



Schutzgemeinschaft
Deutscher Wald



HESSISCHES MINISTERIUM
FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT
UND FORSTEN

NATURWALD- RESERVATE IN HESSEN WEIHERSKOPF

NATÜRLICHE ENTWICKLUNG VON WÄLDERN NACH STURMWURF



No 8

Naturwaldreservate
in Hessen

8

Natürliche Entwicklung von Wäldern nach Sturmwurf -
10 Jahre Forschung im Naturwaldreservat Weiherkopf

Jürgen Willig
(wissenschaftliche Koordination)

Fachtagung von HESSEN-FORST FIV und der
Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverband Hessen,

am 8. und 9. Mai 2001 in Schlüchtern

mit Beiträgen von:

Ulrich Thurmann, Reinhard Lässig, Walter Schönenberger,
Stanislaw Motschalow, Jürgen Willig, Margitta Schäfer,
Gunter B. Schlechte, Wolfgang H. O. Dorow, Helmut Kolbeck,
Günter Flechtner, Hugo Sang und Eckhard Jedicke

Impressum:

Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten
Hölderlinstr. 1 – 3, 65187 Wiesbaden,
HESSEN-FORST – Forsteinrichtung, Information, Versuchswesen
Europastraße 10-12, 35394 Gießen
und
Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverband Hessen
Adelheidstr. 33, 65185 Wiesbaden

– Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung, Band 38 –

Schriftleitung und wissenschaftliche Koordination:

Dr. Jürgen Willig, HESSEN-FORST – Forsteinrichtung, Information, Versuchswesen

Titelfotos:

Blick über das Naturwaldreservat Weiherkopf von der gleichen Stelle 2 Jahre und 10 Jahre nach dem Sturmwurf (J. Willig)

Herstellung: Elektra Reprographischer Betrieb GmbH, 65527 Niedernhausen

Umschlaggestaltung: Studio für Grafik Design Raimund Zerzawy

Wiesbaden, im April 2002

ISBN 3 – 89274 – 227 – 8

In Kommission bei J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main

Dieser Tagungsband wurde gefördert durch Mittel aus dem hessischen Lotto/Tronc.

Zitiervorschlag:

Lässig, R. & Schönenberger, W. 2002. Nach „Lothar“ von „Vivian“-Erfahrungen lernen. In: Willig, J. (Wiss. Koord.). Naturwaldreservate in Hessen 8. Natürliche Entwicklung von Wäldern nach Sturmwurf – 10 Jahre Forschung im Naturwaldreservat Weiherkopf. Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten & Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverband Hessen. Wiesbaden. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung Bd. 38: 13 – 21.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort Schutzgemeinschaft Deutscher Wald	5
Vorbemerkung	7
Ulrich Thurmann Einführung in das Tagesthema	9
Reinhard Lässig und Walter Schönenberger Nach „Lothar“ von „Vivian“-Erfahrungen profitieren	13
Reinhard Lässig und Stanislaw A. Motschalow Wiederbewaldung von belassenen und geräumten Sturmwurfflächen im Mittel-Ural	23
Jürgen Willig Sturmwurf im Naturwaldreservat Weiherkopf – Forschungskonzept, Vegetations- und Verjüngungsentwicklung	35
Margitta Schäfer Zersetzung der sturmgeworfenen Buchenstämme	49
Gunter B. Schlechte Sukzession holzerstörender Pilze auf der Sturmwurffläche	61
Wolfgang H. O. Dorow Zoologische Untersuchungen auf der Sturmwurffläche – Tierordnungen, Heteroptera (Wanzen), Hymenoptera (Hautflügler)	79
Helmut Kolbeck Schmetterlinge	117
Günter Flechtner Die Rolle der Käfer beim Abbau von Buchen-Totholz auf der Sturmwurffläche	123
Hugo Sang Naturwaldreservate und Forstbetrieb	147
Eckhard Jedicke Sturmwurforschung und Naturschutz	153
ANHANG	
Gesamtartenliste der Fauna	167
Anschriftenverzeichnis der Autoren	185

„Vorwort“ des Vorsitzenden der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald – Landesverband Hessen e.V.

Wald auch mal Wald sein lassen

Welchen Stellenwert Naturwaldreservate in Hessen für den Umgang mit dem Wald haben, muss jeder Waldbesucher, Forstmann, Wissenschaftler, Naturschützer und sonstiger Nutzer des Waldes für sich selber ausloten. Fest steht aber auf jeden Fall nicht erst seit der Tagung „Natürliche Entwicklung von Wäldern nach Sturmwurf“ im Mai 2001 in Schlüchtern: Naturwaldreservate sind ein dickes Lehrbuch für alle, die sich mit Wald beschäftigen. Die Untersuchungen der Wissenschaftler verraten uns viel, was Wald machen würde, wenn man ihn ließe. Und die Frage darf gestattet sein: würden wir nicht dennoch davon profitieren?

Sind Naturwaldreservate nicht auch ein hervorragendes Beispiel für den Einklang der Ökonomie und der Ökologie? Das Naturwaldreservat Weiherkopf zeigt es uns. Hier hat die Natur nach einer - aus menschlicher Sicht - schlimmen Katastrophe den besten Weg gefunden. Hunderttausend und mehr Bäume haben sich natürlich verjüngt. Hätte jedes sonstige Handeln nicht auch ein Arbeiten gegen die Natur bedeutet? Und was hat es uns gekostet? Das Holz der dicken alten Bäume war nach den Stürmen nicht gewinnbringend zu verkaufen gewesen und jede gepflanzte Buche, jeder Ahorn und jede Esche hätten Lohn und Sachkosten mit sich gezogen. Um es ökonomisch auszudrücken: Bei minimalem Aufwand wurde höchstmöglicher Ertrag erreicht, und das im Einklang mit der Natur.

Natürlich sind diese Ergebnisse nicht auf jeden Standort, jede Ausgangssituation und für jeden Waldtyp anwendbar. Aber Geduld im Umgang mit dem Wald und der übrigen Natur würde uns sicher in vielen Naturschutzdiskussionen „schneller“ weiter bringen. Auch wenn Naturwaldreservate keiner Bewirtschaftung unterliegen, so kann man doch aus ihnen gute Rückschlüsse für die Praxis ziehen. Das haben die Ausführungen und Diskussionen auf der Tagung deutlich gezeigt.

Die Schutzgemeinschaft Deutscher Wald setzt sich für einen behutsamen naturgemäßen Umgang mit dem Wald ein. Schutz auf der gesamten Fläche bei gleichzeitiger behutsamer Nutzung des umweltfreundlichsten Rohstoffes Holz zu erreichen, nutzt dem Wald in seiner Gesamtheit sicher mehr als ein Mosaik an Schutzgebieten und Intensivierung auf der übrigen Fläche. Dennoch auch Naturschutzgebiete und andere großflächige Schutzgebiete müssen den Tier- und Pflanzenarten vorbehalten bleiben, die auch diese behutsame naturgemäße Waldnutzung nicht vertragen. Sie dienen genauso wie die Naturwaldreservate als Orte der Erkenntnis für alle, die vom Wald lernen wollen.

Die Schutzgemeinschaft Deutscher Wald wird sich daher auch zukünftig für die Weiterführung der Forschung in den Naturwaldreservaten und im Ökosystem Wald einsetzen. Hier werden nicht nur Erkenntnisse gewonnen, die für die Ökologie, sondern auch für die Ökonomie dieses vielschichtigen Ökosystems wichtig sind. Auch in Zeiten immer größer werdender Ansprüche an den Wald wird deutlich, dass dies im Wald nicht zu trennen ist.

Heinz Fromm
SDW-Landesvorsitzender

Vorbemerkung

Nachdem in Band 1 – 3 der Schriftenreihe Naturwaldreservate die Grundlagen des hessischen Naturwaldreservate-Programms niedergelegt sind, hatten die Bände 5 – 7 Monografien einzelner Reservate zum Inhalt und sind in waldkundliche und zoologische Teilbände gegliedert.

Band 8 weicht nun von diesem Schema ab: Es handelt sich zwar wieder um die Darstellung eines Gebietes, das Naturwaldreservat Weiherskopf wird aber auf andere Weise vorgestellt als seine Vorgänger. In dem von den Stürmen Wiebke und Vivian im Jahr 1990 stark beeinträchtigten Weiherskopf laufen seit mehr als 10 Jahren mehrere Forschungsprojekte, die sich mit den Folgen der Stürme befassen.

Die Ergebnisse dieser Waldökosystemstudie wurden anlässlich einer Fachtagung am 8. und 9. Mai 2001 der Öffentlichkeit vorgestellt. Die dort gehaltenen Vorträge ergänzt durch Artenlisten und weitere Informationen sind im vorliegenden Band abgedruckt. In ihrer Gesamtheit geben sie einen umfassenden Eindruck, wie die Natur auf Störungen, in diesem Falle Sturmwurf, reagiert und welche Schlüsse für die Forstwirtschaft und für den Naturschutz gezogen werden können.



Abb. 1: Luftbild vom Weiherskopf 1990 unmittelbar nach den Stürmen

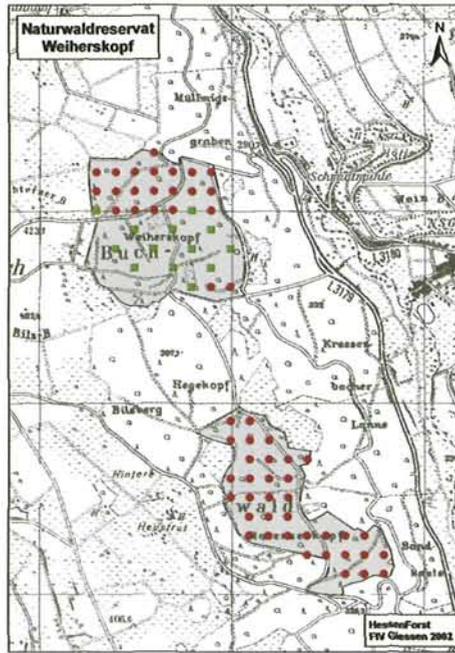


Abb. 2 : Lage des Naturwaldreservates östlich von Ulmbach (oben Totalreservat, unten Vergleichsfläche). Dargestellt sind die Stichprobekreise für die waldkundlichen Erhebungen und die botanischen Dauerbeobachtungsflächen (quadratisch) auf der Sturmwurffläche des Totalreservats

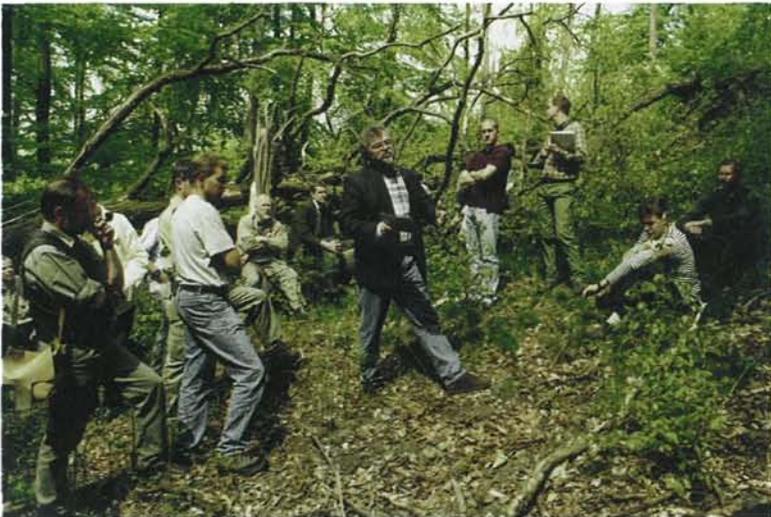


Abb. 3: Exkursion anlässlich der Fachtagung am 9. Mai

Einführung in das Tagungsthema: Natürliche Dynamik von Waldbiozönosen nach Sturmwurf – 10 Jahre Forschung im Naturwaldreservat Weiherkopf

Ulrich Thurmann, HMULF Wiesbaden

Hessen ist ein Waldland. Mit 42 % der Landesfläche hat Hessen den höchsten Waldanteil aller Bundesländer und damit auch eine hohe Verantwortung für die Erhaltung und Entwicklung dieses Naturerbes. Ziemlich genau die Hälfte der hessischen Waldfläche nehmen die natürlich vorkommenden Laubbaumarten, vor allem Buchen, ein. Dieser hohe Laubwaldanteil liegt weit über dem Bundesdurchschnitt und hat heute, wo die Buche ein weltweit geschätztes Nutzholz ist, auch spürbare wirtschaftliche Vorzüge. Durch seine geografische Lage in der Mitte Europas liegt Hessen im Zentrum des natürlichen Verbreitungsgebietes der Rotbuche und wäre ohne menschliche Eingriffe bis auf wenige Eichen- und Auenbereiche ein fast reines Buchenland. Dies wurde schon im Mittelalter durch den im Fuldaer Raum geprägten Begriff „Buchonia“ für das hessische Waldgebiet deutlich.

Allerdings war die Nutzung der Wälder durch die zahlenmäßig stetig anwachsende Bevölkerung im vergangenen Jahrtausend so intensiv, dass wir in Hessen, wie auch in ganz Mitteleuropa, heute keine ursprünglichen Urwälder mehr vorfinden. Über Aufbau und Zusammensetzung, d.h. über das Aussehen von natürlichen Wäldern in unserem Land wissen wir daher recht wenig. Bei aller menschlichen Überprägung ist die Baumartenausstattung an vielen Orten Hessens naturnah geblieben. Es ist zu vermuten, dass auch im Bereich des Forstamts Schlüchtern die beiderseits des Kinzigtales reichlich vorhandenen Buchenbestände die Nachkommen der nach der Eiszeit hier eingewanderten Buchen sind.

Der hessische Staatswald wird schon seit einigen Jahren flächendeckend naturgemäß bewirtschaftet. Die naturgemäße oder naturnahe Bewirtschaftung setzt aber voraus, dass Referenzflächen vorhanden sind, an denen die natürliche Entwicklung von Wäldern, das bedeutet ganz ohne menschliche Eingriffe, abgeschaut werden kann.

In Hessen haben wir daher 30 über alle wichtigen Standorte verteilte Naturwaldreservate seit dem Landtagsbeschluss von 1988 eingerichtet; i.d.R. als Flächenpaar, d.h. als Totalreservat (Prozessschutzfläche) und Vergleichsfläche, auf der naturgemäß weiter gewirtschaftet wird. Die Totalreservatsfläche ist im Durchschnitt 40 ha groß, groß genug, um die meisten Waldentwicklungsprozesse verfolgen zu können.

Naturwaldreservate sind Freilandlaboratorien, in denen Forstleute, Vegetationskundler, Entomologen und Mykologen Waldentwicklung mit und ohne den Einfluß des Prozesse lenkenden und Holz erntenden Menschen studieren.

Ziele und Aufgaben

Naturwaldreservate in Hessen dienen

- der Erhaltung, dem Schutz und der Wiederherstellung natürlicher Waldlebensgemeinschaften in ihrer für den Lebensraum typischen Arten- und Formenvielfalt;

- der Erforschung sich selbst entwickelnder Waldlebensgemeinschaften, ihrer Böden, ihrer Vegetation, Waldstruktur und Fauna;
- als lokale und regionale Weiserflächen für den Waldbau;
- als Weiserflächen für Naturnähe.

Zusammengefaßt: Aufgabe ist, zu beobachten und zu dokumentieren, wie sich unsere heimischen Wälder, vor allem Buchen-, aber auch Eichen-, Kiefern- und Fichtenwälder, ohne Zutun des Menschen nach Arteninventur und Struktur in der Zeit organisieren, wie Reifungs-, Alterungs- und Regenerationsprozesse ablaufen, um daraus für die Bewirtschaftung der übrigen Wälder zu lernen.

Flächenauswahl

Die Flächenauswahl für das Naturwaldreservate-Programm ist im Grundsatz weitgehend abgeschlossen, nachdem in den zurückliegenden Jahren

- im Schwerpunkt buchengeprägte Waldgesellschaften auf in Hessen häufigen Standorten, unterschieden regional nach Wuchsgebieten, höhenzonal nach Wuchszonen und bodenkundlich-standortkundlich nach geologischen Substraten als Reservate ausgewählt wurden; vervollständigt um eichengeprägte Reservate in der Ebene.
- Diese wurden ergänzt durch Einbeziehung von Nadelwald-Reservaten, um die Möglichkeit der Rück- und Weiterentwicklung von nicht autochthonen Waldgesellschaften zu beobachten.
- Ferner waren Sukzessionsflächen zur Beobachtung der Wiederbewaldung einzurichten.

Ausgewählt wurden anfangs vor allem Waldflächen mit höherem Alter, i.d.R. Baumhölzer, die etwa der Optimalphase einer mit dem Standort im Gleichgewicht stehenden Schlußwaldgesellschaft entsprechen könnten.

Diese Alter wurden gewählt, um möglichst in nicht zu ferner Zukunft natürliche Alterungs- und Regenerationsprozesse beobachten zu können.

Später wurden dann aber auch jüngere Waldbestände in das Programm einbezogen.

Für die Untersuchung der Entwicklung von Wäldern in Naturwaldreservaten wurden Methoden ausgewählt oder entwickelt, die heute mit allen Bundesländern abgestimmter Standard sind. Hessen hat sie in der Reihe Naturwaldreservate in Hessen in Band 2 (Waldkundliche Untersuchungen) und in Band 3 (Zoologische Untersuchungen) veröffentlicht.

In der Reihe Naturwaldreservate in Hessen wird über Ergebnisse der Untersuchungen berichtet. Inzwischen liegen sieben Bände vor, wovon die letzten drei Monographien einzelner Naturwaldreservate beinhalten. Diese verbinden jeweils alle über das Reservat verfügbaren Informationen mit den aktuellen waldkundlichen und zoologischen Untersuchungsergebnissen.

Naturwaldreservat Weiherkopf

Die Möglichkeit, natürliche Abbau- und Regenerationsprozesse beobachtend begleiten zu können, kam sehr schnell und unerwartet.

Die Frühjahrsstürme 1990 (Vivian & Wiebke) warfen in der rund 52 ha großen Totalreservatsfläche des Naturwaldreservates Weiherkopf die Hälfte des Bestandes.

Nach dem ersten Schrecken (jetzt ist das wundervolle Reservat zerstört!) wurde der Windwurf als Chance begriffen, die Weiterentwicklung intensiv messend und zählend zu begleiten. Sehr schnell wurde deutlich, daß das Ökosystem Wald nicht zerstört war, sondern erstaunlich lebendig weiter existierte.

Das geworfene und gebrochene Holz blieb an Ort und Stelle, durchaus nicht zu jedermanns Freude.

Dazwischen wuchs neues Leben im Schatten des langsam wieder zu Asche zerfallenden Holzes, durchaus zu Anfang beeinträchtigt durch Rehwild, das trotz des für Menschen schwer begehbaren Verhauses hier zunächst seinen Einstand nahm. Dann aber setzte eine atemberaubend schnelle Entwicklung der neuen Baumgeneration ein, die manchen Betrachter in Erstauen versetzte.

Diese Vorgänge wurden in einer konzertierten Aktion von Vegetationskundlern, Holzkundlern, Faunisten und Mykologen beobachtet und dokumentiert.

Ergebnisse dieser inzwischen 10 Jahre währenden Untersuchungen sollen Ihnen heute vorgestellt werden.

Ich komme zum Schluss:

Das hess. Naturwaldreservateprogramm, im Vergleich der Bundesländer spät begonnen, dann aber das dort entstandene Erfahrungspotenzial nutzend systematisch ausgebaut, ist ein etabliertes Programm geworden und ein erfolgreiches dazu. Der hess. Landtag hat sich in allen drei Legislaturperioden durch Beschlüsse oder Ausschusstermine zustimmend damit befasst. Es findet breite Zustimmung auch im Naturschutzbereich.

Die verdienstvollen Untersuchungsaktivitäten liegen in einem aktuellen Feld der gesellschaftlichen Bewusstseinsbildung. Die Bedeutung intakter ökologischer Verhältnisse wird in einer Zeit deutlich, wo deren Gefährdung evident ist und wo Landnutzungskonzepte kritisch überprüft werden. Die Politik ist gut beraten, dieses Konzept fortzuführen. Dazu braucht sie einen langen Atem, denn ein solches Langzeitprogramm wirft seinen wahren Nutzen erst in Jahrzehnten ab. Hier kann bewiesen werden, dass ein überzeugendes Programm auch in der Politik und in Zeiten monetärer Probleme langfristig Bestand hat.

NACH 'LOTHAR' VON 'VIVIAN'-ERFAHRUNGEN PROFITIEREN

Reinhard Lässig und Walter Schönenberger, Birmensdorf (Schweiz)

Das Orkantief 'Lothar' vom 26. Dezember 1999 forderte in Frankreich, Süddeutschland und der Schweiz über 100 Menschenleben und warf in den Wäldern mehr als 180 Millionen m³ Holz zu Boden, 12 Millionen m³ davon in der Schweiz (Abb. 1). An vielen Orten stellt sich nun die Frage, in welchem Ausmass das liegende Holz geräumt werden soll. Die während der letzten zehn Jahre erarbeiteten Forschungsergebnisse der WSL zeigen: wer sich für das Nebeneinander von geräumten und belassenen Windwurfflächen entscheidet, nutzt gleichzeitig sein wertvollstes Holz und erhöht die Vielfalt der Pflanzen- und Tierarten. Auf den meisten ungeräumten Flächen, auch im Gebirge, bleibt der Schutz vor Lawinen, Steinschlag und Erosion vorerst gewährleistet.

Der Orkan vom Dezember 1999 erreichte extreme Böenspitzen mit bis zu 241 km/h (Station Üetliberg/Zürich). Doch die grössten jemals in der Schweiz gemessenen Windgeschwindigkeiten verzeichneten die Meteorologen vor zehn Jahren während der Orkantiefs 'Vivian' und 'Wiebke', als die Stürme mit bis dahin noch nie beobachteter Intensität (max. 269 km/h, Station Grosser St. Bernhard) über die Schweiz fegten. Wie vor kurzem 'Lothar', so verwüsteten auch diese Orkane weitläufige Waldgebiete. Europaweit fielen ihnen über 120 Millionen m³ Holz zum Opfer, 4,9 Millionen m³ davon in der Schweiz. Die grösste zusammenhängende Windwurffläche bei Disentis (GR) umfasste 125 ha.



Abb. 1: 'Lothar' warf und knickte vor allem im Mittelland, in den Voralpen und im Jura mehr als 15 Millionen Laub- und Nadelbäume, wie hier im Forstbetrieb Bremgarten (AG) (Bild: U. Wasem / WSL)

Werden Stürme immer häufiger?

Nach 'Vivian' fragten sich viele, ob ein Zusammenhang zwischen den Klimaveränderungen und der Häufigkeit und Intensität von Sturmereignissen bestehe. In der Schweiz befassten sich verschiedene Untersuchungen mit dieser Thematik. So folgerten Schiesser et al. (15) aus ihren Analysen, die sie im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 'Klimaänderungen und Naturkatastrophen' (NFP 31) durchführten: "Bei den Winterstürmen ist in den letzten 100 Jahren eine abnehmende Tendenz bei der jährlichen Anzahl Tage mit Windstärken von Beaufort 7 bis 9 im schweizerischen Mittelland festzustellen" (15). Und obwohl die mittleren saisonalen Temperaturen und die Anzahl der von Westen her kommenden Tiefdruckgebiete tendenziell zunahmen, stürmte es in der Schweiz vor 1940 häufiger als in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts.

Die Schweizerische Rückversicherung geht davon aus, dass sich aufgrund des Treibhauseffekts zwar die tropischen Wirbelstürme häufiger ereignen werden, die Intensität der Stürme und die Sturmgefährdung in Mitteleuropa jedoch eher abnehmen dürfte (18). Dies steht ganz im Gegensatz zu der signifikanten Zunahme der finanziellen Schäden, die durch die grössere Dichte der Besiedelung und der versicherten Güter erklärbar ist. Auch das Ausmass der durch Stürme verursachten Waldschäden hat in der Schweiz seit 1879 laufend zugenommen (8), allerdings im Einklang mit einer kontinuierlichen Zunahme des Holzvorrates (1). Derungs (4) stellt für das Simmental im Berner Oberland fest, dass die Häufigkeit der Windwürfe seit 1895 weder zu- noch abgenommen hat.

Die WSL hat die Frage, ob Stürme häufiger werden, im Zusammenhang mit der Windwurforschung im Ural untersucht. Auch dort nahm in den letzten 50 Jahren weder die durchschnittliche Anzahl starker Stürme noch die maximale Windgeschwindigkeit zu, obwohl die mittleren Temperaturen in der Ural-Region seit 1888 deutlich angestiegen sind (12).

Großflächige Analyse von Windwürfen und Folgeschäden

Schmidtke und Scherrer (14) prüften im oberen Toggenburg nach, ob die von 'Vivian' verursachten Windwürfe von bestimmten Standortfaktoren begünstigt wurden. Das Relief kristallisierte sich als der massgebliche Faktor für die lokal und regional extremen Windgeschwindigkeiten und die folgenden Sturmwürfe heraus. Bei den Folgeschäden durch Borkenkäfer zeigte sich ein Zusammenhang mit einzelnen Standortmerkmalen. Der Umfang der Käferschäden, und hier insbesondere der Streuschäden, nahm mit zunehmender Hangneigung und Bodentrockenheit zu. Eher zur Vernässung neigende Standorte wiesen weniger Folgeschäden durch Borkenkäfer auf. Auch Kuhn (10) stellte eine Abhängigkeit zwischen den 'Vivian'-Windwürfen und Standortmerkmalen fest. Überproportional viele Windwürfe ereigneten sich auf flachgründigen Standorten. Die von Derungs (4) untersuchten Windwürfe lassen sich in erster Linie durch die Topografie und verschiedene Strukturmerkmale der betroffenen Wälder erklären.

Räumen oder liegen lassen?

Viele Forstbetriebe waren schon 1990 in einer prekären finanziellen Lage. Da nach grossen Windwürfen erfahrungsgemäss die Holzpreise deutlich sinken, befürchteten sie, dass kostenintensive Flächenräumungen ihr Defizit vergrössern würden. Zudem forderte der Naturschutz von der Forstwirtschaft mehr Naturnähe im Wald, so dass sich nach 'Vivian' viele fragten, ob und unter welchen Umständen man einen Teil des vom Sturm geworfenen Holzes liegenlassen könne.

Abb. 2: Arten- und strukturreiche natürliche Verjüngung im Nationalpark Bayerischer Wald (Bild: R. Lässig / WSL)

Über die Wiederbewaldung von ungeräumten Windwurfflächen lagen anfangs der neunziger Jahre in Mitteleuropa nur wenige Informationen vor. Lediglich in den Hochlagen des Bayerischen Waldes hatte die Nationalparkverwaltung 1983/84 erstmals großflächig auf eine Räumung von Windwurfflächen verzichtet (13). Erste Forschungsergebnisse nach fünf Untersuchungsjahren zeigten, dass sich auf den ungeräumten Flächen naturnahe Bestände mit einem hohen Anteil an Laubbäumen entwickelten (6) (Abb. 2).



Die Erfahrungen aus dem Bayerischen Wald ließen sich wegen klimatischer und anderer Standortunterschiede nicht pauschal auf die Gebirgswälder in den Alpen übertragen. Was sollten Forstdienste und Waldbesitzer in der Schweiz nach 'Vivian' also tun? Wo sollten sie das geworfene und gebrochene Holz aufräumen, wo konnten sie es liegenlassen? Mit welchen Folgeschäden, etwa durch Borkenkäfer, Lawinen oder Erosion mussten sie rechnen? Während in vielen Regionen bereits die Aufräumarbeiten auf Hochtouren liefen, nahm eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern der Forstdirektion, der kantonalen Forstbehörden sowie der WSL, die offenen Fragen aus Forst- und Naturschutzpraxis auf und entwickelte ein Untersuchungskonzept. Die WSL begann daraufhin auf vier Versuchsflächen mit dem Forschungsvorhaben "Entwicklung von Windwurfflächen im Gebirgswald mit und ohne Räumungs- und Wiederbewaldungsmaßnahmen" (16) (Abb. 3).

Ein zweites Projekt konzentriert sich ganz auf Windwurfflächen, auf denen man das Holz liegen ließ. An 16 Orten, die über den ganzen schweizerischen Alpenbogen verteilt sind, untersucht ein Forschungsteam der WSL seit 1990 im Rahmen des Projektes "Dauerbeobachtung von Windwurfflächen im Gebirgswald", wie sich Vegetation, Tierwelt und Holzabbau seit den Stürmen weiterentwickeln (20)¹.

¹ Teile beider Projekte wurden von 1991 bis 1995 vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft finanziert.

Die Untersuchungsmethoden und die ersten Ergebnisse beider Projekte wurden 1995 veröffentlicht (7, 11, 21, 22). Die Resultate flossen in die Überarbeitung des Waldschadenhandbuchs (2) und in die "Entscheidungshilfe nach Sturmschäden im Wald" (3) mit ein.

Windwurf-Forschungsflächen in der Schweiz

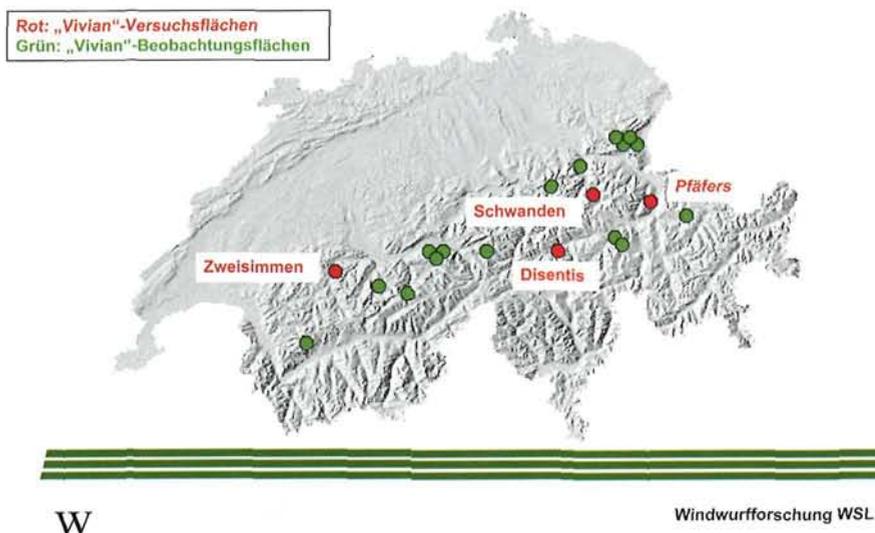


Abb. 3: Karte der 20 Versuchs- und Beobachtungsflächen in der Schweiz

Forschungsergebnisse für die Praxis²

Bezogen auf die verhältnismäßig langsame Entwicklung der Gebirgswälder decken die zehnjährigen Untersuchungen auf den 'Vivian'-Flächen nur einen kurzen Zeitraum ab. Die Forschungsergebnisse und Folgerungen dürfen daher nicht vorbehaltlos auf längere Zeiträume, andere Standortsbedingungen oder tiefere Lagen übertragen werden. Im Kontext mit den Ergebnissen ausländischer Untersuchungen (http://www.wsl.ch/forest/lothar/WAHO_3_00.pdf), geben sie dennoch Anhaltspunkte, wie man nach zukünftigen Windwürfen vorgehen kann.

