes zumindest im Stärkenklassenbereich ab 40 cm Durchmesser in Form von Datenbanken als Arbeitsgrundlage.
- Datenbankmässige Dokumentation der Entwicklung des Artenbestandes der holzbewohnenden Pilze, insbesondere der aus dendroentomologischer Sicht wichtigen Schlüsselarten der Insektenbesiedlung in Abhängigkeit von der Zahl der verfügbaren Biotopbäume bzw. der Menge des Biotopholzes.
- Datenbankmässige Dokumentation der Entwicklung und Differenzierung des Höhlenangebots in Abhängigkeit von der Zahl der verfügbaren Biotopbäume.
- Datenbankmässige Dokumentation der Entwicklung des Bestandes an Leit- und Zielarten der holzbewohnenden Fauna in Abhängigkeit von der Zahl der verfügbaren Biotopbäume bzw. der Menge des Biotopholzes.

2.11 Förderung von Alt- und Totholz an Gewässern.

Besonders in Fließgewässern erfüllt Totholz im Zusammenspiel mit der gestalterischen Aktivität des Bibers elementare ökologische Funktionen als Lebensraum und als Steuerungskomponente einer dynamisch-abwechslungsreichen Ausformung der Bett- und Uferbereiche. Im Rahmen der Renaturierung von Fließgewässern ist dieser Tatsache durch die Duldung natürlicher Alterungsprozesse im begleitenden Gehölzbestand und durch das Belassen entwurzelter und teilentwurzelter Stämme sowie des Bruch- und Schwemmholzes Rechnung zu tragen.

2.12 Ausweisung repräsentativer Referenzflächen auf etwa 10% der Waldfläche

Referenzflächen sollen sowohl die standörtliche Vielfalt, als auch die verschiedenen Forst- bzw. Waldgesellschaften eines Betriebes möglichst repräsentativ abdecken.

- Zur Absicherung der Schutzziele:
Trittstein- und Vernetzungssystem zur Unterstützung ausbreitungsschwacher, nur noch relikitär bzw. lokal verbreiteter Waldbewohner; Zur vorbeugenden Kompensation eventueller Defizite, die selbst ein extensiv geführter, naturnaher Wirtschaftswald in Bezug auf die Ausstattung mit urwaldtypischen Lebensräumen und Strukturen aufweisen kann.
- Als dauerhafte Vergleichs- und Lernorte für den möglichst objektiven Vergleich zwischen Wirtschaftswald und potentiell Naturwald:
Zur Erforschung eigendynamischer Organisationsprozesse in sich selbst überlassenen Wirtschaftsflächen verschiedenen Typs (z.B. Monokulturen bzw. nach bestimmten Methoden klassisch durchforstete Bestände in gestaffelten Altersklassen).

2.13 Einschränkung bzw. Einstellung der Nutzung in Schutzgebieten

Naturschutzgebiete, Naturwaldzellen und Waldreservate sind in das Vernetzungssystem der Referenzflächen zu integrieren und dem Schutzziel entsprechend nicht mehr oder nur noch extensiv forstlich zu nutzen.

Ausnahmen: Mittel- und Niederwälder, die aus kulturhistorischen Gründen unter Sicherung eines repräsentativen Alt- und Totholzanteils in traditioneller Weise genutzt werden.

2.14 Regeneration anthropogen stark zurückgedrängter Waldgesellschaften

Die mitteleuropäischen Waldgesellschaften zeichnen sich durch eine ganze Reihe spezifischer Eigenschaften (wie Lokalklima, Mikroklima, Gehölzartenzusammensetzung) aus, die zu einer engen Bindung bestimmter Tier-, Pilz- und Pflanzenarten führten. Die Landnutzungsgeschichte bewirkte Ungleichgewichte in der Waldverteilung, da die fruchtbarsten der ursprünglichen Waldstandorte weitgehend unter den Pflug kamen und Schwemm- und Feuchtländer grossflächig melioriert wurden. Daher ist die Wiederentwicklung in der heutigen Kulturlandschaft schlecht repräsentierter Waldgesellschaften unter anderem auch durch die Umwidmung landwirtschaftlich genutzter Flächen (wie Ackerland, Weiden) systematisch zu betreiben.

Beispiele: Hart- und Weichholzaunen, Erlen-Eschenwald.

2.15 Wiederentwicklung bzw. Reaktivierung von Hutewäldern bzw. der Waldweide.

Wildlebende, teilweise herdenbildende Grossherbivoren wie Wisent, Ur, Elch und eventuell Wildpferd wurden einschliesslich potentieller Prädatoren wie Wolf und Bär in Deutschland schon früh in der Kulturgeschichte ausgerottet. Verblieben sind Reh, Rothirsch, sehr lokal der Luchs und als eingeführte Arten regional Damhirsch und Mufflon. Aus fachlicher Sicht besteht nicht der geringste Zweifel, dass das Zusammenspiel der verschiedenen Ernährungstypen vom Konzentratselektierer bis zum Rauhfutterfresser in Abhängigkeit vom Typ der besiedelten Wald- bzw. Pflanzengesellschaft im Sinne eines natürlichen Störfaktors einen mehr oder weniger bedeutenden Einfluss auf die Mosaikstruktur und die Artendiversität der Wälder hatte. Da die Pflanzenfresser im walddtypischen Störungsmosaik bedeutsame Gestaltungsfaktoren sind, ist ihre Wiederansiedlung im Zuge eines konsequenten Prozessschutzes anzustreben. In der heutigen Kulturlandschaft sind umfassende Auswilderungsprojekte jedoch aus vielerlei Gründen nur in wenigen Regionen umsetzbar.

In Form der Waldweide mit alten Haustierrassen existiert eine Reihe historischer Vorbilder, die als Abwandlungen der ehemaligen Waldbeeinflussung durch Herbivore betrachtet werden können. Hute- oder Weidewälder weisen wegen ihres Altbaumpotentials und der im parkähnlich offenen Bestand günstigen Wärmetönung neben diversen lichtbedürftigen Pflanzenarten überdurchschnittlich reiche Spektren gefährdeter Holzbewohner unter den Insekten und Pilzen auf. Daher bietet sich die Reaktivierung der Waldweide zur Ausnutzung von Synergie-Effekten geradezu an: Als tierschutzfreundliche Möglichkeit der Extensivtierhaltung und für den Artenschutz vorteilhafte Variante der Urproduktion ist die Hutung bzw. Waldweide in verschiedenen Varianten und Intensitäten zu fördern. Über robuste Haustierrassen wie das Heckrind hinaus sollten zu Forschungszwecken erst in historischer Zeit ausgerottete Grosspflanzenfresser wie das Wisent angemessen berücksichtigt werden. Die Projekte sind wissenschaftlich zu begleiten, damit bisher fehlendes Wissen z.B. über die ökologischen Auswirkungen des differenzierten Frassdrucks, die Handhabbarkeit der verschiedenen Arten und die ökonomischen Aspekte der Freilandhaltung gesammelt werden können (vgl. z.B. GERKEN & GÖRNER 1999).

2.16 Förderung bestandsschonender Arbeitsmethoden

Reaktivierung des Einsatzes von Rückepferden; Soweit es das Relief und die Schwere der Arbeitsaufgabe zulassen, Vermeidung des Einsatzes von Maschinen.

2.17 Förderung waldästhetischer Aspekte bzw. des Erlebniswertes

Naturnahe, alte, inhomogen und strukturreich aufgewachsene Wälder sind als Erholungsräume erheblich attraktiver, als schematisch durchforstete Bestände. Sie vermitteln der Bevölkerung aus umweltdidaktischer Sicht ein realerischeres Bild über die Funktionsweise eines unserer ursprünglichsten Ökosysteme, das in globalem Zusammenhang eine der Grundlagen von menschlicher Existenz an sich ist.

2.18 Kontinuierliche Erfolgskontrolle der angewandten Konzepte

Organisation einer fundierten, interdisziplinären, thematisch repräsentativen Forschung zur Überprüfung von Schutzziele und Strategien, zur verfeinerten Weiterentwicklung der Kompromisse zwischen Nutzung und Schutz.

Etablierung eines leistungsfähigen Kontrollings zur Dokumentation der betrieblichen Abläufe und zur Kontrolle der Wirtschaftsziele.

2.19 Schulungsprogramme

Intensive Schulung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in allen das Thema Waldökologie und Umweltdidaktik berührenden Bereichen.

3. Einführung in das Thema holzbewohnende (Pilz-) Flora und Fauna

Das für Wälder charakteristischste und hauptsächlich strukturbestimmende Element ist selbstverständlich das Holz. Die walddtypischste Fauna und auch Flora ist dementsprechend die daran gebundene, in die Tausende gehende Zahl der xylo-, xylomyceto- und saproxylobionten Insekten- und Pilzarten sowie anderer Lebewesen. Zudem finden sich in diesen ökologischen Gruppen viele von der Ausrottung bedrohte Spezies, die in Mitteleuropa entweder schon ausgestorben oder auf wenige historisch alte Waldstandorte und Urwaldreste zurückgedrängt sind; Als Beispiel für das Saarland sind als Hutewaldrest mit überdurchschnittlich altem und strukturreichem Baumbestand die Leitersweiler Buchen zu nennen. Dementsprechend muss eine Waldökologierichtlinie einen Schwerpunkt bei den Schutz- und Förderungsmassnahmen für die holzbewohnenden Organismen enthalten.

In ungestörten Wäldern erreichen viele Bäume ihre natürliche Altersgrenze. Ein beträchtlicher Teil der Baumindividuen baut während eines mehrere Jahrhunderte bis über 1000 Jahre andauernden Wachstums ein gewaltiges Holzvolumen auf. Die Rückführung dieses Holzkörpers in die Nährstoffkreisläufe beginnt schon am stehenden, lebenden Stamm, der über Blitzeinwirkung, Windbruch oder den Bruthöhlenbau des Schwarzspechtes von diversen Recyclingorganismen der Waldökosysteme besiedelt wird. Die Zahl der Habitatspezialisten in Holzlebensräumen ist sehr hoch: Rund 600 Großpilzarten und 1600 Käferarten gehören zur spezifischen Ausstattung der mitteleuropäischen Holzlebensgemeinschaften. Die Erklärung für diesen Artenreichtum liegt in der Evolutionsgeschichte: Im Laufe der seit über 300 Millionen Jahren andauernden Entwicklung der Waldökosysteme haben sich für jedes nur denkbare der darin anfallenden Substrate eigene Zuständigkeiten und Arbeitsteilungen bezüglich der Remineralisationsprozesse herausgebildet. Dieses komplizierte Gefüge wird erst seit relativ kurzer Zeit durch das menschliche Nutzungsmonopol durchbrochen.

3.1 Die Funktionen holzbewohnender und holzabbauender Organismen im Naturhaushalt.

3.1.1 Holzbewohner als Komponenten der natürlichen Walddynamik

Die gemeinsame Evolutionsgeschichte verbindet die Bewohner der Waldökosysteme zu unüberschaubar verschachtelten und vernetzten Abhängigkeits- und Beziehungsgefügen. Häufig ist von der "Stabilisierung" der Wälder besonders gegen "Katastrophen" wie Kalamitäten, Windwurf oder Brand die Rede. Aber wie "katastrophal" sind diese Ereignisse wirklich? Echte Wälder sind nur in einem relativen Sinne stabil, weil sie sich im Rahmen ihrer Wuchs- und Alterungsdynamik in einer mehr oder weniger breiten Sukzessionsamplitude bewegen; Ein dynamischer Gestaltungsspielraum, der seinerseits durch eine Vielzahl individueller Standortfaktoren begrenzt und sowohl durch spontane Störereignisse, als auch durch langfristige Entwicklungen überlagert wird. Als Beispiele für die Vielzahl der Faktoren seien folgende genannt: Regional- und Lokalklima, langfristige Klimaveränderungen, Standortveränderungen durch die anthropogene Immissionsbelastung, aussergewöhnliche Witterungsereignisse wie Trockenperioden und Orkane, Massenvermehrungen von Insekten und in neuerer Zeit die Einschleppung systemfremder Organismen aus anderen Kontinenten.

Die biologischen Urheber von Störereignissen wie Borkenkäfer oder Schwammspinner sind mithin nicht "schädlich". Auch sind sie nicht "nützlich" oder "indifferent", sondern genießen seit Jahrmillionen ein Existenzrecht und nutzen den Wald auf ihre Weise, ohne dessen Fortbestand bzw. Funktionstüchtigkeit z.B. als Regulator des Wasserhaushalts, als Bodenbildner und als Wirtschaftsraum zu gefährden.

Wie Untersuchungen in nordamerikanischen Urwäldern zeigen, werden viele Waldarten erst dann zu vordergründigen "Schädlingen", wenn sie aus ihrem angestammten, evolutionsgeschichtlich begründeten Zusammenhang herausgelöst in naturfernen, durch den Forstbetrieb oder durch den kulturgeschichtlichen Werdegang sehr veränderten Kunstsystemen ihrer gewohnten Funktion nachgehen (vgl. NORSE, S. 121-123, DICKMAN 1992). Der wurzelbürtige Pilz *Phellinus weirii* z.B. schafft im intakten, artenreichen Naturwald durch das allmählich fortschreitende, selektive Abtöten schnellwüchsiger, konkurrenzstarker Nadelholzarten viele Jahrhunderte lang von diesen Arten nicht oder kaum besiedelbare Lücken. Solche Inseln werden ebenso wie Brand-, Windwurf- und Kalamitätsflächen von krautigen Pflanzen, Stauden, Zwerg- und Großsträuchern sowie von langsamwüchsigen Baumarten als Etablierungsmöglichkeit dringend benötigt. Im naturfremden, artenarmen, gleichaltrigen System der Monokultur hingegen wirken Organismen wie *Phellinus weirii* verheerend: Weil ihnen der natürliche Widerstand des reich strukturierten Bestandes fehlt, können sie solche Pflanzungen in kurzer Zeit abtöten.

Gradationen gehören seit jeher zur Normalität in Natur- und Urwäldern. Die Freisetzung von Nährstoffen aus lebenden Pflanzen innerhalb der Vegetationsperiode durch die sommerliche Fraßtätigkeit auch der zu Massenvermehrungen neigenden Waldinsekten ist in naturnahen Wäldern als gewohnter Faktor in die Nährstoffzyklen, in die Reservenbildung der Waldbäume und in die Bodenbildung eingebunden. Sogar Kahlfraß wird in naturnahen Wäldern und Forsten in einer weiten Bandbreite toleriert. Nach Kahlfraß und flächigem Absterben kann sich eine reichhaltigere Bodenflora bzw. Verjüngung entfalten, die die Nährstoffe aus dem Raupenkot, den toten Insekten und dem Totholz aufnehmen und als Reserve im Nährstoffkreislauf halten kann. In den Folgejahren reagieren die überlebenden, sich erholenden Bäume wegen der verbesserten Nährstoffreserven der Böden oft mit kompensatorischen Wachstumsschüben (Vgl. SZUJECKI 1987, S.289 u. 295). Im Laufe einer gemeinsamen Evolutionsgeschichte haben die Bäume zudem Reparaturmechanismen entwickelt,

die ihnen zumindest den teilweisen Ersatz der durch Pflanzenfresser oder Spätfröste verlorenen Assimilationsorgane ermöglicht.

Holzinsekten und Holzpilze spielen zusammen mit laubfressenden Organismen und abiotischen Faktoren wie Stürmen und Feuern in der Strukturentwicklung forstlich unbeeinflusster Wälder eine bedeutende Rolle. Sie greifen in vielfältiger Weise in das von Konkurrenz um Licht und Nährstoffe geprägte Wuchsgeschehen der Baumbestände ein:

- Schwächere Bäume werden zu Fall gebracht. Ihre Biomasse und Nährstoffreserven werden aufbereitet und dem verbleibenden Bestand zur Verfügung gestellt.
- Bestimmte Baumarten bzw. Baumindividuen werden durch spezialisierte Pilze oder Borkenkäfer abgetötet. Dadurch entstehen Habitatsinseln und Sukzessionsflächen, in denen oft konkurrenzschwächere Arten Existenzmöglichkeiten finden.
- Feuer und Stürme werfen den Wald in seiner Aufbauarbeit zurück. Auf schnelle Besiedlung von Kahlfeldern spezialisierte Baumarten wie Birken, Weiden, Zitterpappeln und Kiefern stellen sich auf den Lichtungen ein. Sie leisten Pionierarbeit, da ihre Streu, ihr Totholz und ihre symbiontischen Wurzelpilze die Nährstoff- und Wasserkapazität des Bodens erhöhen.
So schaffen sie günstige Wuchsbedingungen für die eigene Konkurrenz in Form anspruchsvollerer Gehölze und werden von diesen im Rahmen langfristiger Entwicklungszyklen verdrängt.

Die Verzahnung der beschriebenen Gestaltungsfaktoren führt teilweise zu periodischen Abfolgen bestimmter Waldaspekte in mehrhundertjährigem Rhythmus. Die Gehölzartenzusammensetzung der Wälder ist das evolutionsgeschichtliche Ergebnis des Zusammenwirkens der oben erwähnten biotisch - abiotischen Störgrößen.

Die Vielzahl der biotischen und abiotischen Einflüsse wird lokal, regional und global durch die Auswirkungen der geologischen und klimatischen Standortfaktoren modifiziert, ergänzt und überlagert. Dadurch wird die Vielzahl der Kombinationsmöglichkeiten und damit der Waldbilder noch einmal erheblich erweitert.

3.1.2 Pilze als Schlüsselfaktoren des Holzabbaus

Pilze sind wegen ihrer besonderen Enzymausstattung Motoren des Recyclings Lignin- und Zellulosebestandteile enthaltender Biomasse in mitteleuropäischen Wald- und Forstökosystemen. Der Ausfall holzabbauender Pilze würde jene biochemische Abbau- und Synthesekette unterbrechen, die das "rotierende Kapital" der Wälder – die abgestorbene Biomasse - für lebende Pflanzen wieder verfügbar macht.

Angesichts der positiven Bedeutung "holzerstörender" Pilze im Funktionszusammenhang der Wälder sind die pathologisierenden Darstellungen vieler Fachpublikationen als veraltete Lehrmeinungen abzulehnen (vgl. z.B. KREISEL 1961, S.28 oder PLANK 1978, S.76).

3.1.3 Holzinsekten als Pilzvektoren und Wegbereiter der Pilze

Holzinsekten beschleunigen die Freisetzung gebundener Nährstoffe, indem sie bestimmte Pilze gezielt an absterbendes, für die jeweilige Pilzart biochemisch geeignetes Holz herantragen (vgl. z.B. RAYNER & BODDY 1988, S.140).

Das von Insekten genagte Gangsystem erleichtert Holzpilzen den Zutritt in tiefere Schichten der Stämme. Neben der mechanischen Zuarbeit spielt dabei auch die Verbesserung der Sauerstoffzufuhr im Inneren des Holzkörpers eine wichtige Rolle. Die Pilzgeflechte finden so

günstige Wachstumsbedingungen vor, sodaß sie ihrer Remineralisationsfunktion effektiver nachkommen können.

3.1.4 Arthropoden als Kofaktoren des chemischen Holzabbaus, als Teilhaber an chemischen Umsatzprozessen und der Bodenbildung

Die Oberfläche des Holzsubstrates wird durch die Nagetätigkeit der Insekten im Laufe ihrer oft mehrjährigen Entwicklung erheblich vergrößert. Die Folge sind zahlreiche neue Ansatzpunkte für enzymatische bzw. oxidative Ab- und Umbauprozesse (vgl. z.B. RAYNER & BODDY 1988, S.141).

Das von den Larven ausgeschiedene Nagemehl besteht aus chemisch und strukturell veränderten Holzbestandteilen, die ihrerseits in weiteren Reaktionsschritten Verwertung finden. Die locker-krümelige Struktur des Bohrmehls sowie die darin enthaltenen Zwischenprodukte aus dem Abbau der Holzgerüstsubstanzen Lignin und Zellulose beeinflussen die Bodenbildung positiv. Das Bohrmehl trägt zu einer aufgelockerten Struktur des Oberbodens bei. Die Zwischenprodukte des Holzabbaus fließen in chemische Reaktionen ein, die zur Bildung von Huminkomplexen führen (vgl. z.B. SZUJECKI 1987, S. 309 ff).

3.1.5 Holzabbauende Pilze als tragende Elemente der Bodenbildung

In engem Zusammenhang mit der Recyclingtätigkeit der holz- und streuabbauenden Pilze steht ihre Bedeutung für die Bodenbildung. Denn die enzymatische Spaltung der Strukturbestandteile von Holz und Streu (Zellulose, Lignin, Eiweißverbindungen) durch Pilze und andere Bodenorganismen führt zu reaktionsfähigen Zwischenprodukten, die sich zu kompliziert aufgebauten Huminstoffen verbinden. Huminstoffe und Tonbestandteile des mineralischen Untergrundes schließen sich zu den eigentlichen Trägern der Bodenfruchtbarkeit, den Ton-Humus-Komplexen, zusammen.

Ligninbestandteile sind an der Humus- bzw. Nährstoffanreicherung in Wäldern maßgeblich beteiligt. Hervorzuheben ist die Bildung von Ligno-Protein-Komplexen, die trotz ihres hohen Stickstoffgehalts eine Verwitterungsbeständigkeit von über 250 Jahren aufweisen (WARING & SCHLESINGER 1985, S. 192, nach CAMPBELL et al 1967).

Daher ist es über die Funktion als Lebensraum hinaus erforderlich, auch in Wirtschaftswäldern zur Sicherung der systemerhaltenden Abläufe möglichst hohe Anteile des Holzes ungenutzt im Bestand zu belassen.

3.1.6 Holzabbauende Pilze als Zwischenstationen in den Nährstoffkreisläufen

Die mit dem Streu- und Holzabbau vernetzten Pilze der Waldstreu sind nicht nur von bodenbildender Bedeutung. Eine Reihe von Arten geht mit den Wurzeln der Waldbäume eine Symbiose in Form der sogenannten Ektomykorrhiza ein. Das Pilzgeflecht umspinnt die Enden der Feinwurzeln und betreibt einen lebhaften Stoffaustausch mit dem Wirtsbaum. Der Pilz führt dem Baum Wasser und z.T. aus dem Holzabbau stammende Nährstoffe wie Phosphat zu und erhält im Gegenzug Photosyntheseprodukte wie z.B. Zucker und Proteine. Die Verbindung mit dem Geflecht der Bodenpilze ist sozusagen der heiße Draht der Bäume zur Nährstofffabrik und zum Wasserspeicher Boden. Ohne die vermittelnden Pilze sind die meisten Waldbäume gar nicht in der Lage, lebenswichtige Nährstoffe wie Phosphat in ausreichender Menge aus dem Untergrund aufzunehmen (vgl. z.B. HATTINGH et al. 1973 in ALLEN 1992, S. 303). Das Pilzmyzel kann sogar eine unterirdische Verbindung z.B. zwischen dem Jungwuchs und Altbäumen herstellen, die die Abgabe von lebensnotwendi-

gen Substanzen vom vitalen Mutterstamm an den im Bestandesschatten auf die Entstehung eines Lichtschachtes wartenden Jungbaum ermöglicht.