Massenvermehrung des Buchdruckers nicht vermeidbar

Nach großen Sturmschäden, wie sie die Orkane der Sturmtiefs 'Lothar' und 'Vivian' verursacht haben, kommt es in der Regel in den betroffenen Gebieten zu einer Massenvermehrung des Buchdruckers. Das Ausmass der Massenvermehrung und der damit verbundenen Folgeschäden hängt von zahlreichen Faktoren ab (http://www.wsl.ch/forest/lothar/WAHO_forster.pdf).

² An diesem Abschnitt haben mitgearbeitet: A. Bürgi, B. Forster, N. Kuhn, B. Oester, B. Stöckli, D. Schnyder, B. Wermelinger und Th. Wohlgemuth (alle WSL).

Abb. 4: Auf ungeräumten Windwurfflächen bleibt die natürliche Verjüngung aus dem Vorbestand erhalten.
(Bild: R. Lässig / WSL)



Umfangreiche Folgeschäden durch den Buchdrucker können nur in fichtenreichen und vom Sturm stark geschädigten Beständen entstehen. In einem Gebiet, in dem eine Massenvermehrung dieser Borkenkäferart erwartet wird, ist sorgfältig zu prüfen, ob überhaupt wirksame Sofortmassnahmen zur Begrenzung der Folgeschäden möglich sind. Denn die Räumung einer Windwurffläche kann nur dann wirksam sein, wenn das liegende Fichtenholz in einer ganzen Region oder einer Geländekammer rechtzeitig und möglichst vollständig geräumt wird.

Angesichts des Ausmaßes der Schäden bei einem Sturm wie Lothar dürfte eine Räumung in einigen, vor allem nadelwaldreichen Regionen gar nicht oder nicht mit vertretbarem Aufwand möglich sein. Muss man aus der Sicht des Waldschutzes Prioritäten setzen, hat das Aufräumen der Streuschäden Vorrang vor der Räumung großer Windwurfflächen.

Wiederbewaldung braucht Geduld

Der Wald wächst auf Windwurfflächen zwar grundsätzlich von selber nach; ob und bis wann sich die gewünschten Waldstrukturen und Baumarten einstellen, ist eine Frage der Zeit. Die natürliche Wiederbewaldung erfolgt am schnellsten, wenn noch viel Verjüngung aus dem früheren Bestand vorhanden ist (Abb. 4) und wenn diese nach dem Windwurf nicht durch die Räumungsarbeiten zerstört wird. Kayser (9) hält eine waldbauliche Erfolgskontrolle fünf Jahre nach dem Sturm für ratsam. Seine Erfahrungen nach 'Vivian' im Kanton Nidwalden zeigen, dass die Wiederbewaldung in den Tieflagen - und diese wurden von 'Lothar' vor allem betroffen - kaum Probleme bereiten dürfte. Auch in höheren Lagen, das zeigen sowohl Kayser's Beobachtungen in Windwurfflächen aus dem Jahr 1982, als auch die Untersuchungen der WSL auf 20 Versuchs- und Beobachtungsflächen, stellt sich ausreichend Verjüngung ein. Nur verläuft dieser Prozess dort wesentlich langsamer als in tieferen Lagen (Abb. 5), unter anderem, weil sich die Jungbäume durch Ansamung zuerst neu etablieren müssen.

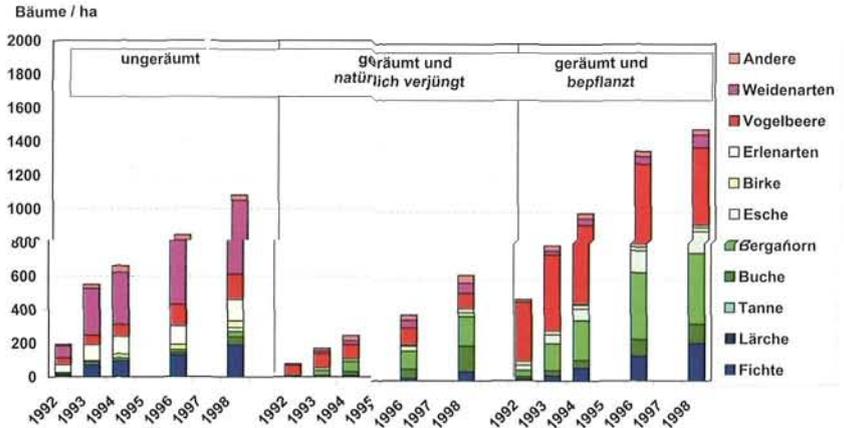


Abb. 5: Zunahme der Anzahl natürlich verjüngter Recklinge (größer 20 cm) nach Behandlungsvariante und Baumart auf der Versuchsfläche Schwanden (GL) zwischen 1991 und 1998

Auf sehr großen Totschadenflächen kann die Wiederbewaldung länger dauern, weil die Samenbäume der Schlusswaldbaumarten fehlen. In Hochlagen dauert dieser Prozess viel länger als in Tieflagen (17). Unabhängig vom Zustand der Fläche spielen Samenjahre der schwersamigen Baumarten (z.B. Fichte, Tanne, Buche) eine maßgebende Rolle. Über die natürliche Wiederbewaldung von ungeräumten Sturmflächen in Tieflagen liegen vor allem Erkenntnisse aus Süddeutschland vor (5), da sich die schweizerische Forschung der letzten Jahre auf das Gebirge beschränkte (http://www.wsl.ch/forest/lothar/WAHO_3_00.pdf).

Eine gute Starthilfe für die natürliche Verjüngung des Gebirgswaldes ist ein ausreichendes Angebot an Moderholz (19). Davon ist in den meisten bewirtschafteten Wäldern jedoch zu wenig vorhanden. Liegen- bzw. stehengelassenes Totholz fördert die Wiederbewaldung: junge Bäumchen, die sich an exponierten Stellen auf Moderholz ansamen, sind häufig besser vor dem Wild geschützt, als wenn sie am Waldboden wachsen würden. Dies ist darum wichtig, weil das Wild der Verjüngung vor allem in Gebirgswäldern grosse Schwierigkeiten bereitet.

Im Schutzwald gelten besondere Gesetze

Auf sehr steilen ungeräumten Flächen im Gebirge besteht lokal ein hohes Lawinenrisiko. Wenn Menschenleben oder erhebliche Sachwerte bedroht sind, müssen solche Flächen geräumt, mit einem Lawinenverbau gesichert und bepflanzt werden. Problematisch ist Windwurfholz in Bachgerinnen. Dort besteht die Gefahr von Verklausungen und Murgängen. Gegen Steinschlag ist der Schutz auf nicht geräumten Sturmflächen in den ersten Jahrzehnten mindestens so gut wie im intakten Wald (Abb. 6). Flächen, auf denen Maßnahmen nötig sind, können mittels der "Entscheidungshilfe" (3) konkret bestimmt werden.

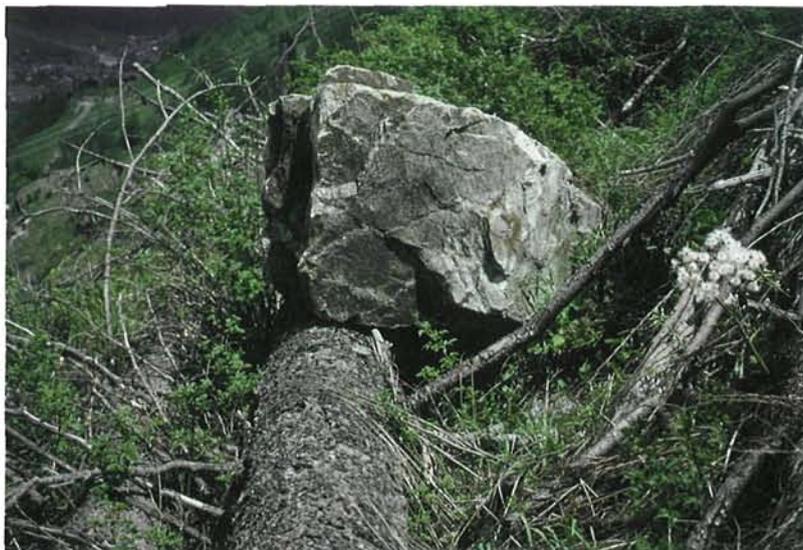


Abb. 6: Liegende Baumstämme können Felsblöcke wirkungsvoll aufhalten. (Bild: U. Wasem)



Abb. 7: Holzbewohnende Insekten, wie z.B. Holzwespen, aber auch Borken- und Bockkäferarten, schaffen im liegenden Holz Eintrittspforten für die Sporen holzabbauender Mikroorganismen. (Bild: B. Wermelinger / WSL)

Beschädigte oder zerstörte Schutzwälder in weniger extremen Lagen schützen in der Regel vorerst vor Lawinenanrissen. Die liegenden, ineinander verkeilten Bäume sowie deren Wurzelteller wirken wie eine Verbauung. Im Vergleich zum intakten Wald ist die Schutzfähigkeit deshalb kaum vermindert. Sie geht aber im Laufe der Jahre und Jahrzehnte zurück, wenn das Holz sich senkt und langsam zerfällt. Je nach Höhenlage kann der aufkommende Jungwald den Schutz erst nach 30 bis 50 Jahren übernehmen. Wer Windwurfflächen großflächig räumt, sollte sich bewusst sein, dass er unter Umständen die Gefahr von Lawinenbildung, Steinschlag und Erosion erhöht.

Hier räumen, dort belassen, erhöht die biologische Vielfalt

Windwurfflächen bieten sowohl im ungeräumten als auch im geräumten Zustand vielen Pflanzen und Tieren neue Lebensräume. Die biologische Vielfalt wird erhöht. In Waldgebieten mit einem geringen Anteil an Totholz sind besonders ungeräumte Flächen mit ihrer vielfältigen Struktur und ihrer großen Anzahl an ökologischen Nischen interessant. Hier stellen sich viele holzbewohnende Insektenarten ein (Abb. 7). In den geräumten Flächen mit einer Schlagvegetation sind es eher Blüten besuchende Insektenarten. Am größten ist schließlich die Vielfalt an Pflanzen und Tieren, das bestätigen auch die Untersuchungen von Fischer et al. (5), wenn neben den unversehrten Wäldern sowohl geräumte als auch ungeräumte Flächen mit viel Totholz erhalten bleiben.

Die "Entscheidungshilfe" konsultieren

Die Forschungsergebnisse sind auch in die "Entscheidungshilfe bei Sturmschäden im Wald" (3) eingeflossen, an deren Entwicklung die WSL, die Kantone, die forstlichen Verbände und Naturschutzorganisationen beteiligt waren. Die WSL empfiehlt den Waldeigentümern und den Forstdiensten, sich beim Umgang mit Windwurfflächen auf diesen Ratgeber abzustützen. Als Grundsatz gilt: Jede Windwurffläche muss einzeln und differenziert beurteilt werden. Zusätzlich zur "Entscheidungshilfe" bietet das "Waldschaden-Handbuch" (2) wertvolle Hinweise und Empfehlungen.

Kurz gesagt...

Aufgrund der vielfältigen Erfahrungen in der Forstpraxis sowie der Untersuchungen in der Schweiz und in Süddeutschland lassen sich die Auswirkungen der Holznutzung bzw. des Liegenlassens von Sturmholz auf die langfristige Waldentwicklung heute besser abschätzen als noch 1990. Die langfristige Untersuchung unterschiedlichster Entwicklungen auf Windwurfflächen liefern wertvolle Erkenntnisse, die helfen, die Strategien eines naturnahen Waldmanagements sowie des prozessorientierten Naturschutzes weiter zu entwickeln. Die vergangenen 10 Jahre haben deutlich gezeigt, dass immer mehr Forstleute in der Schweiz auf die natürliche Waldentwicklung vertrauen und auf kostenintensive Pflanzungen verzichten. Nach 'Vivian' sind in den Schweizer Wäldern immerhin zwischen 10 und 15 Prozent des vom Sturm gefällten Holzes im Wald liegen geblieben. Gemäß den Äußerungen verschiedener lokaler und kantonaler Forstdienste dürfte der Anteil des im Wald verbleibenden Holzes nach 'Lothar' mehr als doppelt so hoch sein. Die Bewältigung der 'Lothar'-Windwürfe wird es weisen.

Literatur

- 1) BRASSEL, P., BRÄNDLI, U.B., (Red.) 1999: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993-1995. - Birmensdorf, Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. Bern, Bundesamt Umw., Wald Landsch. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 442 S.
- 2) BUWAL, 1993: Waldschadenhandbuch. Bern, Bundesamt Umw., Wald Landsch. (Loseblatt)
- 3) BUWAL, 2000: Entscheidungshilfe nach Sturmschäden im Wald. Bern, Bundesamt Umw., Wald Landsch. 100 S.
- 4) DERUNGS, R., 1999: Windwürfe und Bestandesentwicklung - ursächliche Zusammenhänge und Auswirkungen. Dipl.arb. ETH Zürich. 51 S.
- 5) FISCHER, A. (Hrsg.), 1998: Die Waldentwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. Reihe: Umweltforschung in Baden-Württemberg. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg. 436 S.
- 6) FISCHER, A., ABS, G., LENZ, F., 1990: Natürliche Entwicklung von Waldbeständen nach Windwurf - Ansätze einer "Urwaldforschung" in der Bundesrepublik. FwCbl. 109: 309-326.
- 7) FREY, W., FORSTER, B., GERBER, W., GRAF, F., HEINIGER, U., KUHN, N., THEE, P., 1995: Risiken und Naturgefahren auf Windwurfflächen. Schweiz. Z. Forstwes. 146 (11): 863-872.
- 8) HOLENSTEIN, B., 1994: Sturmschäden 1990 im Schweizer Wald. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 218. 41 S.
- 9) KAYSER, A., 1995: Vivian: 5 Jahre danach. Schweiz. Z. Forstwes. 146, 7: 519-523.
- 10) KUHN, N., 1995: Die standörtliche Abhängigkeit der 'Vivian'-Windwürfe. Inf.bl. Forsch.bereich Landsch.ökol. WSL Nr. 28: 1-3.
- 11) LÄSSIG, R., EGLI, S., ODERMATT, O., SCHÖNENBERGER, W., STÖCKLI, B., WOHLGEMUTH, T., 1995: Beginn der Wiederbewaldung auf Windwurfflächen. Schweiz. Z. Forstwes. 146, 11: 893-911.
- 12) LÄSSIG, R., MOTSCHALOW, S.A., 1999: Die Häufigkeit starker Stürme und ihre Auswirkungen auf die Wälder der Ural-Region. In: Fischer (Hrsg.), Forstl. Forsch.ber. München, 176. 152 S.
- 13) NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD, 1995: 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. 190 S.
- 14) SCHMIDTKE, H., SCHERRER, H.U., 1997: Sturmschäden im Wald. Zürich: vdf, Hochsch.-Verl. An der ETH. Zürich 38 S.
- 15) SCHIESSER, H.H., WALDVOGEL, A., SCHMID, W., WILLEMSE, S., 1997: Klimatologie der Stürme und Sturmsysteme anhand von Radar- und Schadendaten. Zürich, vdf, Hochsch.-Verl. an der ETH Zürich. 132 S.
- 16) SCHÖNENBERGER, W., KASPER, H., LÄSSIG, R., 1992: Forschungsprojekte zur Wiederbewaldung von Sturmschadenflächen. Schweiz. Z. Forstwes. 143, 10: 829-847.
- 17) SCHÖNENBERGER, W., WASEM, U., 1999: Der Beginn der Wiederbewaldung von Sturmwurf- flächen im Gebirge. In: Fischer (Hrsg.), Forstl. Forsch.ber. München, 176. 152 S.
- 18) SCHRAFT, A., DURAND, E., HAUSMANN, P., 1993: Stürme über Europa - Schäden und Szenarien. Schweizer Rück. 28 S.
- 19) STÖCKLI, B., 1993: Ruhe nach dem Sturm? Ökosystemforschung auf Sturmschadenflächen. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., Argumente a. d. Forschung Nr. 5 : 13-21.
- 20) STÖCKLI, B., 1995: Moderholz für die Naturverjüngung im Bergwald. Wald und Holz 76, 16: 8-14.
- 21) WERMELINGER, B., DUELLI, P., OBRIST, M., ODERMATT, O., SEIFERT, M., 1995: Die Entwicklung der Fauna auf Windwurfflächen mit und ohne Holzräumung. Schweiz. Z. Forstwes. 146, 11: 913-928.
- 22) WOHLGEMUTH, T., KUHN, N., LÜSCHER, P., KULL, P., WÜTHRICH, H., 1995: Vegetations- und Bodendynamik auf rezenten Windwurfflächen in den Schweizer Nordalpen. Schweiz. Z. Forstwes. 146, 11: 873-891.

(aus: Wald und Holz, 81. Jg., Heft 2 (2000), S. 31-35)

AUSWIRKUNGEN VON WINDWÜRFEN AUF NATÜRLICH ENTWICKELTE SEKUNDÄRWÄLDER IM MITTEL-URAL

Reinhard Lässig, Birmensdorf (Schweiz) und
Stanislaw A. Motschalow, Jekaterinburg (Russland)

Im Rahmen der partnerschaftlichen Beziehungen zwischen der Eidg. Forschungsanstalt WSL und der Uralischen Forsttechnischen Akademie untersuchen Wissenschaftler beider Institutionen seit 1994 die Wiederbewaldung von Windwurfflächen im Ural. Wie bei Untersuchungen in den Schweizer Alpen vergleichen sie die Sukzessionsprozesse in unterschiedlich behandelten Windwurfflächen, um Grundlagenkenntnisse zur Entwicklung naturnaher Waldbaustrategien zu erarbeiten. Vor dem Hintergrund möglicher globaler Klimaänderungen gehen sie auch der Frage nach, ob die durch Sturmeeinwirkung verursachten Waldschäden in der Ural-Region in den vergangenen Jahrzehnten zugenommen haben.

Ausgezeichnete Kenntnisse der Prozesse, die einen natürlichen Wald charakterisieren, der daran beteiligten Arten und deren ökologischen Potentials, ist Voraussetzung für einen naturnahen Waldbau und eine nachhaltige Landnutzung, gerade in Zeiten sich global ändernder Rahmenbedingungen.

Anton Fischer (1998)

1. Untersuchung der Häufigkeit und des Ausmaßes von Stürmen und Windwürfen

1.1 Zunahme von Stürmen und Windwürfen befürchtet

In den letzten 30 Jahren hat die Zahl extremer Naturereignisse, einschließlich der Stürme, weltweit zugenommen. Die Schadenssumme ist in diesem Zeitraum stark angestiegen, was vor allem auf den vermehrten Umfang versicherter Güter zurückzuführen ist (Berz 1993). Wenn in Europa im Zusammenhang mit den Klimaveränderungen katastrophenträchtige Wetterextreme wie Starkniederschläge und Stürme zunehmen, wie es Krapfenbauer und Holtermann (2000) sowie Fischer (1998) vermuten, dann dürfte auch das Schadensrisiko für die Wälder ansteigen. Wissenschaftliche Untersuchungen hierzu sind allerdings rar.

Aus der Schweiz und Skandinavien liegen Untersuchungen vor, die diese Vermutung nicht bestätigen (Schiesser et al. 1997, Alexandersson et al. 2000). Die Anzahl der Sturmtage pro Jahr und die durchschnittliche Länge eines Sturmereignisses haben in den letzten Jahrzehnten sogar geringfügig abgenommen. Aus den Ländern der ehemaligen Sowjetunion liegen nur wenige Berichte über Sturmereignisse vor. Über Windwürfe hingegen wird aus verschiedenen Regionen Russlands, aus den baltischen Staaten und aus der Ukraine berichtet (Krogertas 1976, Stojko 1965, Belov 1976, Mežibovskij 1970, Šišhkov 1947, Skvorzova et al. 1983 und Timofeev 1957). Die wahrscheinlich größten dokumentierten Sturmschäden in den Wäldern der Ural-Region ereigneten sich 1975 im nördlichen Perm-Gebiet, wo ein Sturm innerhalb von nur 40 Minuten 261.350 ha Waldfläche verwüstete (Rožkov und Kozak 1989). Aus dem

mittleren Ural sind aus den Jahren 1799, 1859 und 1892 Windwürfe katastrophalen Ausmaßes bekannt (Turkov 1979).

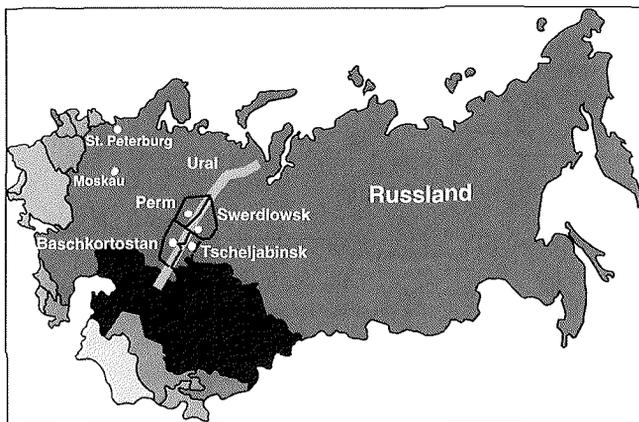


Abb. 1: Karte Russlands mit den vier untersuchten Gebieten (skizziert) in der Ural-Region

An zahlreichen meteorologische Messstationen West-Russlands und West-Sibiriens (Bradley et al. 1985) sowie der Ural-Region (Lässig und Motschalow 1999) sind die mittleren Monatstemperaturen im 20. Jahrhundert deutlich angestiegen. Viele Forstleute im Ural befürchten, dass sich Sturmereignisse und Windwürfe aufgrund der Klimaveränderungen immer häufiger ereignen und zu einem destabilisierenden Faktor für die Forstwirtschaft werden. Sie haben vor allem im vergangenen Jahrzehnt zahlreiche Sturmschäden im Wald beobachtet, z.B. die katastrophalen Windwürfe vom Juni 1995, die im Swerdlowsk-Gebiet mehr als 14 Millionen m^3 zu Boden warfen.

Diese Befürchtungen ließen sich unter anderem mit meteorologischen Daten über Stürme sowie mit detaillierten Angaben über Windwurfereignisse erhärten bzw. entkräften. Diese Daten sind bei verschiedenen russischen Institutionen zwar vorhanden, wurden bislang jedoch nur ansatzweise ausgewertet (Turkov 1979). Die Studie von WSL und UFA in der Ural-Region hatte daher zum Ziel

- die Entwicklung der Anzahl und Intensität starker Sturmereignisse zu überprüfen,
- die Häufigkeit und die Ausdehnung der Sturmschäden im Wald zu erfassen und
- Veränderungen der Waldstrukturen, die durch Stürme verursacht werden, darzustellen.

1.1.1 Über 1.000 Sturmereignisse analysiert

Im Rahmen der Untersuchung wurden umfangreiche meteorologische Daten von Messstationen aus den in Abb. 1 dargestellten, westlich des Ural-Hauptkammes gelegenen Gebieten Perm und Baschkortostan sowie aus den östlich angrenzenden Gebieten Swerdlowsk und Tscheljabinsk zusammengestellt (Lässig und Motschalow 1999). Diese vier Gebiete weisen eine Waldfläche von ca. 27 Millionen ha mit einem Holzvorrat von 3,7 Milliarden m^3 Holz auf. Die über das ganze Untersuchungsgebiet verteilten 165 Meteo-Stationen registrierten zwischen 1946 und 1996 insgesamt 1.084 Stürme mit Windgeschwindigkeiten von mindestens 20 m/s . Sie wurden 317 verschiedenen Sturmereignissen zugeordnet.

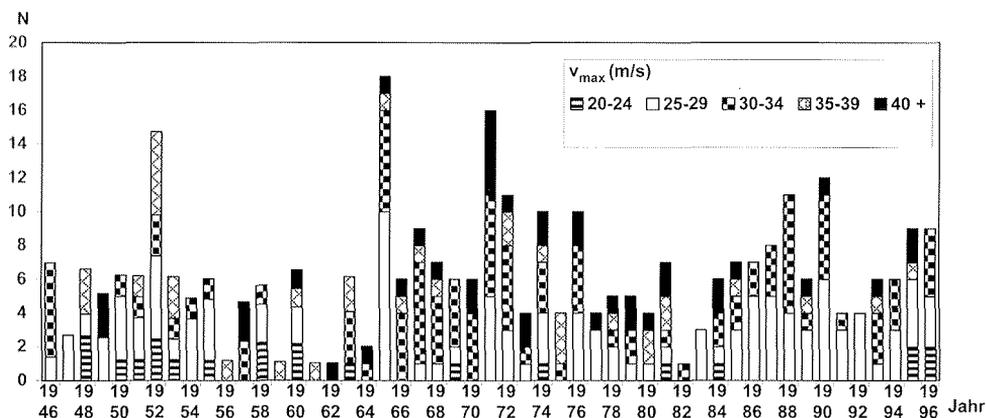


Abb. 2: Anzahl der Sturmereignisse pro Jahr nach Windgeschwindigkeit

Die Anzahl der Sturmereignisse pro Jahr ist sehr unterschiedlich (Abb. 2). Ein über den gesamten Zeitraum zunehmender Trend ist nicht erkennbar. Kurzfristig betrachtet, z.B. seit 1992, kann die Sturmhäufigkeit zwar zunehmen. Über den ganzen Zeitraum von 51 Jahren gesehen – auch diese Zeitspanne ist für eine Klimauntersuchung immer noch verhältnismäßig kurz – trifft dies jedoch nicht zu. Auch die Häufigkeit von starken Stürmen mit Geschwindigkeiten von über 30, 35 oder 40 m/s , variiert von Jahr zu Jahr stark; es ist jedoch kein zunehmender Trend erkennbar. Die Mehrzahl der Stürme ereigneten sich in den Sommermonaten, dauerte weniger als 30 Minuten und war mit Gewittern verbunden. Während dieser kurzen Zeit traten häufig schnell aufeinanderfolgende Böen auf, so dass sich für die kurze Sturmdauer eine große mittlere Windgeschwindigkeit ergibt. Die absolute Häufigkeit starker Stürme mit Geschwindigkeiten über 30 m/s (108 km/h) war im Sommer größer als im Winter. In den Wintermonaten hingegen dauerten die meisten Stürme länger als im Sommer, im Maximum bis zu 45 Stunden.

1.1.2 Stürme verändern die Waldentwicklung

Zusätzlich zu den Klimadaten wurden zwischen 1965 und 1995 terrestrisch erhobene Daten von Windwürfen ausgewertet. Es zeigte sich, dass ein Forstbetrieb in der Ural-Region im Durchschnitt etwa alle neun Jahre damit rechnen muss, dass sich ein Windwurf in der Größenordnung von 10 bis 200 Hektaren ereignet. Größere Ereignisse sind selten. Die Aufteilung der Windwürfe nach den Altersklassen der betroffenen Wälder zeigt, dass vor allem mittelalte Bestände vom Wind geworfen wurden: zwischen 64 und 75 % aller von Stürmen geworfenen Wälder waren zwischen 81 und 140 Jahre alt. Verglichen mit der Altersklassenverteilung aller Wälder des Perm- bzw. Swerdlowsk-Gebietes werden die bis zu 40-jährigen Jungbestände deutlich weniger von Stürmen geworfen als es dem Anteil dieser Altersstufe entspricht (Abb. 3). Bei den 41 bis 80-jährigen und den über 140-jährigen Altbeständen entspricht der Anteil der geworfenen Bestände etwa jenem am Gesamtwald. Die – nach russischer Terminologie – heranreifenden und reifen 81 bis 140-jährigen Bestände werden hingegen überproportional häufig von Windwürfen betroffen.

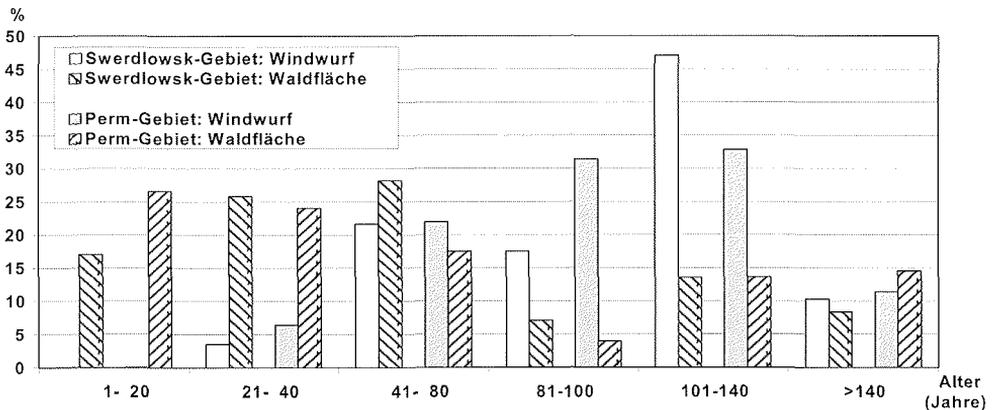


Abb. 3: Relative Häufigkeit der zwischen 1965 und 1996 entstandenen Windwurfflächen und der Waldfläche (Stand 1993) nach dem Bestandesalter (Einteilung nach Altersgruppen gemäß Zentraler Forstverwaltung des Perm- und des Sverdlovsk-Gebietes)

Für die 31 Jahre betrug die Summe aller Windwurfflächen nur in wenigen Forstbetrieben mehr als 1 % ihrer Waldfläche. Die Größe der Forstbetriebe im Perm-Gebiet ist allerdings sehr unterschiedlich und beträgt zwischen 52.000 und 974.000 ha Waldfläche. Im Mittel liegt sie bei 316.000 ha. Im Sverdlovsk-Gebiet streut sie zwischen 45.000 und 1.334.000 ha und liegt im Mittel bei 225.000 ha. Eine detaillierte Analyse der waldbaulichen Daten auf lokaler Ebene steht noch aus. Das Ausmass der Windwürfe in der gesamten Ural-Region liegt deutlich unter den Werten in Mitteleuropa.

Die untersuchte 31-jährige Datenreihe der Windwürfe im Ural ist verhältnismäßig kurz. Für Aussagen über die langfristige Zu- oder Abnahme von Windwürfen braucht es längere Datenreihen, wie sie z.B. Derungs (1999) für das schweizerische Simmental beschreibt. Für die Ural-Region sind solche derzeit nicht verfügbar.

Die Ergebnisse der ersten Untersuchungen zeigen, dass die globalen Klimaveränderungen, die sich in der Ural-Region durch ansteigende Temperaturen nachweisen ließen, bis jetzt offenbar nicht zu einer Zunahme der Sturmhäufigkeit und -geschwindigkeit geführt haben. Die kurzfristige Zunahme der Sturmhäufigkeit zwischen 1988 und 1994, auf Grund derer die vorliegende Untersuchung begonnen wurde, dürfte im natürlichen Schwankungsbereich liegen.

Der Wind ist für die untersuchten Waldbestände im Ural offensichtlich ein Standortfaktor, der sich verhältnismäßig selten katastrophal auswirkt. Die meisten der 317 analysierten Sturmereignisse hatten zwar lokal auf die Wälder einen Einfluss, veränderten die regionale Zusammensetzung und die flächige Struktur der Wälder jedoch nur wenig. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Untersuchungen von Syrjänen et al. (1994) für die nördliche Ural-Region. Lediglich zwei Großereignisse im Perm- bzw. im Sverdlovsk-Gebiet brachten für 11 Forstbetriebe einschneidende Veränderungen mit sich. Da die seit 1965 registrierten Windwürfe vor allem Waldbestände mittlerer Dimensionen geworfen haben, dürften sich in einigen Forstbetrieben die Altersklassenverteilung und die Baumartenzusammensetzung leicht verschieben.