Die Mykorrhiza bedeutet etwa eine Verdreißigfachung der vom Baum selbst gebildeten Wurzeloberfläche. Die immissionsbedingte Bodenversauerung und der Schwermetalleintrag führen zur Schädigung der Pilzsymbiose. Die Waldbäume verlieren dadurch lebenswichtige externe Resorptionsorgane bzw. den innigen Kontakt zum Waldboden. Die vom Mykorrhizapilz um die Wurzelspitzen gebildeten Hauben aus dichtem Myzelgeflecht schützen vor dem Eindringen bzw. dem Zugriff opportunistischer Bodenorganismen. Der Verlust dieses Schutzes bewirkt einen verstärkten Wurzelabbau und ein erleichtertes Eindringen holzabbauender Arten wie z.B. des Hallimasch. Die Folgen sind anfangs eine erhöhte Empfindlichkeit gegen Streßfaktoren wie Wassermangel und gegen auswaschungs- bzw. nutzungsbedingten Nährstoffmangel. Im weiteren Verlauf ergeben sich gravierende Vitalitätsverluste bis zum Absterben des Baumes. Das vermehrte Auftreten sekundärer Arten wie des Zweipunkt-Eichenprachtkäfers *Agrilus biguttatus* sind in diesem Zusammenhang Nebensymptome der weitreichenden immissionsbedingten Gesamtschädigung (vgl. DERBSCH & SCHMITT 1987, S.23-78, BLASCHKE 1994).

In Waldböden Nordamerikas wurden weit über 1000 Jahre alte Geflechte von Hallimasch-Arten gefunden. Deren erstaunliches Alter wirft nicht nur ein beredtes Licht auf das großzügige Zeitmaß der natürlichen Funktionsgefüge und auf die Kurzatmigkeit selbst neuerer Ansätze der Waldbewirtschaftung. Noch wichtiger ist die Funktion, die viele Tonnen gleich mehrere Hektar Waldboden durchziehendes, lebendes Pilzgewebe für die Steuerung des Nährstoffhaushaltes des betreffenden Bestandes hat: Das Pilznetzwerk fängt freiwerdende Nährstoffe ab, speichert sie und entzieht sie der drohenden Auswaschung. Somit wird das Grundkapital des Bestands erhöht. Die Bäume profitieren langfristig von der Speicherreserve des Pilzes, da aus "Lecks" etwa durch Absterbeprozesse oder über myzelabbauende Bodenorganismen immer wieder Teile des Vorrates verfügbar werden.

Zumindest ein Teil der holzbewohnenden Pilze vermag Luftstickstoff zu binden. Ein hoher Totholzvorrat kann somit Engpässe in der N-Versorgung von Waldbeständen z.B. auf nährstoffarmen Böden überbrücken helfen.

3.1.7 Totholz als Nährstoffvorrat

Ein bedeutender Teil des Mineralstoffvorrates der Wälder und Forsten ist in den Bäumen bzw. im Stammholz selbst gebunden.

- Buchen z.B. legen rund 18% der jährlich umgesetzten Mineralstoffe im Holz fest.
- Das bei herkömmlichen Durchforstungsmaßnahmen anfallende Holz schwächerer Dimensionen zeichnet sich durch einen relativ hohen Quotienten von Rindenanteil und Holzkörper aus. Da der Rindenbereich besonders reich an Nährsalzen ist (um die 2,5 kg/Fm an Kalium, Magnesium und Calcium), enthält eine Volumeneinheit ungeschälten Schwachholzes erheblich mehr essentielle Nährstoffe, als die entsprechende Menge an Stammholz.
- Durch die meist in der winterlichen Ruheperiode stattfindende Holzernte werden dem Wald nicht nur die fest im Holz gebundenen Mineralstoffe entzogen, sondern auch das bewegliche Inventar, das im Herbst aus dem Laub zurückgezogen und über die Markstrahlen im Stamm zwischengelagert wird.
- Der nutzungsbedingte Mineralstoffaustrag bedeutet einen ernstzunehmenden Eingriff in die Nährstoffkapazität der Forstökosysteme, da er den mobilen, pflanzenverfügbaren Teil der im Untergrund vorhandenen Reserve angreift.

Im Naturwald bleiben die holzgebundenen Mineralstoffe einem weitgehend geschlossenen Kreislauf erhalten und werden überwiegend von den Holzpilzen während einer Jahrzehnte bis Jahrhunderte andauernden Verdrängungssukzession kontinuierlich aus dem Substrat freigesetzt. Demnach bedingen intensive, an der Abschöpfung des Zuwachses orientierte Formen der Waldbewirtschaftung standortabhängig spürbare Nährstoffverluste, die langfristig nicht ohne negative Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit bzw. auf die Widerstandskraft der Forstbestände gegen äußere Einflüsse bleiben können (vgl. z.B. KOOP 1983, PERSSON & AHLSTRÖM 1990/91).

3.1.8 Totholz als Regulator des Nährstoffumsatzes

Totholz macht in Ur- und Naturwäldern 10 bis über 40% der gesamten Biomasse aus. In Buchenurwäldern wurden in Abhängigkeit von der Entwicklungsphase Spannweiten von 50 bis 297 Fm pro Hektar festgestellt (KORPEL 1995, S. 141). Aufgrund dieses im Vergleich zu den meisten Wirtschaftswäldern eminent hohen Vorrats und der zeitlich stark verzögerten Remineralisation durch Pilze und Insekten kommt dem Totholz hier eine Schlüsselrolle bei der Boden- und Reservenbildung zu: Es dient als Langzeitspeicher für Nährstoffe und für bodenbildende Substanzen bei gleichzeitiger Regulation der Umsatzgeschwindigkeiten innerhalb der walddtypischen Nährstoffkreisläufe.

3.1.9 Totholz als Regulator des bodennahen Mikroklimas

Totholz in Ur- bzw. Naturwäldern erhöht und puffert nicht nur die Nährstoffvorräte, es wirkt auch nivellierend auf das bodennahe Mikroklima ein. Verstärkte Austrocknung und überhöhte Umsatzgeschwindigkeiten werden sowohl auf "Katastrophenflächen" (z.B. nach Windwurf- und Brandereignissen), als auch in "normalen" Waldbeständen durch natürlich hohe Totholzanteile unter Erhalt eines leistungsfähigen, von Pilzmyzelien und anderen Bodenorganismen belebten Waldbodens vermieden

3.1.10 Totholz als Erosionsschutz

Am Boden liegendes Holz bewirkt folgendes:

- a. Als natürliche Verbauung hält es in Hanglagen die Abwärtsbewegung von Geröll u.ä. nachgewiesenermaßen auf.
- b. Durch Luv- und Lee-Effekte kann Detritus wie Laub und Reisig durch Totholz festgelegt werden.

Im Berg- und Schluchtwald hat Totholz als Erosionsschutz eine zentrale Bedeutung. Da es gleichzeitig das Aufkommen von Verjüngung fördert und diese schützt, ist das Beräumen von "Käferholz" z.B. an Berghängen Süddeutschlands keine zum Schutz der Wälder geeignete Methode. Im Gegenteil, die Situation wird durch den radikalen Eingriff in die immissionsgeschädigten Bestände noch verschlimmert.

3.1.11 Totholz als Verjüngungsschutz

Totholz bildet auf sogenannten Katastrophenflächen einen mehr oder weniger dichten Verhau. Aufkommende Naturverjüngung ist auf Windwurfflächen gegen Wildverbiß gut geschützt. Auch auf Brand- und Kalamitätsflächen bleiben in der Regel größere Holz-mengen zurück und erfüllen wichtige Funktionen hinsichtlich der Wiederbewaldung. Schon weil die stehenden und liegenden Hölzer wichtige Funktionen hinsichtlich des Bodenschutzes (Beschattung), der Förderung der Bodenbildung (Synthesereservoir), der Auf-

wuchsförderung (Nährstoffspeicher) und der Verbesserung des Wasserhaushaltes (Verdunstungsschutz, Saugwirkung des verpilzten Holzes) verbietet sich die bisher übliche Beräumung von selbst. Aus ökologischer und naturschützerischer Sicht entwickelt auch der spontane, gemischte Gehölzaufwuchs hohe Qualitäten sowohl in funktionaler Hinsicht (Bodenschutz, Grundwasserbildung, Bodenbildung mit Hilfe einer hohen Zahl spezifischer Pilzsymbionten etc.), als auch als Lebensraum für eine Fülle von zum Teil gefährdeten Tierarten.

3.1.12 Totholz als Aufwuchshilfe

Baumsamen finden auf vermodernden Hölzern günstige Keimungsvoraussetzungen. Das Wachstum des Keimlings selbst wird durch das kontinuierlich remineralisierende Material gefördert. In Lagen mit langer Schneebedeckung kommen auf umgestürzten Baumveteranen oder auf Stubben aufwachsende Jungbäume schon vor dem Ende der Schneeschmelze ans Tageslicht und können früher mit der Assimilation fortfahren. Im Falle des Auftretens konkurrenzstarker Bodenvegetation kann die sogenannte Kadaververjüngung in der Verjüngungsdynamik eine zentrale Bedeutung erlangen (z.B. Reitgras-Fichtenwald).

3.1.13 Totholz als Regulativ und Lebensraum in (Fließ-) Gewässern

Totholz erfüllt in naturnahen Gewässern in Abhängigkeit von Wasserführung und Gefälle eine Reihe von Funktionen (vgl. HARMON ET AL. 1986, S. 262 ff):

- Durch die Bildung von Holzhindernissen wird die Abflußgeschwindigkeit herabgesetzt.
- Holzstrukturen dienen als Verstecke und Strömungsschutz für Arthropodenlarven und Imagines (z.B. Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Hakenkäfer, Schwimmkäfer).
- Holzhindernisse werden mit Sediment verfüllt, gefestigt und wirken in Folge erosionsmindernd.
- Holzhindernisse lassen tiefere Gumpen und ruhige Zonen entstehen, von deren Zahl und Struktur Arten- und Individuenreichtum der Fisch- und Arthropodenfauna des Gewässers unmittelbar abhängen.
- Durchfeuchtetes Totholz teilweise im Wasser liegender oder stehender Stämme und Stubben dient einer Reihe xylobionter Insektenspezialisten als Entwicklungsgrundlage. Markante Beispiele sind die Scheinbockkäfer *Ditylus laevis* und *Nacerdes ferruginea*, der Borkenkäfer *Xyleborus pfeili*, der Wollkäfer *Agnathus decoratus*, der Holzrüsselkäfer *Pselactus spadix*.

3.2 Die Struktur- und Substratbindung der Holzbewohner:

Lebensraum Alt- und Totholz - Vielfalt der Kleinbiotope

Die Auffächerung der holzbewohnenden Pilzflora und Fauna in verschiedene Einnischungstypen läßt sich auf die mikroklimatische und biochemische Charakteristik sowohl der in Urwäldern zur Auswahl stehenden Standorte, als auch des zur Verfügung stehenden Substratangebots zurückführen.

Als bestimmende Parameter sind zu nennen:

1. Regional- und Lokalklima
2. Lokale Exposition

3. Mikroklimatische Gradienten
4. Holzvolumen
5. Chemische Faktoren: Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, Assimilatgehalt
6. Vielfalt der Entwicklungslinien
7. Art der Pilzbesiedlung
8. Sukzessionseffekte im Laufe des Holzabbaus
9. Alterungsprozesse am lebenden Baum
10. Höhlenangebot
11. Sukzessionseffekte im Laufe der Höhlenbildung
12. Vorhandensein von Tiernestern (Mäuse, Schlafmäuse, höhlenbrütende Vögel, Marder, Fledermäuse, Holzameisen, Bienen, Wespen, Hornissen)
14. Beuteangebot (carnivore und parasitoide Arten)
15. Dichte des Strukturangebots – Ausbreitungsfähigkeit bestimmter Arten
16. Biotopkontinuität – Alter des Waldgebietes bzw. des Einzelbaumes

Im folgenden wird die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Kleinlebensräume bzw. deren physikalisch-chemische Differenzierung beispielhaft erläutert (vgl. auch MÖLLER 1991a, KÖHLER 1990, RENNER 1990).

3.2.1 Regional- und Lokalklima

Das Regionalklima wirkte sich entscheidend auf die Differenzierung von Arten aus. Daher findet man z.B. in den atlantisch geprägten, westlichen Teilen Mitteleuropas an vergleichbaren Totholzstrukturen zum Teil andere Holzbewohner, als in den kontinentaleren Bereichen des Ostens; In Bergwäldern andere Arten, als im Tiefland.

Auch lokale Expositionsunterschiede an eng benachbarten Süd- und Nordhängen spiegeln sich in der Artenzusammensetzung der jeweiligen äußerlich fast identischen Totholzbiotope wieder. Reliefreiche Holzlebensräume z.B. des Hügellandes weisen eine Fülle an Expositionsvarianten auf und können pro Flächeneinheit deutlich breitere Artenspektren an Holzbewohnern beherbergen, als Bestände im geologisch wenig gegliederten Flachland.

3.2.2 Mikroklimatische Gradienten, Einfluß der Exposition und des Holzvolumens

3.2.2.1 Stehendes Stammholz

An einem Hochstubben wie auch an stehend abgestorbenen bzw. allmählich alternden Bäumen bildet sich ein vertikaler Gradient des Mikroklimas aus, der eine ausgeprägte Kompartimentierung des Holzkörpers in Einzellebensräume zur Folge hat. So ergeben sich im Vergleich zum liegenden Holz erheblich breitere Einnischungs- bzw. Spezialisierungsmöglichkeiten. Da höhergelegene Stammteile sowohl räumlich, als auch mikroklimatisch vom Lebensraum Boden weitgehend abgeschlossen sind, bilden sie eigenständige Biotope mit entsprechend angepaßten Artenspektren. Sie behalten die spezifischen Eigenschaften des Substrates (je nach Situation z.B. Mulmkörper, verpilzte Innenwände der Höhlen lebender Stämme) bei, weil keine Durchmischung mit den recht einheitlichen Produkten der Streumineralisation erfolgt.

Der oft beschattete Stammfuß weist einen relativ konstanten Wassergehalt und ein gemäßigttes Mikroklima auf, weil er der Bodenfeuchte ausgesetzt ist und die Dochtwirkung des Holzes die Feuchtigkeit noch eine gewisse Strecke aufwärts ziehen läßt. Demgegenüber ist

die Spitzen- bzw. Kronenregion durch direkte Besonnung und Windexposition oft extremen Witterungsschwankungen ausgesetzt: Starke Erwärmung und Austrocknung wechseln ab mit starker Abkühlung und Durchfeuchtung. Beide Extreme des Mikroklimas vom Stammfuß bis in die Spitzenregion sind durch fließende Übergänge verbunden.

Der vertikale Gradient des Temperatur- und Feuchtigkeitsganges wird begleitet von einem horizontal im Stamm ausgebildeten Wechsel der Holzbeschaffenheit: Das härtere Außenholz ist oft trocken und schützt einen darunterliegenden, oft faserig-weichen Bereich mit konstanterem Wassergehalt. Hohe Stammdurchmesser fördern und erweitern die erwähnten Differenzierung der mikroklimatischen Gradienten.

3.2.2.2 Kronenraum

Im Laufe der Artbildung sind die holzabbauenden Organismen der Aufgliederung des Stammes in mikroklimatisch abgegrenzte Räume gefolgt. Pilze wie der Tropfende Schillerporling *Inonotus dryadeus* leben im Stammfuß ihrer Wirtsbäume; Den Eichen-Feuerschwamm *Phellinus robustus* findet man im mittleren und oberen Stammbereich; *Peniophora quercina* bevorzugt Wipfeläste.

In geschlosseneren Waldbeständen auf feuchtem Untergrund bzw. in sonnenabgewandten Lagen kommt dem Kronenraum eine elementare Bedeutung als Lebensraum wärmeliebender bzw. an trockenere Bedingungen angepaßter Holzbewohner zu. Die in höheren Straten anzutreffenden Artenspektren unterscheiden sich grundlegend von denjenigen der bodennah exponierten Alt- und Totholzstrukturen. So wird man Arten wie den Kleinen Scheibenbock *Phymatodes pusillus* und den Blassen Hausbuntkäfer *Opilo pallidus* nur selten in Bodennähe antreffen. Solche Sondersituationen ergeben sich z.B. an sonnenexponierten Steilhängen, an Felsabbrüchen und auf ausgedehnteren Windwurfflächen, wo schon kurz über dem Erdboden hohe Durchschnittstemperaturen vorherrschen. Vergleichbares gilt für anthropogene Nutzungsformen wie z.B. die offenen, durch eine hohe Wärmetönung charakterisierten Hute- und Niederwälder.

3.2.2.3 Liegendes Holz

In Bezug auf ihr faunistisch-mykologisches Besiedlungspotential ergibt sich die Notwendigkeit, die bodennah exponierten Tothölzer weiter zu differenzieren. Denn es besteht ein gravierender Unterschied zwischen unmittelbar dem Boden aufliegender Material einerseits und dem in irgendeiner Weise vom Boden abgehobenen Holz andererseits. Bodensenken, Unterlagen, Stammkrümmungen, Teilentwurzungen, intakte Kronenstrukturen oder die Stelzenwirkung abstehender Äste führen dazu, daß das Substrat dem Einfluß der Bodenfeuchte wirksam entzogen wird. Die Folge ist eine starke Erweiterung der Spektrums klein-klimatisch differenzierter Nischen, damit einhergehend eine starke Zunahme der Zahl der Holzinsektenarten und eine Annäherung des Artenspektrums an das der stehenden Hölzer.

Ein großer Teil des Bruchholzes liegt dem Untergrund direkt auf. Daher werden die mikroklimatischen Bedingungen vom unmittelbaren Einfluß der Bodenfeuchte bestimmt. Die dauernde Durchfeuchtung und geringeren Schwankungen des Temperaturgangs bewirken eine Nivellierung der Gesamtsituation. Offenbar ist nur ein kleinerer Teil der Holzkäfer an diese Bedingungen angepaßt. Ein zusätzlicher, begrenzender Faktor ergibt sich aus der Konkurrenz und der Prädation durch die an liegenden Hölzern arten- und individuenreich vertretene Boden- und Streufauna (z.B. Anneliden, Chilopoden, Arachniden, Carabiden, Staphyliniden). Das erleichterte Vordringen der Bodenfauna ergibt ein Artenspektrum, das sich von dem stehender Tothölzer deutlich unterscheidet. Liegendes Totholz auch grober

Abmessungen kann demzufolge stehendes Material als Lebensraum gefährdeter Waldbewohner nicht ersetzen.

Wie beim stehenden Material wird das Besiedlungspotential liegender Hölzer stark von der Exposition bestimmt. Extrembeispiele sind die Bedingungen am Grunde eines Schluchtwaldes im Vergleich mit der Situation auf einer im Tagesverlauf ständig besonnten Windwurf-fläche. Auch das Volumen ist von entscheidender Bedeutung: Je stärker der Holzdurchmesser ist, desto eher können sich kleinklimatisch differenziert abgestufte Holzkompartimente ausbilden.

3.2.2.4 Auswirkung des Volumens auf die Besiedlung

Der augenfälligste Unterschied zwischen Stämmen und Ästen liegt im Volumen. In dünnem Astwerk können sich nur kleine Insekten entwickeln. Der umfangreiche Hauptstamm eines Baumveteranen hingegen liefert ausreichend Substanz für die mehrjährige Larvalphase von Großinsekten.

Hohe Stammdurchmesser erlauben die Ausprägung ausgedehnter, vernetzter Biotopsysteme im Einzelbaum. An diesem durch Feuchtigkeitsabstufungen differenzierten Biotopverbund sind Schleimflüsse, verpilzte Holzareale, Fruchtkörper, Mulmkörper, Wirbeltiernester, Holzameisenkolonien und vieles mehr beteiligt (s.u.). Mit der Vielfalt der Einzelstrukturen steigt die Eignung bzw. die Tragfähigkeit des Einzelbaumes in Hinblick auf die dauerhafte Ansiedlung artenreicher Lebensgemeinschaften mit hohen Anteilen überregional gefährdeter Arten.

Zusammenhängende, liegende Starkholzstrukturen wie umfangreiche Stammteile oder hohle Stämme sind in mehrfacher Hinsicht wichtige Komponenten des waldtypischen Biotopkomplexes. So sind liegende Starkhölzer mit Höhlungen für eine Reihe von Kleinsäugetern als Verstecke, Orte des Nahrungserwerbs und als Niststätten attraktiv (vgl. z.B. VUURE, T. van, 1983). Die Nester der Kleinsäugeter wiederum sind die Ausgangsbasis für die Ansiedlung typischer Arthropodengemeinschaften.

3.2.2.5 Auswirkung des Volumens auf den Temperatur- und Feuchtigkeitsgang

Schwachholz und Starkholz zeigen ein sehr individuelles Verhalten gegenüber Besonnung, Austrocknung bzw. Durchfeuchtung. Im Vergleich zu einem Stamm durchläuft ein Ast bei gleicher Exposition ausgeprägtere Schwankungen der physikalischen Bedingungen. Daher findet man in Abhängigkeit von der jeweiligen Dimension des Substrates andere Artenspektren von Holzinsekten und Holzpilzen.

Je umfangreicher das Holzvolumen ist, desto eher können sich auch beim liegenden Holz mikroklimatisch abgegrenzte Kompartimente bilden, die mit der Ansiedlung entsprechend artenreicher Holzpilz-, Holzinsekten- und Epiphytengesellschaften (Epiphyten sind Aufsitzerpflanzen wie Flechten und Moose) einhergehen.

Daher ist das noch regelmässig zu beobachtende Zersägen von Restholz in kleinere Einheiten (wie Stammrollen u.ä.) in Hinblick auf die Eignung als Lebensraum anspruchsvoller Waldbewohner als äußerst ungünstig zu bewerten.

3.2.2.6 Das Kronenholz

Die eigentliche, am Boden liegende Krone besteht aus einem stark dreidimensional gegliederten Komplex aus stärkerem und schwächerem Astwerk bis herab zum Reisig; Sie bildet eine eigene Tothholzkategorie mit spezifisch angepaßten Holzpilzen und Insekten. Wie

nicht anders zu erwarten, führten Volumengradienten, Abstufungen des Mikroklimas und des pilzvermittelten Abbaugrades zu zahlreichen Anpassungen von Holzbewohnern.

Da Reste des Kronenschnitts und technisch nicht verwertbare Stammteile heutzutage häufiger in den Wäldern zurückgelassen werden, ist die Fauna und Pilzflora der bodennah exponierten Tothölzer z.T. zwar ungleich weniger gefährdet, als die der stehenden Stämme bzw. Baumveteranen. Auffallende Engpässe gibt es allerdings auf Seiten des Starkholzes in Form ganzer Stämme ab 0,4 Meter Durchmesser aufwärts.

Eine gravierende Beeinträchtigung der Ansiedlungsmöglichkeiten typischer Holzorganismen stellt das Zersägen der Windbrüche oder Stammkronen in kleinere, dem Boden mehr oder weniger direkt aufliegende Einheiten dar: Denn dadurch werden die Vorteile des zusammenhängenden Volumens in Bezug auf die Erhaltung konstanter mikroklimatischer Bedingungen vermindert; Die Möglichkeiten zur Ausprägung mikroklimatisch abgegrenzter Lebensräume an vertikal und horizontal orientierten Ast- und Stammteilen werden erheblich eingeschränkt.