2 Waldbaulich-ökologische Untersuchungen nach Windwurf

2.1.1 Nach Windwürfen stabile Wälder schaffen

Nach einem Windwurf vergehen in der Regel mehrere Jahrzehnte, bis sich der Wald regeneriert hat. In dieser Zeit sollen Waldbestände, die gegenüber Sturm- und Schnee-Einwirkung möglichst stabil sind, aufwachsen. Wer dieses Ziel erreichen will, muss ein klares waldbauliches Pflegekonzept vor Augen haben, das sich am Betriebsziel orientiert. Bis heute räumen die Forstdienste im Ural die Windwurfflächen in der Regel schnell und forsten diese vorwiegend, je nach Standort, mit Kiefer und/oder Fichte wieder auf. Mit dem Pflanzen der wirtschaftlich wertvolleren Nadelbaumarten soll der Anteil der Pionierbaumarten, die sonst während der ersten Jahrzehnte der natürlichen Waldentwicklung eine dominante Rolle spielen würden, möglichst klein gehalten werden. Bei großflächigen Aufforstungen wachsen allerdings häufig einschichtige Bestände mit einem geringen Anteil von Laubbäumen heran. Diese Wälder können später ein großes Sturmwurf- und Schneebruchrisiko aufweisen. Auf größeren Windwurfflächen stellt sich darum die Frage, ob es nicht ökologisch wie ökonomisch sinnvoller wäre, diese vermehrt der natürlichen Wiederbewaldung zu überlassen. Dies geschieht heute vorwiegend in abgelegenen Gegenden. Dort entwickeln sich nach einem Windwurf baumartenreiche Waldbestände, in denen in den ersten Jahrzehnten vor allem die Birke und die Pappel dominieren; später werden diese von den Schlussbaumarten Fichte und Arve verdrängt (Syrjänen et al. 1994). Diese naturnahen Wälder sind in der Regel vorratsärmer und stufiger, weisen mehr innere Waldränder auf und sind gegenüber Sturm- und Schneeeinwirkungen stabiler als homogene Aufforstungen (Stojko 1965). Zudem minimiert sich in diesen Naturwäldern der Kostenaufwand bei der Wiederbewaldung, was für viele russische Forstbetriebe im Zuge der seit 1991 rückläufigen finanziellen Mittel immer bedeutsamer wird.

2.2 Russische Windwurf-Studien ergänzen weltweite Untersuchungen

Großflächige Windwürfe sind ein Teil des Naturgeschehens (Fischer 1998) und ein bedeutender Faktor für die zyklische Waldentwicklung (Foster 1988, Syrjänen et al. 1994). Über die ökologischen Folgen von Windwürfen für europäische Wälder lag bis vor etwa 15 Jahren noch wenig Literatur vor; die meisten Veröffentlichungen widmen sich vorwiegend forstwirtschaftlichen Fragen (Belov 1976, Rottmann 1986). Nur wenige Untersuchungen befassen sich mit den dynamischen Prozessen auf den vielen unterschiedlichen Kleinstandorten, die durch einen Windwurf entstehen. Vor allem durch liegende verrottende Stämme und aufgeklappte Wurzelteiler ergibt sich eine große Standortvielfalt (Syrjänen et al. 1994). Dies ist eine gute Ausgangssituation, damit sich im neu entstehenden Wald ein kleinflächig möglichst differenziertes Alters- und Baumhöhenpektrum entwickeln kann (Fischer 1992, Skvorzova et al. 1983, Timofeev 1957, Turkov 1979). Aus diesen Entwicklungen resultieren mosaikartige Waldstrukturen (Syrjänen et al. 1994), die oft den Übergang vom Schlusswald- zum Pionierwaldstadium beschleunigen (Sernander 1936, Turkov 1979).

Liegendes wie stehendes Totholz ist für die Biodiversität im Wald sehr wichtig (Syrjänen et al. 1994), weil es aufgrund seiner Substratvielfalt und des umfangreichen Nischenangebotes zahlreichen holzbewohnenden Pilz- und Insektenarten einen Lebensraum bietet und seine Nährstoffe langsam dem natürlichen Stoffkreislauf zurückgeführt werden (Mamaev 1974, Stepanova und Muhina 1979, Častuhin und Nikoljevskaja 1969).

Viele der erwähnten Publikationen stützen sich auf einmalige Beobachtungen, Erhebungen oder praktische Erfahrungen. Diese sind zweifelsohne sehr bedeutsam, jedoch fehlten bis vor

wenigen Jahren langfristig angelegte Untersuchungen, welche die dynamische Entwicklung auf geräumten und auf belassenen Windwurfflächen verfolgen. Zu den auf Windwurfflächen ablaufenden Prozessen sind noch viele Fragen offen. Deswegen haben mehrere Forschungsgruppen in Mitteleuropa und Nordamerika in den vergangenen zwei Jahrzehnten mit derartigen Untersuchungen begonnen (Fischer 1992 und 1998, Foster 1988, Lässig 2000, Mitchell 1995, Quine 1995, Schönenberger et al. 1992, Stöckli 1993). Aus diesen lassen sich unterdessen Empfehlungen für die Forst- und Naturschutzpraxis ableiten (BUWAL 2000, Fischer 1998, Lässig 2000, Lässig und Schönenberger 2000). Über die Entwicklungsdynamik von Windwurfflächen in der borealen und gemäßigten Zone Russlands sind bislang im Westen nur wenige Informationen bekannt geworden (Skvorzova et al. 1983, Syrjänen et al. 1994).

Es ist daher Ziel der vorliegenden Untersuchung, anhand von zwei Fallbeispielen den Beginn des Wiederbewaldungsprozesses nach Windwurf darzustellen. Da sich viele Bestände im Ural seit der letzten Holznutzung ohne Pflege- und Durchforstungsmaßnahmen entwickelt haben, befinden sich diese in einem naturnäheren Zustand als viele intensiv bewirtschaftete Wälder Mitteleuropas. Diese Studie ergänzt in diesem Punkt die bereits erwähnten Untersuchungen.

2.2.1 Start eines langfristigen Experiments in den Wäldern des Urals

Im Swerdlowsk-Gebiet (siehe Abb. 1) begannen Forscher der UFA und der WSL 1994 in zwei von Windwürfen betroffenen Forstbetrieben mit einem langfristigen Experiment. Ein Jahr zuvor hatte ein lokaler Gewittersturm bei *Schajtanka*, 500 km nördlich von Jekaterinburg, mehr als 300 ha naturnahen Kiefern-Mischwald zerstört. Dem Bild der totalen Waldverwüstung entsprechend (Abb. 4) dürften die Sturmböen in diesen östlichen Vorbergen des Nord-Urals eine Geschwindigkeit von mehr als 40 m/s gehabt haben. Auf einem 20 ha grossen Teil dieser Windwurffläche wurde eine waldbauliche Versuchsfläche eingerichtet. Der zerstörte Waldbestand war im Mittel etwa 65 Jahre alt, enthielt aber einige über 150-jährige Kiefern.



Abb. 4:
Im Juni 1993 warf ein Gewittersturm mit Spitzengeschwindigkeiten von über 100 km/Std. in Schajtanka/Nord-Ural auf mehr als 300 Hektar Wald zu Boden. Auf 100 Hektaren blieb das Sturmholz liegen, die Wiederbewaldung erfolgt natürlich

Während auf dieser Fläche die Untersuchungen begannen, zerstörte im Juli 1994 in *Werchnije Sergi* (Mittel-Ural), 120 km westlich von Jekaterinburg, ebenfalls ein Gewittersturm etwa 150 ha Tannen-Fichten-Mischwald. Die maximale Böengeschwindigkeit erreichte dort etwa 30 m/s .

Ein Teil der verwüsteten Wälder wurde ebenfalls in das Versuchsprogramm mit einbezogen. Die zwei Versuchsflächen unterscheiden sich bezüglich ihrer geographischen Lage, der Höhenlage und dem Klima (Motschalow und Lässig 1999). Dies drückt sich in unterschiedlichen Waldgesellschaften aus: im eher trockenen *Schajtanka* dominierten vor dem Windwurf vor allem die Kiefer und die Birke, im niederschlagsreicheren *Werchnije Sergi* hingegen die Tanne und die Fichte.

In Anlehnung an die seit 1990 in der Schweiz durchgeführten Untersuchungen (Schönenberger et al. 1992) wurden im Ural zwei Untersuchungsflächen mit unterschiedlichen Wiederbewaldungsvarianten angelegt. Auf je einer Teilfläche blieben die vom Sturm geworfenen bzw. gebrochenen Bäume liegen. Auf zwei weiteren Teilflächen räumte man das Holz und setzte dann entweder auf die natürliche Verjüngung oder auf eine ortsübliche Pflanzung mit standortstheimischen Nadelbaumarten. Der vorliegende Bericht geht lediglich auf die Ergebnisse der Verjüngungsaufnahmen ein (weitere methodische Details in Motschalow und Lässig 1999).

2.2.2 Arten- und individuenreiche Waldverjüngung

Die Anzahl der Verjüngungspflanzen, die 1994 im unversehrten, vergleichbar zusammengesetzten und strukturierten Nachbarbestand der Versuchsfläche in *Schajtanka* ermittelt wurde, ist als Vorrat aus der Zeit vor dem Windwurf anzusehen. Vergleicht man die Anzahl der mehr als 20 cm hohen Bäumchen auf der belassenen Windwurffläche (1825 N/ha) mit der des unversehrten Nachbarbestandes (3670 N/ha), so wird deutlich, dass der Windwurf einen großen Teil der Verjüngungspflanzen zerstört hat (Abb. 5). Dies betrifft vor allem die Schlussbaumarten *Fichte*, *Tanne* und *Föhre*. Die Räumungs- und Pflanzmaßnahmen verringerten an beiden Versuchsorten die Verjüngungszahlen weiter.

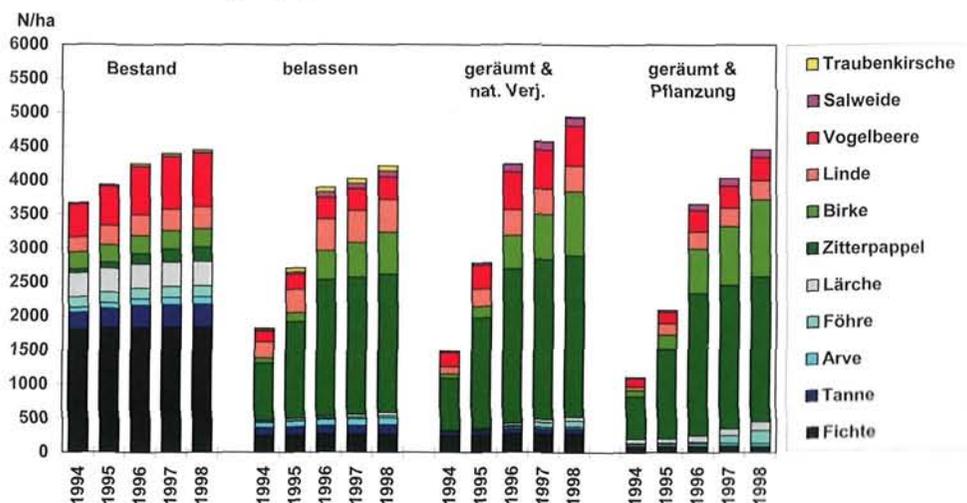


Abb. 5: Baumartenzusammensetzung in der natürlichen Verjüngung auf der Windwurffläche *Schajtanka* in den ersten fünf Jahren nach Windwurf

In *Werchnije Sergi* hingegen wirkte sich der Windwurf nicht so zerstörerisch wie in *Schajtanka* aus, da 10-20 % des Waldbestandes sowie der größte Teil der Naturverjüngung überlebten (Bestand = 3756 N/ha, belassen = 2774 N/ha). In den vier Folgejahren hat die Anzahl der Nadelbäume nur wenig zugenommen, die der Laubbäume hingegen stark. In *Schajtanka* hat die Zitterpappel, die sich bereits im ersten Sommer nach dem Windwurf in allen drei Varianten der Versuchsfläche in großer Zahl ansamte, viele Standorte neu besiedelt und schnell Höhen von mehr als 50 cm erreicht. Ähnliches trifft, wenn auch in geringerer Zahl, für die Birke zu. In *Werchnije Sergi* nahmen vor allem die Pflanzenzahlen von Vogelbeere, Birke und Weide zu. Die Zitterpappel hingegen kommt auf der belassenen Teilfläche kaum vor, auf den geräumten dafür umso häufiger. Der Grund hierfür dürfte der geringere Verwüstungsgrad der Bodenoberfläche auf der belassenen Teilfläche sein.

2.2.3 Nach Windwurf dominieren zunächst Pionierbaumarten

Die vom Sturm umgeworfenen Bäume haben einen Teil der vorhandenen Waldverjüngung, die sich bis zum Zeitpunkt der Windwürfe in den Wäldern etabliert hatte, unter sich begraben. Die Anzahl der Sämlinge und Jungpflanzen der Pionierbaumarten (Zitterpappel, Birke, Weide) hat fast überall stark zugenommen. Diese haben sich vor allem dort angesamt, wo der Mineralboden durch das Umklappen der Wurzelteller sowie durch die Holzerntearbeiten freigelegt wurde. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Skvorzova et al. (1983) in verschiedenen Regionen der früheren Sowjetunion und Syrjänen et al. 1994 in der nördlichen Ural-Region.

Im Vergleich zu *Schajtanka* unterscheidet sich die Anzahl und die Entwicklungsdynamik der verschiedenen Laubbaumarten auf den belassenen und den geräumten Teilflächen in *Werchnije Sergi*. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass der Sturm dort weniger Bäume umwarf, so dass weniger Waldverjüngung zerstört und weniger Mineralerde freigelegt wurde. Es konnten sich darum weniger Zitterpappeln ansamen als in *Schajtanka*. Es ist interessant, dass die Verjüngungszahlen in den angrenzenden Waldbeständen und in den ungeräumten Varianten trotz der Standortsunterschiede in beiden Windwurfflächen ähnlich hoch sind. Die Struktur und die räumliche Verteilung der Verjüngung hingegen unterscheiden sich stark.

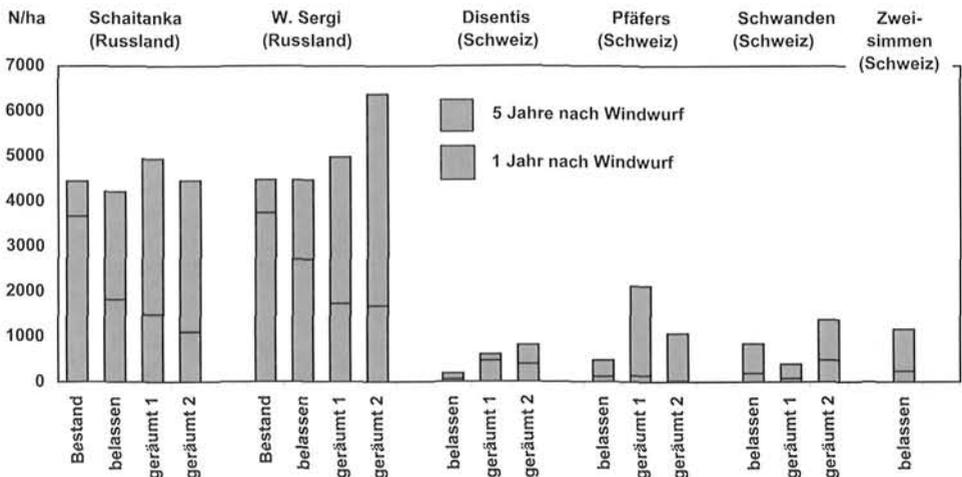


Abb. 6: Mittlere Anzahl natürlich verjüngter Bäume auf Windwurfflächen ein bzw. fünf Jahre nach Windwurf im Ural und in den Alpen

Abb. 7: Natürliche Verjüngung der sibirischen Tanne auf einer Windwurffläche im mittleren Ural. Wegen der niedrigen Wilddichte wird die aus dem Vorbestand stammende Verjüngung kaum verbissen



Ein Vergleich der Ergebnisse aus dem Ural mit denen aus den Schweizer Alpen ist wegen der unterschiedlichen geographischen Breite, Höhenlage, Standortsqualität und Wanderungsgeschichte der Baumarten sehr schwierig. Dennoch haben

wir die Verjüngungsdaten ein bzw. fünf Jahre nach Windwurf im Ural und in der Schweiz einander gegenübergestellt. Dabei fällt vor allem der große Unterschied in der Anzahl der Verjüngungspflanzen auf (siehe Abb. 6). Die Verjüngungsdynamik nach einem Windwurf ist in den untersuchten Wäldern im Ural, die sich 65 bzw. 80 Jahre lang natürlich entwickelt haben, viel grösser als in den Versuchsflächen in der montanen und subalpinen Stufe der Schweiz (Lässig et al. 1995). Dies ist vor allem auf die zahlreiche Verjüngung der Pionierbaumarten zurückzuführen. Im Vergleich zu vielen homogen strukturierten Wäldern Mitteleuropas weisen die untersuchten Wälder im Ural ein größeres Baumartenspektrum auf. Die Verjüngung ist sehr zahlreich, wobei die Nadelbaumarten des Schlusswaldes bereits vor dem Sturm in großer Zahl vorhanden waren (Abb. 7). Dies ist nicht verwunderlich, denn diese lichten, strukturreichen Wälder enthalten im Durchschnitt nur etwa 50 % der Holzmasse, die sich in Schweizer Wäldern akkumuliert hat. Außerdem spielt im Ural der Wildverbiss eine untergeordnete Rolle, da die Wilddichte im Gegensatz zu den Alpen sehr niedrig ist.

Auch das Artenspektrum der Laubholzpioniere ist im Ural vollzählig vertreten. Dies ist typisch für boreale Nadelmischwälder, denn sie enthalten in nahezu allen Entwicklungsstufen alte, Samen produzierende Laubbäume (Syrjänen et al. 1994). Das Samenangebot ist daher für eine schnelle Besiedelung der Windwurfflächen in den meisten Fällen groß genug. Die zahlreichen jungen Zitterpappeln, Birken und Vogelbeeren auf den Versuchsflächen konnten die veränderten Standortbedingungen nach der Störung des Ökosystems Wald direkt in schnelles Wachstum umsetzen. In vielen Wäldern Mitteleuropas hingegen sind Pionierbaumarten seltener, vermutlich weil sie durch die Waldvernichtung in früheren Jahrhunderten, durch die Waldweide sowie durch die Bewirtschaftung im letzten Jahrhundert zugunsten der Schlussbaumarten zurückgedrängt bzw. entfernt wurden. Nach einem Windwurf in den höheren Lagen der Alpen gibt es darum nur wenige Samen produzierende Laubbäume, so dass die Anzahl der sich ansammelnden Pionierbäumchen auch nur langsam zunehmen kann (siehe Abb. 6).

2.2.4 Folgerungen für die Waldbewirtschaftung

Auf den Versuchsflächen im Ural wird fünf Jahre nach dem Beginn der Untersuchungen der Anfang einer sehr dynamischen Entwicklung deutlich. Aus dem umfangreichen, erst ansatzweise ausgewerteten Datenmaterial können jedoch noch keine Folgerungen im generalisierenden Sinne gezogen werden. Die ersten Ergebnisse lassen folgende Schlüsse zu:

- Einerseits wird durch die Flächenräumung und Pflanzung die Zahl der Verjüngungspflanzen weiter dezimiert, andererseits samen sich um so mehr Pioniergehölze an, je mehr Mineralboden beim Räumen freigelegt wird. Die Art und die Intensität der Flächenräumung hat also einen entscheidenden Einfluss auf die Anzahl der verbleibenden Verjüngung und auf deren Artenzusammensetzung.
- Die Verjüngung der naturnahen, ungestört sich entwickelnden Wälder im Ural ist offensichtlich viel dynamischer als diejenige mitteleuropäischer Bergwälder, die regelmäßig bewirtschaftet wurden. Naturnahe Wälder wie jene im Ural weisen außerdem eine größere Artenzahl auf als über lange Zeiträume bewirtschaftete, verhältnismäßig homogene Bergwälder in den Alpen. Zudem ist das Schalenwild im Ural kein begrenzender Faktor für das Aufkommen der natürlichen Waldverjüngung. Vertiefte Kenntnisse über natürliche Entwicklungsprozesse wären für die Entwicklung naturnaher Waldbau- und Landnutzungskonzepte auch in Westeuropa hilfreich.
- Nach den vorliegenden Ergebnissen erscheint es im Ural angebracht, das Wissen über naturnahe Entwicklungsprozesse vermehrt in die konventionellen Praktiken der Waldwirtschaft zu integrieren. Es ist anzunehmen, dass die ökologischen und finanziellen Auswirkungen von Sturmereignissen auf die Wälder der Ural-Region auf diese Weise in vertretbaren Grenzen gehalten würden.

Dank

Teile der dargestellten Untersuchungen konnten nur dank der Unterstützung des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, des Schweizerischen Nationalfonds (Institutional Partnership Project 1997/1998 in Zusammenarbeit mit der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit), sowie des Russischen Ministeriums für Bildung durchgeführt werden. Für die großzügige Unterstützung danken wir den beteiligten Institutionen. Die Datenerhebung und -aufbereitung war nur möglich durch die tatkräftige Mithilfe von Konstantin A. Zotov und Dmitrij Gribaschow, Doktoranden des Lehrstuhls für Meliorationen und Forstkulturen der UFA, mehreren Diplomanden desselben Lehrstuhls sowie zahlreichen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Gebietsforstverwaltungen Swerdlowsk, Perm und Tscheljabinsk sowie der Uralischen Regionalverwaltung für Hydrometeorologie in Jekaterinburg. Ihnen allen, sowie unseren Übersetzerinnen Aldona Bacher und Brigitte Steiger (beide WSL), die uns bei der Übersetzung der russisch- bzw. englischsprachigen Literatur ins Deutsche bzw. Russische unterstützten, gilt unser herzlicher Dank.

Literatur

- ALEXANDERSSON, H.; TUOMENVIRTA, H.; SCHMITH, T.; IDEN, K., 2000: Trends of storms in NW Europe derived from an updated pressure data set. *Clim. Res.* 14: 71-73.
- BELOV, S.V., 1976: VOZDEJSTVIE VETRA NA LES [Einwirkung des Windes auf den Wald; in Russisch]. In: *Lesovodstvo lesnye kultury i počvovedenie*, Leningradskaja ordena lenina, Lesotekničeskaja akademija, Leningrad, 103-108.
- BERZ, G., 1993: Global Warming and the Insurance Industry. - *Interdisciplinary Sci. Rev.* 18, 2: 120-125.
- BRADLEY, R.S.; KELLY, P.M.; JONES, P.D.; GOODESS, C.M.; DIAZ, H.F., 1985: A Climatic Data Bank for Northern Hemisphere Land Areas, 1851-1980. TR= 17, DOE/EV/ 10739-2, Carbon Dioxide Research Division, U.S. Dept. of Energy, Washington, D.C. 335 S.
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft) (Hrsg.), 2000: Entscheidungshilfe bei Sturmschäden im Wald. BUWAL, Bern. 100 S.
- ČASTUHIN, W. J.; NIKOLJEVSKAJA, M.A., 1969: Biologičeskij raspad i resintez organičeskikh veščestv v prirode [Biologische Zersetzung und Resynthese der organischen Stoffe in der Natur; in Russisch]. Nauka, Leningrad, 326 S.
- DERUNGS, R., 1999: Windwürfe und Bestandesentwicklung - ursächliche Zusammenhänge und Auswirkungen. - *Dipl.arb.* ETH Zürich. 51 S.
- FISCHER, A., 1992: Long Term Vegetation Development in Bavarian Mountain Forest Ecosystems Following Natural Destruction. - *Vegetatio* 103: 93-104.
- FISCHER, A. (Hrsg.), 1998: Die Waldentwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. *Umweltforschung in Baden-Württemberg*. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg. 436 S.
- FOSTER, D.R., 1988: Disturbance History, Community Organization and Vegetation Dynamics of the Old-growth Pisgah Forest, South-Western New Hampshire, U.S.A. - *J. Ecol.* 76: 105-134.
- KRAPFENBAUER, A.; HOLTERMANN, C., 2000: Weltwetterküche erhöht Risiko von Sturmkatastrophen. *Österreichische Forstzeitung* 111, 6: 25-27.
- KROGERTAS, R.B., 1976: Vetroustojčivost nasazdenij severo-sapadnoj časti Litovskoj SSR [Windresistenz der Waldbäume im nordwestlichen Teil der Republik Litauen; in Russisch]. In: *Usoveršenstvovanie ustrojstva lesov na počvennotipologičeskoj osnove*. Mokslas, Vilnius: 182-187.
- LÄSSIG, R., 1999: Forschungspartnerschaften nützen auch dem Westen. - *Der Bund* 149, 2: 2.
- LÄSSIG, R., 2000: Windwürfe - Chancen für artenreiche Wälder nutzen. - *Wald Holz* 81, 3: 56-60.
- LÄSSIG, R.; EGLI, S.; ODERMATT, O.; SCHÖNENBERGER, W.; STÖCKLI, B.; WOHLGEMUTH, T., 1995: Beginn der Wiederbewaldung auf Windwurfllächen. - *Schweiz. Z. Forstwes.* 146: 893-911.
- LÄSSIG, R.; MOTSCHALOW, S.A., 1999: Die Häufigkeit starker Stürme und ihre Auswirkungen auf die Wälder der Ural-Region. - *Forstl. Forsch.ber. Münch.* 176: 30-41.
- LÄSSIG, R.; SCHÖNENBERGER, W., 2000: Nach "Lothar" von "Vivian"-Erfahrungen profitieren. - *Wald Holz* 81, 2: 31-35.
- MAMAEV, V.M., 1974: Bespozvonočnye kak indikatory stadij estestvennogo razrušenija drevesiny [Wirbellose Tiere als Indikatoren der Stufen natürlicher Zersetzung des Holzes; in Russisch]. In: *Voprosy ekologičeskoj fiziologii bespozvonočnyh*. Moskva: 198-212.
- MEŽIBOVSKII, A.M., 1970: Issledovanne faktorov, vlijajuščih na vetrovol i burelom eli [Untersuchung der Faktoren, die den Windwurf und Windbruch bei der Fichte beeinflussen; in Russisch]. *Lesnoj žurnal*, 4: 141-145.

- MITCHELL, S.J., 1995: A synopsis of windthrow in British Columbia: occurrence, implications, assessment and management. - In: *Wind and trees* (Eds.: M.P. Coutts and J. Grace), Cambridge University Press: 448-459.
- MOTSCHALOW, S.A.; LÄSSIG, R., 1999: Der Beginn der Wiederbewaldung von belassenen und geräumten Sturmwurfflächen im Mittel-Ural. - *Forstl. Forsch.ber. Münch.* 176: 111-119.
- QUINE, C.P., 1995: *Assessing the risk of wind damage to forests: practice and pitfalls.* - In: *Wind and trees* (Eds.: M.P. Coutts and J. Grace), Cambridge University Press: 379-403.
- ROŽKOV, A.A., KOZAK, B.T., 1989. Ustojčivost lesov [Stabilität der Wälder; in Russisch]. *Agropro-mizdat, Moskva*, 239 pp.
- ROTTMANN, M., 1986: *Wind- und Sturmschäden im Wald.* - J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a/M. 128 S.
- SCHIESSER, H.H.; PFISTER, C.; BADER, J., 1997: Winter Storms in Switzerland North of the Alps 1864/1865 - 1993/1994. - *Theor. Appl. Climatol.* 58: 1-19.
- ŠIŠHKOV, I.I., 1947: Vetrovol v Ohtenskom leshoze [Windwurf im Ohta-Forstbetrieb; in Russisch]. *Trudy Lesotehničeskaja akademija, Leningrad*, 61: 155-171.
- SCHÖNENBERGER, W.; KASPER, H.; LÄSSIG, R., 1992: Forschungsprojekte zur Wiederbewaldung von *Sturmschadenflächen.* - *Schweiz. Z. Forstwes.* 143: 829-847.
- SERNANDER, R., 1936. Granskär och Fiby urskog [in Swedish with English abstract]. *Acta Phytogeographica Suecia* 8: 232 S.
- SKVORZOVA, E.B.; ULANOVA, N.G.; BASEVIČ, V.F., 1983: *Ekologičeskaja rol vetrovalov* [Ökologische Rolle von Windwürfen; in Russisch]. *Lesnaja promyšlennost, Moskva*, 192 S.
- STEPANOVA, N.T.; MUHINA, V.A., 1979: *Osnovy ekologii derevorazrušajuščih gribov* [Grundlagen der Ökologie von holzabbauenden Pilzen; in Russisch]. *Nauka, Moskva*: 100 S.
- STÖCKLI, B., 1993: Ruhe nach dem Sturm? Ökosystemforschung auf Sturmschadenflächen. - *Eidge-nöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., Argumente a. d. Forschung* Nr. 5: 13-21.
- STOJKO, S.M., 1965: *Pričiny vetrovolov i burelomov v Karpatskih elnikah i mery borby s nimi* [Ursachen der Windwürfe und Windbrüche in den Karpaten-Fichtenwäldern und die Bekämpfungsmaßnahmen; auf Ukrainisch]. *Lesnoje hospajstvo*, 9: 12-15.
- SYRJÄNEN, K.; KALLIOLA, R.; PUOLASMAA, A; MATTSSON, J., 1994: Landscape structure and forest dynamics in subcontinental Russian European taiga. *Ann. Zool. Fennici* 31: 19-34.
- TIMOFEEV, V.P., 1957: *Vlijanie počvenno-gruntovyh uslovij na vetrovol i bureval* [Einfluss der Bodenverhältnisse auf Windwurf und Windbruch; in Russisch]. *Izvestija Timirjazevskoj s.-h. akademii, Moskva* 6: 125-146.
- TURKOV, V.G., 1979. *O vyvale derevev vetrom v pervobytnom lesu kak biogeocenotičeskom javlenii (na primere gornyh pihthovo-elovyh lesov Srednego Urala)*[Windwurf im Urwald als eine biogeozönologische Erscheinung (am Beispiel der Fichten-Tannen-Gebirgswälder des Mittelurals); in Russisch]. In: *Temnohojnyje lesa Srednego Urala/Trudy In-ta ekologii rastenij i šivotnih. Sverdlovsk* 128: 121-140.

Auszug aus:

LÄSSIG, R.; MOTSCHALOW, S.A., 2000: *Waldforschung - Folgen von Windwürfen.* - *Naturwerte in Ost und West. Forschen für eine nachhaltige Entwicklung vom Alpenbogen bis zum Ural.* Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Forum für Wissen 2000: 37-45.

STURMWURF IM NATURWALDRESERVAT WEIHERSKOPF – FORSCHUNGSKONZEPT, VEGETATIONS- UND VERJÜNGUNGSENTWICKLUNG

Jürgen Willig, Gießen

Einleitung und Forschungskonzept

Als die Stürme Wiebke und Vivian im Februar 1990 über Süddeutschland zogen und besonders auch in Mittel- und Südhessen verheerende Spuren hinterließen (WINTERHOFF et al. 1995), war das Naturwaldreservat Weiherkopf gerade erst seit zwei Jahren aus der forstlichen Nutzung entlassen. Von den 23 zu dieser Zeit bestehenden hessischen Naturwaldreservaten war der Weiherkopf, ein etwa 100jähriger Buchenmischwald auf Basalt, mit Abstand am stärksten betroffen. In der 2 km südlich gelegenen, naturnah bewirtschafteten Vergleichsfläche traten Sturmschäden ähnlichen Ausmaßes auf.