3.2.3 Chemische Faktoren

Der chemische Aufbau des Holzes unterscheidet sich in den einzelnen Organen des Baumes. Im Stammbereich sowie in starken Ästen erfolgt bei vielen Arten ein spezifischer Verkernungsprozeß, bei dem chemische Schutzstoffe eingelagert werden. Rindenbereiche zeichnen sich im Vergleich zum Kern- oder Reifholz durch einen höheren Assimilat- und Mineralstoffgehalt aus. Schwächeres Astholz und der Stamm lassen sich also nicht nur mikroklimatisch, sondern auch chemisch voneinander differenzieren.

Die Gehölzarten selbst zeigen individuelle biochemische Merkmale, die sich im Laufe der Evolution in Wechselwirkung mit Konsumenten wie Insekten und Pilzen herausgebildet haben. Hierzu gehören bekannte sekundäre Inhaltsstoffe wie das Salicin der Weiden oder die Diterpene der Koniferen. Die selektiv wirksame, wechselseitige Beeinflussung von Wirt und Konsument führte zu oft sehr engen Bindungen von Insekten- und Pilzarten an bestimmte Gehölzgattungen oder Arten.

Ein markantes Beispiel ist der sogenannte Ostelbische Kiefernschwamm *Phellinus pini*. Von einem neutraleren Standpunkt aus gesehen ist der beachtliche Spezialisierungsgrad bewundernswert, den dieser endophytisch-parasitische Pilz gegenüber seinen Wirten (überwiegend *Pinus*-Arten) erreicht hat. Indem er seine Abbautätigkeit anfangs auf das zur Abwehr von Holzkonsumenten gebildete, chemisch stark geschützte Reaktionsholz in und um einwachsende Aststummel und später auf das Kernholz älterer Kiefern konzentriert, erreicht er zweierlei:

Zum einen hat er in dieser lebensfeindlichen Umgebung keine Konkurrenz. Zum zweiten bleibt sein Wirt noch lange am Leben, kann sich vermehren und viele neue, für die ausgestreuten Sporen besiedelbare Altkiefern hervorbringen (vgl. SHIGO 1990, S. 389 ff.)

3.2.3.1 Frischholzbewohner

In der Gruppe der Frischholzbewohner sind diejenigen Holzinsektenarten versammelt, die wie die rindenbrütenden Borkenkäfer den Beginn der hauptsächlich pilzvermittelten Abbaukette repräsentieren. Hierzu gehören z.B. viele Bock- und Prachtkäferarten sowie die Holzwespen.

Die Grenzen zu den myzelabhängigen Arten sind oftmals fließend: Die Mehrzahl der Holzwespen bringt Pilzsymbionten ins austrocknende Holz ein, ohne die eine erfolgreiche Entwicklung der Larven nicht möglich ist; Bei einer Reihe von Frischholzbesiedlern unter den Bockkäfern ist eine zunehmende Verpilzung des Substrates im Laufe der oft mehrjährigen Larvalentwicklung von Bedeutung für den erfolgreichen Abschluss der Larvalphase.

Die holzbrütenden Borkenkäfer sind ein Sonderfall: Einerseits sind sie Frischholzbesiedler; Ihre Larven ernähren sich andererseits ausschließlich von der Substanz der vom Weibchen betreuten Kultur der Ambrosiapilze.

Darüber hinaus ergeben sich weitere Übergänge z.B. zu den Bewohnern frischer, saftender Borken. Denn viele Frischholzbesiedler unter den Bock- und Prachtkäfern beginnen ihre Larvalentwicklung oft zusammen mit rindenbrütenden Scolytiden unter der Borke austrocknender Hölzer, um später tiefer ins Holz vorzudringen.

Hinsichtlich des Auftretens spezialisierter Holzbewohner lassen sich vier entscheidende Eigenschaften frischer, austrocknender Äste und Stämme benennen (vgl. z.B. GLAUCHE 1991):

- Das Angebot leicht aufschließbarer Assimilate in Form von Eiweißen und Kohlenhydrate in Bast und Splint.
- Die Ergänzung um sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die die individuelle biochemische Charakteristik einzelner Gehölzarten oder Gehölzartengruppen bestimmen.
- Strukturelle Merkmale des Holz- und Borkensubstrates, die auf individuelle biochemisch-physikalische Unterschiede zwischen den Gehölzarten bzw. Gehölzartengruppen zurückgehen.
- Die räumlich-mikroklimatische Aufteilung eines potentiellen Brutbaumes vertikal wie horizontal sowie in Abhängigkeit von seiner Exposition.

Der artspezifische Chemismus und einige Strukturmerkmale der Gehölze sind auf die seit Jahrmillionen andauernden Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Pflanzenkonsumenten zurückzuführen. Die Selektion von Abwehrstoffen gegen Pflanzenfresser ging einher mit einer zunehmenden Spezialisierung einzelner Insekten- und Pilzarten auf bestimmte Wirte, da sie im Laufe der Evolutionsgeschichte durch eigene Anpassungen mit den biochemisch-strukturellen Abwehrstrategien ihrer Wirte Schritt halten mußten. Als Ergebnis dieser biochemischen Evolution sind heute viele Tier- und Pilzarten Mitteleuropas ausschließlich an bestimmten Gehölzarten oder Gehölzgattungen zu finden. Da frisch austrocknendes Holz noch die gesamte Palette art- und gruppenspezifischer Merkmale in Form sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe aufweist, finden sich in dieser Substratkategorie auch überdurchschnittlich viele Gehölzspezialisten,.

Die leicht verwertbaren Assimilate in Bast und Splint unterliegen einem schnellen Abbau durch Bakterien und Pilze. Daher können auf frischen Bast und Splint angewiesene Insekten einen geeigneten Brutbaum oder Brutast meist nur kurze Zeit etwa für die Dauer einer oder zwei Generationen nutzen. Aus dem nicht nur in Wirtschaftswäldern zeitlich und räumlich sehr unsteten Angebot von geeigneten Bruthölzern resultiert eine überdurchschnittlich hohe Mobilität der Initialfauna der Holzremineralisation. Viele Arten können mit Hilfe ihres Geruchssinns geeignete Hölzer aus vielen Kilometern Entfernung gezielt anfliegen. Andererseits führte gerade die enge Spezialisierung auf die aus forstwirtschaftlicher Sicht unerwünschte und daher großflächig unterdrückte Initialphase des natürlichen Recyclings absterbender Biomasse viele Frischholzbewohner in die Roten Listen.

Die Bewohner der absterbenden Bäume oder Kronenteile stehen wie kaum eine andere ökologische Gruppe im Rampenlicht der Diskussion um die Ursachen von Waldschäden. So werden noch heute z.B. viele Borken-, Pracht-, Bock- und Werftkäferarten als "primäre-" oder "sekundäre Waldschädlinge" eingestuft. Die Mehrheit der Frischholzinsekten sind jedoch so gut wie ausschließlich an z.B. durch Trocken- und Immissionsstreß physiologisch vorgeschwächte Gehölze gebunden. In Mitteleuropa kann nur eine begrenzte Zahl von Arten mehr oder weniger vitales, lebendes Holz unmittelbar besiedeln. Beispiele sind die Pappelbockkäfer *Saperda carcharias* und *Saperda similis*; Auch der Heldbock *Cerambyx cerdo* mit seiner Präferenz für frisches Splint- und Kernholz ist an dieser Stelle anzuführen,

obwohl die Junglarven den biochemischen Schutzmantel der Borke nur an physiologisch vorgeschwächten Stammteilen z.B. unterhalb von Astausrissen oder in der Peripherie eines bestehenden Pilzbesatzes überwinden können.

Da alle Holzbewohner integrale Bestandteile komplexer Waldökosysteme sind, müssen sich moderne Konzepte der Waldbewirtschaftung auf ihre Lebensansprüche einrichten. D.h. konkret, dass den Funktionsträgern der Strukturpolitik, der Nährstoffkreisläufe und der Bodenbildung im Sinne des Naturnäheprinzips repräsentative Anteile der Biomasse überlassen werden müssen.

3.2.3.2 Bewohner der Saftflüsse, der Schleimflüsse und der saftenden Rinden

Eine Reihe von Organismenarten wie Wildhefen, Käfer und Schwebfliegen sind an frischen, d.h. noch feuchten und assimilathaltigen Bast bzw. an Saft- und Schleimflüsse im besonderen gebunden. Die Spezialisierung der Insekten auf Saftflüsse und auf an Photosyntheseprodukten reiche Rindenlebensräume ist unterschiedlich eng. Überschneidungen treten besonders bei großen, sommerlichen Windbrüchen an Stiel- und Traubeneichen auf, da in einer solchen Situation oft beide Nahrungsquellen dicht benachbart verfügbar sind.

Die als Wund- und Abwehrreaktionen lebender und gerade absterbender Bäume zu interpretierenden Saft- und Schleimflußereignisse sind vornehmlich an Laubgehölzen zu beobachten. An Koniferen sind sie selten. Auslöser sind einerseits mechanische Einwirkungen wie Frostrisse, Astausrisse, Blitzschlag, Rückeschäden, Fraß der Larven einiger Frischholzinsekten (z.B. des Weidenbohrers *Cossus cossus*, des Heldbocks *Cerambyx cerdo* und des Werftkäfers *Hylecoetus dermestoides*). Andererseits kommen eindringende Pilzmyzelien und im Falle des Buchenschleimflusses immissionsbedingte Systemerkrankungen der betreffenden Stämme als Auslöser in Frage. Die Dauer der Flüssigkeitssekretion ist sehr unterschiedlich und reicht von einer Vegetationsperiode bis zu mehreren Jahren hintereinander. Die mehrjährige Wiederholung kann man besonders bei Flatterulmen, Roßkastanien, Stiel- und Traubeneichen beobachten; Im Falle der Rotbuche in der Regel nur an stärkeren Stämmen, die z.B. durch Teilentwurzelung oder aus anderen Gründen wie Zunderschwamm-Besatz verzögerter Absterbe- und Austrocknungsprozesse mehrere Generationen des Werftkäfers *Hylecoetus dermestoides* beherbergen.

Die biochemische Zusammensetzung der Flüssigkeiten ist offensichtlich sehr unterschiedlich.

Die artenreichste Fauna findet man an den zumindest teilweise aus dem Phloem gespeisten, besonders nährstoffreichen Eichensaftflüssen: Sie weisen eine hohe Konzentration von Assimilaten auf, die durch Wildhefen vergoren werden (vgl. MÖLLER 1990). Die Glanzkäfer *Epuraea guttata*, *Epuraea fuscicollis*, *Soronia punctatissima*, *Cryptarcha strigata*, *Cryptarcha undata*, die Kurzflügler *Thamiaraea cinnamomea* und *Thamiaraea hospita* wird man nur selten an anderen Substraten wie vergärendem Obst oder an Saftflüssen anderer Gehölzarten finden. Die Vergärung der kohlenhydratreichen Flüssigkeit durch Pilze setzt Duftstoffe frei, die auch Vertreter anderer Insektenordnungen anlocken. So gibt es eine Reihe von Schwebfliegenarten, deren Larven ähnlich wie die oben genannten Käfer nur an "blutenden" Eichen anzutreffen sind. Andere Nutznießer sind Schmetterlinge. Die Weibchen unserer beiden Schillerfalter und des Hirschkäfers sind mindestens teilweise auf den nährhaften Saft angewiesen, um zur Eireife zu gelangen. Mehrere Nachtfalter besuchen regelmäßig diese Quelle; besonders auffällig ist die Beliebtheit der Eichensaftflüsse bei den Ordensbändern und bei der Pyramideneule. Beim nächtlichen Ableuchten der betreffenden Eichen trifft man unvermeidlich auf Hornissen, die nicht nur die Flüssigkeit, sondern auch die günstige Gelegenheit zur Insektenjagd nutzen. Aus den Nestern der Großhymenopteren (s.u.) macht der Hornissenkäfer *Velleius dilatatus*, ein großer Kurzflügler, regelmäßig Ausflüge zu den ergiebigen Jagdgründen an den Eichensaftflüssen. Weitere spektakuläre Be-

sucher der "blutenden" Eichen sind der Hirschkäfer *Lucanus cervus*, der Heldbock *Cerambyx cerdo* und der Rosenkäfer *Protaetia aeruginosa*.

Die Schleimflüsse der Roßkastanien und Ulmen sind vermutlich reicher an Phenolderivaten: Sie trocknen in Form körniger Aggregate ein und beherbergen eine im Vergleich zu den Eichen artenärmere, spezifische Fauna. Hier findet man z.B. den Kurzflügler *Silusa rubiginosa* und den Schleimflußkäfer *Nosodendron fasciculare* (selten auch an Eiche, Rotbuche und ausnahmsweise an Altkiefern). Im Falle der Buchenschleimflüsse schließlich kann ich mit dem Kurzflügelkäfer *Euryusa castanoptera* nur eine einzige Art benennen, die man als spezifisch für diesen Lebensraum bezeichnen darf. Wie auch im Falle der Eichenschleimflüsse treten bei der Rotbuche starke faunistische Überschneidungen mit dem Biotoptyp der frischen, assimilathaltigen und saftenden Rinden auf, wie sie für austrocknende Stämme bzw. für Windwürfe und Windbrüche charakteristisch sind.

Die Gruppe der Saft- und Schleimflusstiere im engeren Sinne ist im Vergleich zu den Besiedlern frischer, noch saftender bzw. schnell verfügbare Assimilate enthaltender Rinden klein. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und um ihre Präferenz für das Initialstadium des Holzabbau zu verdeutlichen, habe ich daher auch die rindenbrütenden Borkenkäfer sowie eine Reihe von Bock- und Prachtkäfern in diese Gruppe der Bewohner frischer saftender Rinden eingeordnet.

3.2.3.4 Vielfalt der Entwicklungslinien

Schon aus den klimatischen, strukturellen und chemischen Parametern ergibt sich ein Fülle von Kombinationsmöglichkeiten, die die einzelnen Alt- oder Totholzstrukturen individuell auszeichnen. Eine Individualität, die sich zwangsläufig in grundsätzlichen Unterschieden bezüglich des Spektrums der potentiellen Besiedler unter den Pilzen und Insekten niederschlägt. Die Eignung der Einzelstruktur als Lebensraum bestimmter Tiere wird durch die Überlagerung der abiotischen Faktoren mit biologischen Eigenschaften noch einmal erheblich gesteigert. Als wesentlicher Beitrag zur weiteren Auffächerung des Nischenangebots ist die Art der Pilzbesiedlung hervorzuheben.

3.2.4 Holzinsekten und Holzpilze - ein Netz von Abhängigkeiten

Holzinsekten benötigen in den überwiegenden Fällen die Hilfestellung anderer Organismen zum Aufschluß der Holzbestandteile, da ihnen die Fähigkeit zur Synthese der dazu nötigen Enzyme oft fehlt. Das Spektrum der enzymatisch besser ausgestatteten Partner reicht von höheren Pilzen über Hefen und Bakterien bis zu Geißeltierchen. Auch die Versorgung der Insektenlarven mit bestimmten Spurenelementen, Aminosäuren oder komplizierten organischen Verbindungen wie Vitaminen und dem Steroidgrundgerüst geht z.T. auf die Biosyntheseleistungen von Pilzen, Hefen oder Bakterien zurück. Daher ist die Mehrheit der Holzinsekten strenggenommen den Pilzkonsumenten zuzurechnen. Als Groborientierung sind bei den mycetobionten Formen vier Teilfraktionen zu unterscheiden:

- Auf der einen Seite die Myzelfresser, die besonders als Larven das vom Pilzgeflecht durchzogene Holz als Nahrungsgrundlage nutzen;
- Auf der anderen Seite die Gruppe der an die eigentlichen Fruchtkörper gebundenen Arten.
- Als dritte Gruppe lassen sich die räuberischen (carnivoren) Pilzbewohner abgrenzen.
- Die vierte Sparte bilden die fakultativen Besucher, die über Pilze hinaus auch andere Substrate als Lebensraum nutzen können.

Zwischen den holzbewohnenden Pilzen und Insekten bestehen häufig starke Bindungen: An den Schwefelporling *Laetiporus sulphureus* z.B. sind mindestens 11 Käferarten eng gebunden: Einige davon leben direkt vom Fruchtkörper, andere fressen ausschließlich das von aktivem Myzel durchsetzte Holz im Innern des Stammes.

Auch die Baumart und der Wuchsort beeinflussen die Entwicklung solcher Biozönosen: Viele Schwefelporlingsinsekten findet man überwiegend in Stiel- und Traubeneichen, obwohl der Pilz an zahlreichen Gehölzarten wächst. Andere sind nur an solchen Schwefelporlingsbäumen zu finden, die einem feuchten Mikroklima etwa in Gewässernähe ausgesetzt sind. Der Zunderschwamm beherbergt z.B. Arten mit einer Bindung an Bergwälder wie den Schwarzkäfer *Neomida haemorrhoidalis*.

Enge Bindungen von Holzkäfern an bestimmte Pilzarten sind weniger zahlreich als Bindungen an Pilzartengruppen. Überschneidungen der Wirtspilzspektren findet man z.B. bei den Fruchtkörper besiedelnden Vertretern der Gattung *Cis* (Familie Cisidae – Schwammfresser), die oft ein breites Spektrum aus der Verwandtschaft der Trameten als Brutsubstrate nutzen können (vgl. z.B. REIBNITZ 2000). Ähnlich divers ist die Auswahl, die den als Larven in weißfaulem Holz siedelnden Käferarten als Entwicklungsgrundlage zur Verfügung steht.

Die höchste Stufe der Koexistenz von Pilzen und Insekten sind echte Symbiosen - Gemeinschaften mit gegenseitigem Nutzen. Die Vertreter einiger Borkenkäferfamilien und der Werftkäfer bringen sogenannte Ambrosiapilze in für deren Wachstum günstige Holzbereiche ein, um sich später von den nährstoffreichen Pilzteilen zu ernähren. Auch einige Holzwespenarten inokulieren bei der Eiablage bestimmte Pilze tiefer in für deren Wachstum günstige, feuchtere Holzschichten, sodaß die Larven auf der Basis der Biosynthesetätigkeit der Myzelien günstige Nahrungsbedingungen vorfinden.

Die Abhängigkeit vieler Tiere von den biochemischen Fähigkeiten der Holzpilze führte bei den Holzwespen zur Differenzierung noch komplizierterer Verhältnisse: Ein Fadenwurm fügte sich als vierter Partner in das Dreiecksverhältnis zwischen Baum, Pilz und Holzwespe ein. Der Nematode *Deladenus siricidicola* nutzt die Tätigkeit der Wespen als Pilzvektor, indem er nach einer myzelfressenden Phase in die Wespenlarven eindringt, sich dort als Parasit vermehrt, in die Eianlagen der Puppen wandert und sich in der Eihülle vom herumfliegenden Weibchen in einem frischen Holzsubstrat absetzen läßt (WHEELER & BLACKWELL 1984, S.144).

3.2.4.1 Fruchtkörper (vgl. z.B. CROWSON 1981, S. 559 ff., WHEELER, Q. & M. BLACKWELL 1984)

So gut wie alle Fruchtkörper der an Holz gebundenen Porlinge, Leistenpilze, Lamellenpilze und Schleimpilze sind wie ihre Myzelien reichhaltige Nahrungsquellen und werden von Insekten intensiv genutzt.

Als Fruchtkörper sind die Seitlinge (Gattung *Pleurotus*) bei der Käfergattung *Triplax* (Familie *Erotylidae* - Haarzungen-Faulholzkäfer) besonders beliebt. Hier ergab sich im Laufe der Evolutionsgeschichte eine beispielhafte Auffächerung der Präferenzen bestimmter Käferarten: *Triplax aenea* lebt als Winter- und Frühjahrstier vorzugsweise an den Fruchtkörpern des als Speisepilz so bekannten Austerseitlings *Pleurotus ostreatus*; Der Löffelförmige Seitling *Pleurotus pulmonarius*, ein Sommerpilz, wird von *Triplax rufipes* als Entwicklungsgrundlage genutzt; Der Rillstielige Seitling *Pleurotus cornucopiae*, eine Auwaldart, dient *Triplax collaris* als bevorzugte Entwicklungsgrundlage. Als weiteres Beispiel: Bezüglich der Cisidae - Schwammkäfer vergleiche REIBNITZ (1999).

Bei den Käfern ist die Zahl der als Larven unmittelbar an Fruchtkörper gebundenen Formen im Vergleich zu den Myzelkonsumenten allerdings erheblich geringer. Die Fruchtkörper höherer Pilze und auch die Sporenlager der Schleimpilze sind in weit höherem Maße als die Myzelien als Nahrungsquellen der Imagines von Bedeutung. Dies betrifft einerseits den inaktiven Teil wie die Stütz- und Röhenschichten und besonders das aktive, sporenbildende Hymenium. In der jahreszeitlich und witterungsabhängig begrenzten Sporulationsphase findet man an diversen Pilzfruchtkörpern (wie z.B. Zunderschwamm, Schuppenporling, Schwefelporling) in den Abend- und Nachtstunden Ansammlungen von Nahrungsgästen, die sich nicht in bzw. an den betreffenden Fruchtkörpern entwickeln.

Über die Konsumenten alternder Fruchtkörper bzw. der Myzelien hinaus gibt es eine Reihe nicht eng den Holzlebensräumen zuzuordnender Insekten, die die Sporulationsphase der Fruchtkörper ausnutzen. Milliarden von Sporen und die dazugehörigen Bildungsgewebe sind Proteinquellen, die besonders nachts von zahlreichen Insekten förmlich abgeweidet werden. Die Konzentration zahlloser Entwicklungsstadien von der Fliegenlarve über die Käferpuppe bis hin zur Imago zieht eine Reihe carnivor, parasitischer und parasitoider Insekten an. Weichfleischige, große und kurzlebige Fruchtkörper wie die des Schuppenporlings *Polyporus squamosus* oder des Schwefelporlings *Laetiporus sulphureus* bilden in ihrer Abbauphase Faulstofflebensräume, die in ihrem Optimalstadium über die eigentlichen Holzpilzbewohner hinaus bis über 100 Käferarten Ansiedlungsmöglichkeiten bieten.

3.2.4.2 Myzelabhängige Arten

Die Zuordnung der myzelabhängigen Insekten zu bestimmten Pilzarten ist oft schwierig, weil die Myzelien zum Zeitpunkt des Larvenfundes nicht immer Fruchtkörper ausgebildet haben. Am Abbauweg bzw. an der Holzbeschaffenheit leichter zu unterscheiden sind Großgruppen wie die Braun- und Weißfäulepilze.

Insektenlarven, die im verpilzten Holz leben, sind oft fakultativ carnivor. Das heißt, sie ernähren sich über das myzelhaltige Holz hinaus von den Entwicklungsstadien (wie Larven und Puppen) schwächerer Mitbewohner. Diese tierische Zukost ist möglicherweise für den erfolgreichen Abschluß der Larvalphase unverzichtbar. Beispiele sind Larven von Schnellkäferarten aus der Gattung *Ampedus* sowie die Larven der holzgebundenen Raubfliegen (Familie Asilidae).

Unter den Myzelfressern findet man auch Vertreter aus Insektenordnungen mit saugenden Mundwerkzeugen wie den Wanzen. Die meisten Arten der *Aradoidea*-Rindenwanzen stechen mit einem auf das Mehrfache der Körperlänge ausrollbaren Saugrüssel Pilzgeflechte im Holz an und entnehmen den nährstoffreichen Inhalt.

3.2.4.3 Abbausukzession und ökologische Nachhaltigkeit

Von großer Relevanz für den praktischen Waldnaturschutz ist der zeitliche Wechsel der Pilzarten am Substrat (vgl. z.B. RUNGE 1990). Im Laufe des enzymatischen Abbaus werden die chemische Zusammensetzung und der strukturelle Aufbau des Holzes verändert. Die Folge ist eine regelrechte Sukzession auf bestimmte Abbauphasen spezialisierter Pilzarten bis zur Erschöpfung der verwertbaren Gerüststoffe. Darüber hinaus gestalten Verdrängungsprozesse durch konkurrenzstärkere Arten und Parasitismus die Artenzusammensetzung und die Abfolge der Pilzflora am Substrat.

Aus dem Artenreichtum der Holzpilzflora ergeben sich darüber hinaus eine Reihe grundverschiedener Abbaulinien; Die oft nach dem Zufallsprinzip jeweils zuerst z.B. am gestürzten oder verletzten Stamm erscheinenden Pionierpilze verändern die Holzbeschaffenheit in bestimmter Weise. Diese spezifische Veränderung des Substrates hat eine selektierende

Wirkung auf die Artenzusammensetzung der in späteren Phasen des Remineralisationsprozesses am Holz auftretenden Pilzflora.

In einem größeren Waldareal steht allein von der Holzmenge her gesehen ein höheres Grundpotential bereit, von dem ausgehend eine Auffächerung in die vielfältigen, aus Urwäldern bekannten Biotoplinien möglich ist. Eine kontinuierliche Bereitstellung von Holzsubstraten der verschiedensten Dimensionen vom Stammholz bis zum Zweig in allen nur denkbaren mikroklimatischen Expositionen vom Kronenraum bis zum Erdboden ist in großen Waldgebieten in einem räumlichen und zeitlichen Kontinuum viel eher gewährleistet, als in einem kleinen Gehölz mit zwangsläufig begrenztem Baumrepertoire.

In Hinblick auf das dauerhafte Vorkommen der gefährdeten Holzfauna ist besonders hervorzuheben, daß die diversen, durch Pilzenzyme und Expositionsvarianten verursachten Abbaustufen des Totholzes auf der Fläche kontinuierlich nebeneinander vorhanden sein müssen. Denn auch die myzelabhängigen Holzinsekten sind an bestimmte Abbaustufen und die damit einhergehenden, biochemisch-strukturellen Beschaffenheiten des Totholzes gebunden. So kann man z.B. an Buchenholz ein bestimmtes Weißfäulestadium als Lucaniden- bzw. Schröterphase abgrenzen, in der ein Maximum des Auftretens von Arten aus der Verwandtschaft des Hirschkäfers durchschritten wird (dies sind der Kopfhornschröter *Sinodendron cylindricum*, der Balkenschröter *Dorcus parallelipedus* und der Hirschkäfer *Lucanus cervus*; Vgl. SZUJECKI 1987). Die Wirtspilze vieler Arten wechseln sich im Laufe des natürlichen Remineralisationsprozesses in einer Art Verdrängungssukzession in Zeitstufen am Holzsubstrat ab. Wenn nicht ständig neues Frischholz in die verschiedenen Varianten des natürlichen Holzabbaus eintritt, verschwinden viele Pilzarten auf längere Zeit aus dem Gebiet mit der Folge, daß die an sie gebundenen Insektenarten aussterben. Daher können bestimmte Pilzspezialisten nur dann dauerhaft im Gebiet gehalten werden, wenn ihr Wirt regelmäßig Fruchtkörper bildet. Das kann er nur, wenn er ständig Hölzer mit einer biochemischen Zusammensetzung und Struktur vorfindet, die seiner ökologischen Einnischung im Prozeß des natürlichen Holzrecyclings entsprechen.

3.2.5 Die Bedeutung lebender, anbrüchige Bäume

Anbrüchige Bäume sind einerseits Stämme mit weitgehend intakter Krone, die schon vermorschte Areale, Höhlungen, große Aststümpfe oder austrocknende Wipfeläste aufweisen. Besonders in überdurchschnittlich alten, naturnahen Wäldern findet man darüber hinaus mehr oder weniger hohe Reststämme, die nach dem Bruch der Hauptkrone Ersatzkronen ausbilden konnten bzw. die noch über längere Zeiträume assimilierende Seitenäste tragen.

Die besondere Bedeutung anbrüchiger Bäume für eine spezifische Holzfauna und Pilzflora geht einerseits auf den kaum gestörten Transpirationsstrom zurück. Der Transport einer wässrigen Nährstofflösung vom Wurzelraum in die Krone sorgt für eine konstante Durchfeuchtung der vermorschten Stammbereiche bzw. der Innenwände von Stammhöhlungen, wobei die Transportleistung aktiver Pilzmyzelien eventuell eine zusätzliche Rolle spielt. Als weitere Versorgungsquelle wirkt der Transportstrom, der in der Gegenrichtung Photosyntheseprodukte aus dem Kronenraum abwärts führt.

Diverse Holzpilze benötigen lebende, in irgendeiner Weiser mechanisch oder physiologisch geschwächte Stämme zur Etablierung ihres Myzels; Die Fruchtkörper erscheinen bei manchen Arten noch lange am definitiv abgestorbenen Substrat. Beispiele sind der Zunderschwamm *Fomes fomentarius*, der Igel-Stachelbart *Hericium erinaceum*, der Goldfell-Schüppling *Pholiota aurivella* und als überaus seltener Starkholzbewohner der Nördliche Stachelseitling *Climacodon septentrionalis*.

Andererseits sind anbrüchige Bäume die notwendige Vorstufe eines Alterungsprozesses, der mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Bildung der im nächsten Absatz ausführlicher be-

schriebenen Großhöhlen führt. Und Großhöhlen zählen wegen ihres Artenreichtums und ihrer Gefährdung aus der Sicht des Naturschutzes zu den wichtigsten Schlüssellebensräumen der Wald- und Forstökosysteme.

Auslöser der Strukturentwicklung sind Alterungserscheinungen, die durch Blitzschlag, Wind-, Schnee- und Eisbruch, den Bruthöhlenbau des Schwarzspechtes (vgl. BROGGI 1987, S. 24, WEISS 1990), Trockenschäden oder mechanische Verletzungen der schützenden Borke während der forstlichen Holznutzung ausgelöst werden. Dem Schwarzspecht kommt im Naturwald eine wichtige Rolle zu sowohl als Begründer von Totholzlebensräumen, als auch als Initiator der Verjüngung. Indem der Vogel die Borke als chemischen und mechanischen Schutz des Baumes durchbricht, schafft er Eintrittspforten für Pilze bzw. Insekten und löst so eine vielfältige Radiation holzabbauender bzw. holzbewohnender Organismen aus. Als Folge treten Kronenbrüche ein, die einerseits Lichtschächte für den im Bestandesschatten verharrenden Jungwuchs öffnen und andererseits durch die sich anschließende Totholzmineralisation Nährstoffe für die aufstrebenden Jungbäume liefern.

Eine ähnliche Rolle wie die oben beschriebenen Noxen spielen der stammparallele Astschnitt und die invasive Baumchirurgie: Solche veralteten Sanierungsmethoden zerstören die lebenswichtigen Abwehrfronten des Baumes gegen holzabbauende Organismen. Die Baumpflege förderte dadurch besonders im Falle alter und starkdimensionierter Stämme unfreiwillig die Ausbildung von Biotoptypen, die als Lebensraum von Reliktarten der ehemaligen Urwälder wichtig sind.

Als Höhlenbildner sind auch die Großkolonien einiger Holzameisenarten zu erwähnen, da sie durch ihre Nagetätigkeit neue Hohlraumssysteme schaffen (wie einige Roßameisenarten der Gattung *Camponotus*, die Glänzenschwarze Holzameise *Lasius fuliginosus*) oder bestehende stark erweitern (oft *Lasius brunneus* - Kleine braune Holzameise).

3.2.6 Baumhöhlen - der Bezug zwischen Insektenfauna, höhlenbrütenden Vögeln und Säugetieren

Durch lebende Holzbereiche gestützte Biotopsituationen sind in der Regel die Voraussetzung für die Bildung von Grosshöhlen, wobei die Lebendbaumbesiedler unter den Pilzen eine entscheidende Rolle spielen.

Der Goldfell-Schüppling *Pholiota aurivella* z.B. ist ein Braunfäuleerreger mit geringer Abbaugeschwindigkeit, der seine Aktivität auf abgestorbenes Reifholz (Rotbuche) konzentriert. Daher bleiben lebenswichtige, an ein intaktes Kambium gebundene Funktionen des Wirtsbaumes wie die Fähigkeit zur Regeneration z.B. in Form von Überwallungen erhalten. Die Bäume können sich daher statisch stabilisieren und trotz des voranschreitenden Holzabbaus bzw. der Aushöhlung über Jahrzehnte hinaus vital bleiben und noch beachtliche Wuchsleistungen erbringen.

Der Schwefelporling *Laetiporus sulphureus* ist gewissermaßen ein Gegenstück zu *Pholiota aurivella* an Stiel- und Traubeneichen. Auch er läßt lebende Holzbereiche lange Zeit unbehelligt, sodaß Stabilisierungs- und Kompensationsversuche der nach und nach ausgehöhlten Bäume oft über Jahrzehnte hinaus Erfolg haben (vgl. z.B. BUTIN S. 155 f).

Die hohe Lebenserwartung vieler Typen von Höhlenbäumen und damit die Kontinuität des Höhlenangebots ist von größter Bedeutung auch in Bezug auf die Versorgung von Wirbeltieren wie den Fledermäusen mit Winterquartieren. Denn meterdicke Stämme können über viele Jahrzehnte hinweg geräumige Quartiere zur Verfügung stellen; Durch die Überwallung sind die Öffnungen oft klein und eng, sodaß die Höhlen guten Kälteschutz für die darin überwintrenden Fledermausgesellschaften bieten.

Von Fledermäusen als Kinderstuben und als Übernachtungsquartiere intensiv genutzte Stammhöhlen geringerer Abmessungen können durch den Kot der Tiere mit der Zeit bis zur

Unbrauchbarkeit verfüllt werden. Die Höhle erlangt die Eignung als Quartier jedoch mit der Zeit zurück, da die Fraßtätigkeit der Insektenlarven und die Remineralisationstätigkeit der Pilze für eine Absenkung des Verfüllungsniveaus und für eine allmähliche Volumenerweiterung sorgen. Als Detritusfresser kommen besonders Fliegenlarven (z.B. aus der Familie der Kammschnaken - Flabelliferinae) und Käferlarven (aus den Familien der Mulm-Pflanzenkäfer - Alleculidae und der Blatthornkäfer - Scarabaeidae) in Betracht.

Alle Höhlungen werden früher oder später durch Sekundär- und Strukturnutzer besiedelt. Beispiele sind höhlenbrütende Vögel, Kleinsäuger wie Nagetiere, Schlafmäuse und Fledermäuse sowie staatenbildende Insekten wie (Holz-) Ameisen, Hornissen und Wespen. Die Nutzung der Hohlräume durch Wirbeltiere ist mit dem Eintrag von organischer Substanz verbunden wie z.B. Nistmaterial, Beuteresten, Federkielen, tauben Eiern oder auch toten Jungtieren. Da diese organische Substanz stickstoff- und phosphorhaltige Verbindungen und Mineralstoffe enthält, stellt sie eine Vervielfachung des ursprünglich vom Baum selbst zur Verfügung gestellten Nährstoffangebotes dar. Im Inneren ausgedehnterer Stammhöhlen fruktifizierende Holzpilze bewirken eine weitere Auffächerung des ohnehin vorhandenen, stark verschachtelten Nischenangebots. Die Anreicherung des alternden Stammes mit essentiellen Grundstoffen der Biosynthese führte im Laufe der Evolution zur Entfaltung einer artenreichen Stammhöhlenfauna. Die räumliche Verzahnung von Tierkolonien, Nistmaterial, Mulmkörpern, den vermorschten Innenwänden der Stammhöhle und vorhandenen Pilzmyzelien bzw. Fruchtkörpern zieht zahlreiche biologische Verknüpfungen nach sich: Viele Bewohner des Nistsubstrates verpuppen sich im benachbarten Totholz; Detritophage (von toter organischer Substanz lebende) Larven wie die der Rosenkäfer ziehen das verpilzte Holz in ihr Nahrungsspektrum mit ein; Räuberische Arten dehnen ihren Aktionsradius weiter in den von holzbewohnender Beute besiedelten Stamm aus; Holzameisen- und Bienenkolonien beherbergen eine Fülle von Gastorganismen wie kommensalische, räuberische, detritophage und parasitoide Arten aus den verschiedensten Arthropodengruppen wie z.B. Milben, Fischchen, Asseln, Käfer und Hymenopteren; Hornissennester beherbergen spezialisierte räuberische und kommensalische Wabenbewohner sowie eine artenreiche Biozönose im Abfallhaufen unter dem Nest.

Von großer Bedeutung für die Artenvielfalt einer Stammhöhle sind darüber hinaus mikroklimatische Gradienten, die sich im angesammelten Mulm und im umliegenden Holzkörper ausbilden. Die oberste Schicht des Nest- und Mulmdetritus ist oft staubtrocken im Gegensatz zu tieferen Straten mit guter Durchfeuchtung.

Eine der Besonderheiten der Großhöhlen ist die Ausbildung ausgeprägter, von Niederschlag und Bodenwasser abgeschirmter Trockenbereiche. Selbst in feuchten Waldgesellschaften werden auf diesem Wege Sonderbiotope bereitgestellt, in denen auch xerophile Arten Populationen aufbauen können. Zu den Charakterarten der Trockenbereiche in Altbäumen gehören viele Schwarzkäfer. Ein typisches Beispiel einer solchen trockenheitsliebenden Art der "Häuser der Natur" ist der "Mattglänzende Mehlkäfer" *Tenebrio opacus*. Er ist mit dem bekannten Mehlkäfer zwar nahe verwandt, kommt aber niemals in Gebäuden, sondern ausschließlich im entsprechenden Naturbiotop vor. Seine Larven findet man im trockenen "Holzmehl", einer nähr- und mineralstoffreichen Mischung aus Holzbruch, Insektenresten, Federkielen, Knochen, Nistmaterial sowie den Resten der Pilzmyzelien und Fruchtkörper.

Höhlungen in lebenden Bäumen führen nicht selten ständig Wasser unter Bildung sogenannter Phytohelmen, die einen eigenen Kleinlebensraum darstellen mit Arten wie dem Käfer *Prionocyphon serricornis* (Koleoptera-Scirtidae). Stauwasser in Baumhöhlen führt zur Ausbildung sauerstoffarmer Totholzlebensräume, auf die die Larven z.B. einer Reihe von Schwebfliegenarten (wie z.B. der Hummelschwebfliegen aus der Gattung *Mallota*) spezia-

lisiert sind. Mit Hilfe ihres langen, teleskopartig ausfahrbaren Atemrohres können sie diesen an sich lebensfeindlichen Sonderbiotop fast konkurrenzlos besiedeln; Ihre Nahrung dürfte vorwiegend aus in der wässrigen Lösung reichlich vorhandene Bakterien bestehen. Die Drainage nasser Stammhöhlen zur Förderung höhlenabhängiger Wirbeltiere (wie Rauhußkauz, Fledermäusen) verbietet sich vor solchem Hintergrund als obsolete, aus dem ökologischen Zusammenhang herausgelöste Artenschutzmaßnahme von selbst.

Zu den Sekundärnutzern natürlicher Stammhöhlen zählen nicht nur Tiere. Der Schillerporling *Inonotus nidus-pici* ist auf die Besiedlung von Spechthöhlen in lebenden Laubbäumen spezialisiert, die im kontinental getönten Klimaregionen des östlichen Mitteleuropas wachsen. Das Moos *Anacamptodon splachnoides* hingegen ist in alten Stammhöhlen in feuchtkühlen Bergwäldern zu Hause (vgl. DANIELS 1990).

3.2.6.1 Entwicklungssukzession

Die strukturellen und kleinklimatischen Eigenschaften der Höhlenbäume unterliegen wie andere Totholzstrukturen im Zuge des pilzvermittelten Remineralisationsprozesses einer kontinuierlichen Veränderung. Am Beispiel einer meterdicken Buche aus den „Heiligen Hallen“ (Waldreservat im Süden Mecklenburgs) läßt sich der folgende Ablauf einer Entwicklungssukzession beschreiben:

Schwarzspechte legen im Laufe der Zeit etagenartig angeordnete Höhlen an. Durch Pilzbesiedlung und die Nagetätigkeit der Insektenlarven erfolgt eine Volumenerweiterung der Innenräume bis zum Ineinanderfließen der vormals getrennten Kammern. Typische Rote-Liste-Arten dieser Anfangsstadien sind der Schnellkäfer *Megapenthes lugens*, der Scheinbockkäfer *Ischnomera sanguinicollis*, der Marmorierte Goldkäfer *Protaetia lububris*, der Große Goldkäfer *Protaetia aeruginosa*, der Beulenkopfböck *Rhamnusium bicolor*, der Rotflügelige Halsböck *Corymbia erythroptera*, die Wespenböcke *Necydalis major* und *Necydalis ulmi*, der Mulm-Pflanzenkäfer *Mycetochara axillaris*, die Pilzkäfer *Symbiotes latus* und *Symbiotes gibberosus*, der Schwammkäfer *Mycetophagus populi*, der Kurzflügelkäfer *Quedius truncicola*, der Holzrüsselkäfer *Rhyncholus reflexus*. Die resultierende Großhöhle beginnt, die oben beschriebenen, komplexen Strukturqualitäten mit ausgedehntem Mulmkörper und dreidimensional zerklüfteten Innenwänden zu entwickeln. In dieser oft Jahrzehnte andauernden Phase erreichen neben diversen anderen Rote-Liste-Arten z.B. der Eremit (*Osmoderma eremita* als prioritäre Art der FFH-Anhangliste und der Feuerschmied (*Elater ferrugineus*, mit bis 2,4 cm zweitgrößter Schnellkäfer Mitteleuropas) den Höhepunkt ihrer Populationsstärke; Die Holzameise *Lasius brunneus* ist oft in starken Kolonien und mit seltenen Gastarten wie dem Rippen-Kurzflügler *Thoracophorus corticinus* vertreten. Im Laufe der Zeit wird der nach wie vor lebende Buchenstamm kaminartig ausgehöhlt und der Höhlenboden erreicht den Stammfuß. Durch den direkten Kontakt mit dem feuchten Erdboden wird die Umsatzgeschwindigkeit des Mulmkörpers erheblich gesteigert. Dennoch bleiben oft viele Liter umfassende Detritismengen erhalten, da der Nachschub aus den höhergelegenen Stammteilen in Form von Nagemehl, Holzbruch und Nistmaterial noch lange mit dem Remineralisationsgeschehen Schritt hält. Dadurch ergibt sich eine weitere, für den Fortbestand eigens angepaßter Spezialisten entscheidende Phase der Höhlenentwicklung. Die trockeneren Bereiche werden von Mäusen genutzt: Das Nistmaterial, die organischen Reste in Form von Hautschuppen und die Überbleibsel von Nahrungsvorräten wie Eicheln oder Bucheckern führen zur Entfaltung einer eigenständigen Gesellschaft typischer Nestbewohner. Es ergeben sich Überschneidungen mit den Charakterarten von Erdnestern wie z.B. des Maulwurfs, der seinen Bau zum Schutz vor Freßfeinden gerne im Wurzelraum der Stämme anlegt. Ein Teil des Mulmkörpers wird von der Bodenfeuchte und durch im Inneren des Stammes herablaufende Flüssigkeit mehr oder weniger stark durch-

nässt. Sauerstoffarme, sehr nasse Situationen sind die Domäne z.B. des Bluthals-Schnellkäfers *Ischnodes sanguinicollis* und der Schwebfliege *Xylota lenta*. Durch die Wühltätigkeit der Kleinsäuger wird ein Teil des Mulms mit Erdreich überdeckt bzw. durchmischt und wohl zum Teil durch Stampfbewegungen des darüber lastenden Stammes oft zu einem lehmartigen, mit Holzbruch durchsetzten Restkörper verbacken. Hier lebt als Charakterart der urwaldartigen Buchenwälder z.B. der Blaue Schnellkäfer *Limoniscus violaceus*, ebenfalls eine nach dem Gesetz zu fördernde Art der FFH-Anhangliste II (die fakultativ räuberische Larve ist zudem in feuchtem, teils vererdetem Mulm z.B. in Gesellschaft des *Ischnodes sanguinicollis* anzutreffen).

Somit wird deutlich, wie sehr sich die verschiedenen, gleitend ineinander übergehenden Stadien der Höhlenentwicklung in ihrer Eignung als Lebensräume spezialisierter Holzinsekten unterscheiden. Das Ziel der ökologischen Nachhaltigkeit ist im Wirtschaftswald also nur zu erreichen, wenn eine repräsentative Zahl von Höhlenbäumen in einem zeitlichen und räumlichen Kontinuum über ihre physiologische Altersgrenze bzw. über die nutzungsorientiert festgelegten Zielstärken hinaus der natürlichen Seneszenz bzw. Abbausukzession überlassen wird.

3.2.6.2 Baumruinen

Die ungestörte, räumliche und biochemische Ausdifferenzierung von Stammhöhlen in lebenden Bäumen führt im Laufe der Jahrzehnte zur Ausprägung komplexer Lebensräume, die man als Baumruinen bezeichnen kann. Die Struktur- bzw. Volumenklasse der Baumruinen umfaßt stehende Altbäume, die sich durch eine überdurchschnittliche Strukturausstattung und in der Regel auch durch überdurchschnittliche Stammdurchmesser auszeichnen. Beispiele sind große Stammhöhlen, Mulmkörper, Mulmtaschen, Nistmaterial der Höhlenbrüter, umfangreiche verpilzte Areale, zerklüftete Holzbereiche mit Gangsystemen der Holzinsekten, Holzameisen- oder Hornissennester sowie abgestorbene Starkäste mit Höhlenbildung. Diese Lebensraumkompartimente des Alt- und Totholzes entstehen erst durch die zum Teil langwierige Vorarbeit anderer Organismen wie Pilzen, Insekten und höhlenbrütenden Wirbeltieren: Die Ansammlung eines viele Liter umfassenden, kleinklimatisch differenzierten Mulmkörpers erfordert Zeiträume, die viele Jahre bis Jahrzehnte umfassen.