Auf das erste Bedauern über das nunmehr zerstörte Naturwaldreservat - ziemlich genau die Hälfte der 50 ha umfassenden Bestände war flächig geworfen worden – kam die Einsicht, dass diese Art von Störungen für den mitteleuropäischen Wald ebenso natürlich sind, wie das langsame Zerfallen reifer Wälder. Man sah in diesem Ereignis die Chance, viel früher an Informationen über Dynamiken in unseren Wäldern zu gelangen, als es unter ungestörten Bedingungen möglich ist. Daher folgten Überlegungen, wie man die künftige Entwicklung am besten weiter beobachten kann. Denn das klassische Instrumentarium der Naturwaldforschung (Stichprobekreisuntersuchungen im Turnus von 10 Jahren) alleine erschien nicht geeignet, die nach dieser Störung zu erwartenden raschen Veränderungen des Waldökosystems hinreichend zu erfassen (ALTHOFF et al. 1993).

Nach vielen Überlegungen und Diskussionen mit Spezialisten entstand ein interdisziplinäres Forschungskonzept, dass die beiden Bereiche **Wiederbewaldung** und **Abbau des Totholzes** mit mehreren Teiluntersuchungen umfasste (WILLIG 1994, Abb. 1). Die einzelnen Teilprojekte wurden von Wissenschaftlern des *Forschungsinstituts Senckenberg*, des *Instituts für Holzbiologie und Holzforschung der Universität Göttingen*, des *Sachverständigen- und Forschungsbüros Dr. Schlechte* sowie von der *Hessischen Forsteinrichtungsanstalt* (heute: HESSEN-FORST – *Forsteinrichtung, Information, Versuchswesen*) durchgeführt. Letztere war für die Koordination verantwortlich.

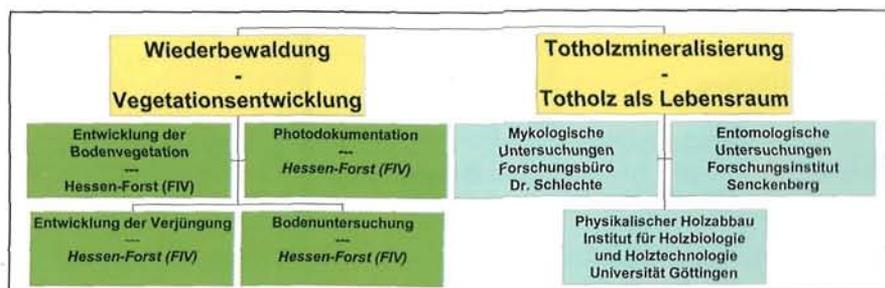


Abb. 1: Übersicht der Forschungsaktivität im Naturwaldreservat Weiherkopf nach den Sturmwürfen im Frühjahr 1990

Die Ergebnisse eines Jahrzehnts ökologischer Forschung im Naturwaldreservat Weiherkopf sind in den folgenden Beiträgen dieses Tagungsbands nachzulesen.

Untersuchungsgebiet

Die im südöstlichen Teil des Vogelsberges gelegenen Buchenwälder stehen auf schwach bis stark geneigten Osthängen des Höhenzuges zwischen Ulmbach und dem Steinaubachtal (Tab. 1). Die Buchen haben aufgrund der günstigen Standorte – frische mit Lößlehm überlagerte Basaltstandorte – sehr gute Wuchsleistungen bei hervorragenden Stammqualitäten. An der Baumartenzusammensetzung hatte die Buche vor dem Sturm einen Anteil von mehr als 80 %, Eiche und Fichte waren die häufigsten Mischbaumarten. Edellaubbaumarten kamen nur zu sehr geringen Anteilen vor.

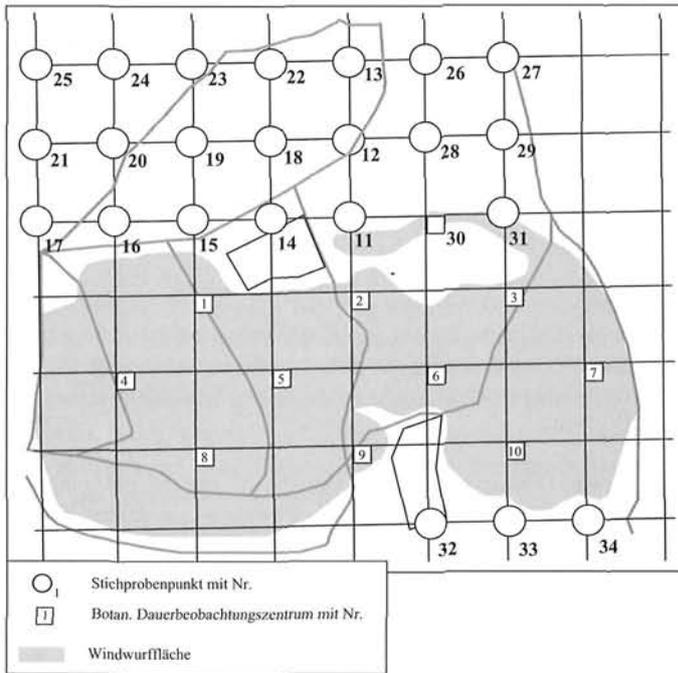


Abb. 2: Ausschnitt aus der Übersichtskarte des Naturwaldreservates Weiherkopf

Versuchsflächen

Für die waldkundliche Beobachtung wurde die Fläche des Naturwaldreservats systematisch (Gitternetz von 100 m x 100 m mit Aufnahmeflächen an den Schnittpunkten) mit Dauerbeobachtungsflächen besetzt (Abb. 2).

Während der noch stehende Bestand, wie allgemein in den hessischen Naturwaldreservaten üblich, durch Probekreise repräsentiert wird, sollten die Vegetationsentwicklung und die Wiederbewaldung auf der Sturmwurffläche mittels quadratischer Flächen untersucht werden, die im Projekt als Dauerbeobachtungszentren bezeichnet werden. Diese Probeflächen setzten sich aus vier 10 x 10 m Quadraten mit einer Gesamtfläche von 400 m² zusammen. Im nord-

westlichen Quadranten befinden sich 25 ein-Quadratmeterflächen, die zur Aufnahme der Bodenvegetation sowie in den ersten Jahren der Untersuchung auch der Verjüngungszählung dienen. Die heranwachsenden Bäumchen werden später auf einem 10 x 10 m Quadranten und in der Baumholzphase auf der Fläche des gesamten Dauerbeobachtungszentrums aufgenommen.

Auf den insgesamt zehn Dauerbeobachtungszentren wurden von 1990 bis 1994 jährlich, später in größeren Abständen, Vegetations- und Verjüngungskartierungen durchgeführt.

Tab.1: Charakteristik des Naturwaldreservats Weiherskopf im Forstamt Schlüchtern

Lage:	Zentral in der deutschen Mittelgebirgslandschaft im Wuchsgebiet Vogelsberg und östlich angrenzende Sandsteingebiete in einer Höhenlage zwischen 310 und 410 m
Klima:	In der submontanen Höhenstufe mit durchschnittlichen Jahresniederschlägen von 845 mm und einer Jahresmitteltemperatur von 7,5°C
Geologie:	Tertiärer (miozäner) Basalt mit pleistozänem Löß
Böden:	Basenreiche Braunerden und Parabraunerden z. T. etwas pseudovergleyt
Flächengröße:	Totalreservat: 52 ha Vergleichsfläche: 35 ha
Natürliche Waldgesellschaft:	Submontaner Waldmeister-Buchenwald und Waldgersten-Buchenwald
Waldzustand 1990 vor dem Sturm:	Weitgehend geschlossene 100jährige Buchenwälder mit geringen Anteilen Eiche, Esche, Berg- und Spitzahorn. Auf einer Teilfläche größere Fichtenhorste.

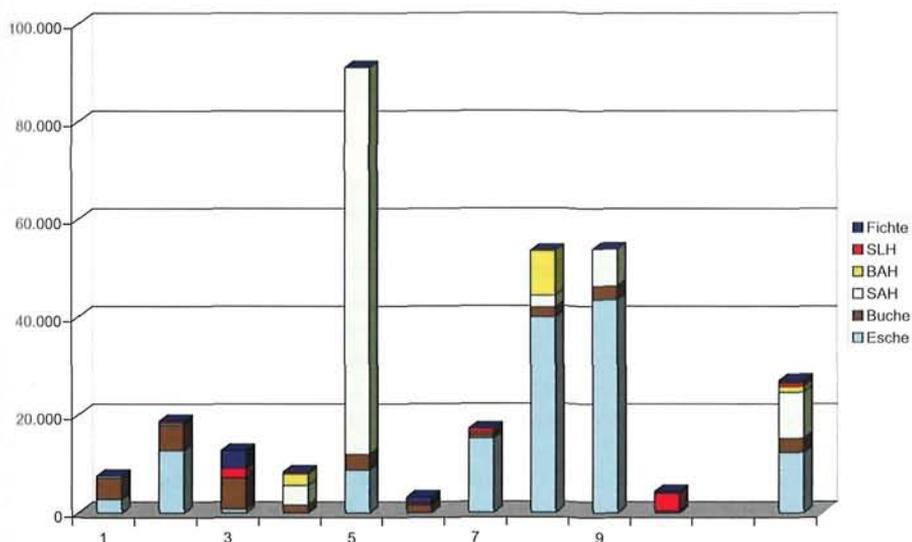


Abb. 3: Anzahl und Baumartenverteilung der Verjüngungspflanzen auf den zehn Dauerbeobachtungszentren im Sturmjahr 1990

Wiederbewaldung

Die Erstaufnahme der vorhandenen Naturverjüngung im Spätsommer 1990 zeigte eine sehr starke Streuung der Dichte und der Zusammensetzung des Aufwuchses. Zwischen 2.500 und 80.000 Bäumchen wurden pro Hektar gezählt (Abb. 3). Die im Durchschnitt (fast 25.000 Bäume je ha) weit über dem Ansatz für eine künstliche Wiederaufforstung liegende Pflanzenzahl hatte für den Umgang mit Sturmschadensflächen im Forstamt Schlüchtern erhebliche wirtschaftliche Konsequenzen (vgl. Beitrag von SANG in diesem Tagungsband).

Erstaunlich ist die gegenüber dem Ausgangsbestand völlig veränderte Baumartenzusammensetzung des Jungwuchses (Abb. 4). Die vorher dominierende Buche ist nur noch mit 12 % an der Verjüngung beteiligt, während die zuvor kaum vorhandenen Edellaubbäume über 80 % der Pflanzen stellen. Offenbar hat ein (vorübergehender) Baumartenwechsel stattgefunden. Wenn man die bisherigen Kenntnisse über die Konkurrenzverhältnisse zwischen Buche und den hier vorkommenden Edellaubbäumen berücksichtigt, ist langfristig mit zunehmender Dominanz der Buche zu rechnen (KEITEL 1998).

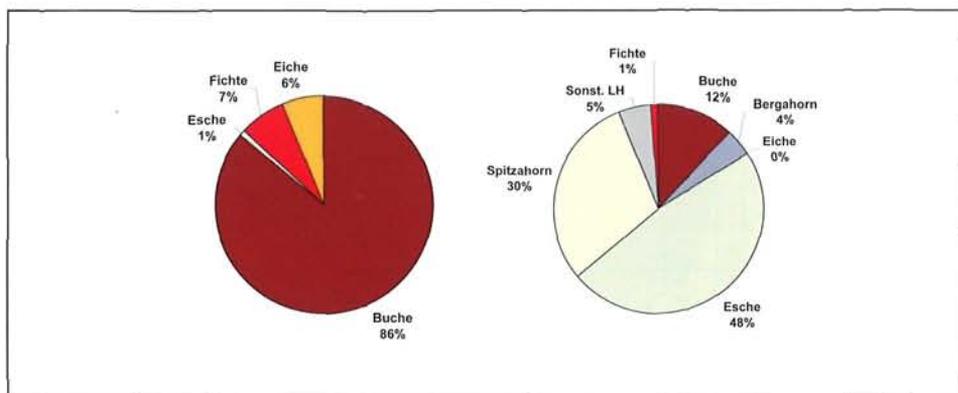


Abb. 4: Baumartenzusammensetzung des 100jährigen Bestandes vor dem Sturmwurf (links: Grundflächenanteile) und des Jungwuchses nach dem Sturm (rechts: Anzahl Jungpflanzen)

In den Folgejahren ist zu dem Ausgangsbestand von 1990 nur relativ wenig hinzugekommen. Im Gegenteil, es setzte ab 1995 insbesondere in den sehr dichten Eschen- und Spitzahornbereichen ein starker Verdrängungswettbewerb ein (Abb. 5). Die Buche ist von konkurrenzbedingtem Ausscheiden offenbar weniger betroffen und konnte ihren Anteil auf 16 % erhöhen. Einen gewissen Anteil daran hatten sicherlich auch Bucheckern aus den Kronen sturmgeworfener Buchen, die noch über Jahre hinweg grün waren und im Jahr 1992 stark fruktifizierten.

Dass die Befunde im Naturwaldreservat für die Klima-, Boden- und Bestandesverhältnisse im Raum Schlüchtern kein Einzelfall sind, zeigen die Ergebnisse aus der Vergleichsfläche (Abb. 6). Die Verjüngungsanteile von Buche, Edellaubbäumen und Sonstigen streuen nur in engem Rahmen, wobei der Bergahorn hier anstelle von Esche und Spitzahorn stärker vertreten ist. Erstaunlich ist die Dichte der Verjüngung im geschlossenen Bestand der Vergleichsfläche. Hier scheinen sehr ähnliche Verhältnisse vorzuliegen wie im Reservat vor dem Sturm.

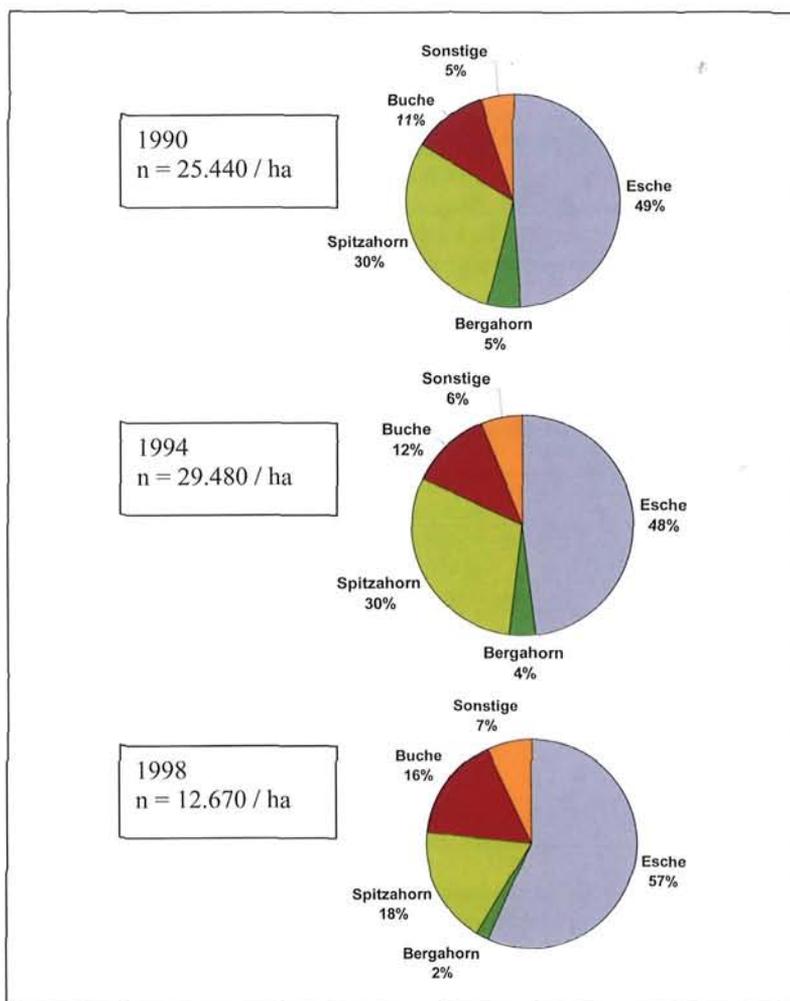


Abb. 5: Entwicklung der Naturverjüngung auf der Sturmwurffläche nach Anzahl und Baumarten von 1990 bis 1998

Die sehr unterschiedlichen Ergebnisse von Dichte und Zusammensetzung der ankommenden bzw. vorhandenen Naturverjüngung auf verschiedenen Standorten eines Waldgebietes zeigen, dass die Variation von möglichen Entwicklungen nach Sturmwurf sehr groß und die Übertragung auf Wälder anderer Standorte schwierig ist.

Im Naturwaldreservat Weiherskopf war die bereits üppig vorhandene Vorverjüngung der entscheidende Faktor für die rasche Wiederbewaldung. Erfahrungen über unbeeinflusste Waldentwicklungen nach Sturmwurf liegen u. a. auch aus Baden-Württemberg und der Schweiz vor (FISCHER et al. 1990; FISCHER 1998; KENK et al. 1991; LÄSSIG & SCHÖNENBERGER 1993, 2000; SCHÖLCH 2000) vor.

Die wichtigsten die Dichte und Artenzusammensetzung von Folgebeständen nach Sturmwurf beeinflussenden Faktoren sind danach:

- | | |
|---|--|
| 1. Der Standort | 4. Räumung oder Belassen des Sturmholzes |
| 2. Der Vorbestand
(Vorverjüngung, verbliebene Bäume) | 5. Konkurrenz / Lichtverhältnisse |
| 3. Die Nachbarbestände | 6. Der Wildverbiß |

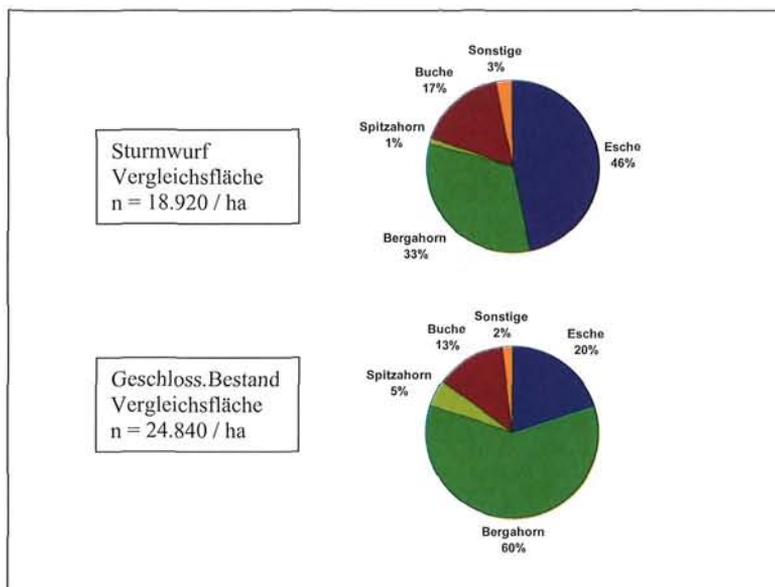


Abb. 6: Naturverjüngung auf der Sturmwurffläche (oben) und im geschlossenen Bestand der Vergleichsfläche (unten) nach Anzahl und Baumartenzusammensetzung

Bodenvegetation

Nach dem Sturmwurf 1990 konnten sich Schlagflugesellschaften krautiger Hochstauden, wie sie für aufgelichtete Hochwälder typisch sind (ELLENBERG 1996), nur auf Teilflächen etablieren. Auf den übrigen Flächen, auf der die bereits vorhandene Naturverjüngung sehr zahlreich war, konnten sich die typischen Buchenwaldzeiger gut behaupten. Es gab zahlreiche Formen von Übergängen, wobei auch Flächen mit offensichtlichen (Rückewege) und nicht erkennbaren Störungen vorkamen. Hier war der Pflanzenbewuchs insgesamt stark gedämpft. Vergrasungsbereiche und von Brombeere beherrschte Flächen traten nahezu ausschließlich in den wechselfeuchten Partien auf (Tab. 2).

Auf den zehn Dauerbeobachtungszentren stieg die Artenzahl der Gefäßpflanzen von 86 (1990) auf 105 (1994) an und fiel 1999 wieder ab auf 97. Insgesamt war auf allen Probestellen eine deutliche Zunahme der Deckungsgrade nichtholziger Gefäßpflanzen von 1990 nach 1994 zu verzeichnen. Im wechselfeuchten Bereich setzte sich dieser Trend bis 1999 fort, während auf den frischen Standorten ein starker Rückgang, verursacht durch das Heranwachsen der stellenweise sehr dichten Naturverjüngung, beobachtet wurde.

Die detaillierte Auswertung der Dauerbeobachtungscentren erforderte eine Stratifizierung nach dem Standortstyp. Von den zehn Probestellen fallen sieben in den frischen und drei in den wechselfeuchten bzw. Übergang frisch zu wechselfeuchtem Standortsbereich.

Als Zeigerpflanzen wurden je acht Waldarten und acht Störungszeiger (Wechselfeuchte- und Stickstoffzeiger) ausgewählt, die mit hoher Stetigkeit auf den Flächen vorkamen (Abb. 8 und 9). Eine Ähnlichkeitsanalyse (Sørensen-Index) der Artenfrequenz (Häufigkeit des Auftretens der ausgewählten Arten auf den 25 Unterflächen jedes Dauerbeobachtungscentrums) ergab, dass die drei wechselfeuchten Probestellen sehr deutlich von den frischen Flächen abgegrenzt sind, während sich die Flächen innerhalb der beiden Standortstypen sehr stark ähneln.

Tab. 2: Dichte der Naturverjüngung (NV) und vorherrschender Bodenbewuchs auf verschiedenen Standorten der Sturmwurflläche

Typ	Beschreibung	Standort	Dichte NV	Flächenanteil
Eidellaubholz-Verjüngung dicht	Sehr dichte NV, mit Waldarten, wenig Schlagflurarten	Frisch - betont frisch	2 - 8 Pfl./qm	30 %
Eidellaubholz-Verjüngung locker	Lockere NV, mit Schlagflurarten	Frisch - betont frisch	0,5 - 3 Pfl./qm	20 %
Störungen	Geringe Vegetationsentwicklung auf ehemaligen Rückwegen und Aushagerungsstellen	Verschiedene	0 - 0,5 Pfl./qm	10 %
Schlagflora-Traubenholunder-Himbeere-Typ	Dichter oder lockerer Bewuchs mit Traubenholunder, Himbeere und schmalblättrigem Weidenröschen	Frisch	0 - 2 Pfl./qm	15 %
Schlagflora-Brombeere-Typ	Dichter undurchdringlicher Bewuchs mit Brombeere. Häufigste Begleiter: Himbeere und Frauenfarn	Mäßig frisch - wechselfeucht	0 - 0,5 Pfl./qm	10 %
Vergrasung	Dichtes Aufkommen von Landreitgras, Binsen und Rauschmiele. Dazu oft Rubus-Arten	Wechselfeucht	0 - 0,2 Pfl./qm	15 %

Unter den **Waldzeigern** auf den **frischen Standorten** gab es drei Arten (Weiße Hainsimse, Hainrispengras und Bingelkraut), deren Deckungsgrade von einem sehr niedrigen Niveau 1990 bis 1999 ständig anstiegen (Abb. 7). Vier Arten (Frauenfarn, Waldsegge, Waldmeister und Goldnessel) konnten den erhöhten Lichtgenuss bis 1994 nutzen, befanden sich aber bis 1999 durch die zunehmende Beschattung wieder im Rückgang. Die Dichte der Waldgerste bliebe über die gesamte Beobachtungszeit nahezu konstant. Den höchsten Deckungsgrad dieser Gruppe in einem Jahr erreichte der Waldmeister 1994 mit etwas mehr als 4 %.

Die erhöhte Lichtzufuhr auf den **wechselfeuchten Standorten** konnte als einzige Waldart der Frauenfarn nutzen. Der Zugewinn liegt deutlich höher als auf frischen Böden. Außer der Weißen Hainsimse traten alle anderen Waldarten hier nur spärlich oder gar nicht auf. Die Zunahme des Frauenfarns ist zum Teil durch die erhöhte Grundfeuchte wegen des Wegfalls der Pumpwirkung der Altbäume erklärbar.

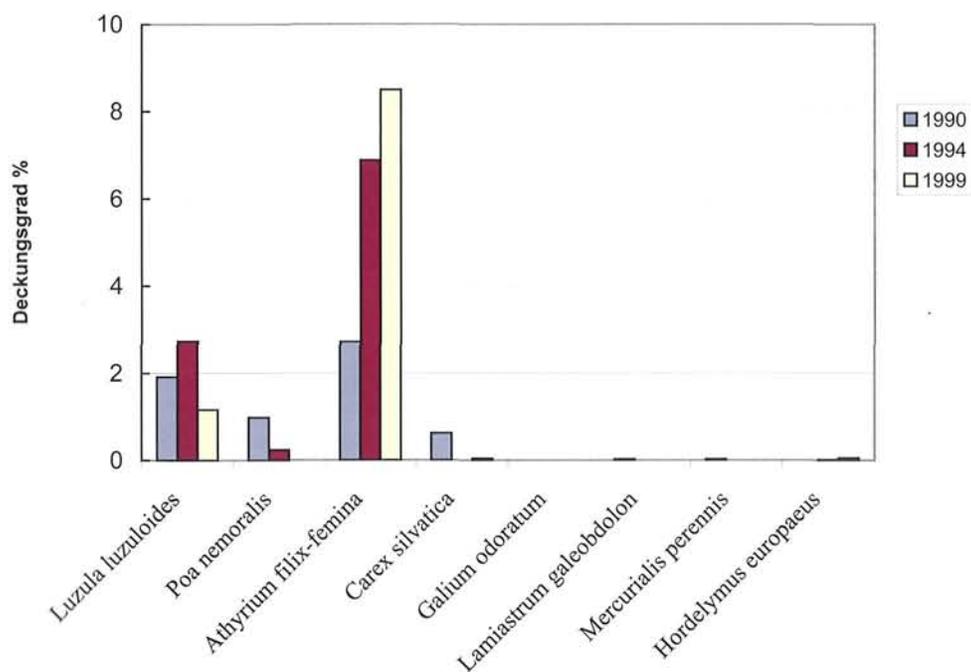
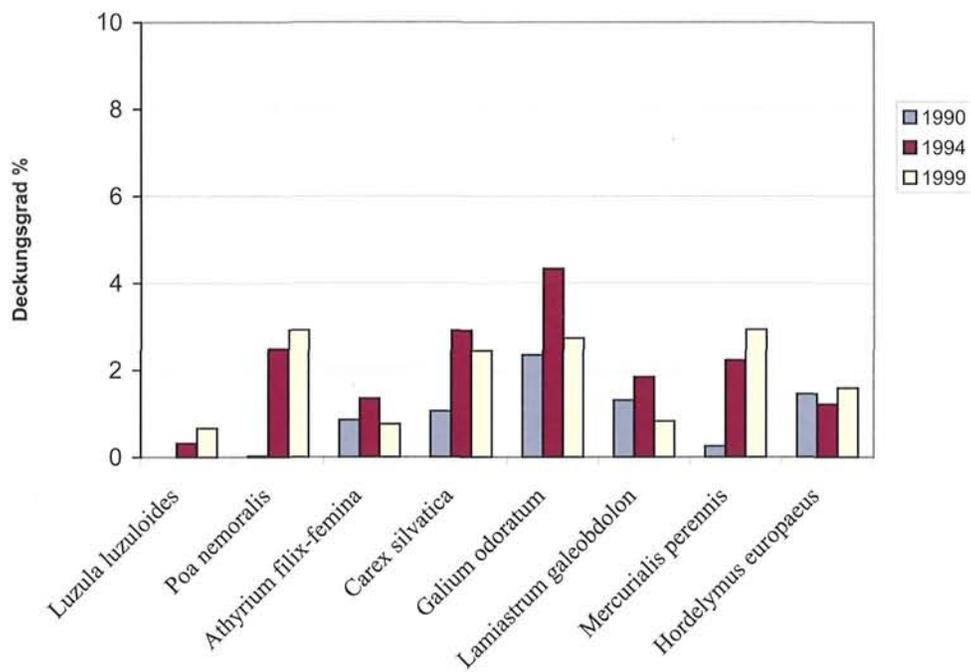


Abb. 7: Entwicklung der Buchenwald-Zeigerpflanzen nach dem Sturmwurf im Naturwaldreservat Weiherkopf auf frischen (oben) und wechselfeuchten (unten) Standorten von 1990 bis 1994

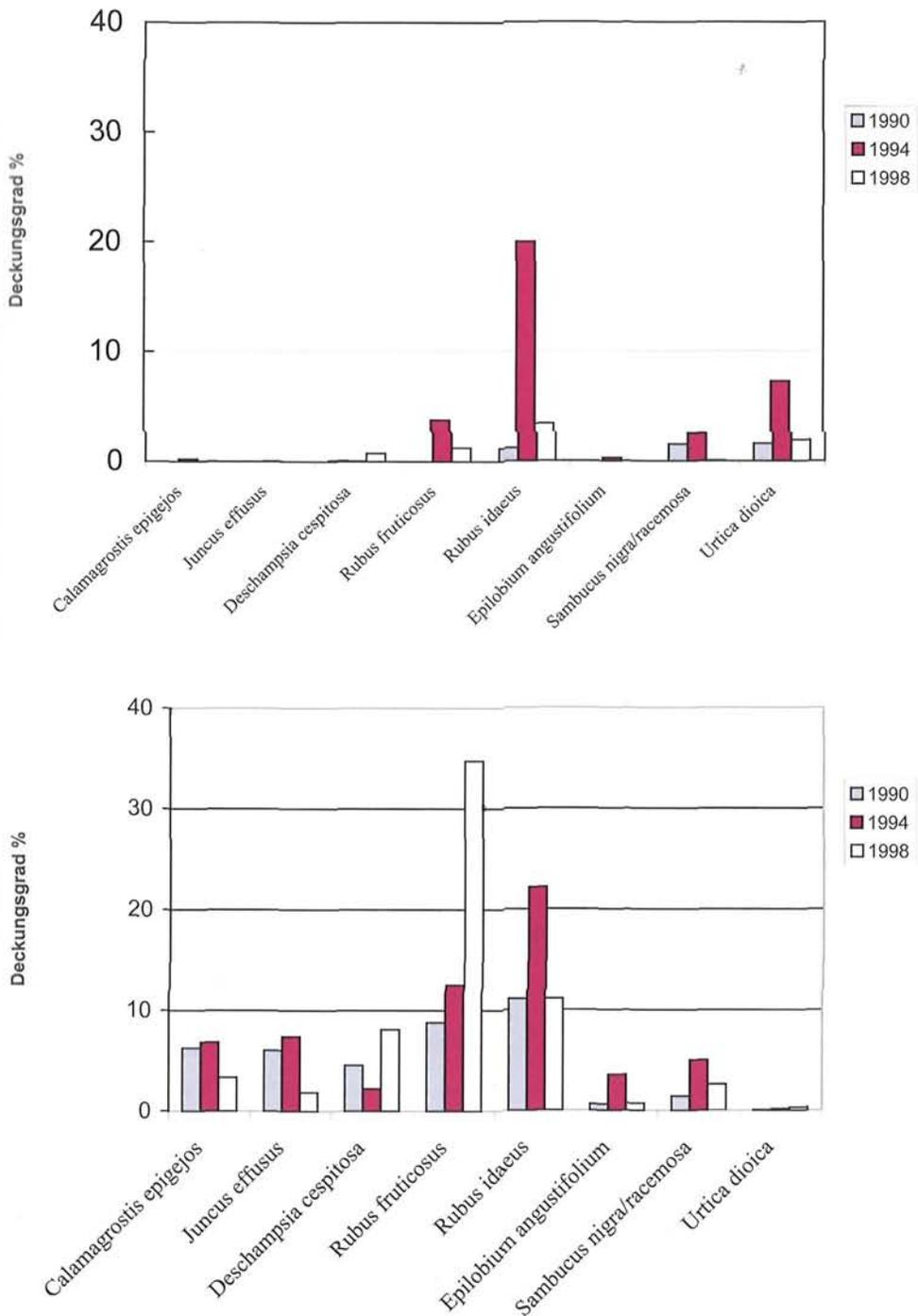


Abb. 8: Entwicklung der „Störungs“-Zeigerpflanzen nach dem Sturmwurf im Naturwaldreservat Weiherkopf auf frischen (oben) und wechselfeuchten (unten) Standorten von 1990 bis 1994

Von den **Störungszeigern** reagieren auf den **frischen Standorten** Himbeere sehr stark und Brombeere, Holunder und Brennnessel mäßig auf den Sturmwurf (Abb. 8). Die 1994 deutlich erhöhten Deckungsgrade fallen aber bereits 1999 wieder auf ein geringeres Niveau zurück.