Am Beispiel der Mulmkörper wird verständlich, daß die Entfaltung aus Naturschutzsicht hochwertiger Totholzlebensräume besonders stark vom Volumen und damit vom Alter der Bäume abhängt: In Stämmen mit schwachen Durchmessern können sich aus Platzgründen von vorneherein keine umfangreicheren Detritusansammlungen bilden (Detritus: Sammelbegriff für abgestorbene organische Substanz pflanzlichen und tierischen Ursprungs). Eine Erfahrung, die durch systematische Untersuchungen in den Berliner Forsten bestätigt wurde: Großhöhlen sind so gut wie ausschließlich nur an Bäumen entwickelt, die Stammdurchmesser von 0,8 Metern BHD und darüber aufweisen. Ausnahmen gibt es z.B. bei weniger wuchskräftigen Gehölzarten wie Schwarzerlen und Birken, die ein derart hohes Endvolumen kaum erreichen; Am Ende ihrer natürlichen Lebenserwartung durchläuft jedoch ein Teil der Stämme einen allmählichen Prozeß der Seneszenz, der ähnlich wie bei Alteichen zur Ausdifferenzierung eines komplex verschachtelten Systems von Einzellebensräumen führen kann.

Mit dem endgültigen Absterben der oft durch Ersatzkronenbildung ausgezeichneten, lebenden Baumruine versiegt der für die Nährstoff- und Feuchtigkeitsversorgung so wichtige Transpirationsstrom. Mit zunehmender Austrocknung verliert der Stamm seine Eignung als Lebensraum besonders der feuchteabhängigeren Arten; Das Besiedlungsspektrum wird

eingengt und verschiebt sich zugunsten trockentoleranter Formen bzw. zugunsten der Strukturnutzer wie z.B. der Wildbienen und Grabwespen. Wegen der Fülle verschachtelter Nischen und des darauf aufbauenden, hohen Besiedlungspotentials behält auch der Trockenstamm einen aus der Sicht des Artenschutzes außerordentlich hohen Wert.

3.2.7 Tiernester

Die Bedeutung von Tierbauten als wichtige Diversifizierungskomponenten in Alt- und Totholzlebensräumen wurde schon angesprochen. Im folgenden werden einige vertiefende Aspekte ausgeführt:

3.2.7.1 Die Gastfauna holzbewohnender Ameisen

Über die höhlenbrütenden Wirbeltiere hinaus gibt es eine Reihe weiterer Strukturnutzer, die ohne unmittelbar am Holzabbau beteiligt zu sein von der Tätigkeit der Holzpilze und Holzinsekten profitieren. Einige Ameisenarten legen ihre Kolonien in durch Pilze vermorschten und von anderen Holzinsekten zernagten Stämmen und Ästen an. Durch die Erweiterung des vorgefundenen Gangsystems bzw. durch die Zerkleinerung des verpilzten Holzes zum Bau von Kartonnestern nehmen sie an der Endphase des natürlichen Recyclingprozesses teil.

Das Ameisennest bietet eine reichhaltige Nahrungsquelle und Schutz vor äußeren Einflüssen. Sowohl ein kontinuierlicher Nachschub an Beuteresten, als auch die Ameisen selbst samt ihrer Brut stellen eine sichere Entwicklungsbasis für zahlreiche Käferarten dar. Besonders vielfältig mit einem Artenpotential von rund 40 Arten ist die Gastkäferfauna der Kleinen Braunen Holzameise *Lasius brunneus* Latr. (vgl. DONISTHORPE 1921, KÖHLER 1988). Das erdgeschichtlich hohe Alter der Lebensgemeinschaft Holzameisenkolonie kann man aus den Beziehungen ihrer Bewohner ableiten: Einige Käferarten sind auf die Jagd von Milben spezialisiert, die ausschließlich in den Holzameisenbauten vorkommen.

Deutlich artenärmer, aber nicht weniger spezifisch sind die Gastfaunen anderer Arten. Nach *Lasius brunneus* ist die Glänzendschwarze Holzameise *Lasius fuliginosus* hervorzuheben; Auch einige der durch ihre Körpergröße bekannten Roßameisenarten der Gattung *Camponotus* beherbergen spezifische Mibewohner.

Einige Arten der bekannten Waldameisen (Gattung *Formica* im weitesten Sinne) bauen ihre oft außerordentlich individuenstarken Nester gerne bzw. vorzugsweise an und in Totholzstrukturen. Das ungeheure Nahrungsangebot dieser Großkolonien zieht in Verbindung mit dem versteckreichen Gangsystem im zerklüfteten Holz eine Fülle mehr oder weniger spezifischer Insektenarten an, darunter viele Käfer.

3.2.7.2 Solitäre Bienen und Grabwespen als Holzbrüter

Über die Ameisen hinaus nutzen nicht wenige Grabwespenarten bevorzugt stehende, vermorschte Stämme zur Unterbringung ihrer Brut. Die Tiere nagen aktiv Gänge in weiches, weißfaules Holz und füllen sie mit durch Stiche gelähmten Insekten (oft Schwebfliegen - Syrphidae) als Nahrung für ihre Larven. Die passivste Rolle unter den Raumnutzern in Totholzbiotopen spielen einige Wildbienenarten. Zum Brutgeschäft bedienen sie sich meist schon vorhandener, z.B. von Bock- und Pochkäferlarven ausgeprägter Gänge.

Da die Bruten der Grabwespen und Wildbienen eine fast wehrlose und reiche Proteinquelle darstellen, wurde im Laufe der Evolution auch diese Möglichkeit zur Artbildung nicht ausgelassen: Einige Käfer-, Schlupfwespen-, sowie Goldwespen- und Fliegenarten sind auf die Parasitierung bzw. die Mitbenutzung der Holznester von Grabwespen- und Wildbienenarten eingestellt.

3.2.7.3 Hornissen- und Bienennester

Hornissen nisten überwiegend in Baumhöhlen. Sie werden dort von Insektenarten begleitet, die z.T. eng an sie gebunden sind. Beispiele sind der Hornissenkäfer *Velleius dilatatus* und der Hornissen-Schimmelkäfer *Cryptophagus micaceus*. Der Lebensraum Hornissennest setzt sich aus zwei Hauptkomponenten zusammen. Im ersten Teillebensraum, den Waben, sind z.B. der Schimmelkäfer und die Junglarven von Schwebfliegen der Gattung *Volucella* zu Hause. Den zweiten Teillebensraum bildet ein Abfallhaufen unter der Nestkuppel am Grunde der Stammhöhle. Der Nestdetritus besteht aus Kot, Beuteresten, Baummulm sowie aus toten Larven, Puppen und Imagines. Hier findet man eine artenreiche Lebensgemeinschaft aus saprophagen, räuberischen und parasitischen Insekten, die wie der Hornissenkäfer z.T. strenge Begleiter von *Vespa crabro* sind. Enge Beziehungen bestehen daher zwischen bestimmten Fliegenarten und Kurzflügelkäfern wie *Aleochara sanguinea*, die als Larven an bzw. in den Fliegenpuparien parasitieren.

Daß Hornissenkästen ähnlich wie Nisthilfen für höhlenbrütende Wirbeltiere kein adäquater Ersatz für den natürlichen Lebensraum Stammhöhle sind, bedarf wohl keiner weiteren Erklärung.

Im Gegensatz zu den Hornissen können Bienenvölker über viele Jahre hinweg bestehen und werden erheblich individuenreicher. Freilandnester in Baumhöhlen sind zwar relativ selten; Da der Betriebsablauf eines Bienenstaates im Laufe der Zeit erhebliche Mengen an tierischem Detritus besonders in Form toter Imagines und wächserner Wabenreste erzeugt, sind die belegten Baumhöhlen aufgrund der Nahrungsgrundlage jedoch außerordentlich reich an Mitbewohnern. Auf Seiten der Käfer sind zum Beispiel Pelzkäfer (Dermestidae), Diebskäfer (Ptinidae), Schimmelkäfer (Cryptophagidae), Moderkäfer (Latridiidae), Tenebrionidae (Schwarzkäfer), Stutzkäfer (Histeridae), Kurzflügelkäfer (Staphylinidae) und Mulmpflanzenkäfer (Alleculidae) zu nennen. Inwieweit Überschneidungen mit der Fauna der Hornissennester bestehen, ist bisher nicht ausreichend untersucht.

3.2.7.4 Organische Substanz hinter Rinden und im Trockenholz

Eine eigene Sparte bilden die in der Kategorie "Tiernester" eingeordneten Bewohner der Insekten- und Wirbeltierreste an alten Hölzern. An das nährstoffreiche Angebot haben sich insbesondere Arten der Pelzkäfer - *Dermestidae* und Diebskäfer - *Ptinidae* angepaßt wie der seltene "Speckkäfer" *Dermestes erichsoni*.

Als Verursacher der lokalen Ansammlung solcher Überreste sind folgende Tiergruppen zu nennen:

- Spinnen. Eine ganze Reihe von Spinnenarten ist an das Bewohnen von Rindenverstecken angepaßt. Die Spaltenkreuzspinne *Araneus umbricatus* zum Beispiel akkumuliert als große Art ziemliche Mengen von Beuteresten in ihren Wohnverstecken hinter leicht abstehenden Baumrinden.
- Hautflügler. Einige Grabwespenarten legen ihre Brutgänge in stark vermorschtem, stehendem Holz an. Die Brutkammern werden mit verschiedenen Insekten wie Schwebfliegen beschickt als Nahrung für die Larven. Auch ein Teil der heimischen Wildbienen nistet im morschen Holz meist unter Benutzung der Gänge anderer Holzbewohner.

Einige Käferarten wie *Ptinus sexpunctatus* sind als Mitbewohner (Kommensalen) an diese Nester gebunden.

- Schmetterlinge. Eine Reihe von Schmetterlingen vollzieht die Puppenruhe unter und auf Rinden. Die Raupen verschiedener Spinnerarten verpuppen sich oft in Gruppen unter losen Rinden und lassen nach dem Schlüpfen der Falter umfangreiche Gespinste zurück. Prozessionsspinnerraupe erzeugen an der Stammbasis regelmäßig großflächige Puppennester, die nach dem Ausflug der Falter noch einige Zeit haften bleiben.
- Vögel. Eine starke Bindung an Rindenbiotope haben besonders der Garten- und der Waldbaumläufer. Sie bauen ihre keilförmigen Nester bevorzugt in den Spalt zwischen abklaffender Rinde und Stamm und schafft damit neuen Lebensraum für Arthropoden wie Käfer, Milben, Spinnen, Fliegen u.a.

Eine in unterschiedlichsten Holzlebensräumen wie verpilzten Borken, verpilztem Holz, zerfallenden Pilzfruchtkörpern oder an organischer Substanz tierischen Ursprungs artenreich vertretene Gruppe sind auch die Kleinschmetterlinge. Die z.T. prächtig gefärbten Faulholzmotten (Oecophoridae) z.B. sind in der Zucht zwar regelmäßig nachweisbar, im Freiland jedoch wegen ihrer versteckten Lebensweise kaum zu bemerken. Wie einige Vertreter der Echten Motten (Tineidae) eignen sich bestimmte Arten mit enger Bindung an nischenreiche Baumruinen als Indikatoren historisch alter Waldstandorte.

3.2.8 Carnivore, parasitoide und parasitische Holzinsekten

Die bisher besprochenen, direkt von Holz oder Nistmaterial abhängigen Insektengruppen bilden die Basis für ein weites Spektrum von räuberischen, parasitoiden und parasitischen Organismenarten. Vom Ei über die Puppe bis zur Imago unterliegen z.B. alle Entwicklungsstadien der Borkenkäfer einer Nutzung: Winzige Erzwespenlarven fressen die Eier aus; Käfer, Schlupfwespen, Kamelhalsfliegen, Raubfliegen, Spechte, Pilze u.a. dezimieren die Zahl der Larven; Die erwachsenen Käfer werden von Buntkäfern, Raubfliegen, Vögeln u.a. gejagt. Die carnivoren und parasitischen Holzbewohner sind der Spezialisierung ihrer Beutetiere auf bestimmte Kleinbiotope gefolgt. Daher gibt es z.B. ausgesprochene Wipfeljäger neben typischen Vertretern des bodennahen Mikroklimas. Auch Stammhöhlen weisen eigene Räuber-Beute-Kombinationen auf, die auf Artenpaare beschränkt sein können.

3.2.9 Überwinterer und andere Strukturnutzer

Zahllose Insektenarten suchen weiches Totholz, Holz- und Rindenspalten als Überwinterungsquartiere auf. Hornissen-, Wespen- und Hummelköniginnen findet man häufiger z.B. in Mulmtaschen hinter Rinden. Manche Großlaufkäfer wie der Wald-Goldlaufkäfer *Carabus auronitens* arbeiten sich im Herbst recht tief in liegende Stämme oder Stubben ein oder überwintern in vorgefertigten Wiegen unter gelockerten Borken. Liegendes Totholz in Gewässernähe enthält nicht selten individuenreiche Überwinterungsgesellschaften der uferbewohnenden Insektenfauna wie Laufkäfer, Kurzflügler, Blattkäfer oder Bodenwanzen.

Bei einigen Arten aus Familien mit überwiegend räuberischen Bodentieren fand ein Übergang auf Totholzlebensräume statt. Der für warme, strukturreiche Laubwaldgesellschaften charakteristische Laufkäfer *Carabus intricatus* z.B. zeigt eine ausgeprägte Bindung an stehende und liegende Tothölzer. Seine Larven bestreiten einen Teil ihres Nahrungserwerbs im Mulm hinter Rinden und im Inneren hohler Stämme.

Epiphytische Moose und Flechten weisen ebenfalls typische Bewohner auf. In feuchteren Waldgesellschaften trifft man im Moosaufwuchs der bodennah exponierten Hölzer z.B. nicht

selten die Netzwanze *Acalypta musci* an. Der Flechtenaufwuchs auf Stammholz dient z.B. einer Reihe von Schmetterlingsarten aus der Familie der Bärenspinner (Arctiidae) als Entwicklungsgrundlage (allerdings mit Überschneidungen zum Flechtenaufwuchs auf Felsen und Mauerwerk).

Wegen ihres langsamen Wachstums sind eine Reihe baumgebundener Flechtenarten gute Indikatoren für historisch alten Baumbestand. Diese Arten vertragen keine kurzen Nutzungsintervalle und reagieren sehr empfindlich auf intensivere Formen der Forstwirtschaft.

4. Die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH) der Europäischen Union

Die Absicht der FFH-Richtlinie ist die Stärkung des Schutzes unserer belebten Umwelt durch eine Schwerpunktverlagerung der Schutzbemühungen vom Einzelindividuum auf den gesamten Lebensraum bzw. auf die Gesamtheit der wirtschaftlichen Aktivitäten des Menschen. Dies erfolgt durch die rechtliche Zusammenführung von Arten- und Biotopschutz im gesamteuropäischen Rahmen. Bestimmte natürliche Lebensraumtypen und bestimmte Arten sind angesichts der Bedrohung, der sie ausgesetzt sind, als prioritär eingestuft, damit Maßnahmen zu ihrer Erhaltung zügig durchgeführt werden können (Richtlinie 92/43/ EWG des Rates).

An sich zulässige Maßnahmen können Auswirkungen auf europaweit zu schützende Arten zur Folge haben. Daher sind die Mitgliedsstaaten aufgefordert, im Rahmen eines Überwachungssystems diejenigen weiteren Untersuchungs- und Erhaltungsmaßnahmen einzuleiten, die erforderlich sind, um sicherzustellen, daß der unbeabsichtigte Fang oder das unbeabsichtigte Töten keine signifikant negativen Auswirkungen auf die betreffenden Arten haben; Dies betrifft die Fortpflanzungs- und Ruhestätten sowie einzelne Individuen.

Die FFH-Richtlinie fordert darüber hinaus die Einrichtung eines zusammenhängenden Netzes von Lebensräumen, die genetischen Austausch durch erfolgreiche Wanderungen bzw. die Besiedlung neu entstehender Schlüssellebensräume ermöglicht

In Bezug auf die Forstwirtschaft ergibt sich also einiges an Anpassungsbedarf, da sie durch konkrete Maßnahmen die Überlebensfähigkeit z.B. in der Anhangliste II aufgeführter, zum Teil als prioritär eingestufte FFH-Arten häufig unmittelbar beeinflusst und weil sie natürliche Waldgesellschaften von europäischer Bedeutung (Biotoptypenliste, Anhang I) oft in hohem Maße negativ verändert (vgl. z.B. RÖDIGER-VORWERK 1998).

Unter den bisher bekannten Modellen der Forstwirtschaft setzt das ökosystemorientierte Prozeßschutzkonzept die natürliche Dynamik der Wälder am ehesten in die Nutzungspraxis um (vgl. STURM & WESTPHAL 1991, STURM 1993, STURM 1994). Der Erhalt dynamischer Entwicklungen wie die im vorliegenden Text thematisierten, individuell-vielschichtigen Alterungs- und Abbauprozesse bilden die originäre Grundlage dieses konsequent weiterentwickelten Modells der „Naturgemäßen Waldwirtschaft“. Damit rückt der Schutz der natürlichen Artenvielfalt als eines der Hauptziele der Biodiversitätskonvention von Rio 1992 in greifbare Nähe. Zum zweiten wird das Prozeßschutzkonzept den Anforderungen der FFH-Richtlinie gerecht, indem es herkömmliche Ansätze der Landnutzung im Sinne des Erhalts europaweit gefährdeter Lebensräume und Arten modifiziert.

5. Die prioritär zu entwickelnden Alt- und Totholzlebensräume (Schlüssellebensräume)

5.1 Höhlenbäume

Großhöhlenbäume in Volumenklassen ab 0,8 Meter BHD aufwärts sind in der heutigen Kulturlandschaft absolute Mangelbäume. Ihre große Seltenheit auch im Saarland zeigt eine Schwäche der gängigen Zielstärkensysteme auf: Die Zielstärkennutzung beendet den Lebenszyklus des überwiegenden Teils der Waldbäume weit vor ihrer physiologischen Altersgrenze; Daher fehlen den meisten Wirtschaftsforsten wesentliche Komponenten der Naturwälder mit der Folge, daß große Segmente des ursprünglichen Artenbestandes faktisch auf großer Fläche eliminiert bzw. auf reliktdäre Reliktflächen abgedrängt wurden. Bei der Rotbuche findet man diese Höhlenstrukturen vornehmlich in den Altersstufen ab etwa 200 Jahren aufwärts; Bei Stiel- und Traubeneiche ab einem Alter von etwa 250 bis 300 Jahren. Daher ist es notwendig, in den noch vorhandenen Altbeständen systematisch solche Stämme von der Nutzung auszunehmen, die entweder schon Höhlen aufweisen oder die mit den bekannten Vorläuferstrukturen ausgestattet sind (wie z.B. Starkastaus-srisse, Teilkronenbrüche, grosse Astlöcher, abgestorbene Starkäste, borkenlose bzw. schon verpilzte Schürfstellen und Blitzrinnen).

5.2 Teilweise abgestorbene Bäume mit Ersatzkronenbildung

Anbrüchige Bäume im Starkholzbereich mit Ersatzkronenbildung zeichnen sich durch einen teilweise intakten Transpirations- bzw. Assimilatstrom in Verbindung mit vermorscht-verpilzten Holzbereichen aus. Höhlen sind an solchen Stämmen regelmässig vorhanden. Wegen dieser speziellen Strukturkombination weisen solcherart strukturierte Stämme hohe Potentiale gefährdeter xylobionter Organismen auf. Darüber hinaus sind aus ästhetischer Sicht von grundsätzlichem Wert.

5.3 Zunderschwamm-Buchen

Der Zunderschwamm *Fomes fomentarius* ist einer der für die Rotbuche typischsten Holzpilzarten. Er beherbergt neben einer Fülle von Insektenspezialisten zahlreiche Arten, die ihre Entwicklung allgemein an und in den Fruchtkörpern von Porlingen durchmachen. Durch die bisher hohe Nutzungsintensität ist der Zunderschwamm im Saarkohlenwald im Vergleich zu repräsentativen Altbeständen wie dem Urwald von Taben (bei Saarkohlenbach) oder den Heiligen Hallen (in Süd-Mecklenburg) selten. Der Pilz kann nur lebende Bäume besiedeln, die durch Ereignisse verschiedenster Art mechanisch bzw. physiologisch geschwächt sind. Daher sind solche Bäume systematisch von der Nutzung auszunehmen.

Der Zunderschwamm bewirkt durch eine rasch voranschreitende und das Kambium einbeziehende Abbautätigkeit einen im Vergleich zu anderen Pilzarten wie dem Gewöhnlichen Austerseitling raschen Bruch der Stämme, wobei in der Regel mehrere Meter lange Hochstubben entstehen. Wegen der geringen Lebenserwartung der Zunderschwammbuchen ist die Bildung von Grosshöhlen an den betreffenden Stämmen selten.

5.4 Eichen mit Schwefelporling

Vergleichbar dem Zunderschwamm an der Rotbuche ist der Schwefelporling einer der prägnantesten und häufigsten Charakterpilze der alternden Stiel- und Traubeneichen (ferner auch der im Saarkohlenwald stellenweise verbreiteten, mit der Gattung *Quercus* nahe verwandten Eßkastanie *Castanea sativa*; Selten an alten Rotbuchen). Der Pilz ist als Myzel und Fruchtkörper einerseits Nahrungsgrundlage; In seiner Funktion als Kernholzverwerter

wirkt er andererseits als Strukturbildner besonders in Bezug auf die Entwicklung von Großhöhlen: Das Kambium der besiedelten Eichen bleibt in grossen Teilen lange Zeit intakt, sodass sich die Bäume statisch stabilisieren können und dadurch oft noch viele Jahrzehnte erhalten bleiben. Daher muß in einem naturnahen Wirtschaftswald eine ausreichend hohe Zahl von Eichen der Alterungssukzession überlassen werden.

5.5 Sonstige pilzbesiedelte Bäume

Über die beiden leicht kenntlichen Schlüsselpilzarten Schwefelporling und Zunderschwamm hinaus gibt es an den beiden Hauptbaumarten des Saarkohlenwaldes selbstverständlich weitere Holzpilze, deren regelmäßiges Vorkommen für die Ansiedlung tragfähiger Populationen bestimmter xylomycetobionter Käfer erforderlich ist. Die wichtigsten werden im folgenden vorgestellt:

Seitlinge (Gattung *Pleurotus*)

Im Saarkohlenwald sind der Gewöhnliche Austerseitling *Pleurotus ostreatus* (Winterpilz) und der Löffelförmige Seitling *Pleurotus pulmonarius* (Sommerpilz) derzeit dominierend.

Pleurotus ostreatus beginnt sein Wachstum in der Regel als Wundparasit an lebenden Buchen (Weißfäule) und begründet wegen seiner Häufigkeit eine eigenständige, wichtige Alterungs- bzw. Abbaulinie. Die Fruktifikation setzt sich nach dem Absterben noch einige Jahre fort.

Pleurotus pulmonarius ist ein Bewohner des frisch abgestorbenen Holzes und tritt am regelmäßigsten an liegenden Hölzern stärkerer Dimensionen wie z.B. zusammenhängenden Kronenbrüchen von Altbuchen auf. Nach einer relativ kurzen Phase der Fruktifikation wird er vergleichsweise schnell durch andere Arten verdrängt.

Mit der systematischen Förderung von Alt- und Totholzstrukturen des starken Buchenholzes könnte im Saarkohlenwald auch der Rillstielige Austerseitling *Pleurotus cornucopiae* häufiger werden. Die mehr in Auwäldern verbreitete Art ist wegen ihrer reichen Insektenbesiedlung wichtig für den Artenschutz.

Goldfell-Schüppling *Pholiota aurivella*

Der Pilz wurde in Kapitel 3.2.6, S. 34 ff., ausführlicher vorgestellt. Als einer der an Rotbuche eher seltenen Braunfäuleerreger erzeugt er eine eigenständige Alterungslinie. *Pholiota aurivella* ist einer der wichtigsten Schlüsselpilze der Großhöhlenbildung in lebenden Altbuchen.

In Zusammenhang mit der Höhlenbildung sind weitere, im Saarkohlenwald zur Zeit seltenere Weißfäulepilze hervorzuheben, die ihr Wachstum nur am lebenden Baum aufnehmen: Dies sind z.B. der Schuppenporling *Polyporus squamosus*, der Igel-Stachelbart *Hericium erinaceus* und der Laubholz-Schwammporling *Spongipellis spumeus*.

In naturnah totholzreichen Buchenwäldern häufige Schlüsselpilze des Starkholzes bzw. des gröberen Astholzes:

Der Schuppenporling *Polyporus squamosus* (Haupterscheinungszeit Mai-Juni) und der Buchen-Stachelbart *Hericium clathroides* (Herbstpilz) zählen wegen ihrer Größe und Häufigkeit in naturnah-totholzreichen Buchenwäldern zu den bedeutsamsten Lebensgrundlagen xylomycetobionter Insekten.

Von der Besiedlungsintensität her gesehen werden sie vom Riesenporling *Meripilus giganteus* gefolgt; Der Pilz wächst vornehmlich im Herbst wurzelbürtig an stehend absterbenden und abgestorbenen Rotbuchen sowie an Stubben. Wegen des auch in Wirtschaftswäldern

relativ konstanten Angebots an Brutsubstrat ist der Riesenporling im Vergleich zum stammgebundenen Pilzarten ungleich häufiger.

Ein weiterer, für die Charakterisierung der Totholzlebensräume der buchenreichen Waldgesellschaften wichtiger Holzpilz ist der Sklerotienporling *Polyporus tuberaster*. Die Art ähnelt in Färbung und Zeichnung dem Schuppenporling, ist jedoch zentral gestielt, in der Regel wesentlich kleiner und wächst vornehmlich auf liegendem, oft schon rindenlosem, stärker abgebautem Holz; Das Substratvolumen reicht vom Stammholz bis herab zu rund 5 cm dünnen Ästen. Der Name Sklerotienporling geht auf große Speicherorgane im Boden zurück, die ein Teil der Myzelien bildet; Nachdem das Holzsubstrat schon längst verschwunden ist, wachsen daraus noch jahrelang neue Fruchtkörper. Der "Zierliche Haarzungen-Faulholzkäfer" *Triplax lepida* ist dem bisherigen Kenntnisstand gemäß auf *Polyporus tuberaster* spezialisiert.

Von elementarer Bedeutung für die buchenwaldtypische Diversität holzbewohnender Insekten sind die *Trametes*- und *Stereum*-Arten bzw. ihre nähere Verwandtschaft. An der Rotbuche sind folgende Arten Schlüsselpilze der Insektenbesiedlung: Buckel-Tramete *Trametes gibbosa*, Striegelige Tramete *Trametes hirsuta*, Schmetterlingstramete *Trametes versicolor*, der Striegelige Schichtpilz *Stereum hirsutum* und der Birken-Blättling *Lenzites betulina*.

Ferner typisch für aufragende Teile von Buchenkronen bzw. für die Flanken liegender Stämme sind der Knotige Schillerporling *Inonotus nodulosus* (auch im Kronenraum stehender Bäume) und die ihm in der Sukzession obligatorisch folgende Spitzwarzige Tramete *Antrodiella hoehnelii* - beide werden von Holzpilzinsekten (z.B. Käfer, Echte Motten, Faulholzmotten) stark genutzt.

Rauchporlinge, besonders *Bjerkandera adusta*, sind typische Besiedler des Basisbereiches weisssfauler Trockenbuchen. Das myzelhaltige Holz beherbergt die Larven zahlreicher Holzkäferarten wie z.B. des Balken- und des Kopfhornschröters. Deren Gangsystem wiederum bildet eine der Grundlagen von Brutbauten der Kleinen braunen Holzameise, die im Saarkohlenwald mit einer Reihe von Gastarten vertreten ist.

Der Laubholz-Harzporling *Ischnoderma resinosum* wächst sowohl an liegenden, noch berindeten Stämmen, als auch im Basisbereich stehend abgestorbener Bäume bzw. der Hochstubben. In der Pilzsukzession kann er auf den Zunderschwamm folgen, sodaß seine Fruchtkörper unmittelbar neben inaktiven des *Fomes fomentarius* erscheinen. *Ischnoderma resinosum* ist zusammen mit dem Nadelholz-Harzporling *Ischnoderma benzoinum* Wirtspilz des Düsterkäfers *Mycetoma suturale*, einer Reliktart besonders der naturnah totholzreichen Bergwälder.

Die Verbreitungsmuster vieler Holzinsekten sind in Mitteleuropa derzeit weniger Abbilder biogeografischer Arealgrenzen; Sie spiegeln vielmehr den Grad der Nutzungsintensität wieder, die regional recht verschieden besonders im Falle der anspruchsvollen Holzbewohner zu inselartig-lückenhaften Vorkommen geführt hat. Daher ist ein Auftauchen von *Mycetoma suturale* im Saarland durchaus wahrscheinlich, wenn sich die Totholzausstattung der Wälder wieder einem naturnahen Niveau nähert und unter anderem auch die Harzporlinge wieder regelmässig fruktifizieren.

Für fortgeschrittene Phasen bzw. für das Endstadium des Holzabbaus sind die Dachpilze aus der Gattung *Pluteus* charakteristisch. In der Gattung findet sich neben allgemein häufigen (wie der Rehbraune Dachpilz *Pluteus atricapillus*) auch eine Reihe ausgesprochen seltener Arten (wie z.B. *Pluteus aurantiorugosus*), die mikroklimatisch und strukturell offenbar sehr eng eingenischt sind.

Der Brandkrustenpilz *Ustulina deusta* ist ein für die Rotbuche äußerst typischer Wundparasit, der besonders im Gefolge von Rückeschäden am Stammfuß auftritt. Sowohl das myzel-durchzogene, weißfaule Holz, als auch die flächigen Fruchtkörper beherbergen Charakterarten wie z.B. den Rindenkäfer *Cicones variegatus* oder den Breitrüsselkäfer *Platyrhinus resinosus*.

Die verwandte Breitkrustige Diatrype *Diatrype stigma* bildet dünne Fruchtkörperkrusten auf der Borke abgestorbenen Buchenholzes und ist der obligatorische Wirtspilz z.B. des Pilzkäfers *Diplocoelus fagi*.

Schillerporlinge (Gattung *Inonotus*)

Alle Arten der Gattung *Inonotus* sind von großer Bedeutung als Wirtspilze diverser Insektenarten.

Der Flache Schillerporling *Inonotus cuticularis* ist ein weiterer in seiner Abbauintensität wenig aggressiver Bewohner lebender, in der Regel starker Buchen mit mechanischer Verletzung der Borke. Die Art gilt in Deutschland als selten; Im Saarkohlenwald ist der Pilz auffallend regelmäßig zu finden und weist hier offenbar aus regionalklimatischen Gründen einen Verbreitungsschwerpunkt auf. An Rotbuche seltener anzutreffen ist der an Apfelbäumen verbreitete Zottige Schillerporling *Inonotus hispidus*.

Der Tropfende Schillerporling *Inonotus dryadeus* ist ein Charakterpilz älterer Eichen, deren Stammfuß er besiedelt. Höher am Stamm wächst der erheblich seltene *Inonotus dryophilus*.

Die Lebensstrategien der Schillerporlinge sind ebenfalls differenziert. Der Schiefe Schillerporling *Inonotus obliquus* bildet statt der bekannten Konsolen einen an Altbuchen oft viele Quadratmeter umfassenden, flächigen, etwa 1 cm dicken, dunkel braunroten Fruchtkörper. Vor seiner fruchtbaren Phase lebt der Pilz jahrzehntelang als Parasit in lebenden Bäumen. Besonders an seinem zweiten Hauptwirt, der Birke, bildet der Schiefe Schillerporling imperfekte Fruchtkörper aus, die an den Bäumen als dicke Knollen mit schwärzlicher Kruste auffallen. Die Funktion dieser Vorstadien ist bisher ungeklärt - vielleicht handelt es sich um Atmungsorgane, die das im Inneren des Stammes wachsende Myzel mit Sauerstoff versorgen. An der Rotbuche erkennt man den Besatz an krebzig umwallten, mehr oder weniger grossen Öffnungen im Stamm, die ebenfalls Anzeichen schwärzlicher Krusten zeigen. Der eigentliche Fruchtkörper entsteht erst nach langer Zeit, wenn der Baum abstirbt. Dann bildet das Myzel in etwa 5 cm Tiefe rund um den Stamm entlang eines Jahresrings eine sporenbildende Schicht, das sogenannte Hymenium. Um ein Abdriften der Sporen zu ermöglichen, wird der Aussenbereich des Splints in Form grosser Platten abgesprengt. Das Abhebeln der Splintplatten besorgen spezielle Stemmleisten, die das Myzel zusätzlich zum Hymenium aufbaut.

Durch seine oft viele Quadratmeter umfassende Grösse und die geschützte Lage unter der oben beschriebenen Splintplatte wird der Fruchtkörper von einer auffallend hohen Zahl von Insekten als Entwicklungsgrundlage genutzt. Eine deutschlandweit als vom Aussterben bedroht eingestufte Art mit Bindung an *Inonotus obliquus* ist z.B. der 10-Punkt-Pilzkäfer *Mycetophagus decempunctatus* F.: Der Käfer ist zur Zeit nur in 5 von 18 Faunenregionen Deutschlands aktuell nachgewiesen. Noch gefährdeter ist der Pilz-Schwarzkäfer *Eledonoprius armatus*, der zur Zeit nur aus Bayern und Brandenburg bekannt ist.

In Buchenwirtschaftswäldern ist der Schiefe Schillerporling ausserordentlich selten. Denn im Zuge der bisher üblichen, nach technischen Kriterien negativen Auslesedurchforstung wurden Stämme mit Anzeichen der unerwünschten Krebsstellen systematisch entnommen.

Rotrandiger Baumschwamm *Fomitopsis pinicola*

Der Rotrandige Baumschwamm *Fomitopsis pinicola* sieht dem Zunderschwamm als Fruchtkörper ähnlich, ist jedoch ein Braunfäulerreger. Er ist ein Schwächparasit, der sein Wachstum am noch lebenden Holz beginnt und noch lange nach dem Absterben fruktifiziert. Die Abbauintensität ist ähnlich der des Zunderschwamms recht intensiv, sodaß die Stämme relativ schnell brechen. Neben der Rotbuche wird z.B. die Fichte stark von *Fomitopsis pinicola* besiedelt. Die Fauna seiner Fruchtkörper ist recht artenreich; Bewohner sind z.B. der Schimmelkäfer *Pteryngium crenatum*, der Schwammkäfer *Cis jacquemarti* und die Echte Motte *Triaxomera fulvimitrella*. Das braunfaule Holz ist den bisherigen Erfahrungen gemäß im Vergleich zum Schwefelporling auffallend arm an Insekten.

Der Rotrandiger Baumschwamm wird mit zunehmender Höhenlage immer häufiger und dominanter - im Brockenurwald (Harz) prägt er den Totholzaspekt des Fichten-Naturwaldes.

Lackporlinge (*Ganoderma*-Arten)

Von der Form der Fruchtkörper her gesehen sind die bodennah und oft als Wundparasiten wachsenden Lackporlinge oft mit dem Zunderschwamm verwechselbar. Die drei Arten Kupferroter Lackporling *Ganoderma pfeifferi*, Flacher Lackporling *Ganoderma applanatum* und Wulstiger Lackporling *Ganoderma adspersum* haben jedoch braunrötlich gefärbte Sporen, die die Fruchtkörper zumindest in der Sporulationsperiode oberseits bräunlich überstäuben und so eine Unterscheidung erleichtern. Die Insektenfauna der Lackporlinge ist trotz ihrer Häufigkeit im Vergleich zum Zunderschwamm erheblich artenärmer und nur durch wenige Spezialisten ausgezeichnet. Eine Besonderheit des Saarkohlenwaldes ist der überregional seltene Harzige Lackporling *Ganoderma resinaceum*, der meist am Fuß von Alteichen, seltener von Altbuchen fruktifiziert.

5.6 Seltenheiten der mitteleuropäischen Pilzflora

Die im Prozeßschutzkonzept vorgesehene Anhebung des Durchschnittsalters der Bestände ist in Verbindung mit der Erhöhung des Alt- und Totholzanteils im Starkholzbereich von außerordentlicher Bedeutung in Bezug auf den Wiederaufbau der Populationen überregional gefährdeter Holzpilze. Altbaumspezialisten wie der z.B. an Rotbuche und Roßkastanie wachsende Riesen-Stachelporling *Climacodon septentrionalis* sind zur Zeit nur an wenigen Reliktstandorten verbreitet (z.B. urwaldähnliche Bestände wie das NSG Fauler Ort in Nord-Brandenburg, das NSG Schöbendorfer Busch bei Baruth oder einige Alleen mehrhundertjährigem Baumbestand). *Climacodon septentrionalis* ist offensichtlich auf äußerlich vital wirkende Altbäume ab etwa 1 Meter BHD spezialisiert, die in einer derzeit nicht genau zu bezeichnenden Weise physiologisch bzw. mechanisch geschwächt sind. Da der Ansiedlungsmechanismus des Pilzes nicht exakt bekannt ist, kann die Stützung seiner Restvorkommen auch nur sehr eingeschränkt durch gezielte Maßnahmen wie die Auswahl kränkelder Baumindividuen erfolgen. Wie im Prozeßschutzmodell vorgesehen, bleibt als einzig gangbarer Weg zur Förderung dieser und ähnlich eingensichtlicher Pilzarten die Bereitstellung eines hohen Grundpotentials an potentiellen Wirtsbäumen.

Dipl.-Biol. Georg Möller Büro für Dendroentomologie Kolberger Str. 6, 13357 Berlin
--

Literatur:

- ADLBAUER, K. (1990): Die Bockkäfer der Steiermark unter dem Aspekt der Artenbedrohung. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 120, S. 299-397. Graz
- ALLEN, M. (1992) (Ed.): Mycorrhizal functioning: An integrative plant-fungal process. 534 S. Chapman & Hall, London, New York.
- AMMAN, G.D. (1977): The Role of the Mountain Pine Beetle in Lodgepole Pine Ecosystems: Impact on Succession. - Proceedings in Life Sciences: The Role of Arthropods in Forest Ecosystems, S.3-18. Ed. by Mattson, W.J. New York; Springer.
- AMMER, U. (1991): Konsequenzen aus den Ergebnissen der Tothholzforschung für die forstliche Praxis. Forstw. Cbl. 110, S.149-157.
- AUCLAIR, A., WORREST, R., LACHANCE, D. u. H. MARTIN (1992): Climatic Perturbation as a general Mechanism of Forest Dieback. In MANION, P. & D. LACHANCE (Ed.): Forest decline Concepts, S. 38-58. APS-Press, St. Paul, Minnesota.
- BARNES, B.V. (1991): Deciduous Forests in North America. RÖHRIG, E. & B. ULRICH (Ed.): Ecosystems of the World 7. Temperate Deciduous Forests, S. 327-330. Elsevier, Amsterdam, London, New York, Tokyo.
- BAYER, C., A. GUMBERT, L. HENDRICH & G. MÖLLER (1995): Alt- und Tothholzlebensräume im Darßer Wald als Teilgebiet des Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft. 127 S. I.A. des Nationalamtes Mecklenburg-Vorpommern, Specker Schloß, 17192 Speck bei Waren.
- BELLMANN, A., ESSER, J. & G. MÖLLER (1995): Dendroentomologische Untersuchungen im NSG Hasbruch unter besonderer Berücksichtigung der Naturschutzplanung. 48 S. I.A.: Funktionsstelle Waldökologie - Staatl. Forstamt Hasbruch, 27798 Hude.
- BELLMANN, A., ESSER, J. & G. MÖLLER (1997): Dendroentomologische Untersuchungen im NSG Hasbruch unter besonderer Berücksichtigung der Pflege- und Entwicklungsplanung. 2. Bericht. 88 S. I.A.: Funktionsstelle Waldökologie - Staatl. Forstamt Hasbruch, 27798 Hude.
- BENSE, U. (1991): Methoden der Bestandserhebung von Holzkäfern. In: TRAUTNER, J. (Ed.) (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen, S. 163-176. Ökologie in Forschung und Anwendung 5. 254 S. Josef Margraf, Weikersheim.
- BENSE, U. (1995): Longhorn Beetles. Illustrated Key to the Cerambycidae and Vesperidae of Europe. Weikersheim: Margraf. 512 S.
- BLASCHKE, H. (1994): Veränderungen durch Pilzbefall an Wurzeln geschädigter Stieleichen. AFZ 14, S. 775-777.
- BODE, W. & M. v. HOHNHORST (1994): Waldwende - Vom Försterwald zum Naturwald. 199 S. Beck'sche Verlagsbuchhandlung München.
- BÖHMER, H.-J., RAUSCH, S. & U. TRETER (1998): Dynamik eines Bergwaldes am Monte Cimino. Naturschutz u. Landschaftsplanung - Zeitschrift für angewandte Ökologie 30, Heft 10, S. 309-315.
- BORGER, K. (2001): Grundsätze für die Bewirtschaftung des Waldes. Naturschutz im Saarland 4, S. 15-16.

- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. 434 S. Schriftenreihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz 55.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. 560 S. Schriftenreihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz 53.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2000): Der Schutz von Tier- und Pflanzenarten bei der Umsetzung der FFH-Richtlinie. PETERSEN, B., U. HAUKE & A. SSYMANK (Ed.). 186 S. Schriftenreihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz 68.
- BROGGI, M.F., DICKENMANN, R. & P. SCHMIDER (1989): Thesen für mehr Natur im Wald. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz 11. 74 S. Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel.
- BROGGI, M.F. (1987): Der Wald. vielfältiger Lebensraum oder bloß Objekt für forstliche Projekte? 13 S. Jahrestagung der Schweiz. Stiftung für Landschaftsschutz und Landschaftspflege (SL): Wieviel Pflege und Straßen braucht der Wald? 4./5. September 1987, Interlaken u. Brienz BE.
- BUTIN, H. (1989): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose - Biologie - Bekämpfung. 2. Auflage. 216 S. Stuttgart/New York: Thieme.
- CAMPBELL, C.A., PAUL, E.A., RENNIE, D.A. & K.J. MACALLUM (1967): Applicability of the carbon-dating method of analysis to soil humus studies. Soil Sci. 104, 217-224.
- COLLINS, N.M. & J.A. THOMAS (1991): The Conservation of Insects and their Habitats. 450 S. Academic Press, London.
- COOKE, R. C. (1984): Ecology of saprothropic funghi. 415 S. Harlow, Longman
- CRONK, Q. & J. FULLER (1995): Plant Invaders. 241 S. Chapman & Hall, London.
- CROWSON, R.A. (1981): The Biology of the Coleoptera. 801 S. London; Academic Press.
- DANIELS, F.J. (1990): Zur Bedeutung von Totholz für Moose und Flechten. In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflur - NZ NRW Seminarberichte H. 10., S. 10-13.
- WEST, D. C., SHUGART, H. H. & D. B. BOTKIN (Ed.) (1981): Forest Succession. Concepts and Application. 517 S. Springer. New York, Heidelberg, Berlin.
- Das Parlament Nr. 31-32 vom 24./31.7.1992, S.19. Dokumentation: Übereinkommen zum Schutz der biologischen Vielfalt; Eingedenk dessen, daß biologische Vielfalt ein Wert an sich ist ...
- DERBSCH, H. & J.A. SCHMITT (1987): Atlas der Pilze des Saarlandes, Teil 2: Nachweise, Ökologie, Vorkommen und Beschreibungen. - Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 3. 816 S. Eigenverlag der DELATTINIA, Fachrichtung Biogeographie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
- DICKMAN, A. (1992): Plant Pathogens and Long-Term Ecosystem Changes. CARROLL, G. & D.T. WICKLOW (Ed.): The Fungal Community. Its Organisation and Role in the Ecosystem, S. 499-520. Marcel Dekker Inc. New York, Basel, Hong Kong.
- DÖHRING, E. (1955): Zur Biologie des Großen Eichenbockkäfers unter besonderer Berücksichtigung der Populationsbewegungen im Areal. Zeitschrift für angewandte Zoologie 42, S. 251-373.
- DONISTHORPE, H. (1927): The Guests of British Ants. 244 S. London.
- DOROW, W., FLECHTNER, G. & J.-P. KOPELKE (1992): Zoologische Untersuchungen - Konzept. Naturwaldreservate in Hessen 3. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung, Bd. 26. 159 S.
- EISINGER, D. (1997): Die Käferfauna (Coleoptera) von Forst Lindscheid bei St. Ingbert im Saarland. Decheniana Beihefte (Bonn) 36, 141-184

- ERDMANN, M & H. WILKE (1997): Quantitative und qualitative Totholzerfassung in Buchenwirtschaftswäldern. Forstw. Cbl. 116, 16-28.
- Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 202 vom 1.9.1993, S. N1: Schutz für Europas Wälder; Beschlüsse nach dem Umweltgipfel/Definition der Nachhaltigkeit.
- Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 14.8.1995: Die Eichen weichen - Überlebenskampf auf der ganzen Welt/Forscher rätseln über die Ursachen.
- FRANKLAND, J.C., HEDGER, J.N. & M.J. SWIFT (Ed.) (1982): Decomposer Basidiomycetes. 355 S. Cambridge University Press.
- FRANZ, H. (1972): Urwaldrelikte in der Koleopterenfauna des pannonischen Klimagebietes im Osten Österreichs (Col.). Folia Entomologica Ungarica XXV, 19. S. 313-325.
- FREUDE, H., HARDE, K.W. u. A. LOHSE (1965-1992): Die Käfer Mitteleuropas. Bände 1-14. Goecke & Evers. Krefeld.
- GEISER, R. (1982): Zur Gefährdungssituation holzbewohnender Käfer im Ostalpenraum. 23 Seiten. Manuskript.
- GEISER, R. (1989): Spezielle Käferbiotope, welche für die meisten übrigen Tiergruppen weniger relevant sind und daher in der Naturschutzpraxis zumeist übergangen werde. BLAB, J. & E. NOVAK: Symposium - Zehn Jahre Rote Liste Gefährdeter Tierarten in der BRD. Sch.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz, H. 29, S. 268-276.
- GERHARDT, E. (1990): Checkliste der Großpilze von Berlin (West) 1970-1990. ENGLERA 13. 251 S. (Veröffentlichungen aus dem Botanischen Garten u. Bot. Museum Berlin-Dahlem.
- GERHARDT, E. (1997): Der große BLV-Pilzfürer für unterwegs. 718 S. BLV München.
- GERKEN & GÖRNER (Eds.) (1999): Europäische Landschaftsentwicklung mit grossen Weidetieren; Geschichte, Modelle und Perspektiven. Natur- und Kulturlandschaft 3. 435 S. Referate und Ergebnisse des gleichnamigen Symposiums vom 21. bis 23. April 1998 in Neuhaus im Solling. Höxter/Jena 1999. Universität Paderborn, Abt. Höxter, Lehrgebiet Tierökologie, An der Wilhelmshöhe 44, 37671 Höxter.
- GLAUCHE, M. (1991): Bedeutung neophytischer Gehölze für den Artenreichtum städtischer und siedlungsnaher Biozönosen. Berliner Naturschutzblätter Jg. 35, Heft 1., S. 5-16.
- GLÜCK, P. (1987): Das Wertsystem der Forstleute. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 104/1, S.44-51. Wien. Österreichischer Agrarverlag.
- GOBOLD, D.L. & A. HÜTTERMANN (1994) (Ed): Effects of acid rain on forest processes. 419 S. Wiley-Liss, New York.
- GRIEP, E. & H. KORGE (1956): Beiträge zur Kolepterenfauna der Mark Brandenburg XXI, DEZ N.F.3, Heft 1, S.66.
- HARMON, M.E., FRANKLIN, J.F., SWANSON, F.J., SOLLINS, P., GREGORY, S.V., LATTIN, J.D., ANDERSON, N.H., CLINE, S.P., AUMEN, N.G., SEDELL, J.R., LIENKAEMPER, G.W., CROMACK, K. & CUMMINS, K.W. (1986): The Ecology of Coarse woody Debris in Temperate Ecosystems. Adv. Ecol. Res. 15, S. 133-302.
- HARTMANN, G. (1993): Biologie von *Ophiostoma (Ceratocystis) ulmi*. KLEINSCHMIT, J. & H. WEISGERBER (Ed.): "Ist die Ulme noch zu retten?". Forschungsberichte Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Bd. 16, S.17-25.
- HATTINGH, M. J., GRAY L. E. & GERDEMANN, J. W. (1993): Uptake and translocation of ³²P-labelled phosphate to onion roots by endomycorrhizal funghi. Soil Science 116, 383-387.
- HEINRICH, C. (1993): Leitlinie Naturschutz im Wald. Hrsg.: Naturschutzbund Deutschland, Landesverb. Hessen. Wetzlar. 166 S.