Im **wechselfeuchten Bereich** profitierte allein die Brombeere mit einer Explosion ihrer Deckungsgrade nachhaltig von der Sturmwurfsituation. Schmalblättriges Weidenröschen und Himbeere konnten hier nur vorübergehend an Deckungsgraden zulegen, während Landreitgras und Flatterbinse inzwischen sogar deutlich unter die Ausgangswerte von 1990 fielen. Die Rasenschmiele erhöhte erst 1999 - nach einer Abnahme 1995 - ihren Flächenanteil.

Ausblick

Im Vergleich der beiden Standortbereiche zeigt sich, dass die Sturmwürfe auf den wechselfeuchten Böden wesentlich heftigere und nachhaltigere Wirkungen auf Bodenvegetation und Waldverjüngung haben. Im frischen Standortbereich laufen Zu- und Abnahmen der Deckungsgrade einzelner krautiger Pflanzen sehr moderat ab und pendeln sich nach relativ kurzer Zeit begünstigt durch die heranwachsende Naturverjüngung wieder in Richtung der Ausgangssituation ein. Die meist schon vor dem Sturmereignis angelegte Naturverjüngung ihrerseits wird durch konkurrierende Bodenvegetation nur wenig in ihrer Entwicklung beeinträchtigt.

Allerdings weicht die Baumartenzusammensetzung von der des Vorbestandes deutlich ab, denn im Gegensatz zu bodensauren Buchenwäldern sind in nährstoff- und basenreichen Waldmeister-Buchenwäldern Esche und die beiden Ahornarten auf frischen Standorten bei Vorkommen samentragender Altbäume aufgrund ihrer Verjüngungsstrategie (große Mengen flugfähiger Samen) in der Lage, schon lange vor der Altersphase der Buchenmischbestände flächendeckende dichte Naturverjüngungen auszubilden. Die Buche selbst wird dadurch in der Verjüngung für eine bestimmte Zeit zurückgedrängt (SCHMALTZ & LANGE 1999).

Anders verhält es sich auf den wechselfeuchten Böden, die etwa 20 % der Sturmfläche ausmachen (Abb. 9). Hier kommt es zu starken Veränderungen der krautigen Bodenvegetation. Die zuvor schon artenarmen Pflanzengesellschaften werden nach der drastischen Licht- und Feuchtezunahme noch viel stärker durch einzelne konkurrenzstarke Arten dominiert. Die hohen Deckungsgrad von Brombeere und Gräsern führen zusammen mit ungünstiger Nährstoffsituation und hoher Feuchte zu einer andauernden Hemmung der Verjüngung von Waldbäumen.

Daher ist im Vergleich zum frischen Standort die Dichte der Verjüngung erheblich reduziert und die Baumartenzusammensetzung eine völlig andere. Edellaubbäume treten gänzlich zurück und die im Vorbestand auf diesen Bereich konzentrierte Fichte hat ebenso wie die Pioniergehölze Salweide, Birke und Aspe nennenswerte Anteile. Die Buche kann sich hier offenbar trotz der suboptimalen Standortbedingungen durchsetzen. Allerdings wären auf den wechselfeuchten Standorten im Falle der Bewirtschaftung ergänzende Pflanzungsmaßnahmen notwendig, um forstlichen Zielen angemessene Waldbestände aufzubauen.

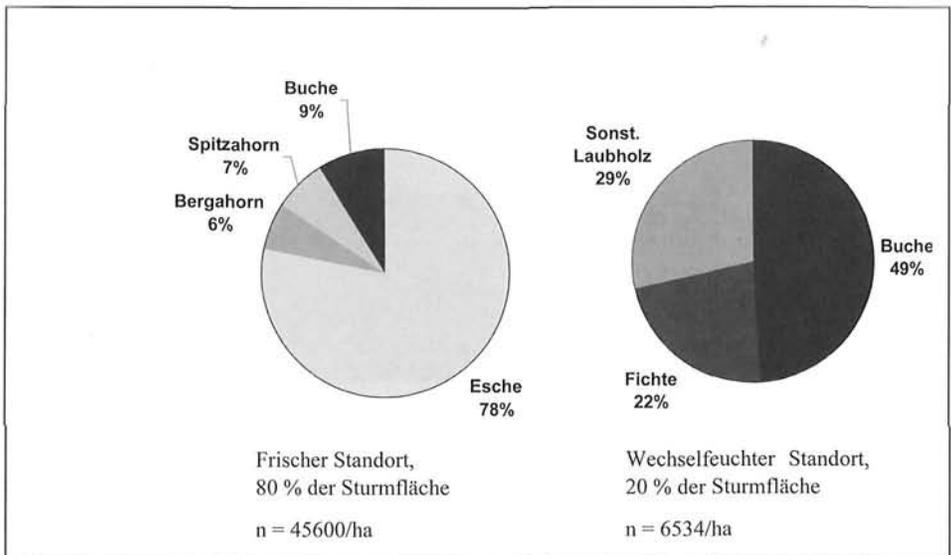


Abb. 9: Dichte und Baumartenzusammensetzung der Naturverjüngung nach Sturmwurf auf frischen und wechselfeuchten Standorten im Naturwaldreservat Weiherkopf

Fotodokumentation

Einen guten Eindruck von der immensen Geschwindigkeit der Verjüngungsentwicklung auf der Sturmwurffläche erhält man durch einen Vergleich von Fotos, die seit 1991 in regelmäßigen Abständen von den gleichen Stellen aufgenommen wurden.

Die beiden Bilderserien (Abb. 10 und 11) zeigen, dass bis auf einige verbliebene Altbäume der komplette Bestand geworfen wurde. 1993 und 1994 ist das liegende Sturmholz bereits durch die aufkommende Naturverjüngung verdeckt, von 1994 bis 2000 wird das rasante Aufwachsen der hier vorherrschenden Eschen- und Spitzahornverjüngung sichtbar.

Die Bilder machen deutlich, dass die Natur auf dem größten Teil der Fläche innerhalb von 10 Jahren die Störung „Sturmwurf“ überwunden hat und der Waldbestand sich in schnellen Schritten auf dem Weg zum Hochwald befindet. Inwieweit die künftige Baumartenzusammensetzung vom Vorbestand abweichen wird, ist derzeit schwer vorauszusagen. Die Bestände befinden sich in einer sehr dynamischen Entwicklungsphase, die sicherlich noch mehrere Jahrzehnte andauern wird.

1991



1993



1994



1998



Abb. 10; Blick von Abt. 260 nach Osten. Alle Bilder wurden vom gleichen Standpunkt fotografiert: 1991, 1993, 1994, 1998

1991



1993



1998



2000



Abb. 11: Blick vom Dauerbeobachtungszentrum 8 nach Norden. Alle Bilder wurden vom gleichen Standort fotografiert: 1991, 1993, 1998, 2000

Literatur

- ALTHOFF, B.; HOCKE, R.; WILLIG, J. (1993): Naturwaldreservate in Hessen Nr. 2: Waldkundliche Untersuchungen. – Mitteilungen der Hess. Landesforstverwaltung 25, 170 S.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. – 5. Aufl. Stuttgart: Ulmer. 1095 S.
- FISCHER, A. (1998) (Hrsg.): Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. – Landsberg: ecomed. 427 S.
- FISCHER, A.; ABS, G.; LENZ, F. (1990): Natürliche Entwicklung von Waldbeständen nach Windwurf. Ansätze einer „Urwaldforschung“ in der Bundesrepublik. – Forstwiss. Cbl. 109, 309 – 326.
- KENK, G.; MENGES, U.; BÜRGER, R. (1991): Natürliche Wiederbewaldung von Sturmflächen. – AFZ 46, 96 – 100.
- KEITEL, W. (1999): Naturwaldreservat Weiherkopf. Verjüngungsentwicklung auf einer Windwurffläche. – AFZ 53, 587 - 590.
- LÄSSIG, R. & SCHÖNENBERGER, W. (1993): Forschung auf Sturmschadensflächen in der Schweiz. – Forst und Holz 48, 244 - 249.
- LÄSSIG, R. & SCHÖNENBERGER, W. (2000): 10 Jahre nach „Vivian“ und „Wiebke“. Nach „Lothar“ von „Vivian“-Erfahrungen profitieren. – Wald und Holz 2, 31 - 35.
- SCHMALTZ, J. & LANGE, A. (1999): Untersuchungen in der Zerfalls- und Verjüngungsphase eines Buchennaturwaldes auf der Insel Vilm. – Forstarchiv 70, 66 – 73.
- SCHÖLCH, M. (2000): Ergebnisse aus der forstlichen Sturmflächenforschung: Natürliche Wiederbewaldung von Sturmflächen. – AFZ 55, 1216 - 1218.
- WILLIG, J. (1994): Naturwaldforschung auf Windwurfflächen. Untersuchungen im hessischen Naturwaldreservat Weiherkopf. – AFZ 49, 583 – 585.
- WINTERHOFF, B.; SCHÖNFELDER, E.; HEILIGMANN-BRAUER, G. (1995): Sturmschäden des Frühjahrs 1990. – Hessische Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie – Forschungsberichte, Band 20.

ZERSETZUNG DER STURMGEWORFENEN BUCHENSTÄMME IM NATURWALDRESERVAT WEIHERSKOPF SEIT 1990

Margitta Schäfer, Göttingen

1 Ausgangssituation

Das 1988 im südöstlichen Vogelsberg (Hessen) ausgewiesene Naturwaldreservat „Weiherkopf“ war bis zum Jahr 1990 mit 100-jährigen Buchen/Edellaubhölzern bestockt. Im Februar 1990 traten aufgrund schwerer Stürme flächige Orkanschäden auf. Dabei fielen auf einer Fläche von etwa 23 ha ca. 10.000 fm Windwurfholz an. Zugunsten der Naturwaldforschung wurde auf eine wirtschaftliche Nutzung des qualitativ hochwertigen Stammholzes verzichtet. Zur Dokumentation von Veränderungen in der Holzsubstanz wurden im Zeitraum von 10 Jahren, mit Ausnahme der Jahre 1996 und 1997, vom Institut für Holzbiologie und Holztechnologie physikalische Untersuchungen und die gutachtliche Erfassung der Holzverfärbungen vorgenommen, deren Ergebnisse im Folgenden zusammengefasst dargestellt werden.

2 Untersuchungsmethoden

Zu Beginn der Untersuchungen im Jahr 1990 wurde von der Hess. Forsteinrichtungsanstalt in Gießen der Zustand der sturmgeworfenen Buchen aufgenommen. Dazu gehörten:

- **der Mittendurchmesser der Stämme**
- **Bodenkontakt**
- **Zustand der Rinde, Verletzungen,**
- **Risse und Welkegrad der Krone.**

Dies ermöglicht es, den späteren Holzzustand mit diesen Parametern in Zusammenhang zu bringen.

Zu Beginn der Untersuchung wurden 100 sturmgeworfene Buchen auf der Versuchsfläche ausgewählt und nummeriert. Durch Los wurden je fünf Buchen den insgesamt 20 vorgesehenen Probennahmen zugeordnet.

An zwei jährlichen Probennahmeterminen (Feb./März und August) wurden von fünf Buchen jeweils vier Stammscheiben aus den Bereichen Wurzelteller, ein Drittel Stammlänge, zwei Drittel Stammlänge und Kronenansatz entnommen (Abb. 1).

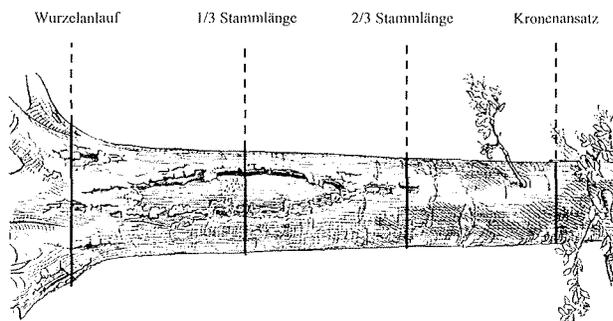


Abb. 1: Höhen der Stammscheibentnahme

Aus den Stammscheiben wurden Vertikal-Riegel in Durchmesserrichtung geformt und diese als Verdunstungsschutz mit Hartparaffin überzogen. Nach Anlieferung der Vertikal-Riegel durch die Hess. Forsteinrichtungsanstalt erfolgte im Institut für Holzbiologie und Holztechnologie (ehemals Institut für Forstbenutzung) der Zuschchnitt von Mittenriegeln, die in 20 gleichgroße Probekörper mit tangentialem Querschnitt von 2 cm x 2 cm, unter Berücksichtigung der dem Waldboden aufliegenden Seite, aufgeteilt wurden (Abb. 2). An den Klötzchen wurden die Bestimmung der

- **Darrbezugsfeuchte [%]**
- **Darrdichte [g/m^3]**
- **Wasserfüllung [%]**

vorgenommen.

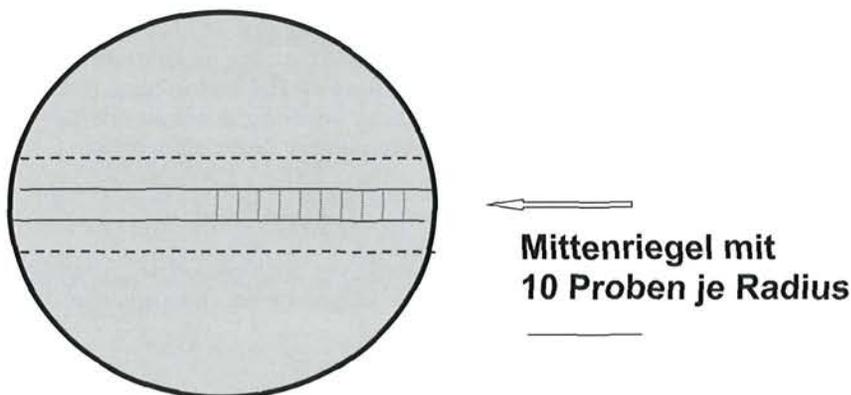


Abb. 2: Ausformung von Vertikalriegeln aus Buchenstammscheiben

In Abbildung 3 sind exemplarisch die Mittenriegel der vier Stammscheiben abgebildet, die im August 2000 einem Stamm entnommen wurden. Hieran erkennt man, wie weit die Holzerzersetzung nach 10jährigem Liegenlassen der Stämme fortgeschritten ist.



Abb. 3: Mittenriegel aus Stammscheiben der vier Entnahmehöhen (Stamm Nr. 63, Aug. 2000)

Bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse müssen allerdings folgende Sachverhalte beachtet werden: Für jede Probenahme wurden verschiedene Stämme nach dem Zufallsprinzip ausgewählt. Die festgestellte Streuung der physikalischen Größen zwischen den Probestämmen steht vermutlich mit deren unterschiedlichen Lagerungsbedingungen im Zusammenhang, da Überschildung, individuelle Geländeausformung und somit meso- und mikroklimatische Verhältnisse Einfluß nehmen können. Die Zugänglichkeit für Niederschläge sowie die Luftbewegung und Temperaturverhältnisse können demgemäß auf die Holzfeuchte und die Disposition für mikrobiellen Befall des Holzes einwirken. Weiterhin können Bodenkontakt oder Freilage der Stämme für Veränderungen der physikalischen und chemischen Holzeigenschaften, auch innerhalb eines Stammes, von großer Bedeutung sein. Hierauf sind möglicherweise u.a. die festgestellten Streuungen der gemessenen Werte zurückzuführen.

3 Physikalische Eigenschaften der Buchenholzproben

Darrbezugsfeuchte [%]

Feuchtigkeitsgehalt des Holzes bezogen auf das Gewicht der trockenen Probe in Prozent	
$\frac{\text{Gewicht waldfrisch} - \text{Gewicht gedarrt}}{\text{Gewicht gedarrt}}$	$\times 100$

Die Darrbezugsfeuchte gibt Aufschluß über den Feuchtegehalt der Holzproben zum Zeitpunkt der Stammscheibentnahme und spiegelt den „Trocknungszustand“ des Holzes wider. Für die Entwicklung der Holzfeuchte kann in den ersten Jahren der Lagerung die Transpiration über die belaubte Krone mitverantwortlich sein. Andererseits kann über den Wurzelkontakt mit dem Boden wieder Wasser aufgenommen werden. Eine Erhöhung der Holzfeuchte in den ersten Jahren kann darüber hinaus folgende Ursachen haben: Wasseraufnahme über den Niederschlag, kapillares Eindringen des Wassers bei Holz im Erdbodenkontakt, nach Besiedlung durch Pilze durch den Wassertransport über Myzelien. Der Wasserverlust im Holz kann u.a. durch Verdunstung und Transport über Stränge oder Rhizomorphen ausgelöst werden (z. B. Schmidt 1994).

Die Verteilung der Darrbezugsfeuchte in der Stammquer- und Längsrichtung von lebender Buche unterliegt einem bestimmten Muster, wonach der Feuchtigkeitsgehalt vom Mark zur Rinde und mit der Höhe im Stamm steigt. Das Maximum wird zumeist im äußeren Splint bzw. im Kronenraum erreicht (vgl. Apel et al. 1992; Koltzenburg und Knigge 1987, Mayer-Wegelin 1932).

Dem obengenannten Schema der Feuchteverteilung im stehenden Holz sollen im Folgenden Charakteristika der Holzfeuchteverteilung im windgeworfenen Stammholz nach unterschiedlicher Lagerungsdauer auf der Sturmwurflläche gegenübergestellt werden. Zu erwähnen ist, daß keine Darrbezugsfeuchtwerte der frisch geworfenen Buchen, d. h. im Spätwinter 1990, vorliegen, da die erste Messung im August 1990 stattfand.

Eine axiale Differenzierung der Holzfeuchte kann bei den Sturmwurf Buchen wie Abbildung 4 zeigt insbesondere nach 10 jähriger Lagerung der Stämme beobachtet werden. Obwohl die Stammscheiben aus dem Wurzelansatz häufig Erdbodenkontakt hatten, konnte in diesen Bereichen keine gegenüber anderen Sektionen erhöhten Feuchtwerte festgestellt werden. Dagegen wiesen die Proben aus dem Kronenansatz zumeist höhere Darrbezugsfeuchtwerte auf. Die Feuchte der im Sommer 1992 und 1993 untersuchten Hölzer nahm gegenüber den Ausgangswerten von August 1990 deutlich ab, was womöglich auf die Transpiration durch die Krone zurückzuführen ist, während die Werte der Frühjahrsprobenziehung höher liegen. Im Verlauf der Lagerungszeit treten deutliche axiale Unterschiede auf.

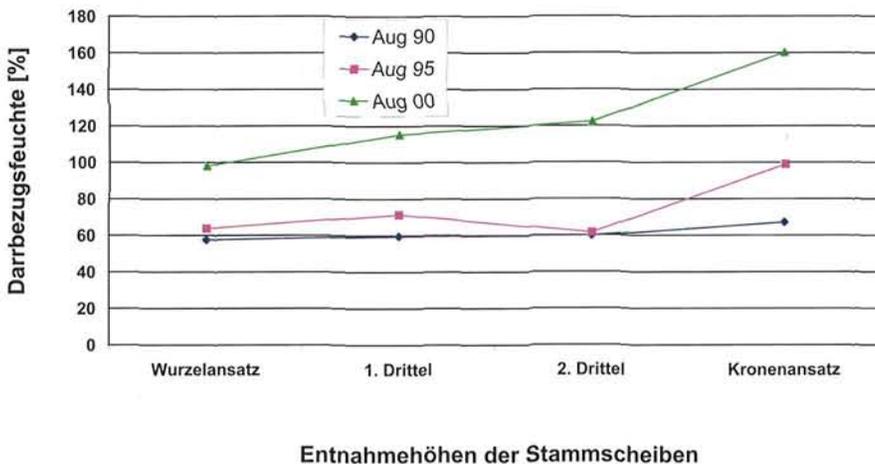


Abb. 4: Durchschnittliche Darrbezugsfeuchte [%] der Buchenholzproben in Abhängigkeit von der Stammhöhe und der Probenahme

- Die Darrbezugsfeuchtwerte in radialer Richtung differieren im Laufe der 10 Jahre wie folgt:
- 1990 konnten keine signifikanten Unterschiede in der Feuchte innerhalb einer Stammscheibe ermittelt werden.
 - 1995 wiesen die Proben aus dem Waldbodenbereich zumeist höhere Feuchten auf als die Proben der gegenüberliegenden Bereiche.
 - Im Jahr 2000 fielen starke Schwankungen der Darrbezugsfeuchtwerte innerhalb der Stammscheiben in radialer Richtung auf. Dies steht womöglich mit der kleinräumig unterschiedlichen mikrobiellen Zersetzung des Holzes in Zusammenhang.

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der Feuchte über den Beobachtungszeitraum als Mittelwerte sämtlicher Werte einer Probennahme. Zum einen ist ein Anstieg der Feuchte nach 3 – 4 Jahren zu erkennen, zum anderen deutet der Zick-Zack-Verlauf der Kurve daraufhin, daß Witterungsunterschiede zwischen Spätwinter und Sommer Einfluß nehmen. Im Feb./März wurden zumeist höhere Feuchtigkeitswerte ermittelt als im Sommer. Ein direkter Einfluß der Niederschläge scheint nicht vorzuliegen (Abb. 6), während mit steigender Lufttemperatur im Großraum der Sturmwurf fläche eine Verringerung der Feuchte einhergeht (Abb. 7).

Die Holzfeuchte stellt für den Holzabbau durch Pilze die wichtigste Einflußgröße dar. Holz geringerer Rohdichte, z. B. durch Abbau mittels Pilzen, hat ein größeres Wasserhaltevermögen als gesundes Holz (Schmidt 1994). Der Holzabbau durch Pilze könnte sich demnach mit

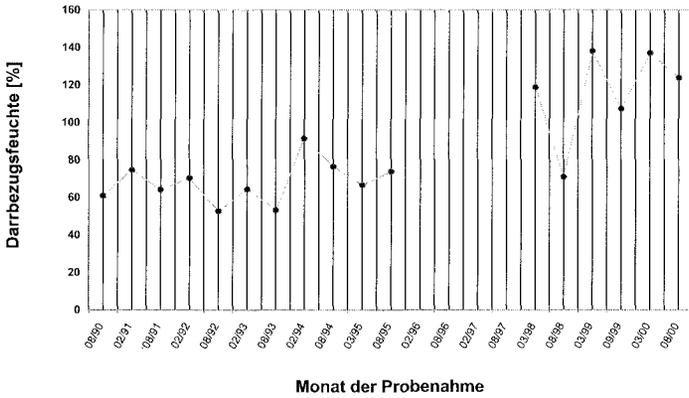


Abb. 5: Durchschnittliche Darrbezugsfeuchte [%] der Buchenholzproben (n = 400)

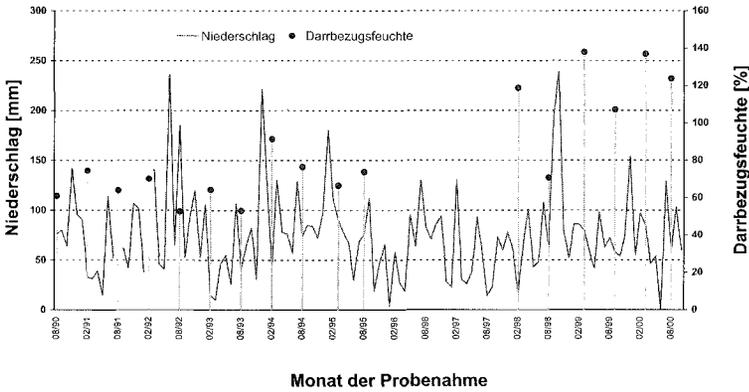
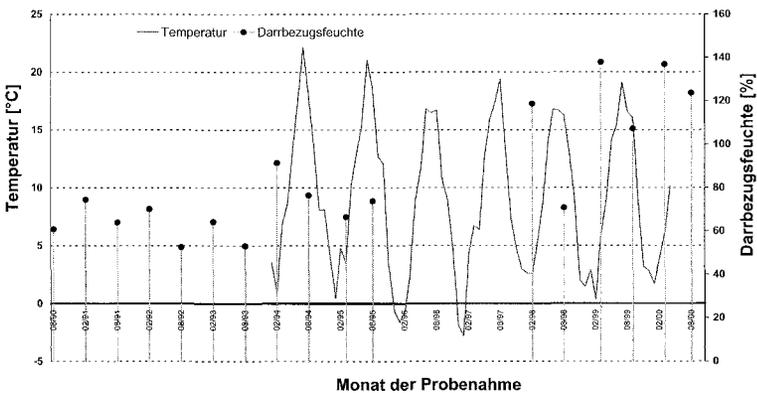


Abb. 6: Durchschnittliche Darrbezugsfeuchte [%] der Buchenholzproben und monatlicher Niederschlag [mm]



einem Anstieg der Feuchte im Verlauf der Lagerung äußern. Der geringste Wassergehalt, bei dem xerophile Pilzarten noch existieren können, liegt Literaturangaben zufolge zwischen 15 und 16 % (Bavendamm und Reichelt 1938). Demnach bieten die Sturmwurf Buchen im Verlauf ihrer Lagerung ein ideales Milieu für bestimmte holzabbauende Pilze.

Darrdichte [g/cm^3]

Verhältnis des Darrgewichts zum Rauminhalt eines darrgetrocknenen Holzkörpers

Zellwandmasse, die in einem Kubikzentimeter darrgetrocknenen Holzes enthalten ist

$$\frac{\text{Darrgewicht}}{\text{Darrvolumen}}$$

Die Rohdichte der Buchenholzproben wurde als Darrdichte ermittelt. Die mittlere Darrdichte von Rotbuchenholz liegt nach Sachsse (1984) bei $0,68 \text{ g}/\text{cm}^3$. Demgegenüber nimmt die Darrdichte der untersuchten Hölzer bereits nach 3jähriger Lagerung deutlich ab (Abb. 8). Der zwischenzeitliche Darrdichteanstieg hängt möglicherweise mit der unterschiedlichen Exposition der Stämme auf der Windwurf fläche zusammen, da hierdurch die Disposition für den Befall durch Organismen mitbestimmt werden kann. Nach 10 Jahren hat sich die Darrdichte um etwa 30 % gegenüber den Ausgangswerten von 1990 verringert.

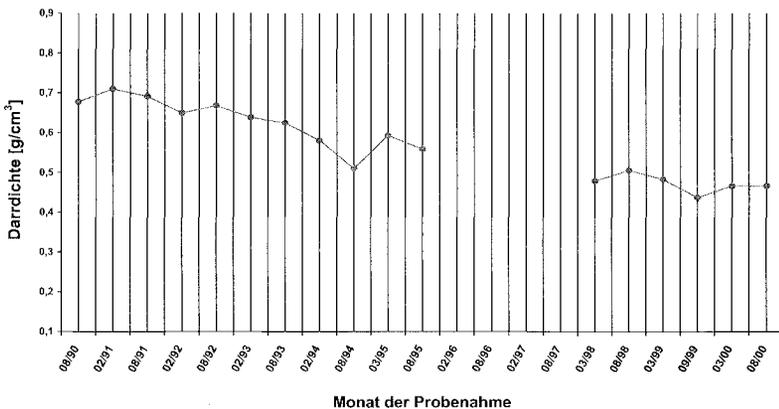


Abb. 8: Durchschnittliche Darrdichte [g/cm^3] der Buchenholzproben [$n=400$]

Die axiale Differenzierung der Darrdichtewerte im Verlauf des Untersuchungszeitraums geht aus Abbildung 9 hervor. Mit fortschreitender Lagerung der Buchenstämme ist eine Dichteabnahme vom Wurzel- zum Kronenansatz zu erkennen. Die geringer dimensionierten Stamm-

scheiben aus dem Kronenansatz weisen zumeist niedrigere Darrdichtewerte auf, d. h. einen größeren Holzabbau, als die aus den übrigen Sektionen. Wie bereits erwähnt, nimmt die Darrdichte in den 10 Jahren stark ab. Nach 5 Jahren tritt eine deutliche Differenzierung zwischen den Darrdichtewerten der einzelnen Entnahmehöhen auf. Die Ursache der Abnahme an Holzsubstanz ist im mikrobiellen Abbau des Holzes zu finden, was konform geht mit Angaben aus der Literatur.

Bei Vergleich der durchschnittlichen Darrdichtewerte mit denen der Darrbezugsfeuchte ist zu sehen, daß mit sinkender Rohdichte die Holzfeuchte ansteigt (Abb. 10). Dies stimmt mit den im Abschnitt „Darrbezugsfeuchte“ getroffenen Aussagen zum Wasserhaltevermögen mikrobiell abgebauten Holzes überein.