- HEISS, G. (1990): Notwendigkeit und Bedeutung von Waldschutzgebieten für Arten- und Ökosystemschutz unter besonderer Berücksichtigung von Alt- und Totholzbiozönosen. In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflur - NZ NRW Seminarberichte H. 10., S. 62-67.
- HELLRIGL, K. (1978): Ökologie und Brutpflanzen europäischer Prachtkäfer (Col., Buprestidae). Teil 1. Z. ang. Ent. 85: 167-191 u. 253-275
- HELSDINGEN, van P.J., SPEIGHT, M.C.D. & L. WILLEMSE (ED.) (1996): Background information on invertebrates of the Habitats Directive and the Bern Convention. Part I - Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera, 22-26. Nature and environment, No. 79, Council of Europe, Strasbourg
- HENNON, P.E., SHAW, C.G. & E.M. HANSEN (1992): Alaska yellow Cedar Decline: Distribution, Epidemiology and Etiology. In MANION, P. & D. LACHANCE (Ed.): Forest Decline Concepts, S.108-122. APS-Press, St. Paul, Minnesota.
- HORION, A. (1953): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band 3. Malacodermata-Sternoxia. Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey, Sonderband. München.
- HORION, A. (1955): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band 4. Sternoxia, Macroductylia, Fossipedes, Brachymera. Tutzing.
- HORION, A. (1956): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band 5. Heteromera. Tutzing.
- HORION, A. (1958): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band 6. Lamellicornia. Überlingen.
- HORION, A. (1960): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band 7. Clavicornia 1. Teil. Überlingen.
- HORION, A. (1961): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band 8. Clavicornia 2. Teil. Überlingen.
- HORION, A. (1974): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer. Band 12. Cerambycidae. Überlingen.
- HORION, A.D. (1949-1974): Faunistik der Käfer Mitteleuropas. Bände 2-12. Verschiedene Verlage und Erscheinungsorte.
- HUSLER, F. & J. HUSLER. (1940): Studien über die Biologie der Elateriden (Schnellkäfer). Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft e.V., 30/1, S. 343-409.
- IABLOKOFF, A. KH. (1943): Éthologie de quelques Élatérides du massif de Fontainebleau. Mémoires du museum national d'histoire naturelle XVIII, 3.
- JAHN, H. (1990): Pilze an Bäumen. 2., neubearb. u. erw. Auflage. Berlin; Hannover - Patzer.
- JEDICKE, E. (1999): Prozeßschutz - Definition und Ziele. In: Chaos Natur ? Prozeßschutz in Großschutzgebieten. S. 8-19. Tagungsbericht. Hrsg. WWF-Deutschland, Schulstr. 6, 14482 Potsdam.
- JENSEN, M. & G. HOFMANN (1997): Entwicklungszyklen des baltischen Buchenwaldes. AFZ/Der Wald 19/1997, S. 1012 – 1014.
- JONSELL, M. (1999): Insects on Wood-Decaying Polypores: Conservation Aspects. Doctors dissertation. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae: Silvestria 93.
- KESSLER, K. (1992): Untersuchungen zu den Alteichen in der Schorfheide. 54 S. Technische Universität Dresden. Abteilung Forstwirtschaft Tharandt.
- KLAUSNITZER, B. (1996): Gesunder Wald braucht totes Holz - Alt- und Totholz als Grundlage einer hohen Biodiversität. Insecta 4: 5-22. Berlin.
- KOCH, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie, Band 1. Goecke & Evers, Krefeld.

- KOCH, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie, Bd. 2. Goecke & Evers, Krefeld
- KOCH, K. (1992): Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie, Bd. 3. Goecke & Evers, Krefeld
- KNAPP, H.D. & L. JESCHKE (1991): Naturwaldreservate und Naturwaldforschung in den ostdeutschen Bundesländern. Naturwaldreservate, Schriftenreihe für Vegetationskunde 21, S. 21-54. Bonn Bad-Godesberg.
- KÖHLER, F. (1988): Die Käferfauna der Nester der Ameise *Lasius brunneus*. In: Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Coleopterologen, Rundschreiben 2/1988, S.4-14.
- KÖHLER, F. (1996): Käferfauna in Naturwaldzellen und Wirtschaftswald. Schriftenreihe der LÖBF NRW Band 6, Naturwaldzellen VI. 283 S. Recklinghausen.
- KÖHLER, F. & B. KLAUSNITZER (1998): Verzeichnis der Käfer Deutschlands. Entomologische Nachrichten u. Berichte, Beiheft 4. 185 S. Dresden.
- KOOP, H. (1983): De rol van dood hout in het proces van de bodemvorming. Nederlands Bosbouw tijdschrift 55, 2/3, S. 51-56.
- KOOP, H. (1989): Forest Dynamics. 228 S. Springer Verlag Berlin.
- KORPEL, S. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. 310 S. Stuttgart, Gustav Fischer.
- KRAUSS, M., MACHATZI, B., LOIDL, H., WALLACHER, J. (1989): Vom Kulturwald zum Naturwald. Entwurf eines Landschaftspflegekonzeptes am Beispiel des Berliner Grunewaldes. Hrsg.: Landesforstamt Berlin (1990).
- KREISEL, H. (1961): Die phytopathogenen Großpilze Deutschlands. Reprint 1979. Vaduz; Verlag J. Kramer.
- LEIBUNDGUT, H. (1982): Europäische Urwälder der Bergstufe. 307 S. Bern u. Stuttgart, Haupt.
- LEIBUNDGUT, H. (1993): Europäische Urwälder. Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft. 260 S. Bern u. Stuttgart, Haupt.
- LOHSE, G.A. & W. LUCHT (1992): Die Käfer Mitteleuropas. Band 13: 2. Supplementband. Goecke & Evers, Krefeld.
- MANION, P. & LACHANCE, D., (Ed.) (1992): Forest Decline Concepts. The American Phytopathological Society, 3340 Pilot Knob Road, St. Paul Minnesota 55121-2097, USA.
- MERCER, P.C. (1982): Basidiomycete decay of standing trees. In: FRANKLAND, J.C., HEDGER, J.N. & M.J. SWIFT (Ed.) (1982): Decomposer Basidiomycetes, S. 143-160. Cambridge University Press.
- Ministerium f. Umwelt, Naturschutz u. Raumordnung (1992): Gefährdete Tiere im Land Brandenburg - Rote Liste. 288 S. Potsdam
- MÖLLER, G. & M. SCHNEIDER (1991): Kommentierte Liste ausgewählter Familien überwiegend holzbewohnender Käfer von Berlin(-West) mit Ausweisung der gefährdeten Arten (Rote Liste). Auhagen, A., R. Platen, H. Sukopp (Hrsg.): Rote Listen der Pflanzen und Tiere in Berlin, S.373-420. Landschaftsentwicklung Umweltforschung S 6. Berlin.
- MÖLLER, G. & M. SCHNEIDER (1991): Kommentierte Liste ausgewählter Familien überwiegend holzbewohnender Käfer von Berlin(-West) mit Ausweisung der gefährdeten Arten (Rote Liste). AUHAGEN, A., R. PLATEN, H. SUKOPP (Ed.): Rote Listen der Pflanzen und Tiere in Berlin, S. 373-420. Landschaftsentwicklung Umweltforschung S 6. Berlin.
- MÖLLER, G. & M. SCHNEIDER (1992): Koleopterologisch-entomologische Betrachtungen zu Alt- und Totholzbiotopen in der Umgebung Berlins - Teil 1. Entomologische Nachrichten und Berichte 36, S. 73-86. Hrsg. Entomofaunistische Gesellschaft e.V. Dresden. Lausitzer Druck u. Verlagshaus GmbH. Bautzen.
- MÖLLER, G. & M. SCHNEIDER (1994): Koleopterologisch-entomologische Betrachtungen zu Alt- und Totholzbiotopen in Berlin und Brandenburg - Teil 2. Entomologische Nachrichten und Berichte 38, S. 227-244.

- MÖLLER, G. (1990): Vergleichende Beobachtungen zur Saftflußfauna an Eichen aus faunistischer und ökologischer Sicht. Berliner Naturschutzblätter 34 (1), S. 12-17.
- MÖLLER, G. (1991): Warum und wie sollen Holzbiotope geschützt werden? - AUHAGEN, A., R. PLATEN, H. SUKOPP (Ed.): Rote Listen der Pflanzen und Tiere in Berlin, S. 421-437. - Landschaftsentwicklung Umweltforschung S 6. Berlin.
- MÖLLER, G. (1991b): Schutz- und Entwicklungskonzepte für holzbewohnende Insekten in den Berliner Forsten am Beispiel des Spandauer Stadtparkes. Berliner Naturschutzblätter 35 (4), S. 143-158.
- MÖLLER, G. (1993): Alt- und Totholz in Land- und Forstwirtschaft - Ökologie, Gefährdungssituation, Schutzmaßnahmen. Mitteilungen aus der NNA 4/1993, Heft 5, S. 30-47.
- MÖLLER, G. (1994): Alt- und Totholzlebensräume, Ökologie, Gefährdungssituation, Schutzmaßnahmen. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 28 (1994) 1, S.7-15.
- MÖLLER, G. (1994): Dendroentomologische Untersuchungen zur Pflege- und Entwicklungsplanung in der Kernzone Serrahn des Müritznationalparks. I.A. des Nationalparkamtes Mecklenburg-Vorpommern. 92 S. Unveröffentlichter Bericht.
- MÖLLER, G. (1994): Dendroentomologische Untersuchungen zur Pflege- und Entwicklungsplanung in repräsentativen Holzbiotopen des Biosphärenreservats Schorfheide Chorin. Im Auftrag der LAGS-Brandenburg, Haus am Stadtsee, 16225 Eberswalde. 132 Seiten. Unveröffentlichter Bericht.
- MÖLLER, G. (1995): Holzbewohnende Käfer in sieben ausgewählten NSG's. In: Monitoring der Naturschutzgebiete von Berlin (West). Endbericht. I.A. der Senatsverwaltung f. Stadtentwicklung u. Umweltschutz III A 24, Lindenstr. 20-25, 10958 Berlin.
- MÖLLER, G. (1997): Alt- und Totholzlebensräume im Gebiet des Naturparks Märkische Schweiz unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklungs- und Pflegeplanung; Entwurf eines Leit- u. Zielartenkonzepts für die Länder Berlin u. Brandenburg und Entwurf einer neuen bzw. überarbeiteten Roten Liste der Holzkäfer Berlin-Brandenburg. 199 S. Im Auftrag der LAGS-Brandenburg, Haus am Stadtsee, 16225 Eberswalde.
- MÖLLER, G. (1997): Dendroentomologische Untersuchungen im Oberspreewald: Ein Vergleich dreier Altersstufen in Erlen-Reinbeständen. 60 S. Im Auftrag der LAGS-Brandenburg, Haus am Stadtsee, 16225 Eberswalde.
- MÖLLER, G. (1997): Die Artenspektren holzbewohnender Käfer des Naturschutzgebietes Pechsee/Barssee und des geplanten Naturschutzgebietes Havelländischer Luchwald in Berlin - ein qualitativer Vergleich unter besonderer Berücksichtigung des Altbaumbestandes und der Gehölzartenzusammensetzung. 100 Seiten. Diplomarbeit am Fachbereich Biologie der Freien Universität Berlin.
- MÖLLER, G. (1998): Planerische Bearbeitung des Themas „Lebensräume holzbewohnender Insekten und Pilze“ im Rahmen der Integration der Waldbiotopkartierung in die mittelfristige Betriebsplanung. 90 S. I.A. des Landes Brandenburg - Amt für Forstwirtschaft Fürstenberg/Havel, 16795 Fürstenberg.
- MÖLLER, G. (1998): Hinweise zur Berücksichtigung von Aspekten des Schutzes holzbewohnender Insekten und Pilze beim Umgang mit neophytischen Gehölzen. NOVIUS 23 (I/1998), S. 524-534. Berlin.
- MÖLLER, G. & M. SCHNEIDER (1999): Kommentierte Liste der holzbewohnenden Käfer der Länder Berlin und Brandenburg mit Ausweisung der gefährdeten Arten (Rote Liste). In Vorbereitung.
- MÖLLER, G. (2001): Holzbewohnende Insekten und Pilze in der Weichholzaue. In: Baum des Jahres 1999 Silberweide, S. 66-76. Hrsg. Landesforstanstalt Eberswalde, Alfred-Möller

Str. 1, 16225 Eberswalde; Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, poststelle@mlur.brandenburg.de

- MOONEY, H.A. & J.A. DRAKE (1986): Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii. 321 S. Ecological Studies 58. Springer, New York.
- MUELLER-DOMBOIS, D. (1992): A Natural Dieback Theory, Cohort Senescence as an Alternative to the Decline Disease Theory. In MANION, P. & D. LACHANCE (Ed.): Forest Decline Concepts, S. 26-37. APS-Press, St. Paul, Minnesota.
- MÜLLER-STARCK, G. (1996) (Ed.): Biodiversität und nachhaltige Forstwirtschaft. 340 S. Ecomed, Landsberg.
- NEUMANN, V. (1985): Der Heldbock. 103 S. Die Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen Verlag Wittenberg.
- NERESHEIMER, J. (1926): Kleine Beiträge zur Käferfauna der Mark Brandenburg. II. Über die Lebensweise einiger seltener Elateriden. Coleopterologisches Centralblatt Bd. 1, Heft 2, S. 95-101.
- NERESHEIMER, J. & H. WAGNER. (1928): Beiträge zur Coleopterenfauna der Mark Brandenburg XIII. Coleopterologisches Zentralblatt Bd. 3, 1928/29, H. 1/2, S. 50-59.
- NEUERT, CH. (1999): Die Dynamik räumlicher Strukturen in naturnahen Buchenwäldern Mitteleuropas. Dissertation. UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig - Halle GMBH. UFZ - Bericht 20/1999. 185 S.
- NORSE, E.A. (1990): Ancient Forests of the Pacific Northwest. The grandeur, complexity, diversity and impending destruction of a fragile and vital ecosystem. 327 S. The Wilderness Society (Ed.). Island Press, Washington D.C. a. Covelo, California.
- PALM, E. (1989): Nordeuropas Prydvinger (Lepidoptera - Oecophoridae) - med saerligt henblik pa den danske fauna. DANMARKS DYRELIV Bind 4. Kopenhagen. Fauna Boger.
- PALM, T. (1959): Die Holz- und Rinden-Käfer der süd- und mittelschwedischen Laubbäume.- Opuscula Entomologica Supplementum 16: S. 1-374.
- PERSSON, H. & K. AHLSTRÖM (1990/91): The effects of forest liming and fertilization on fine root-growth. Water, Soil and Air Pollution 54: S. 365-375. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.
- PETERKEN, G. (1996): Natural Woodland; Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions. 522 S. Chapman & Hall, London.
- PETERSEN, G. (1969): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Lepidoptera - Tineidae. Beitr. Ent. Bd. 19, Nr. 3/6, S.311-388. Berlin.
- PICKETT, S.T.A. & P.S. WHITE (1985): Natural Disturbance and Patch Dynamics. 472 S. Academic Press , London.
- PLANK, S. (1978): Ökologie und Verbreitung holzabbauender Pilze im Burgenland. 207 S. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 61. Burgenländisches Landesmuseum Eisenstadt.
- RAUH, J. (1993): Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen. Naturwaldreservate in Bayern, Bd. 2. 199 S. IHW-Verlag Eching.
- RANIUS, T. u. S. NILSSON (1997): Habitat of *Osmoderma eremita* Scop. (Coleoptera: Scarabaeidae), a beetle living in hollow trees. Journal of Insect Conservation, 1, 193-204.
- RAYNER, A.D.M. & L. BODDY (1988): Fungal Decomposition of Wood; Its Biology and Ecology. 587 S. Cichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore. John Wiley & Sons.
- REIBNITZ, J. (1999): Verbreitung und Lebensräume der Baumschwammfresser Südwestdeutschlands (Coleoptera: Cisidae). Mitt. ent. V. Stuttgart, Jg. 34, S. 1-76.

- REININGER, H. (1987): Zielstärken-Nutzung oder die Plenterung des Altersklassenwaldes. 163 S. 2. Auflage. Wien.
- REMMERT, H. (1988): Naturschutz, 202 S. Berlin; Springer.
- RENNER, K. (1990): Sukzession der Käferfauna an Alt- und Totholz von Laubbäumen in der halboffenen Landschaft. In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflur - NZ NRW Seminarberichte H. 10., S. 19-21.
- RÖDIGER-VORWERK, T. (1998): Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union und ihre Umsetzung in nationales Recht. Analyse der Richtlinie und Anleitung zu ihrer Anwendung. 319 S. ESV-Regensburg.
- RUNKLE, J.R. (1985): Disturbance Regimes in Temperate Forests. S. 218-234. In: PICKETT, S.T.A. & P.S. WHITE (1985): Natural Disturbance and Patch Dynamics. 472 S. Academic Press, London
- RUNGE, A. (1990): Zur Sukzession der Pilzbesiedlung auf Totholz. In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflur - NZ NRW Seminarberichte H. 10., S. 6-9.
- RYMAN, S. & I. HOLMASEN (1992): Pilze. 718 S. Bernhard Thalacker, Braunschweig.
- SAARFORST AG (1999): Richtlinie für die Bewirtschaftung des Staatswaldes im Saarland. 83 S. Saarbrücken-Von der Heydt.
- SCHAFFRATH, U. (1999): Zur Käferfauna am Edersee (Insecta, Coleoptera). Philippia 9/1, 1-94. Kassel.
- SCHERZINGER, W. (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept aus der Sicht des zoologischen Artenschutzes. Akademie Natursch. Landschaftspflege (ANL). Laufener Seminarbeiträge 5/91, S. 30-42.
- SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. 447 S. Stuttgart: Ulmer.
- SCHERZINGER, W. (1997): Kritische Formulierung einer Zieldiskussion zum Naturschutz im Wald. Sonderdruck aus "Die Käfer von Vorarlberg und Liechtenstein Band 12: Die Borken- und Rüsselkäfer von Vorarlberg und Liechtenstein". Hrsg.: Erster Voralberger Coleopterologischer Verein. ISBN 3-9500146-7-5.
- SCHMID, H. & W. HELFER (1995): Pilze. Wissenswertes aus Ökologie, Geschichte u. Mythos. 160 S. IHW-Verlag, Eching.
- SCHMIDT, W. (1998): Dynamik mitteleuropäischer Buchenwälder - Kritische Anmerkungen zum Mosaik-Zyklus-Konzept. Naturschutz & Landschaftsplanung - Zeitschrift für angewandte Ökologie 30, Heft 8-9, S. 242-249.
- SCHMITT, M. (1992): Buchen-Totholz als Lebensraum für xylobionte Käfer. Waldhygiene Bd. 19, Nr. 4-6, S. 92-192.
- SCHNEIDER, H., BACKES, J., GERBER, C., KRUCHTEN, S., LOHMANN, H. & K. SCHWINN (1998): Bodenzustände und Stoffhaushalte saarländischer Waldökosysteme. Universität des Saarlandes, Magazin Forschung 1/1998, S. 28-42.
- SCHRÖTER, HANSJOCHEN (2001): "Belgische" Buchenerkrankung gibt Rätsel auf. Holz-Zentralblatt 142, S. 1800, 26.11.2001.
- SCHÜTT, P., SCHUCK, H.J. & STIMM, B. (1991) (Hrsg.): Lexikon der Forstbotanik. Landsberg/Lech: Ecomed.
- SCHULZE, W. (1990): Nachweis von *Dircaea australis* FAIRM. 1856 in der der südlichen Senne (Col., Melandryidae). Mitt. ArbGem. ostwestf.-lipp. Ent. 6 (1), 33-35. Bielefeld.
- SCHWARZE, F.W.M.R, ENGELS, J. & C. MATTHECK (1999): Holzzersetzende Pilze in Bäumen - Strategien der Holzzersetzung. 245 S. Steinlein, H. (Ed.): Rombach Wissenschaften - Reihe Ökologie, Bd. 5. Freiburg.

- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz (1992): Ein neuer Umgang mit dem Wald - Berliner Waldbaurichtlinien. Arbeitsmaterialien der Berliner Forsten 3. 23 S.
- SHIGO, Alex L. (1990): Die neue Baumbiologie. Deutschsprachige Ausgabe. 606 S. Braunschweig. Thalacker.
- SHIGO, ALEX L. (1991): Baumschnitt. 192 S. Übersetzung aus dem Amerikanischen und Bearbeitung der deutschen Ausgabe Dr. Aloys Bernatzky, Frankfurt. Thalacker, Braunschweig.
- SPEIGHT, M.C.D. (1989): Saproxylic invertebrates and their conservation. Nature and Environment series No. 42 / Council of Europe. Strasbourg.
- STONE, P, SMITH, C.W. & J.T. TUNISON (1992): Alien Plant Invasions In Native Ecosystems of Hawaii. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii 96822.
- STURM, K. (1993): Prozeßschutz - ein Konzept für naturschutzgerechte Waldwirtschaft. Z. Ökologie u. Naturschutz 2 (1993): S. 181-192.
- STURM, K. (1994): Naturnahe Waldnutzung in Mitteleuropa. Gutachten in Auftrag von GREENPEACE-Deutschland. 48 S.
- SZUJECKI, A. (1987): Ecology of Forest Insects. 601 S. Dr. W. Junck Publishers. Dordrecht/Boston/Lancaster.
- TOMLINSON, G.H. (1990) (Ed.): Effects of acid deposition on the forests of Europe and North America. 281 S. CRC-Press, Boca Raton, Florida-USA.
- TRAUTNER, J. (Ed.) (1991): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. Ökologie in Forschung und Anwendung 5. 254 S. Josef Margraf, Weikersheim.
- TROMMER, G. (1994): Wald und Wildnis im deutschen und amerikanischen Gedankengut. In: 2. wissenschaftliche Arbeitstagung Nationalpark Hochharz: Wald und Waldentwicklung/Belastungen und Chancen im Nationalpark, S.33-38. Ministerium f. Ernährung, Landwirtschaft. u. Forsten d. Landes Sachsen-Anhalt.
- VÖLKL, W. (1991): Besiedlungsprozesse in kurzlebigen Habitaten: Die Biozönose von Waldlichtungen. Natur u. Landschaft 66, Heft 2, S.98-102.
- VOGT, W. (1987): Das Vorkommen von Guérins Prachtkäfer *Agrilus guérini* Lac. in Rheinland-Pfalz (Coleoptera/Buprestidae). Pfälzer Heimat 39 (1): 28-32.
- VUURE, T. VAN (1983): Over de relative tussen dode bomen en de niet-vliegende zoogdieren. Nederlands Bosbouwtijdschrift 55, 2/3, S. 100-105.
- WAGENKNECHT, E. (1997): Waldbauliche Konsequenzen der Klimaänderung. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 1/1997, S. 5-7.
- WARING, R.H. & W.H. SCHLESINGER (1985): Forest Ecosystems. Concepts and Management. 340 S. Academic Press INC. Orlando-Florida.
- WARREN, M.S. & R.S. KEY (1991): Woodlands: Path, Present and Potential for Insects. In COLLINS, N.M. & J.A. THOMAS (Ed.): (1991): The Conservation of Insects and their Habitats. S.155-211. Academic Press - London.
- WEISS, J. (1990b): Schwarzspechthöhlen als Indikatoren für Alt- und Totholz-Bewertung und Erhaltung? In: Ökologische Bedeutung von Alt- und Totholz in Wald und Feldflur - NZ NRW Seminarberichte H. 10., S.59-61.
- WEST, D., SHUGART, H. & D. BOTKIN (1981): Forest Succession, Concepts and Application. 517 S. Springer New York.
- WHEELER, Q. & M. BLACKWELL (1984): Fungus-Insect Relationships. 514 S. New York. Columbia University Press.
- WILDE, F.-E. (1986): Erstaufforstung von Brachland - eine ökologische Chance? Naturschutz in Rheinland-Pfalz 2/3, S.16-18. Trier . Helga Buck BV-Verlag.

- WÖLFEL, H. (1994): Waldentwicklung und Schalenwild: parkkonforme Einsichten - wildgerechte Aussichten. In: Nationalpark Hochharz, Wald und Waldentwicklung - Belastungen und Chancen im Nationalpark; Tagungsberichte des Nationalparkes Hochharz (1994). S. 63-75.
- WURST, C. & F. LANGE (1992): Interessante Lebensgemeinschaften xylobionter Käfer in den Rheinauen Südbadens. Mitt. ent. V. Stuttgart, Jg. 27, S. 11-12.
- Zach, P. (2003): The occurrence and conservation status of *Limoniscus violaceus* and *Ampedus quadrisignatus* (Coleoptera, Elateridae) in central Slovakia. English Nature, Proceedings of the second pan-European conference on saproxylic beetles.
- ZIEGLER, W., SUIKAT, R. & S. GÜRLICH (1994): Katalog der Käfer Schleswig-Holsteins und des Niederelbegebietes. 85 S. Unveröffentlicht.
- ZIEGLER, W., SUIKAT, R. & S. GÜRLICH (1994): Rote Liste der in Schleswig-Holstein gefährdeten Käferarten. 96 S. Landesamt f. Naturschutz u. Landschaftspflege Schleswig-Holstein, 24145 Kiel.
- ZÖTTL, H.W. & R.F. HÜTTL (1991) (Ed.): Management of Nutrition in Forests under Stress. 668 S. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands.
- ZUKRIGL, K. (1991): Ergebnisse der Naturwaldforschung für den Waldbau (Österreich). Bundesforschungsanstalt f. Naturschutz u. Landschaftsökologie (Hrsg.): Schriftenreihe f. Vegetationskunde 21, Naturwaldreservate. S.233-247. Bonn-Bad Godesberg.

Tabelle 1: Naturwald und Wirtschaftswald - ein Vergleich

Ökologischer Faktor	Wirtschaftswald	Naturwald
Entwicklungsrichtung der Energie- und Stoffhaushalte; "Produktionsziel"	Angestrebt sind hohe Nettoproduktion, hohe Zuwachsraten, kurze Produktionszeiten und geringer Eigenverbrauch an Energie und Substanz durch das Forstsystem selbst. Weitgehende Vermeidung der Alterungs- und Zerfallsphase.	Hohe Bruttoproduktion unter Anhäufung einer möglichst großen Biomasse in langen, Jahrhunderte umfassenden Zeiträumen; Hoher Eigenverbrauch an Energie und Substanz in der Aufwuchs-, Alterungs- und Zerfallsphase.
Entwicklungs- bzw. Sukzessionsdynamik	Vom Forstmanagement gesteuerte, auf hohe Wertholzernte zugeschnittene, mehr oder weniger naturferne Waldstruktur. Eine den Zufall begrenzende und das Lebensraumangebot nivellierende Stabilität gilt oft als Qualitätsmerkmal der forstlichen Kunst.	Abwechslungsreiches, von vielen Zufällen geprägtes und durch fließende Übergänge verbundenes Mosaik typischer Phasen der Waldentwicklung. Die Instabilität der vertikalen und flächigen Waldstruktur innerhalb oft Jahrhunderte umfassender Zyklen ist häufig systemtypisch.
Stabilität	Im Altersklassenwald extreme Instabilität gegenüber biologischen Faktoren (Kalamitäten) und abiotischen Einflüssen (Stürme). Im "naturnahen Wirtschaftswald" mehr statisch - zustandsorientiert unter Einschränkung der Selbstregulation; Hoher Lenkungsaufwand. Physikalische Stabilität: Gleichmäßiger, gestaffelt, viele Stockwerke. Ziele: Mechanische Stabilität gegen Sturm; Gleichbleibend hoher Holztertrag.	Ökologische Stabilität - entwicklungsorientiert: Stabilität als Selbstregulierungsfähigkeit. Relative Stabilität als dynamische Bandbreite der Strukturentwicklung, die durch die standortabhängige Elastizität und Resilienz der Waldökosysteme festgelegt wird. Elastizität: Überwindung von Störungen durch Wiederherstellung des Ausgangsstadiums. Resilienz: Zeitspanne bis zur Wiederherstellung des Ausgangszustandes.
Kontinuität des Lebensraumangebots	Durch hohe Eingriffsdichten, kurze Eingriffsintervalle, Verkürzung der Wuchszeiträume, hohen Austrag an Biomasse, nivellierende Steuerung des Strukturangebots und ungeduldige Beschleunigung der Strukturentwicklung z.B. nach Störereignissen kaum gewährleistet.	Dominanz langfristiger, an der physiologischen Lebenserwartung der Bäume ausgerichteter Entwicklungen. Allmähliche Alterungs-, Zerfalls- und Abbauprozesse an lebender und abgestorbener Biomasse. Allmählicher Wiederaufbau der Struktur nach spontanen Störereignissen.

Fortsetzung Tabelle 1: Naturwald und Wirtschaftswald - ein Vergleich

Georg Möller: Waldökologie

Ökologischer Faktor	Wirtschaftswald	Naturwald
Wechselwirkungen zwischen Fauna und Vegetation	Durch das Primat der Holzproduktion, die Bekämpfung typischer Waldbewohner als Schädlinge und/oder Ausrottung (Wisent, Ur, Elch, Biber etc.) kaum noch vorhanden oder durch einseitig überhöhte Schalenwildbestände verzerrt.	Das Waldbild bzw. die Gehölzsukzession und die Gehölzartenzusammensetzung werden von großen Weidetieren, Bibern, Insekten, Pilzen allerdings in Abhängigkeit von Regionalklima und Relief zum Teil erheblich beeinflusst. Konstant und einseitig überhöhte Bestände bestimmter Wildarten sind z.B. durch natürliche Selektionsfaktoren (wie harte Winter), zwischenartliche Konkurrenz und durch Carnivore wie den Wolf eher untypisch.
Nährstoffvorräte	Wegen vorwiegend zuwachsorientierter Holzernte und /oder Altersklassenwirtschaft abnehmend bzw. abgesenkt.	Durch weitgehend geschlossene, allerdings durch die Immissionsbelastung negativ beeinflusste Energie- und Substanzkreisläufe hoch.
Nährstoffkreisläufe	Durch die Baumartenwahl (z.B. Nadelhölzer auf Laubbaumstandorten), die Holzernte und die Immissionsbelastung mäßig bis extrem gestört	Funktionstüchtig. Neuerdings in Abhängigkeit von der Immissionsbelastung mehr oder weniger gestört.
Bodenbildung	Durch die Baumartenwahl, die Holzernte, die Bodenbearbeitung und die Immissionsbelastung mäßig bis extrem gestört. Beispiel: Die Bildung wasserlöslicher Komplexe mit Fulvosäuren der Nadelstreu fördern die Verlagerung oder Auswaschung essentieller Mineralstoffe.	Ungestört bis beeinträchtigt (in Abhängigkeit von der Immissionsbelastung)
Wasserhaushalt	In Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsstrategie, von der Baumartenwahl und von benachbarten Nutzungen (z.B. Grundwasserförderung) wenig bis stark gestört. Beispiel: Fichtenbestände haben durch die dichte, ganzjährige Benadelung viel grössere Oberflächen, als vergleichbare Buchen- bzw. Mischbestände mit der Folge einer erheblich gesteigerten Sofortverdunstung von Niederschlägen.	Intakt bis gestört (in Abhängigkeit von benachbarten Nutzungen wie Grundwasserförderung, Melioration).

Fortsetzung Tabelle 1: Naturwald und Wirtschaftswald - ein Vergleich

Ökologischer Faktor	Wirtschaftswald	Naturwald
Globaler CO ₂ -Haushalt: Eignung als CO ₂ -Speicher	Altersklassenwirtschaft: Geringe Bindungswirkung Zielstärkensysteme der Naturgemäßen Forstwirtschaft: In Kombination mit der Produktion langlebiger Holzprodukte hoch.	Ausgeprägter Speichereffekt durch hohe Primärproduktion, hohe Kumulationsraten bezüglich unzersetzter Biomasse und vergleichsweise langsame Umsatzgeschwindigkeiten.
Lebenszyklen der Bäume	Durch Umtriebszeiten oder Vorgabe von Zielstärken extrem bis stark verkürzt	Die natürliche Altersgrenze der Bäume bestimmt deren Lebenszyklus. Aber wachsender Einfluß der Immissions- belastung.
Starkholzvorrat	Durch das Primat der Holznutzung bzw. durch die Vor- gabe von Umtriebszeiten oder Zielstärken gering bis mittel.	Je nach Entwicklungsphase hoch bis sehr hoch.
Baumartenzusammensetzung	Monoton bis sehr artenreich, oft nicht standortgerecht, oft nicht florengerecht.	Waldgesellschaft als Abbild der durch den Wandel von Standortbedingungen diktierten Konkurrenzverhältnisse (z.B. klimatische Veränderungen, immissions- und vegetationsbedingte Bodenveränderungen).
Totholzanteil und Totholzqualität	Äußerst gering bis mittel. Meist Überwiegen mittlerer und schwacher Dimensionen. Naturwaldtypische Alterungsprozesse am lebenden Baum wie die allmähliche Großhöhlenbildung fehlen oder sind sehr selten.	Je nach Entwicklungsphase mittel bis sehr hoch mit 10 bis über 40% bei hohem Starkholzanteil an der physiologischen Leistungsgrenze der jeweiligen Gehölzarten. Langfristige Alterungsprozesse am lebenden Baum sind im Rahmen der natürlichen Seneszenz häufig.
Bestandssituation der Holzfauna, Holzflechten-, Holzpilz- und Moosflora.	Extrem reduzierte bis mittlere Artenvielfalt in Relation zur Nutzungsintensität.	Höchste Diversität im Rahmen der ungestörten Funktions- kreisläufe, die ein maximales Substratangebot garantieren.
Anzahl der waldtypischen Kleinbiotope	In Abhängigkeit von der Nutzungsintensität bzw. der Nutzungsstrategie pro Flächeneinheit minimal bis mittel.	Durch das ungestörte Nebeneinander der Sukzessions- phasen pro Flächeneinheit maximal bis mittel.
Kontinuität des Strukturangebots	Durch die meist intensive Bewirtschaftung nicht vorhanden oder in engen Grenzen gehalten.	Im Rahmen des natürlichen Strukturmosaiks aller Altersstadien garantiert.

Fortsetzung Tabelle 1: Naturwald und Wirtschaftswald - ein Vergleich

Ökologischer Faktor	Wirtschaftswald	Naturwald
Eignung als Genreservoir	Nur eingeschränkt: Selektion der Bäume auf waldbaulich und ökonomisch erwünschte Merkmale. Starke Einflußnahme auf die inter- und intraspezifische Konkurrenz der Gehölzarten.	Bessere Eignung unter dem vollen Selektionsdruck der herrschenden Umweltbedingungen. Auswirkung der Immissionsbelastung erfordert individuelle Forschungsansätze.
Bedeutung für die Grundlagenforschung	Wie die Fülle der aus vielen Disziplinen stammenden Fachliteratur zeigt: Hoch. Mangel an Vergleichsuntersuchungen verschiedener Bewirtschaftungsmodelle mit unbehandelten Referenzflächen.	Wesentlich zu Erforschung und zum Verständnis von vernetzten Abläufen auch unter dem Einfluß der Immissionsbelastung. Hohes Übertragungspotential der Erkenntnisse auf die Forstwirtschaft im Sinne einer biologischen Automation.
Bedeutung für den Waldnaturschutz	Durch mehr oder weniger stark ausgeprägte Struktur-schwächen minimal bis mittel.	Durch das voll entfaltete, dynamische Strukturspektrum maximal.

Ökologischer Faktor	Dauerwald	Prozeßschutz
Entwicklungsrichtung der Energie- und Stoffhaushalte	Angestrebt sind hohe Nettoproduktion, hohe Zuwachsraten, geringer Eigenverbrauch an Energie und Substanz durch das Forstsystem selbst. Dabei weitgehende Elimination der Alterungs- und Zerfallsphase	Naturnäheprinzip: Dem Waldökosystem werden höhere Anteile der Biomasse bewußt zum Eigenver- u. Gebrauch überlassen. Alterungs- und Zerfallsphase als wesentlicher Bestandteil der Stoffumsätze u. Reservenbildung bewußt integriert.
Ziel forstlichen Handelns	Gestaltung und Steuerung	Belassen und die Nutzung dem Naturwald anpassen
Sukzessionsdynamik	Vom Forstmanagement straff gesteuerte, auf maximale Wertholzernte zugeschnittene, mehr oder weniger naturferne Waldstruktur. "Ungeduldiger" gegenüber der Natur. Langfristige, naturferne, das Lebensraumangebot nivellierende Stabilität gilt als Qualitätsmerkmal der forstlichen Kunst.	Naturnäheprinzip: Abwechslungsreiches, von vielen Zufällen geprägtes und durch fließende Übergänge verbundenes Mosaik von typischen Phasen der Waldentwicklung wird bewußt integriert. Geduldiger gegenüber Sukzession u. Selbstdifferenzierung.
Stabilität	Statisch - zustandsorientiert. Physikalische Stabilität. Häufig Ausschaltung der Selbstregulation.	Ökologische Stabilität - entwicklungsorientiert. Stabilität als Selbstregulierungsfähigkeit. Mehr Naturnähe in Bezug auf Elastizität u. Resilienz der Waldökosysteme. Elastizität: Überwindung von Störungen durch Wiederherstellung des Ausgangsstadiums. Resilienz: Zeitdauer des Elastizitätsprozesses.
Eingriffsintensität	Intensives Management über die gesamte Bestandsentwicklung	I.d.R. keine Jungwuchspflege u. Läuterung; Differenziertere Durchforstungsintensität.

Ökologischer Faktor	Dauerwald	Prozeßschutz
Intensität der Nutzung	Zielstärkennutzung auf ganzer Fläche. Sich selbst überlassener Holzanteil i.d.R. erheblich geringer	Mehr an kleinflächigen Störungsmustern orientiert. Stets 10% der erntereifen Bäume dem natürlichen Wiederverwertungsprozeß überlassen.
Eignung als Genreservoir	Nur eingeschränkt: Selektion der Bäume auf waldbaulich u. ökonomisch erwünschte Merkmale. Starke Einflußnahme auf die interspezifische Konkurrenz der Gehölzarten.	Bessere Eignung unter dem integrierten Selektionsdruck bzw. Selektionsverlauf der herrschenden Umweltbedingungen.
Baumartenzusammensetzung	Monoton bis sehr artenreich, oft nicht standortgerecht, oft nicht florengerecht. Keine Beschränkung des Neophytenanbaus. Arboretenartige Mischungen als "Warenhäuser". PNV bzw. standorttypische Waldgesellschaften werden oft ignoriert.	Naturnäheprinzip: Standortheimische Arten. Waldgesellschaft konstituiert sich als Resultat der Wirkung von Standortfaktoren und der interspezifischen Konkurrenz der Baumarten. Baumartenzusammensetzung als Abbild der durch die sich wandelnden Standortbedingungen diktierten Konkurrenzverhältnisse.
Wechselwirkungen zwischen den Waldorganismen (z.B. Fauna und Vegetation)	Durch den Primat der Holzproduktion, die Bekämpfung typischer Waldbewohner als Schädlinge, u./o. Ausrottung (Wisent, Ur, Biber etc.) kaum vorhanden.	Naturnäheprinzip: Das Waldbild, die Gehölzartenzusammensetzung und die Gehölzartensukzession werden z.B. von Insekten, Pilzen zum Teil beeinflusst.
Lebenszyklen der Bäume	Durch Vorgabe von Zielstärken (rein wirtschaftlicher Kompromiß zwischen Zuwachsleistung und Wertzuwachs) extrem bis stark verkürzt	Naturnäheprinzip: Annäherung an natürliche Altersgrenze. Höherer Anteil von Stämmen, die die physiologische Altersgrenze erreichen u. überschreiten dürfen.

Ökologischer Faktor	Dauerwald	Prozeßschutz
Nährstoffvorräte	Wegen der starken Zuwachsabschöpfung abgesenkt.	Durch Belassen repräsentativer Anteile des Stammholzes u. geringerer Zuwachsabschöpfung erheblich höher.
Nährstoffkreisläufe	Durch die Baumartenwahl, die Holzernte und die Immissionsbelastung mäßig bis extrem gestört.	Geringere nutzungsbedingte Störung. In Abhängigkeit von der Immissionsbelastung teilweise gestört.
Intensität stofflicher Eingriffe	Keine Begrenzung von Düngung, Kalkung u. z.T. Pestizideinsatz.	Keine Zufuhr systemfremder Stoffe.
Bodenbildung	Durch die Baumartenwahl, die Holzernte und die Immissionsbelastung mäßig bis extrem gestört.	Wenig gestört bis beeinträchtigt (in Abhängigkeit von der Immissionsbelastung)
Mechanische Bodenbearbeitung	Verzicht gefordert, aber nicht Bedingung. Häufig durchgeführt.	Keine
Wasserhaushalt	In Abhängigkeit von der Melioration (z.B. Feucht- u. Naßwald in Lensahn), von der Baumartenwahl und von benachbarten Nutzungen (z.B. Grundwasserförderung) wenig bis stark gestört	Intakt bis gestört (in Abhängigkeit von benachbarten Nutzungen).
Starkholzvorrat	Durch den Primat der Holznutzung bzw. durch die Vorgabe von Umtriebszeiten oder Zielstärken mittel bis relativ hoch.	Dem Naturwald stark angenähert - angestrebt sind 80% des Urwaldoptimums der jeweiligen Waldgesellschaft. Je nach Entwicklungsphase hoch bis sehr hoch.

Ökologischer Faktor	Dauerwald	Prozeßschutz
Globaler CO ₂ -Haushalt: Eignung als CO ₂ - Speicher	Zielstärkensysteme der Naturgemäßen Forstwirtschaft: In Kombination mit der Produktion langlebiger Holzprodukte hoch.	Ausgeprägter Speichereffekt durch höheren Standing Crop. Hohe Kumulationsraten bezüglich unzersetzter Biomasse und vergleichsweise langsame Umsatzgeschwindigkeiten.
Totholzanteil	Äußerst gering bis mittel. Meist Überwiegen mittlerer und schwacher Dimensionen.	Dem Naturwald stark angenähert - angestrebt sind 80% des Urwald-Maximums der jeweiligen Waldgesellschaft. Je nach Entwicklungsphase hoch bis sehr hoch.
Anzahl der walddtypischen Kleinbiotope	In Abhängigkeit von der Nutzungsintensität bzw. der Nutzungsstrategie pro Flächeneinheit minimal bis mittel	Naturnäheprinzip: Deutlich höheres Alter, deutlich höherer Holzvorrat, Integration der Patchiness → erheblich höhere Diversität.
Kontinuität des Strukturangebots	Durch die meist intensive Bewirtschaftung nicht vorhanden oder in engen Grenzen gehalten.	Naturnäheprinzip: Im Rahmen der Integration des natürlichen, zufallsbedingten Struktur- mosaiks garantiert. Hoher Verbindlichkeitsgrad durch das Referenzflächensystem
Bestandssituation der Holzfauna, Holzflechten-, Holzpilz- und Moosflora.	Extrem reduzierte bis mittlere Artenvielfalt in Relation zur Nutzungsintensität und in Abhängigkeit von der Nutzungsgeschichte	Naturnäheprinzip: Höchste Diversität im Rahmen der integrierten Funktionskreisläufe und der unbeeinflussten Referenzflächen, die ein maximales Substratangebot garantieren.

Ökologischer Faktor	Dauerwald	Prozeßschutz
Bedeutung für die Grundlagenforschung	Wie die Fülle der aus vielen Disziplinen stammenden Fachliteratur zeigt: Hoch.	<p>Naturnäheprinzip und Ergänzung um die Referenzflächen: Wesentlich zu Erforschung und zum Verständnis von vernetzten Abläufen z.B. unter dem Einfluß der Nutzungseingriffe und der Immissionsbelastung.</p> <p>Hohes Übertragungspotential der Erkenntnisse auf die Forstwirtschaft im Sinne einer "Biologischen Automation".</p>
Bedeutung für den Waldnaturschutz	Durch mehr oder weniger stark ausgeprägte Strukturschwächen bzw. Unverbindlichkeit mittel.	<p>Durch Naturnäheprinzip sehr hoch.</p> <p>Strukturspektrum am Leitbild des Naturwaldes orientiert.</p>