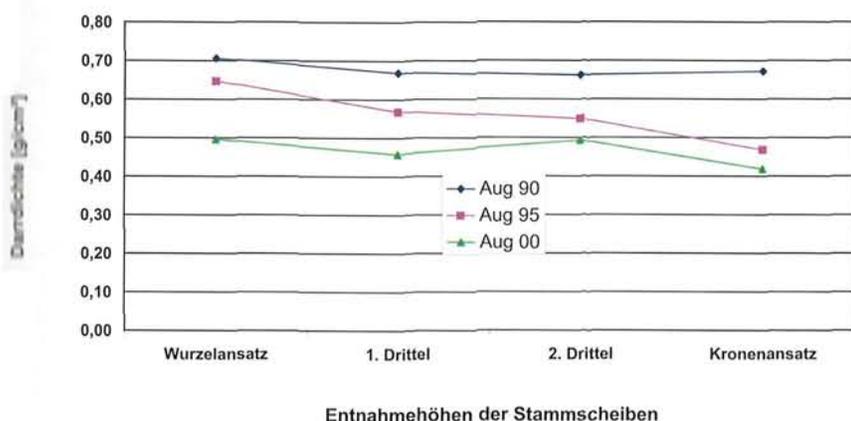


Abb. 9: Durchschnittliche Darrdichte [g/cm^3] der Buchenholzproben in Abhängigkeit von der Stammhöhe und Probenahme

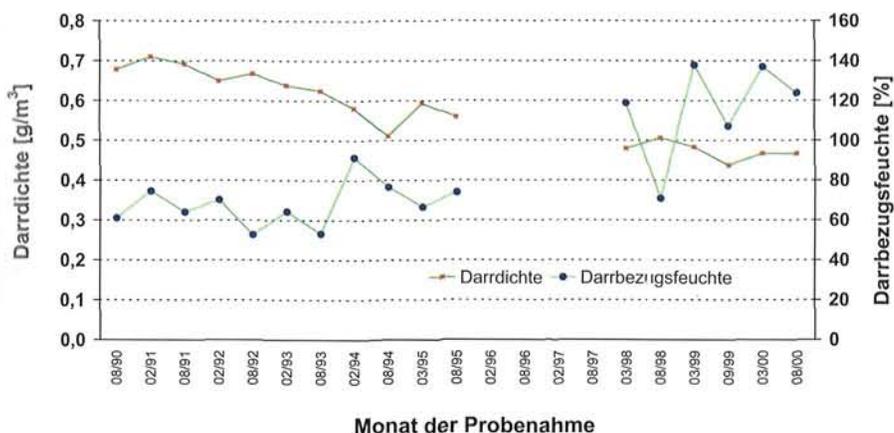


Abb. 10: Durchschnittliche Darrdichte [g/cm^3] und Darrbezugsfeuchte [%] der Buchenholzproben

Wasserfüllung [%]

Prozentualer Wassergehalt am maximal möglichen Wassergehalt des Holzes

$$\frac{\text{Gewicht waldfrisch} - \text{Gewicht gedarrt}}{\text{Gewicht Wasser max.} - \text{Gewicht gedarrt}} \times 100$$

Die Wasserfüllung [%] gibt den prozentualen Wasseranteil am maximal möglichen Wassergehalt des Holzes an. Der maximale Wassergehalt ($u_{\max} = 1,53 - R_{\text{aumdicke}}/1,53 R$) des Holzes bezeichnet den Höchstgehalt an gebundenem Wasser (Fasersättigungsfeuchte) und freiem Wasser, wobei der gesamte Porenraum des Holzes mit Wasser gefüllt ist und auch die Zellwände das Höchstmaß ihrer Wasseraufnahmefähigkeit erreicht haben. Der Höchstgehalt an Wasser im Wand- und Porenraum (u_{\max}) beträgt für Buchenholz etwa 116 % (Knigge und Schulz 1966).

Die Wasserfüllung der Buchenholzproben schwankt im Verlauf des Untersuchungszeitraums stark und hat entsprechend den Feuchtwerten zumeist ihre höchsten Jahreswerte bei Probenahme im Feb./März (Abb. 12). Auch bei der Wasserfüllung tritt eine axiale Differenzierung auf (Abb. 11). Der Niederschlag hat anscheinend keinen direkten Einfluß (Abb. 13); mit steigender Temperatur sinken die Wasserfüllungswerte ab (Abb. 14).

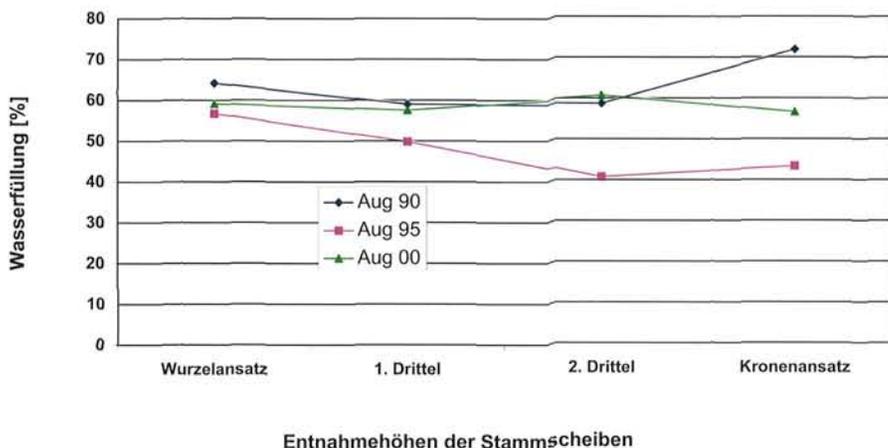


Abb. 11: Durchschnittliche Wasserfüllung [%] der Buchenholzproben in Abhängigkeit von der Stammhöhe und der Probenahme

Der Vergleich der durchschnittlichen Wasserfüllungswerte mit denen der Darrbezugsfeuchte zeigt, daß mit Zu- und Abnahme der Feuchte die Wasserfüllung entsprechende Werte aufweist (Abb. 15). Die Veränderungen verlaufen parallel, was unter Berücksichtigung der Definition für die Wasserfüllung zu erwarten ist. Aus der Literatur ist bekannt, daß sich bei braun- und weißfaulem Holz die Wasseraufnahmefähigkeit mit zunehmendem Holzabbau vergrößert. Daher erhöht sich in der Natur die Holzfeuchte im Verlauf einer Fäule ständig.

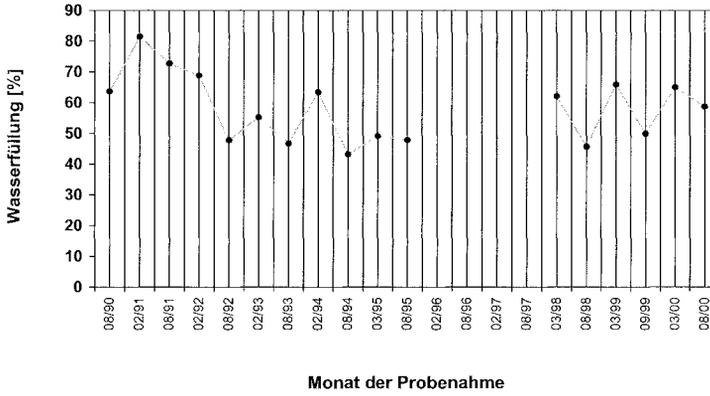


Abb. 12: Durchschnittliche Wasserfüllung [%] der Buchenholzproben (n=400)

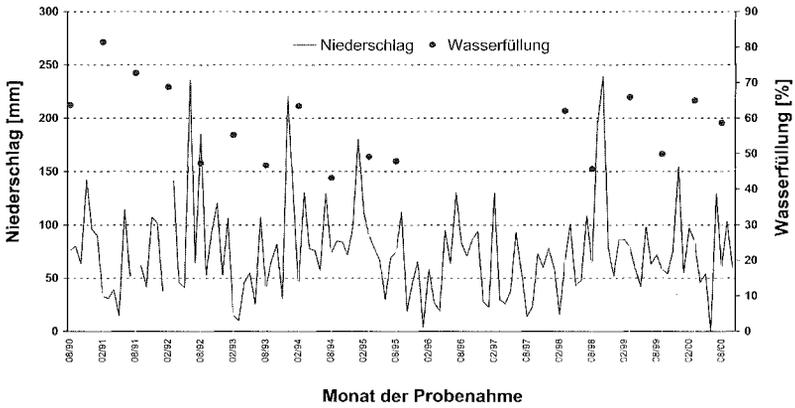


Abb. 13: Durchschnittliche Wasserfüllung [%] der Buchenholzproben und monatlicher Niederschlag [mm]

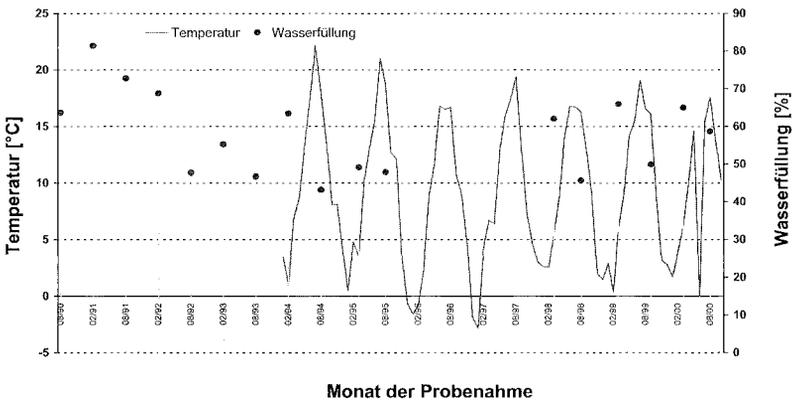


Abb. 14: Durchschnittliche Wasserfüllung [%] der Buchenholzproben und Monatsmittel der Temperatur

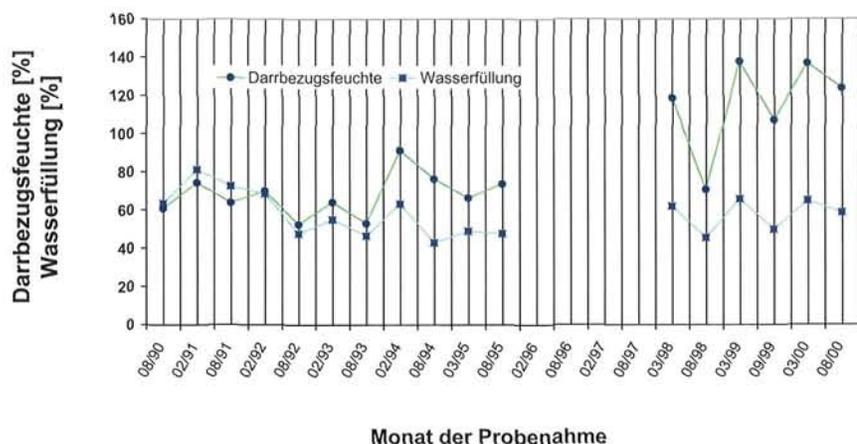


Abb. 15: Durchschnittliche Darrbezugsfeuchte [%] und Wasserfüllung [%] der Buchenholzproben

4 Gutachtliche Beurteilung des Holzzustandes

Die Erfassung des Zustands der Buchenholzproben über den Untersuchungszeitraum kann wie folgt zusammengefasst werden:

1990/91:

Braune Verfärbungen treten auf, die nur wenige Zentimeter in den Stamm hineinreichen und durch Rindenverletzungen wie Sonnenbrand ausgelöst wurden.

Vorkommen von Spritzkernen, verbunden mit beginnender Weißfäule im Stammesinnern.

1993:

Vermehrtes Auftreten weißfäuler Bereiche unterschiedlicher Ausprägung und Ausformung.

1994:

Ausgeprägte Holzverfärbungen, die zum Teil mehr als die Hälfte einer Stammscheibe einnehmen. Weißfäule Bereiche werden durch dunkelbraun verfärbte Zonen begrenzt.

1995:

Der Anteil an Weißfäule im Stamm ist stark angestiegen. Gering dimensionierte Stammscheiben sind zum Teil bis zu 100 % weißfäul. Neben den weißfäulen Holzzonen sind großflächig braun oder schwarz verfärbte Bereiche zu erkennen, die teilweise mosaikartig wechseln.

1998 – 2000:

Ausgeprägte Mosaikmuster unterschiedlicher Zersetzungsstadien der Stammscheiben treten auf (Abb. 16), verbunden mit unterschiedlicher Konsistenz des Holzes. Das Holz hat zum Großteil geringe mechanische Festigkeiten.



Abb. 16: Buchenholzproben, August 1998

5 Zusammenfassung

Den Untersuchungen an sturmgeworfenen Buchen aus dem Naturwaldreservat Weiherkopf im Verlauf von 10 Jahren sind zusammenfassend folgende Ergebnisse zu entnehmen:

- Die Darrbezugsfeuchte der Buchenholzproben hat sich nach 10 Jahren annähernd verdoppelt.
- Im Winterhalbjahr treten höhere Darrbezugsfeuchtwerte auf als bei Probennahme im August.
- Mit abnehmendem Radius der Stammscheiben steigt die Holzfeuchte an.
- Nach 10jähriger Stammlagerung hat sich die Darrdichte um ca. 30 % verringert.
- Die axiale Differenzierung der Darrdichte entspricht der der Darrbezugsfeuchte.
- Der Verlauf der Wasserfüllung entspricht ebenfalls dem der Feuchte.
- Bereits nach 5jähriger Lagerung treten ausgeprägte Holzverfärbungen auf, die mosaikartig strukturiert sind.
- Partiiell setzt eine starke Verringerung der mechanischen Festigkeiten des Holzes ein.

6 Literatur

APEL, K., KLEINDOPF, B. UND ZIPP, L., 1992: Lebendkonservierung von Laubholz. Allgemeine Forstzeitschrift, 47, (20): 1091 - 1093

BAVENDAMM, W. UND REICHELT, H., 1938: Arch. F. Mikrobiol. 9, S. 486. Zitiert aus TRENDELENBURG, R. UND MAYER-WEGELIN, H., 1955: Das Holz als Rohstoff. Carl Hanser Verlag, München

KNIGGE, W. UND SCHULZ, H., 1966: Grundriß der Forstbenutzung. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin

KOLTZENBURG, CH. UND KNIGGE, W., 1987: Holzeigenschaften von Buchen aus immissionsgeschädigten Beständen. Holz Roh- und Werkstoff, 45: 81 – 87

MAYER-WEGELIN, H., 1932: in WAPPES: Wald und Holz. Neudamm, Berlin, Wien. Bd. I. Zitiert aus TRENDELENBURG, R. UND MAYER-WEGELIN, H., 1955: Das Holz als Rohstoff. Carl Hanser Verlag, München

SACHSSE, H., 1984: Einheimische Nutzhölzer. Verlag Paul Parey

SCHMIDT, O., 1994: Holz- und Baumpilze. Springer Verlag

SUKZESSION HOLZZERSTÖRENDE PİLZE AUF DER STURMWURFFLÄCHE

Gunter B. Schlechte, Bockenem

1 Einleitung

In dem vieldimensional vernetzten Beziehungsgefüge von biotischen und abiotischen Ökosystemkomponenten wurde in der Forstwissenschaft die herausragende Rolle der Pilze als Mykorrhizasymbionten der bestandesbildenden Baumarten ebenso wie als Zersetzer gerade der als besonders widerstandsfähig eingestuften organischen Stofffraktionen oft verkannt. Auch in der Naturwaldforschung sind die bisherigen Dokumentationsbemühungen hinsichtlich der Erfassung charakteristischer pilzlicher Organismengemeinschaften z.B. beim Abbau von Totholz eher zögerlicher Natur und in den letzten Jahren nur mit wenigen Forschungskonzepten ernsthaft umgesetzt (GROSSE-BRAUCKMANN 1994, 1999; ZEHFUSS 1996, 1997, 1998; HONOLD & OBERWINKLER 1998; SCHMID & HELFER 1999; WINTERHOFF 2001).

Im Anschluss an das verheerende Orkanereignis des Winters 1989/1990 wurde innerhalb eines vielseitigen Dokumentationsprogrammes zur Wiederbewaldung ein Pilotprojekt in Hessen gestartet, das die langfristige Untersuchung der holzzerstörenden Pilzflora in einem flächig geworfenen Buchennaturwaldreservat zum Ziel hat. Aus dieser über das Jahr 2001 hinaus etablierten Studie sollen im Folgenden einige ausgewählte Ergebnisse vorgestellt werden.

2 Methodisches

Erfasst werden bei den mykologischen Erhebungen ausnahmslos solche Organismen, die sich nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand zweifelsfrei der Gruppe der Weiß-, Braun- oder in Einzelfällen auch der Moderfäulepilze zuordnen lassen bzw. zur nächsten Verwandtschaft der Pilzarten gehören, für die eine holz(zellwand)abbauende Tätigkeit im Laborversuch sicher belegt ist. Nicht wenige Pilze an holzigen Substraten dürften demgegenüber über kein nennenswertes Abbauvermögen verfügen, da sie ganz überwiegend von Zellinhaltsstoffen, im Kapillarwasser gelösten Nährstoffen oder aber von Zellwandspaltprodukten leben, die ihnen von den eigentlichen Holzzerstörern zur Verfügung gestellt werden.

Es wird davon ausgegangen, dass alle in wesentlichem Umfang an der Zerlegung der Holzsubstanz beteiligten Pilzarten früher oder später mit Reproduktionsstrukturen (Fruchtkörpern) in Erscheinung treten und somit nicht nur einer Bestimmung, sondern in gewissem Umfang auch einer Beobachtung zugänglich sind.

Eine ausführliche Beschreibung der Untersuchungsmethodik findet sich bei WILLIG & SCHLECHTE (1995). Da in den für die Stammscheibenbeprobung eingesetzten Feuchte-kammern generell eine starke Förderung der Fruchtkörperentwicklung feststellbar ist, besitzen Myzelmerkmale für die Artendiagnose mittlerweile nur noch eine untergeordnete Bedeutung.

Um den beträchtlichen Energietransfer von Totholz zu pilzlicher Biomasse über längere Zersetzungsperioden zu demonstrieren, wird eine Grobeinschätzung der jährlichen Fruchtkörperbiomasseproduktion auf den lagernden Buchenstämmen vorgenommen. Sie basiert auf einem Summierungsansatz, in dem für alle nachgewiesenen Holzzerstörer die Zahl der im

Jahresverlauf neu gebildeten Fruchtkörper mit dem durchschnittlichen artspezifisch verschiedenen Fruchtkörpertrockengewicht verknüpft wird (SCHLECHTE 1991).

3 Ergebnisse

3.1 Artenvielfalt

Der im Sturmwurf- und Folgejahr etwa 65 fruktifizierende Braun- und Weißfäulepilze umfassende Artenbestand auf der Untersuchungsfläche erhöhte sich bis 1998 auf über 150 Vertreter mit einem danach erstmalig rückläufigen Trend (Abb. 1); es erscheint gegenwärtig allerdings noch verfrüht, bei dieser Entwicklung der Artenzahlen von einer tatsächlichen Trendwende auszugehen, da sich die Jahre 1998 und 1999 u.a. hinsichtlich der Niederschlagsverteilung gravierend unterschieden (vgl. Kap. 4). Von anfänglich nur 11 mit Fruchtkörpern in Erscheinung getretenen Fäuleerregern an Sturmwurfsubstraten stieg deren Anteil am Gesamtartenbestand bereits 1994 auf über 50 % und bis 1998 weiter auf etwa 80 %.

Bei den durch Sturmwurf geschaffenen Substraten ließen sich artenreiche (liegende Buchenstämme, holzige Buchengrobstreu) und ausgesprochen pilzartenarme (Buchen-Dürrständer, liegende Fichtenstämme) unterscheiden. Während an Ersteren die Zahl der Holzersetzer bis 1998 auf ca. 90 Spezies anstieg, waren an Letzteren maximal 18 bzw. an liegenden Fichtenstämmen sogar nur maximal 10 Vertreter im Jahresverlauf (1998 bzw. 1996) mit Fruchtkörpern anzutreffen. Das untersuchte Fichtenholz vermittelte mit kaum über 35 nachgewiesenen Fäuleerregern den Eindruck eines deutlich geringeren Artenaufkommens als das erfasste Buchenholz, dessen Vorrat auf der Sturmwurffläche allerdings ein vielfach höheres Niveau repräsentierte.

Artenzahl

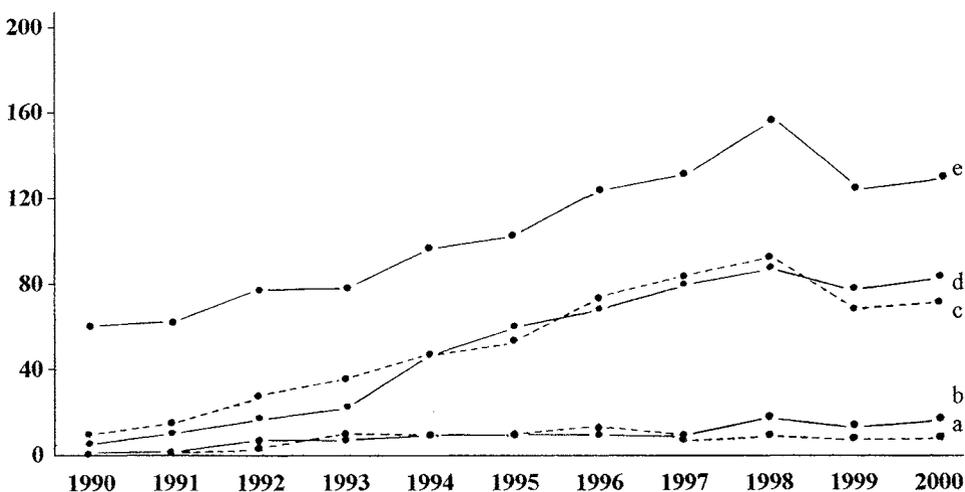


Abb. 1: Artenaufkommen holzerstörender Pilze (ohne Moderfäuleerreger) an verschiedenen durch Sturmwurf geschaffenen Substraten sowie auf der Untersuchungsfläche insgesamt

a = liegende Fichtenstämme b = Buchen-Dürrständer c = liegende Buchenstämme

d = Buchengrobstreu

e = alle Holzsubstrate unabhängig von ihrer Entstehungsweise

Von den annähernd 190 bis heute aufgefundenen Weiß- oder Braunfäulepilzen gehörten lediglich 15 der letzteren Gruppe an. Die Mehrheit unter ihnen (12 Spezies) besiedelte Fichtenholz, so dass allein dessen Zersetzung unter wesentlicher Beteiligung von Braunfäule erzeugenden Pilzarten ablief.

Unter den auf der (insgesamt nur 2000 m² großen) beprobten Sturmwurffläche aufgetretenen Holzerstörern befanden sich sieben Arten, die in der Roten Liste der gefährdeten Großpilze Deutschlands aufgeführt sind. Vor dem Sturmereignis in dem Naturwaldreservat etabliert war offensichtlich nur der Genabelte Zählring (*Lentinellus omphalodes*). Erstmalig erschienen mit Fruchtkörpern 1995 auf liegenden Buchenstämmen der Dornige Stachelbart (*Creolophus cirratus*; Abb. 2a) sowie der Bewimperte Porenbecherpilz (*Stromatoscypha fimbriata*). 1997 folgte an Buchenstämmen und Grobstreu der Breitrandige Steifporling (*Oxyporus latemarginatus*), und 1998 ergänzten die Liste auf den gleichen Substraten der Gelbweiße Gallertbecherling (*Ditiola peziziformis*; Abb. 2b), der Südbuchen-Rindenstacheling (*Mycoacia nothofagi*) sowie der Haarige Dachpilz (*Pluteus hispidulus*).



Abb. 2 a+b: Dorniger Stachelbart (*Creolophus cirrhatus*, oben) und Gelbweißer Gallertbecherling (*Ditiola peziziformis*, unten)



Abb. 3 a-c: Pilze der Initialphase der Holzzersetzung : Gemeine Kohlenbeere (*Hypoxylon fragiforme*, oben), Gemeiner Spaltblättling (*Schizophyllum commune*, mitte) und Striegelige Tramete (*Trametes hirsuta*, unten)

3.2 Häufigkeit und Verteilung der Fruchtkörper

Holzzerstörende Pilzarten mit hohen Fruchtkörperzahlen bildeten eine Minderheit und waren gehäuft nur an liegenden Buchenstämmen und holziger Buchengrobstreu anzutreffen (Tabelle 1). Schwerpunktmäßig wurden derartige Spezies im Zeitraum 1994 bis 1998 beobachtet, so dass hier die besten Bedingungen für eine besonders reichliche Fruchtkörperbildung angenommen werden mussten.

Für die auf Flächenbasis ausgewiesenen Häufigkeiten spielte das Aufkommen der einzelnen Holzsubstrate eine maßgebliche Rolle. Es verwunderte daher nicht, dass insbesondere an den in sehr niedriger Dichte vertretenen Buchen-Dürrständen (knapp 2 auf 1000 m²) nur ausnahmsweise eine Abundanz oberhalb von 5 Fruchtkörpern erreicht wurde.

An der Gesamtbesetzung in den ersten drei Abundanzstufen ließ sich für alle Sturmwurfssubstrate auch über 1996 hinaus der erhöhte Artenbestand gegenüber 1991 aufzeigen. Hierin bestand ein wesentlicher Unterschied zu den bei Durchforstungsmaßnahmen der 70er und 80er Jahre entstandenen Buchen- und Fichtenstubben, deren fortgeschrittener Zersetzungsstatus (Zerfallsphase) im Jahre 2000 nur noch wenigen Holzzerstörern eine spärliche Anlage von Fruchtkörpern erlaubte.

Die Fruchtkörperpräsenz auf den verschiedenen Holzsubstraten erwies sich fast immer als ausgesprochen ungleichmäßig und erlaubte für die meisten Pilzarten durchweg nur eine Zuordnung zur niedrigsten Frequenzstufe (Tabelle 2). Eine gewisse Häufung von etwas homogener verteilten Vertretern (Frequenz > 20 %) war demgegenüber zeitweilig an liegenden Buchen- und Fichtenstämmen zu beobachten. Letzteres Substrat zeigte darüber hinaus die Besonderheit, dass in manchen Jahren vorherrschend Arten mit einer relativen Häufigkeit oberhalb von 10 % festgestellt wurden. Nur im Rahmen der hier etablierten artenarmen Zersetzergesellschaft bestand offenbar zu jener Zeit für die Mehrheit der Mitglieder nicht nur im Ausnahmefall die Möglichkeit zu einer Fruchtkörperbildung.

Besonders geprägt wurde die Zersetzerflora in ihrem Erscheinungsbild zweifelsohne von den wenigen Vertretern, die entweder aufgrund sehr hoher Fruchtkörperzahlen oder aber eines besonders regelmäßigen Auftretens bei den Probegängen sofort ins Auge fielen; bisher rekrutierten sich derartige Holzpilze lediglich aus 13 Arten (Tabelle 3).

Herausgehoben waren unter ihnen als über mehrere Jahre fest verankerte Weißfäuleerreger die Gemeine Kohlenbeere (*Hypoxylon fragiforme*; Abb. 3a) und der Gemeine Spaltblättling (*Schizophyllum commune*; Abb. 3b) mit ihrer reichlichen und regelmäßigen Fruchtkörperbildung an frischtotem bis wenig zersetztem Buchenholz, die Striegelige Tramete (*Trametes hirsuta*; Abb. 3c) mit ihrem gleichmäßigen Auftreten an kaum zersetztem Buchenstammholz, die Schmetterlings-Tramete (*Trametes versicolor*; Abb. 4a) mit hohen Fruchtkörperzahlen und ihrer zeitweise recht homogenen Verteilung an bereits deutlich zersetztem Buchenstammholz, die Zerfließende Gallertträne (*Dacrymyces stillatus*; Abb. 4b) mit ihrem hohen Fruchtkörperaufkommen sowohl an holziger Buchengrobstreu als auch an liegenden Fichtenstämmen sowie als einziger ausdauernder Braunfäuleerreger der Zaunblättling (*Gloeophyllum sepiarium*; Abb. 4c) mit seiner gleichmäßigen Präsenz an schwach bis mittelstark vermorschtem Fichtenstammholz. Seit 1998 gehört auch der Echte Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) an Buchen-Dürrständen zur Gruppe der hochfrequenten Holzzerstörer, die mit dem Brandkrustepilz (*Ustulina deusta*) sogar einen langjährigen konkurrenzkräftigen Vertreter an stärker vermorschten Buchenstubben besaß.



Abb. 4 a-c: Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*, oben), Fließende Gallerträne (*Dacrymyces stillatus*, mitte) und Zaunblättling (*Gloeophyllum sepiarium*, unten)

Tabelle 1: Häufigkeit holzzerstörender Pilzarten (ohne Moderfäuleerreger) an verschiedenen Substraten auf der Basis einer 6-stufigen Abundanzskala
 - unberücksichtigt: krustenförmige corticioide Vertreter ohne z. B. durch Falten, Stacheln oder Poren deutlich strukturierte Fruchtschicht
 Abundanz: Zahl der Fruchtkörper auf 100 m² im Mittel über die Fruktifikationsperiode
 Stufen: + =>0-1 1 = 2-5 2 = 6-50 3 = 51-100 4 = 101-500 5 =>500

A R T E N Z A H L E N

<i>Substrat</i>	<i>Abundanz- stufe</i>	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Buchen-Dürrständer	+	2	4	4	8	6	4	5	15	12	11
	1	-	2	1	-	1	3	2	3	2	4
	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4+5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liegende Buchenstämmen	+	9	12	17	22	24	35	49	52	43	51
	1	3	5	6	9	13	14	10	17	13	9
	2	1	5	8	8	8	12	15	16	7	8
	3	-	2	2	4	2	4	2	2	-	1
	4+5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	-
Liegende Fichtenstämmen	+	1	1	5	5	5	4	3	4	4	3
	1	-	1	1	2	-	3	1	3	1	3
	2	-	1	1	2	2	2	1	1	1	1
	3	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1
	4+5	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Buchenstubben	+	17	21	20	22	20	19	13	14	6	8
	1	3	6	3	1	-	1	1	1	-	1
	2	-	-	-	-	-	1	-	2	1	1
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4+5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fichtenstubben	+	10	10		7	5	7	7	5	5	2
	1	2	1	1	3	2	2	1	2	-	-
	2	-	1	2	4	3	3	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4+5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Holzige Buchengrobstreu	+	28	23	20	25	29	34	36	36	39	38
	1	4	4	6	5	14	14	12	18	8	17
	2	2	8	10	13	11	11	16	14	6	9
	3	-	1	1	1	1	2	3	3	3	1
	4+5	1	1	1	2	2	3	1	2	-	-
Holzige Fichtengrobstreu	+	4	4	4	5	6	5	3	2	3	4
	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
	2	-	1	1	3	1	1	1	3	2	3
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4+5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.3 Biomasseproduktion an Buchenstämmen

Bei der Zersetzung der Holzsubstanz können die organischen Spaltprodukte sowie die freigesetzte chemische Energie in nicht unerheblichem Umfang zum Aufbau der pilzlichen Strukturen wie z.B. Myzel oder Fruchtkörper genutzt werden, die sich somit gewissermaßen als umgewandeltes Substratmaterial präsentieren. Diesem Prozess musste zumindest an den sturm-
 geworfenen Buchenstämmen eine ausgeprägte Nachhaltigkeit bescheinigt werden, denn

Tabelle 2: Verteilung holzerstörender Pilzarten (ohne Moderfäuleerreger) an Verschiedenen Substraten auf der Basis einer mehrstufigen Frequenzskala
 - unberücksichtigt: krustenförmige corticioide Vertreter ohne deutlich strukturierte Fruchtschicht
 Frequenz: relative Häufigkeit des Vorkommens (Fruchtkörperzahl beliebig) auf einem bestimmten Substrat im Mittel über die Fruktifikationsperiode
 Stufen: + =>0-9% 1 = 10-19% 2 = 20-29% 9 = 90-99%
 *auf frische Grobstreu spezialisierte Art

A R T E N Z A H L E N

<i>Substrat</i>	<i>Frequenzstufe</i>	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Buchen-Dürrständer	+	2	5	4	7	5	5	4	13	12	9
	1	-	1	-	-	1	1	2	3	1	6
	2	-	-	1	1	1	1	2	1	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4+>4	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
Liegende Buchenstämme	+	12	19	25	30	34	45	59	70	55	60
	1	1	4	6	7	12	14	15	9	6	6
	2	-	1	-	5	1	5	2	7	3	2
	3	1	-	2	1	1	-	1	-	-	1
	4+>4	1	2	1	1	-	2	-	2	-	-
Liegende Fichtenstämme	+	1	-	2	5	3	5	1	-	1	2
	1	-	3	5	3	3	4	-	7	5	5
	2	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1
	3	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-
	4+>4	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-
Buchenstubben	+	13	21	19	18	18	18	13	13	6	7
	1	4	4	3	3	1	2	-	3	-	2
	2	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	4+>4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Fichtenstubben	+	10	10	12	10	8	12	8	7	4	2
	1	2	1	1	4	2	-	-	-	1	-
	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4+>4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Holzige Buchengrobstreu	+	34	36	37	45	57	64	68	73	56	65
	1	-	-	-	1*	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	1*	-	-	-	-	-	-	-
	4+>4	1*	1*	-	-	-	-	-	-	-	-
Holzige Fichtengrobstreu	+	4	5	5	8	7	6	4	7	5	7
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4+>4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

über die gesamte Untersuchungsperiode wurde hier die jährliche Fruchtkörperneubildung mit über 200 g Trockensubstanz auf 100 m² Waldbodenfläche bestimmt (Abb. 5). Für die herausgehobenen Produktivitätsdaten der Jahre 1992, 1996 und besonders 1998 (ca. 570 g/100 m² !) gelang keine durchgehend befriedigende Herleitung aus speziellen Witterungskonstellationen, so dass substratvermittelte Veränderungen in der Aktivität bestimmter Zersetzerorganismen als wichtigste Ursache anzunehmen waren.

Tab. 3: Holzerstörende Pilzarten mit in einzelnen Jahren herausgehobener Fruchtkörperzahl (Abundanzstufe 4 oder 5) bzw. mindestens 40 % iger Frequenz auf bestimmten Substraten

B = liegende Buchenstämme
Bs = Buchen-StubbenBd = Buchen-Dürrständer
F = liegende Fichtenstämme

Bg = holzige Buchengrobstreu

S U B S T R A T E

Spezies	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<u>Herausgehobene Abundanz</u>											
<i>Ascocoryne cylichnium</i>											B
<i>Dacrymces stillatus</i>					Bg	Bg	Bg	Bg	F	F	
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	B+Bg	B+Bg	B+Bg	B+Bg	B+Bg	Bg	Bg				
<i>Mycena crocata</i>									Bg		
<i>Psathyrella piluliformis</i>							Bg				
<i>Schizophyllum commune</i>		B	B								
<i>Trametes versicolor</i>						B	B	B	B	B	
<u>Herausgehobene Frequenz</u>											
<i>Bjerkandera adusta</i>							B				
<i>Fomes fomentarius</i>									Bd	Bd	Bd
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>					F	F	F				
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	Bg	Bg	Bg								
<i>Mycena haematopus</i>									B		
<i>Schizophyllum commune</i>	B	B	B								
<i>Trametes hirsutae</i>			B	B	B						
<i>Trametes versicolor</i>							B		B		
<i>Ustulina deusta</i>	Bs										

Der ausgewiesenen Biomasseproduktion lag bis 1999 zum ganz überwiegenden Teil die Tätigkeit nur weniger Holzerstörer zugrunde, die sich durch ausdauernde, zähfleischige bis korkartige Fruchtkörper auszeichneten. Erstmals im letzten Jahr trat mit dem Grünblättrigen Schwefelkopf (*Hypholoma fasciculare*) aber auch ein kurzlebiger Hutpilz in Erscheinung, dessen Anteil an der Jahresproduktivität die 10%-Schwelle deutlich überschritt.

Wichtigster Biomassebildner war 1991 der Gemeine Spaltblättling mit knapp 60 % Anteil an der Gesamtproduktivität auf Buchenstammholz; 1992 und 1993 kam diese Position der Striegeligen Tramete mit einem Anteil zwischen 38 und 50 % zu. Von 1994 bis 1999 war die herausragende Rolle der Schmetterlings-Tramete als Biomasseproduzent unübersehbar, die 1998 in einer Fruchtkörperneubildung von 380 g Trockensubstanz/100 m² (= 66 % der Gesamtproduktivität) gipfelte. Zu den drei produktivsten Holzerstörern gehörten darüber hinaus zeitweilig die Gemeine Kohlenbeere (1991 und 1992) sowie der Angebrannte Rauchporling (*Bjerkandera adusta*), letztere Art im Jahre 1995 sogar mit einem Anteil an der Gesamtproduktivität von mehr als 25 %.

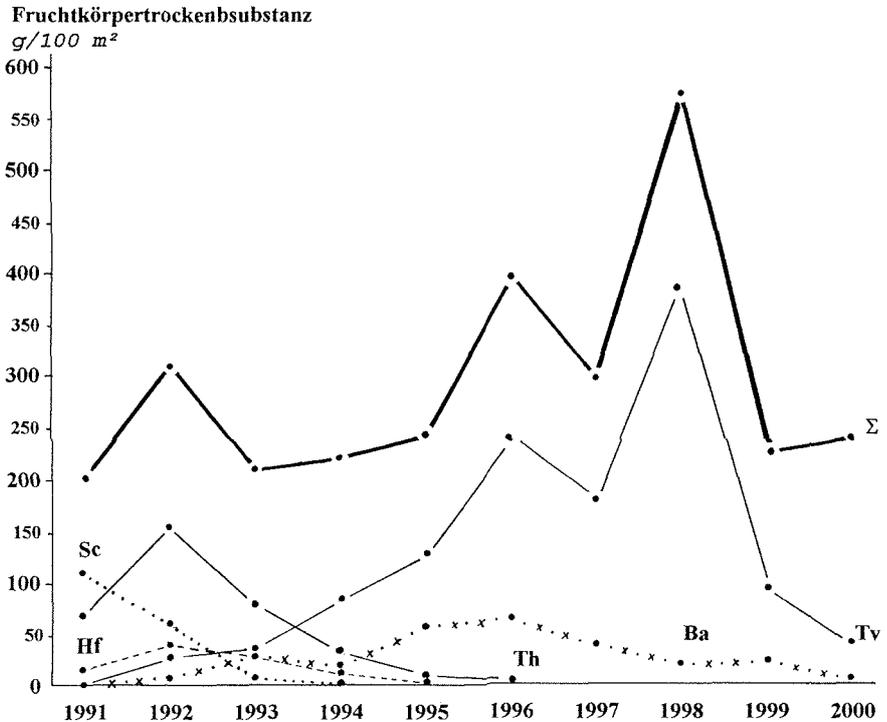


Abb. 5: Jahresproduktivität holzzerstörender Pilze an liegenden Buchenstämmen
 Ba = Bjerkandera adusta Hf = Hypoxylon fragiforme Th = Trametes hirsuta
 Tv = Trametes versicolor Sc = Schizophyllum commune Σ = alle Arten

3.4 Holzbesiedlung und Fäuleausdehnung

Die beprobten Buchenstammescheiben ließen keinen Zweifel daran, dass die Ausbreitung potentieller Fäuleerreger im Holzgewebe äußerst rasch und mit deutlicher Tendenz zu einer gegenseitigen räumlichen Abgrenzung erfolgte. Bereits 1991 waren im Mittel knapp 20 % des Stammquerschnitts von Weißfäulepilzen besiedelt und bis 1997 stieg dieser Anteil bis auf über 90 % (Abb. 6). Im Gefolge traten wahrscheinlich Alterungs- und Absterbeprozesse bei den am weitesten vorgedrungenen Vertretern verstärkt in Erscheinung, wodurch wachstumsfähige Myzelien im Jahre 2000 nur noch auf etwa 70 % der Querschnittsfläche nachweisbar waren.

Bis 1996 besaßen an der von potentiellen Holzersetzer besiedelten Fläche genau diejenigen Weißfäuleerreger den größten Anteil, die innerhalb dieses Zeitraumes als die stärksten Produzenten von Fruchtkörperbiomasse ausgewiesen waren (vgl. Abb. 5 und 6). Zusätzlich fiel der Hallimasch (*Armillaria mellea* s. lato) ins Auge, der seit 1995 auch in die Gruppe der in größerem Umfang auf dem Stammquerschnitt (> 5 %) etablierten Pilzarten gehörte, obwohl er bis zu diesem Zeitpunkt kaum mit einer herausgehobenen Fruchtkörperbildung in Erscheinung getreten war. Seit 1997 zeigten bisher nur im Ausnahmefall nachgewiesene Fäulepilze (z.B. *Ganoderma lipsiense*, *Trametes gibbosa*) eine deutlich zunehmende Ausbreitung im Holzgewebe, so dass die von solchen Arten besiedelte Fläche bis zum letzten Jahr auf einen Anteil von ca. 35 % am Stammquerschnitt anstieg.

Die in Abb. 7 wiedergegebene Gesamtausdehnung der Weißfäulezonen zeichnete sich durch einen ähnlichen Verlauf wie die Myzelausdehnung im Holzgewebe aus. Das bis 1994 allerdings deutlich niedrigere Niveau war durch das schwache Angriffsvermögen des Gemeinen Spaltblättlings gegenüber der Holzzellwand bedingt, wodurch trotz rascher Ausbreitung kaum Weißfäulepartien entstanden. Für die übrigen dominanten Vertreter entsprach die Beteiligung an der Ausbildung von Fäulekompartimenten grob angenähert dem Verhältnis ihrer Myzelausdehnung im Holzgewebe zueinander, wobei die besiedelte Fläche durchschnittlich zu wenigstens 60 % (im Falle von *Hypoxylon fragiforme*), üblicherweise aber zu 85 bis 98 % als weißfaul einzustufen war.

Demgegenüber spielte die Ausbildung von Braunfäulezonen eine völlig untergeordnete Rolle, für ihren Anteil von nur 4 % am Stammquerschnitt im letzten Jahr sorgte als wichtigste Art der Graubraune Saftporling (*Spongiporus tephroleucus*). Gleiches galt für Moderfäulezonen, welche vorrangig an Bodenkontaktstellen der Baumstämme beobachtet werden konnten. Die durchaus nicht seltenen potentiellen Moderfäuleerreger wie z.B. *Ascocoryne*-, *Cladosporium*- und *Hypocrea* (bzw. *Trichoderma*)-Arten traten überwiegend ohne eigenständiges Zersetzungsbild in enger Vergesellschaftung mit Weißfäulepilzen auf und verursachten seit 1998 infolge verstärkten Aufkommens und der damit verbundenen Holzverfärbung eine zunehmende Maskierung der ursprünglich als weißfaul ausgewiesenen Zonen.

Flächenprozent

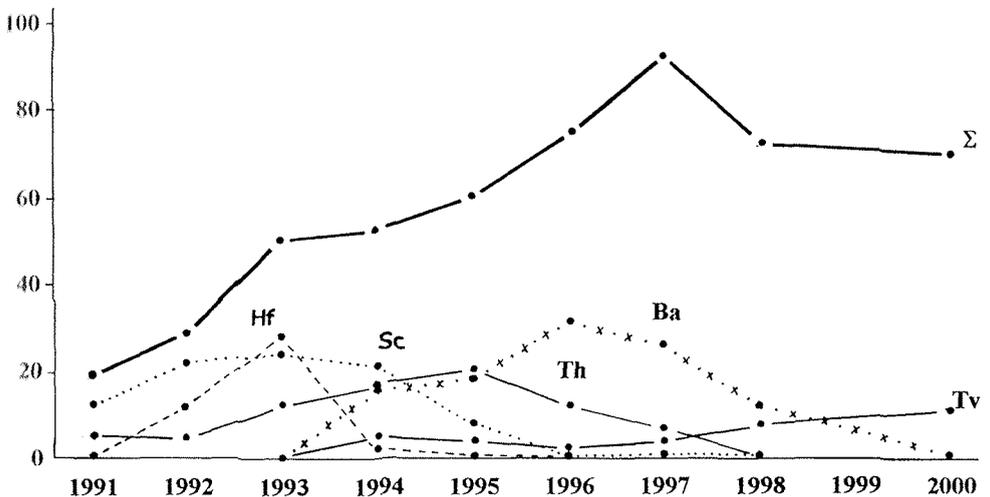


Abb. 6: Ausdehnung holzzerstörender Pilze (ohne Moderfäuleerreger) in liegenden Buchenstämmen quer zur Holzfaser – besiedelte Fläche in % des Stammquerschnitts
 Ba = Bjerkandera adusta Hf = Hypoxylon fragiforme Th = Trametes hirsuta
 Tv = Trametes versicolor Sc = Schizophyllum commune Σ = alle Arten

Flächenprozent

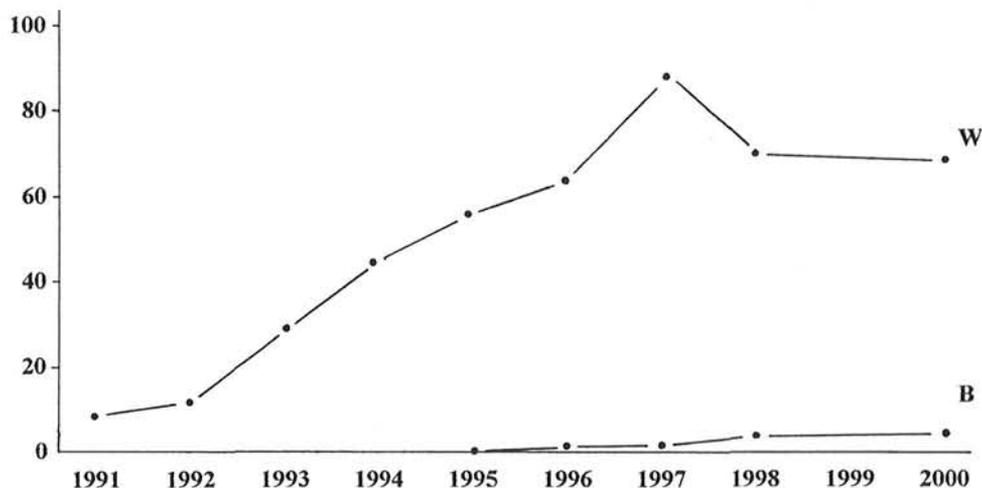


Abb. 7: Ausdehnung von Weiß (W)- und Braunfäulezonen in liegenden Buchenstämmen quer zur Holzfaser – erreichte Fläche in % des Stammquerschnitts



Abb. 8: Stammquerschnitt am Wurzelteller vom 16.8. 2000 (Flächenanteil zersetzten Holzes ca. 85 %).

Links oben: Weißfäulezone (48 % der Gesamtfläche) mit Fruchtkörpern von *Trametes versicolor*

Rechts oben: Braunfäulezone (18 %) mit Fruchtkörpern von *Fomitopsis pinicola*

Rechts unten: Mischfäulezone mit Mycel von *Trichoderma harzianum* (Moderfäuleerreger) und Rhizomorphen von *Armillaria mellea* s. lato (Weißfäuleerreger)

Links unten: Schutzholzzone (15 %) mit abgestorbenen Fruchtkörpern von *Eutypa spinosa* auf der Stammaußenfläche

Eine Ausdehnung der Fäulezonen über den gesamten Stammquerschnitt wurde nur in wenigen Fällen festgestellt. Hauptursache war eine auffällige Häufung von Besiedlungszonen des Askomyzeten *Eutypa spinosa*, mit denen offensichtlich eine Schutzwirkung gegen Holzabbau einherging. Selbst noch im Jahr 2000 zeigte das von diesem Pilz durchwachsene Gewebe keine Anzeichen einer nennenswerten Zersetzung (Abb. 8) und auch in Bereichen abgestorbenen Myzels war kein Vordringen aggressiver Begleitpilze zu beobachten.

3.5 Vergesellschaftung in Zersetzergemeinschaften

Der Abbau des Sturmwurfholzes verlief innerhalb der letzten zehn Jahre unter einem ausgeprägten Wandel der beteiligten Pilzflora. Das gesammelte Datenmaterial ließ nicht nur mehrere im Fruchtkörperaufkommen deutlich abgesetzte Sukzessionsphasen erkennen, sondern erlaubte auch die syntaxonomische Ausweisung einer Reihe von charakteristischen Artenverbindungen in enger Abhängigkeit von bestimmten Holzzerstadiumsstadien (Tabelle 4); in verschiedenen Fällen erfolgte hierbei eine bisher nicht publizierte Namensgebung.

An stehenden Buchen mit Stammbruch (Dürrständer) kam eine besondere Ausbildung des ursprünglich in den belgischen Ardennen beschriebenen *Phellino-Stereetum rugosi* zur Entwicklung, die als Zunderschwamm-Subassoziaton bezeichnet werden kann. Sie stellt den Ausnahmefall einer sehr beständigen artenarmen Pilzgesellschaft dar, die in besonderem Umfang durch die Zersetzungsleistung eines einzigen Weißfäuleerregers bestimmt wurde; für diesen gelang letztes Jahr an über 50 % der Buchen-Dürrständer ein Nachweis von Fruchtkörpern.

Als Pioniergesellschaft an Buchen-Sturmwurfholz trat das *Trametetum hirsutae* in einer durch das Massenvorkommen der Gemeinen Kohlenbeere gekennzeichneten Ausprägung in Erscheinung. Infolge der Substratpräferenz letzterer Art war ihre herausgehobene Ausdehnung auf holziger Buchengrobstreu unüberschbar. Außerdem fruktifizierten zwei Charakterarten, nämlich der Gemeine Spaltblätling und die Striegelige Tramete, auf liegenden Buchenstämmen mit ähnlich hoher Regelmäßigkeit, so dass von einer flächendeckenden Präsenz der recht artenreichen Gesellschaft ausgegangen werden musste.

Die Folgegesellschaft an mehr oder weniger zersetztem Buchenholz ließ unter Berücksichtigung des Prioritätsgrundsatzes nur eine Einordnung unter dem bereits in den 50er Jahren an Buchenstubben beschriebenen *Trametetum gibbosae* zu, das keine klare Abgrenzung zu dem später aufgestellten *Trametetum versicoloris* Ricek erlaubt. Sie wurde als eine Subassoziaton von *Trametes versicolor* eingestuft, da dieser Weißfäuleerregers durch hohe Stetigkeit und mengenmäßig stark abgesetztes Auftreten ganz entscheidend den Charakter der vielgliedrigen Artengemeinschaft prägte.

Seit 1997 gewann eine Finalgesellschaft auf stark vermorschten Partien der lagernden Buchenstämmen bzw. holziger Buchengrobstreu der Zerfallsphase zunehmend an Bedeutung, in der verstärkt Hutpilze zur Entwicklung kamen. Ihre Benennung als *Mycenetum haematopoda* verdankt sie dem besonders regelmäßigen Auftreten des Blut-Helmlings (*M. haematopus* = *M. haematopoda*), der auffallend häufig den Gallertfleischigen Fältling zu seiner unmittelbaren Nachbarschaft zählte. Wahrscheinlich infolge der gesteigerten Wasseraufnahmefähigkeit des Morschholzes konnte zeitweilig auch die Massenentwicklung eines Moderfäulepilzes (*Ascocoryne cylichnium*) innerhalb der Gesellschaft beobachtet werden.

Die Zersetzung des sturmgeworfenen Fichtenholzes wurde durch eine artenarme, von Weißfäulepilzen dominierte Gesellschaft eingeleitet. Sie lässt sich nach ihrem häufigsten Vertreter als *Stereetum sanguinolenti* bezeichnen und verursachte keine nennenswerte Verminderung der Holzfestigkeit.

Unter deutlicher Zunahme von Braunfäulepilzen war seit 1994 eine Artengemeinschaft zu beobachten, die zunächst nur im Inneren der besiedelten Fichtenstämme eine deutliche Vermorschung bewirkte. Obgleich bis heute ein Nachweis des Fenchelporlings (früher: *Osmoporus odoratus*) noch aussteht, bestehen keine grundsätzlichen Bedenken gegen eine Zuordnung zu dem erstmals aus dem Alpenraum beschriebenen *Osmoporetum odoratae*.

Übereinstimmend mit den Verhältnissen auf der Sturmwurffläche ist für diese Gesellschaft oft eine vom Zaunblättling maßgeblich bestimmte Initialphase charakteristisch (RICEK 1967).

4 Schlussfolgerungen

Die auf der Sturmwurffläche massiv angereicherten Totholzsubstrate haben die Ansiedlung einer hochaktiven Zersetzerflora initiiert, deren Artenvielfalt über einen Zeitraum von acht Jahren kontinuierlich zunahm. Hieran ändern auch die z.T. erheblichen Unterschiede in den Temperatur- und Niederschlagsdaten der einzelnen Untersuchungsjahre nichts. Für das verminderte Artenaufkommen im Jahr 1999 kann demgegenüber ein Witterungseffekt nicht ausgeschlossen werden, da hier Perioden außergewöhnlich hoher herbstlicher Temperaturen im NWR solchen mit weit überdurchschnittlichen herbstlichen Niederschlägen des Vorjahres (bis zu 360 % vom langjährigen Mittel!) gegenüberzustellen sind (DEUTSCHER WETTERDIENST 1998 und 1999).

Bemerkenswert ist der Nachweis mehrerer Rote-Liste-Arten ab dem sechsten Jahr nach dem Sturmwurf. Im Wald verbliebenes Holz stellt somit auch für solche Pilzarten ein wichtiges Refugium dar, die im üblichen Wirtschaftswald oder in kleineren Feldgehölzbeständen als wenig konkurrenzkräftig eingestuft werden.

Die meisten Holzzerstörer bildeten nur verhältnismäßig spärlich und äußerst unregelmäßig Fruchtkörper aus; sie erforderten im wahrsten Sinne des Wortes eine aufwändige „Pilzsuche“. Nur im Ausnahmefall gründet sich dieses auf eine besonders niedrige Substratdichte. Für die Physiognomie der Zersetzerflora und deren augenfällige Dynamik besitzen somit nur wenige Arten maßgeblichen Einfluss, was im Grundsatz den Verdacht bestärkt, dass sich eine kleinere Zahl von Pilzarten auch beim Abbauprozess des Holzes in ihrer Leistungsfähigkeit deutlich heraushebt.

Die überschlägig bestimmte Fruchtkörperbiomasseproduktion lässt keinerlei Zweifel an einem erheblichen Masseverlust der beprobten Buchenstämme bestehen. Sie verweist nicht nur auf ein selbst gegenüber totholzreichen Beständen (SCHLECHTE 1991) vielfach höheres Niveau, sondern kann auch mit einem jährlichen Materialschwund (Trockenmasse) von mindestens 3 bis 7 kg auf 100 m² gleichgesetzt werden; zugrunde zu legen sind hierbei für die Biomasseproduktion ein Fruchtkörper-Substratmyzel-Quotient von 1 : 10 (FRANKLAND 1982) sowie für die Erhaltung der pilzlichen Biomasse eine Nutzung von 15 % der abgebauten Holzsubstanz (KJOLLER & STRUWE 1982).

65 bis 98 % der jährlich gebildeten Fruchtkörperbiomasse an den sturmgeworfenen Buchenstämmen entfallen fast über ein Jahrzehnt auf lediglich drei bis fünf Pilzarten. Diese lassen sich unschwer auch als die Fäulerreger mit der zeitweilig stärksten Myzelausdehnung im

Holzgewebe ausgliedern. Myzelwachstum und Fruktifikation verlaufen allerdings nur ausnahmsweise synchron. Eine reichhaltige Fruchtkörperbildung bei noch nicht allzu weit fortgeschrittener Holzbesiedlung ist ebenso zu beobachten wie stärker verbreitete Myzelien mit nachhaltig verzögerter Anlage von Fruchtkörpern. Völlig fehlen demgegenüber als ursächlich für die Entstehung von Weißfäulezonen eingestufte Pilzmyzelien, die trotz größerer Ausdehnung niemals Fruchtkörper bildeten.

Tabelle 4/1: Übersicht über die auf dem Sturmwurfholz etablierten Zersetzergemeinschaften
Frequenz-Stufen: + = >0-9% 1 = 10-19% 2 = 20-29% 9 = 90-99%

<i>Gesellschaft/Charakteristische Artenkombination</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Frequenz- stufe</i>	<i>Abundanz- maximum* (Jahr)</i>
<p><i>Phellino-Stereetum rugosi</i> Darimont 1973 Subass. von <i>Fomes fomentarius</i>: Weißfäulegesellschaft mit Echtem Zunderschwamm an stehenden Buchen mit Stammbruch</p> <p><u>Charakterarten:</u> fehlen</p> <p><u>Differentialart</u> <i>Fomes fomentarius</i> (Echter Zunderschwamm)</p> <p><u>Dominante Begleiter**</u> <i>Armillaria mellea</i> s.lato (Hallimasch) <i>Bjerkandera adusta</i> (Angebrannter Rauchporling)</p>	seit 1990		
		+ - 5	1 (2000)
		+ - 2	1 - 2 (1998)
		+ - 2	5 (1998)
<p><i>Trametetum hirsutae</i> Jahn 1968 Subass. von <i>Hypoxylon fragiforme</i>: Pionier- Weißfäulegesellschaft mit Kohlenbeere An liegenden Buchenstämmen (sowie holziger Buchengrobstreu)</p> <p><u>Charakterarten</u> <i>Pycnoporus cinnabarinus</i> (Zinnoberschwamm) <i>Schizophyllum commune</i> (Gemeiner Spaltblättling) <i>Trametes hirsuta</i> (Striegelige Tramete)</p> <p><u>Differentialart</u> <i>Hypoxylon fragiforme</i> (Gemeine Kohlenbeere)¹</p> <p><u>Dominanter Begleiter</u> <i>Lopharia spadicea</i> (Braunfilziger Schichtpilz)</p>	1990 - 94		
		+ - 1	5 (1992)
		2 - 7	ca. 400 (1991)
		1 - 6	ca. 70 (1992)
		1 - 3 (-6 ¹)	» 1000 ¹ (1991)
		+ - 2	ca. 70 (1992)

* höchste Fruchtkörperzahl auf 100 m² im Durchschnitt über die Fruktifikationsperiode

** Fruchtkörperfrequenz zeitweilig über 20 %

¹ Präsenz an Grobstreu

Auf der Basis des Drei-Phasen-Konzeptes von WILLIG & SCHLECHTE (1995) lässt sich der Initialphase der Stammholzzersetzung auf der Sturmwurflläche eine Periode von durchschnittlich vier Jahren (Buche) bzw. fünf bis sechs Jahren (Fichte) zuordnen. Die Optimalphase ist durch eine stark schwankende Länge von wenigstens drei bis über sieben Jahren gekennzeichnet, und eine Finalphase ist bisher erst seit 1997 an Buchenstämmen in nennenswertem Umfang nachzuweisen; geringer dimensioniertes Totholz durchläuft die einzelnen Zersetzungsphasen jedoch häufig erheblich schneller. Die mit ihnen verbundenen Gemeinschaften fruktifizierender Pilzmyzelien lassen sich als syntaxonomische Einheiten mit allerdings jeweils nur wenigen Charakter- bzw. Differentialarten definieren.

Tabelle 4/2: Übersicht über die auf dem Sturmwurfholz etablierten Zersetzergemeinschaften
 Frequenz-Stufen: + =>0-9% 1 = 10-19% 2 = 20-29% 9 = 90-99%

<i>Gesellschaft/Charakteristische Artenkombination</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Frequenz- stufe</i>	<i>Abundanzmaximum* (Jahr)</i>
<i>Trametetum gibbosae</i> Pirk et Tüxen 1957 Subass. von <i>Trametes versicolor</i> : Folge-Zersetzer-gesellschaft mit Schmetterlings-Tramete an liegenden Buchenstämmen (sowie holziger Buchengrobstreu)	seit 1994		
<u>Charakterarten</u>			
<i>Ganoderma lipsiense</i> (Flacher Lackporling)		+ - 1	3 (1998)
<i>Trametes gibbosa</i> (Buckel-Tramete)		+ - 2	10 (1997)
<u>Differentialart</u>			
<i>Trametes versicolor</i> (Schmetterlings-Tramete)		2 - 5	ca. 450 (1998)
<u>Dominante Begleiter**</u>			
<i>Ascocoryne sarcoides</i> (Fleischroter Gallertbecherling)		+ - 3	ca. 60 (1995)
<i>Bjerkandera adusta</i> (Angebrannter Rauchporling)		1 - 4	ca. 90 (1996)
<i>Dacrymyces stillatus</i> (Zerfließende Gallertträne)		+ - 2	> 1000 ¹ (1996)
<i>Polyporus ciliatus</i> (Mai-Porling)		+ - 2	3 (2000)
<i>Stereum subtomentosum</i> (Samtiger Schichtpilz)		+ - 2	ca. 70 (1997)
<i>Mycenetum haematopodae</i> Schlechte 2001: Final-Zersetzer-gesellschaft mit Blut-Helmling An liegenden Buchenstämmen (sowie holziger Buchengrobstreu)	seit 1997		
<u>Charakterarten</u>			
<i>Merulius tremellosus</i> (Gallertfleischiger Fältling)		+ - 2	ca. 60 (1998)
<i>Mycena haematopus</i> (Blut-Helmling)		1 - 5	45 (1998)
<u>Dominante Begleiter</u>			
<i>Ascocoryne cylichnium</i> (Großsporiger Gallertbecherling)		+ - 2	ca. 300 (1999)
<i>Pluteus cervinus</i> (Rehbrauner Dachpilz)		+ - 2	1 (1998)

* höchste Fruchtkörperzahl auf 100 m² im Durchschnitt über die Fruktifikationsperiode

** Fruchtkörperfrequenz zeitweilig über 20 %

¹ Präsenz an Grobstreu

Tabelle 4/3: Übersicht über die auf dem Sturmwurfholz etablierten Zersetzergemeinschaften

Frequenz-Stufen: + = >0-9% 1 = 10-19% 2 = 20-29% 9 = 90-99%

<i>Gesellschaft/Charakteristische Artenkombination</i>	<i>Präsenz</i>	<i>Frequenz- stufe</i>	<i>Abundanz- maximum* (Jahr)</i>
<p><i>Stereetum sanguinolenti</i> Schlechte 2001: Pionier-Weißfäulegesellschaft mit Blutendem Schichtpilz an liegenden Fichtenstämmen</p> <p><u>Charakterarten</u> <i>Stereum sanguinolentum</i> (Blutender Schichtpilz) <i>Trichaptum abietinum</i> (Violetter Lederporling)</p> <p><u>Dominante Begleiter:</u>** fehlen</p>	1992 - 95	+ - 1 + - 1	35 (1993) 4 (1993)
<p><i>Osmoporetum odorati</i> Ricek 1967: Folge-Braunfäulegesellschaft mit Fenchelporling an liegenden Fichtenstämmen</p> <p><u>Charakterarten</u> <i>Gloeophyllum abietinum</i> (Tannenblättling) <i>Gloeophyllum odoratum</i> (Fenchelporling) <i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Zaublättling)</p> <p><u>Dominante Begleiter</u> <i>Antrodia serialis</i> (Reihige Tramete) <i>Dacrymyces stillatus</i> (Zerfließende Gallerträne) <i>Fomitopsis pinicola</i> (Fichtenporling) <i>Mycena rubromarginata</i> (Rotschneidiger Helmling) <i>Spongiporus stypticus</i> (Bitterer Saftporling)</p>	seit 1994	+ - 1 fehlt bisher 1 - 6 + - 2 + - 3 1 - 2 + - 3 + - 2	2 (1996) 17 (1994) 20 (1996) ca. 400 (1998) 2 (1996) 1 (1999) 3 (2000)

* höchste Fruchtkörperzahl auf 100 m² im Durchschnitt über die Fruktifikationsperiode

** Fruchtkörperfrequenz zeitweilig über 20 %

5 Literatur

- DEUTSCHER WETTERDIENST (1998, 1999): Die Witterung der Jahre 1998 und 1999 - Monatsberichte von Januar bis Dezember. Amtsbl. Dtsch. Wetterdienst 46/47, Nr. 1 - 13.
- FRANKLAND, J. C. (1982): Biomass and nutrient cycling of decomposer basidiomycetes. In FRANKLAND, J. C., HEDGER, J. N. & SWIFT, M. J. (eds.): Decomposer basidiomycetes - their biology and ecology, 241 - 261. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- GROSSE-BRAUCKMANN, H. (1994): Naturwaldreservate in Hessen 4. Pilze des Karlsruwürth. Mitt. Hess. Landesforstverwaltung 29, 119 S.
- GROSSE-BRAUCKMANN, H. (1999): Holzbewohnende Pilze aus dem Naturwaldreservat Kniebrecht (Odenwald, Südhessen). Zeitschr. f. Mykologie 65(2), 115 -171.
- HONOLD, A. & OBERWINKLER, F. (1998): Pilze im Totholz. In FISCHER, A. (Hrsg.): Die Entwicklung von Waldbiozönosen nach Sturmwurf, 214 - 226. Ecomed, Landsberg.
- KJOLLER, A. & STRUWE, S. (1982): Microfungi in ecosystems: fungal occurrence and activity in litter and soil. Oikos 39, 391 - 422.
- RICEK, E. (1967): Untersuchungen über die Vegetation an Baumstümpfen 1. Jahrbuch oberösterreich. Musealvereines 112, 185 - 252.
- SCHLECHTE, G. (1991): Zur Struktur der Basidiomyceten-Flora von unterschiedlich immissionsbelasteten Waldstandorten in Südniedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der Mykorrhizabildung. Jahn & Ernst, Hamburg.
- SCHMID, H. & HELFER, W. (1999): Die Bedeutung der Naturwaldreservate für den Pilzschutz. In: NUA (Hrsg.) - Seminarbericht 4: Buchennaturwald-Reservate -unsere Urwälder von morgen, 140 - 146. Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- WILLIG, J. & SCHLECHTE, G. B. (1995): Pilzsukzession an Holz nach Windwurf in einem Buchennaturwaldreservat. AFZ 15, 814 - 818.
- WINTERHOFF, W. (2001): Die Großpilz-Fruchtkörpersukzession auf toten Kiefern im Bannwald „Franzosenbusch“. In BÜCKING, W. (Red.): Die Bannwälder „Franzosenbusch“ und „Kartoffelacker“ in der Schwetzingener Hardt (Ber. Freiburger Forstl. Forschung 29), 126 - 147. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg.
- ZEHFUSS, H. D. (1996): Bestandenserhebungen zur Mykoflora im Naturwaldreservat Rotenberghang. Mitt. Forst. Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz 38, 105 - 126.
- ZEHFUSS, H. D. (1997): Bestandenserhebungen zu Mykorrhiza-Pilzen, terrestrischen und lignicolen Saprobionten sowie zu parasitischen Pilzen im Naturwaldreservat Mörderhäufel, Forstamt Hagenbach (Bienwald, Pfalz). Mitt. Pollichia 84, 63 - 91.
- ZEHFUSS, H. D. (1998): Mykologische Bestandenserhebungen im Naturwaldreservat Stuttgartferch West, Forstamt Schaidt (Bienwald). Zeitschr. f. Mykologie 64(2), 115 -139.

ZOOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AUF DER STURMWURFFLÄCHE – TIERORDNUNGEN, HETEROPTERA (WANZEN), HYMENOPTERA (HAUTFLÜGLER)

Wolfgang H. O. Dorow, Frankfurt am Main

Einleitung

Im Rahmen der langfristigen Untersuchungen zur Entwicklung des Windwurfes im Naturwaldreservat Weiherskopf sollte die Fauna unter dem speziellen Gesichtspunkt, welchen Einfluss die Tierwelt auf die Holzzersetzung hat, analysiert werden.

Am Totholz haben wir es mit einer komplexen Lebensgemeinschaft aus Pilzen, Pflanzen und Tieren zu tun, die sich aus Holzzerstörern, Holznutzern, Aufwuchsnutzern, Abfallnutzern und deren Feinden und Feindesfeinden zusammensetzt. In diese Lebensgemeinschaft wollten wir einen Einblick erhalten, d. h. wir haben uns nicht ausschließlich auf die Arten beschränkt, die das Holz abbauen, sondern auch untersucht, welche Feinde evtl. ihre Vermehrung beeinträchtigen.

In Bezug auf ihre Relevanz für die Holzzersetzung lassen sich die gefangenen Tiere grob in solche unterteilen, die

- Holz aktiv in größerem Umfang zersetzen, weil sie sich darin ernähren (z. B. Borkenkäfer, Mücken)
- Holz in größerem (Ameisen) oder kleinerem Umfang (Bienen, Wespen) zersetzen, weil sie darin nisten
- bereits stark zersetzte Pflanzenpartikel (Detritus) fressen (Regenwürmer, Springschwänze)
- sich räuberisch oder parasitisch von den anderen Mitgliedern der Lebensgemeinschaft ernähren (Spinnen, Ameisen, Wespen, Schlupfwespen)
- den Pflanzenaufwuchs der Stämme (Moose, Pilze oder Flechten) fressen (Winterhaft, einige Kleinschmetterlinge und Mücken)
- Aas fressen (Schnabelfliegen)
- Tiere, die von außen in die Falle eindringen und keinen oder nur sehr unspezifischen Einfluss auf die Lebensgemeinschaft am Totholz haben

Die meisten größeren Tiergruppen umfassen Vertreter verschiedener Ernährungsweisen, so auch die von uns vollständig untersuchten Käfer und Wanzen.

Material und Methode

Als Fallen wurden sechs geschlossene Stammeklektoren (Abb. 1) eingesetzt, die die Tiere fangen, die aus einem 1 m langen Stammabschnitt schlüpfen. Diese bestehen aus zwei Plastikhalbröhren, die am Rand mit Stoffwänden und Metall-Lochbändern zum Stamm hin abgedichtet werden. Die aus dem Holz schlüpfenden Tiere orientieren sich zum Licht hin oder vom Licht weg bzw. zur Schwerkraft hin oder von ihr weg (positiv oder negativ phototaktisch bzw. geotaktisch) und geraten so in die Kopfdosen oder Bodenflaschen der Fallen. Im ersten Untersuchungsjahr (Juli 1991 bis Juli 1992) wurden auch die Tiere erfasst, die auf dem

Stamm außen entlanglaufen. Da aber mit diesen Außenfallen viele Tiere gefangen werden, die nichts direkt mit der Lebensgemeinschaft im und am Totholz zu tun haben, wurde dieser Fallentyp nicht weiter eingesetzt. Die Ektektoren wurden ausschließlich an Buchenstämmen angebracht, die Hessen-Forst durchnummeriert hatte. Ihre Stammumfänge betragen 88-170 cm. Drei der Fallen blieben über die gesamte Untersuchungsperiode von Juli 1991 bis August 2000 am selben Baumstamm exponiert, sie wurden lediglich jährlich auf diesem Stamm verschoben, so dass eine Neubesiedlung des zuvor abgefangenen Bereichs möglich war (Dauerbeobachtungsbäume). Die drei übrigen Fallen wurden jedes Jahr an neuen Probebäumen angebracht (Jahresbeobachtungsbäume). Anfangs hatten die untersuchten Stämme ausnahmslos große Bereiche, die frei in der Luft ohne Bodenkontakt waren (Freilieger). Im Laufe der Jahre brachen mehr und mehr Stämme zusammen, so dass sie auf dem Boden auflagen (Auflieger). Auf diese Stämme wurde nur jeweils eine Plastik-Halbbröhre gesetzt, die ebenfalls mit Stoffwänden und Metall-Lochbändern zum Stamm hin abgedichtet wurde. Da Mäuse häufig die Stoffwände durchnagten und mitunter im Falleninneren sogar Nester bauten, wurden die Stoffpartien durch einen Maschendraht geschützt. Eine absolute Dichtigkeit der Fallen kann - insbesondere bei fortschreitender Holzzersetzung - aber nicht gewährleistet werden. Jede Falle verändert ihre Umwelt, indem sie Tiere dem Lebensraum entnimmt, aber auch, weil sie eine neue Struktur darstellt und das Klima in dem Stammabschnitt verändert an dem sie angebracht ist. Abb. 2 zeigt die Verteilung der Fallen im Gebiet, Tab. 1 ihre Charakteristika.



Abb. 1: Stammeklektor an freiliegendem Buchenstamm

Alle Fallen wurden ganzjährig betrieben, wobei von Mitte März bis Mitte November monatliche Leerungen stattfanden. Die Leerung im März umfasst somit die gesamte Zeitspanne von Mitte November bis Mitte März. Als Fangflüssigkeit wurde in allen Fallentypen eine Glycerin-Alkohol-Mischung (2 Teile 70 %iger Alkohol : 1 Teil 99,5 %iges Glycerin) verwendet. Die Fänge wurden danach in 70 %igen Alkohol überführt. Anschließend erfolgte das Sortieren und Auszählen des Materials nach Tiergruppen (zumeist Ordnungen). Diese Fänge werden dauerhaft als Probenbank im Forschungsinstitut Senckenberg aufbewahrt, so dass künftig weitere Tiergruppen bestimmt werden können und bei auftretenden taxonomischen Änderungen das Material nachbearbeitet werden kann. In geringem Umfang wurden auch Aufsammlungen im Gebiet durchgeführt.

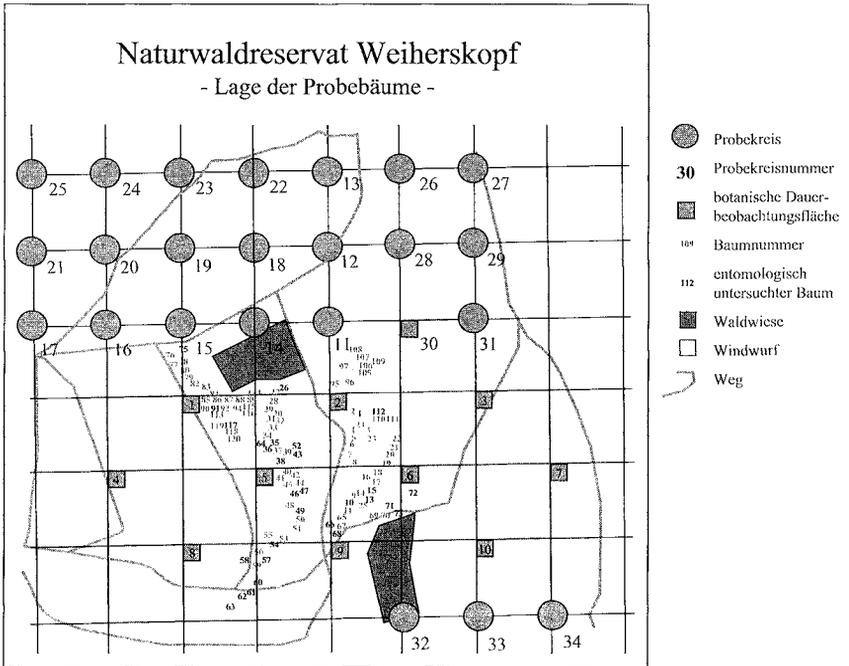


Abb. 2: Verteilung der Fallen im Gebiet

Tab. 1: Charakteristika der Fallen

Fallen-Nr.	Stamm-Nr.	Stammumfang (cm)	Fallentyp	Standort	Untersuchungsdauer
SL 080	1	157	freiliegend	QD F 06	08/91-07/92
SL 081	13	125	freiliegend	QD G 06	08/91-07/92
SL 082	47	112	freiliegend	QD G 05	08/91-07/92
SL 083	52	170	freiliegend	QD F 05	dauerhaft
SL 084	57	123	freiliegend	QD H 05	dauerhaft
SL 085	63	126	freiliegend	QD H 04	dauerhaft
SL 086	36	154	freiliegend	QD F 05	08/92-07/93
SL 087	38	106	freiliegend	QD F 05	08/92-07/93
SL 088	46	108	freiliegend	QD G 05	08/92-07/93
SL 089	10	88	freiliegend	QD G 06	08/93-08/94
SL 090	15	127	freiliegend	QD G 06	08/93-08/94
SL 091	43	123	freiliegend	QD F 05	08/93-08/94
SL 092	26	121	freiliegend	QD E 05	09/94-08/95
SL 093	35	112	freiliegend	QD F 05	09/94-08/95
SL 094	49	136	freiliegend	QD G 05	09/94-08/95
SL 095	54	115	freiliegend	QD G 05	09/95-08/96
SL 096	62	130	freiliegend	QD H 04	09/95-08/96
SL 097	68	150	freiliegend	QD G 06	09/95-08/96
SL 098	58	112	freiliegend	QD H 04	09/96-08/97
SL 099	60	119	freiliegend	QD H 04	09/96-08/97
SL 100	72	133	freiliegend	QD G 07	09/96-08/97
SL 101	64	124	freiliegend	QD F 05	09/97-08/98
SL 102	73	114	freiliegend	QD G 07	09/97-08/98
SL 103	91	120	freiliegend	QD F 04	09/97-08/98
SL 104	61	120	aufliegend	QD H 04	09/98-08/99
SL 105	71	136	freiliegend	QD G 06	09/98-08/99
SL 106	75	150	aufliegend	QD E 04	09/98-08/99
SL 107	66	115	aufliegend	QD G 05	09/99-08/00
SL 108	112	141	aufliegend	QD F 06	09/99-08/00
SL 109	117	138	aufliegend	QD F 04	09/99-08/00

Auf Artniveau bearbeitet wurden Schnecken (WILHELM HOHORST, Frankfurt), Regenwürmer (JÖRG RÖMBKE, Mörfelden), Spinnen und Weberknechte (ANDREAS MALTEN, Dreieich), Asseln (ANDREAS ALLSPACH, Frankfurt), Rindenzäse (NICO SCHNEIDER, Luxembourg), Thripse (RICHARD ZUR STRASSEN, Frankfurt), Blattflöhe (DANIEL BURCKHARDT, Basel), Wanzen, Schnabelfliegen und Hautflügler (WOLFGANG H. O. DOROW, Frankfurt), Käfer (GÜNTER FLECHTNER, Frankfurt), ausgewählte Zweiflügler-Taxa (WERNER BARKEMEYER, Flensburg & WOLFGANG H. O. DOROW, Frankfurt), Köcherfliegen (WOLFGANG TOBIAS, Frankfurt), Schmetterlinge (HELMUT KOLBECK, Landshut) und Amphibien (KONRAD KLEMMER & GUNTHER KÖHLER, Frankfurt). Die Kleinsäuger wurden nur in einem Spezialgutachten 1990-1992 durch Frau MARIANNE DEMUTH-BIRKERT (Linsengericht) untersucht.

Die mit Fallen versehenen Stämme wurden 1990 - 1995 und 1998 - 2000 anschließend an die Fallenfänge durch das Institut für Holzbiologie und Holztechnologie an der Georg-August-Universität Göttingen untersucht, darunter die Dauerbeobachtungsbäume im August 2000. Hierbei wurden Darrbezugsfeuchte (Verhältnis des waldfrischen Gewichts zum gedarrten), Darrdichte (Gewicht nach Trocknung bei 103°C pro Darrvolumen) und Wasserfüllung (Verhältnis des waldfrischen Gewichts zum Gewicht mit maximaler Wasserfüllung) ermittelt.

Insgesamt analysierten wir in 9 Untersuchungsjahren die Fänge von 30 verschiedenen Buchenstämmen an zusammen 82 Leerungsterminen. Aufgrund der forstlichen Untersuchungen reichten die ersten beiden Fangjahre von August bis Juli, das 3. von August bis August und alle Folgenden von September bis August. Da das 3. Untersuchungsjahr somit 10 statt 9 Leerungstermine aufwies, bleibt im Folgenden bei Jahresvergleichen die Leerung vom 9.8.1993 unberücksichtigt. Die meisten der geworfenen Stämme waren über die gesamte Untersuchungsdauer noch so stabil, dass erst im vorletzten Jahr ein Stamm und im letzten alle drei untersuchten Stämme auf dem Boden auflagen.

Fallenzustände

Ab dem 11.8.1992 wurden bei den Fallenleerungen die Zustände der Fallen notiert (Tab. 2). Sehr häufig floß Regenwasser an den Stämmen entlang und sammelte sich in den Bodenflaschen der Fallen. Hierdurch wurde die Konservierungsflüssigkeit verdünnt, was den Erhaltungszustand der Fänge verschlechtert und im Winter zum Durchfrieren des Falleninhalts führen kann. Die Tiere, die versuchen, nach unten aus der Falle zu entweichen, haben keine andere Möglichkeit, als in Richtung Bodenflasche zu wandern. Ist die Flasche vollständig vollgelaufen, kann dieser Störfaktor theoretisch dazu führen, dass Tiere im Eklektorinneren absterben oder dort verbleiben und erst nach der nächsten Fallenleerung in die Bodenflasche gelangen. Bis zum Ende des 3. Untersuchungsjahres wurden die Stoffseitenwände der Falle des öfteren von Mäusen durchnagt. Dadurch bestand die Möglichkeit, daß Tiere aus dem Eklektorinneren entweichen bzw. von außen in die Falle eindringen. Seltener wurden Kopfdosendeckel herabgeweht oder klafften Konstruktionsnähte an den Fallen. In all diesen Fällen wurde der Eklektor als defekt gewertet. In zwei Fällen hatten Ameisen im Eklektorinneren derart große Nester angelegt, dass das Nistmaterial den Zugang zur Kopfdose blockierte. Zweimal waren die aussortierten Fänge aufgrund von Unfällen beim Fallenleeren unvollständig.

Im Folgenden werden - wenn nicht anders vermerkt - nur die Fänge aus den geschlossenen Innenteilen der Eklektoren besprochen. Weitere Arten, die mit den Außenteilen der Fallen oder bei Aufsammlungen gefangen wurden, sind in der Gesamtartenliste im Anhang aufgeführt.

Ergebnisse

Gesamtfänge

Insgesamt wurden in den 9 Untersuchungsjahren 419.266 Tiere mit den Fallen erfasst. Betrachtet man die einzelnen Bäume (Abb. 3), so wird ein sehr breites Spektrum an Jahresfangleistungen deutlich, das von 1.276 bis 27.988 Tieren pro Jahr reicht, d. h. um das 22fache des niedrigsten Wertes variiert. Unter den Jahresbeobachtungsbäumen fing der Eklektor 86 aus der Untersuchungsperiode 1992/93 am meisten Tiere. 15.000-19.000 Individuen wiesen noch die Fallen SL089 und SL091 aus der Periode 1993/1994 nach und die Falle SL097 aus

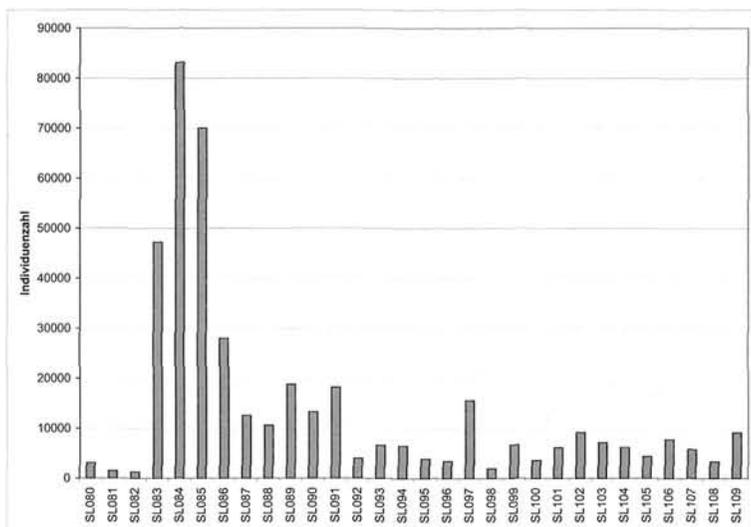


Abb. 3: Gesamtindividuenzahl pro Falle

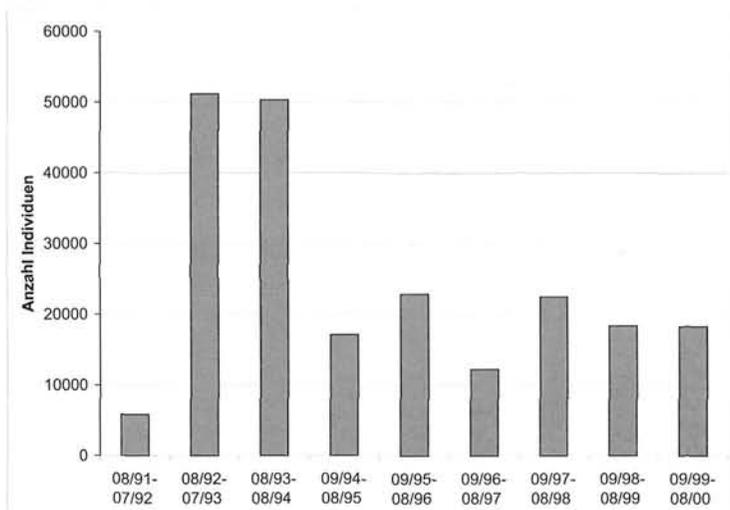


Abb. 4: Gesamtindividuenzahlen in den Fangjahren

dem folgenden Untersuchungsjahr. Danach sanken die Zahlen auf ein Niveau von unter 10.000 Tieren ab (mit Ausnahme der Falle SL097 aus der Saison 1995/96, die 15.600 Tiere erfasste). Eine besonders geringe Fangleistung (1946 Tiere) hatte, außer den Bäumen der ersten Fangperiode, nur die Falle 98 aus der Saison 1996/97.

Fasst man die Fänge der jeweils drei Bäume pro Untersuchungsjahr zusammen (Abb. 4), so wird deutlich: Im ersten Untersuchungsjahr wurden nur wenige Tiere gefangen, im zweiten dann explosionsartig ein Vielfaches. Diese Zahl hält sich auch im dritten Jahr. In allen folgenden Jahren lagen die Fänge dann - relativ gleichbleibend - auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Bei den Dauerbeobachtungsbäumen (Abb. 5) ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei den Jahresbeobachtungsbäumen. Graduelle Unterschiede bestehen jedoch zwischen den drei Fallen: Der Tiefststand wird bei der Falle SL083 bis zum Ende der Untersuchungen gehalten, bei der Falle SL085 erfolgt wieder ein mehr oder weniger kontinuierlicher Anstieg der Fangzahlen, während bei Falle SL084 der Anstieg wieder relativ rasch erfolgt und die Fänge der letzten drei Jahre annähernd gleich umfangreich sind.

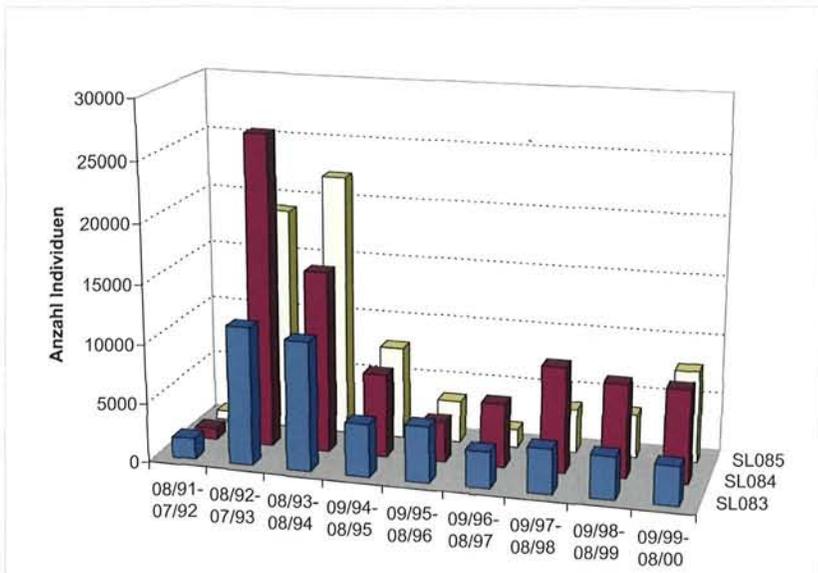


Abb. 5: Dauerbeobachtungsbäume: Jahresfänge

Es wird deutlich, dass die einzelnen Fallen recht unterschiedliche Individuenmengen fingen. So erfasste etwa der Eklektor SL086 in einem Jahr so viele Tiere wie ein Dauerbeobachtungsb Baum durchschnittlich in drei Jahren.

Tiergruppen

Ein Blick auf die Verteilung der Individuen auf die Tiergruppen (Tab. 3) zeigt, daß vier Tiergruppen den Hauptanteil an der Fauna ausmachten und somit überwiegend für die Schwankungen der Individuenzahlen verantwortlich waren: die Käfer, die unter "Mikrofauna" zusammengefassten Niederen Würmer (insbes. Nematelminthes), Milben und Springschwänze, wobei die beiden letzteren die häufigsten waren, sodann die Zweiflügler (Fliegen und Mücken) und die Hautflügler (Ameisen, Wespen und Bienen). Alle restlichen Gruppen machten zusammen nur 3,4 % der Fänge aus.

Tab. 3: Verteilung der Individuen auf die Tiergruppen

Tiergruppe	Dominanz	Individuenzahl
Coleoptera	52,9	221763
<i>Nemathel., Acarina, Collembola</i>	21,4	89692
Diptera	14,8	61897
Hymenoptera	7,5	31469
Crustacea	0,8	3276
Myriapoda	0,6	2555
Annelida	0,5	2246
Araneae	0,5	1896
Heteroptera	0,2	1039
Thysanoptera	0,2	858
Lepidoptera	0,1	615
Sternorrhyncha	0,1	565
Dermaptera	0,1	509
Psocoptera	0,0	160
Siphonaptera	0,0	159
Pseudoscorpiones	0,0	146
Mollusca	0,0	129
Auchenorrhyncha	0,0	90
Planipennia	0,0	67
Opiliones	0,0	45
Mecoptera	0,0	9
Ensifera	0,0	5
Diplura	0,0	4
Mammalia	0,0	4
Reptilia	0,0	2
Anoplura	0,0	1
Raphidioptera	0,0	1
Zygentoma	0,0	1
Summe	100,0	419203

Zwischen den einzelnen Fällen bestanden z. T. beträchtliche Unterschiede in den relativen Zusammensetzungen der Tiergruppen (Abb. 6). Wenn man berücksichtigt, dass Abb. 6 auch die zeitliche Abfolge dokumentiert - immer drei Fällen entsprechen einem Untersuchungsjahr - so wird deutlich, dass die hohen Fangzahlen des 2. und 3. Untersuchungsjahres durch die Käfer verursacht wurden. Ab dem 4. Jahr werden die Individuenzahlen der Käfer schlagartig niedriger, machen aber noch durchschnittlich 50 % aller gefangenen Individuen aus, im 5. Jahr zeigt nur noch einer der drei Untersuchungsbäume einen hohen Käferanteil (80 %), in den meisten Fällen ab diesem Jahr erreichen sie aber nur noch einen Anteil von etwa 15 %. Im 6. Jahr sind in zwei Bäumen die Dipteren die häufigste Tiergruppe, an einem Baum überwiegen die Hymenopteren. Einmal bereits im 5. und durchgehend ab dem 7. Untersuchungsjahr übernehmen dann die Milben und Collembolen die führende Rolle in einem aber generell individuenärmeren Tierspektrum. Zwei der drei Bäume weisen demgegenüber im letzten Untersuchungsjahr ein relativ ausgeglichenes Verhältnis der vier großen Tiergruppen auf.

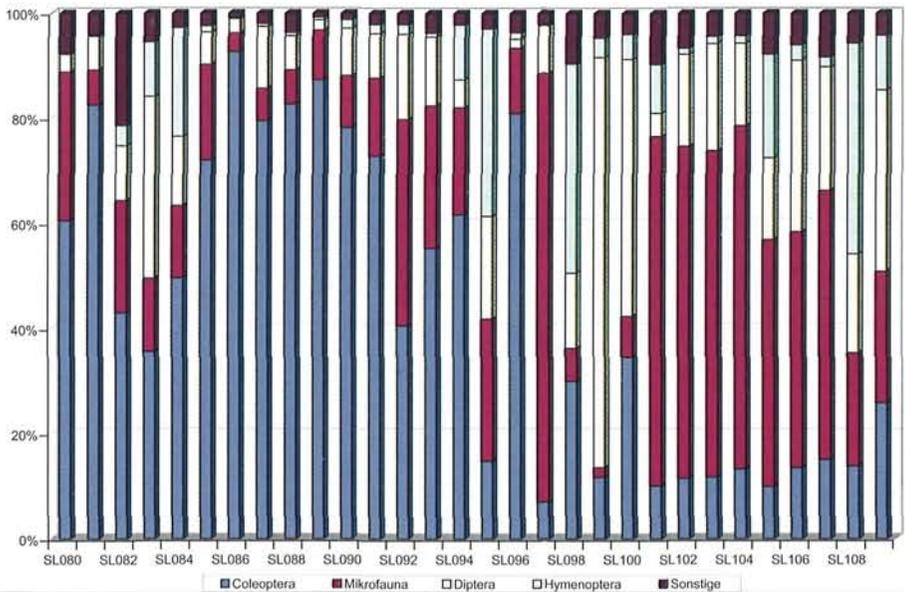


Abb. 6: Anteile der größten Tiergruppen an den Fallenfängen

Betrachtet man die absolute Verteilung der Tiergruppen auf die Fallen (Abb. 7), so wird deutlich, dass sich die aufgezeigten Änderungen in den späteren Untersuchungsjahren insgesamt auf beträchtlich geringere Individuenmengen beziehen.

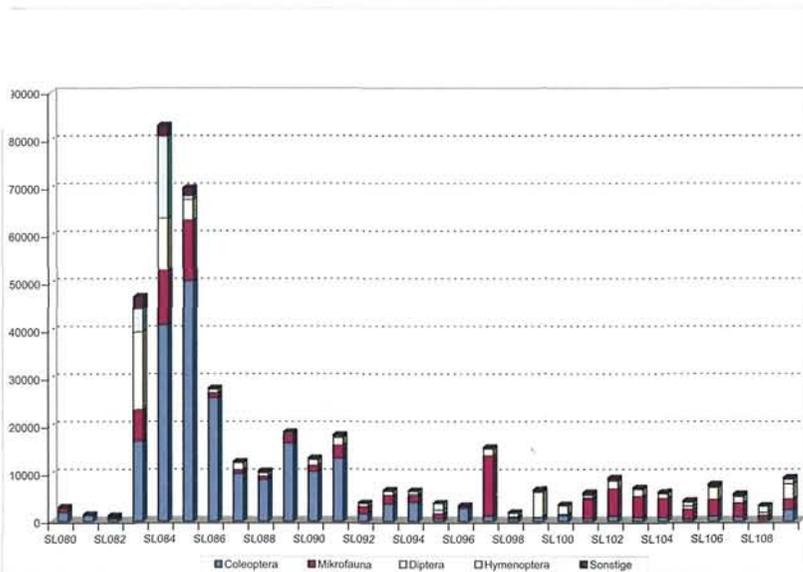


Abb. 7: Individuen-Verteilung der größten Tiergruppen auf die Fallen

Betrachtet man die Jahresfänge der Tiergruppen an den Dauerbeobachtungsbäumen (Abb. 8), so zeigt sich auch hier wieder die Mischung aus generellen Trends und individuellen Entwicklungen am Einzelbaum: Die gleichen vier Tiergruppen wie bei den Jahresbeobachtungsbäumen dominieren auch in den Fängen an den Dauerbeobachtungsbäumen: Käfer, Mikrofauna, Zweiflügler und Hautflügler. Die Käfer spielen - wie bei den Jahresbäumen - bei zweien der Fänge (SL084 und SL085) die herausragende Rolle. In Falle 85 ist auch die weitere Abfolge der Tiergruppen identisch mit der bei den Einzelbäumen. Am 3. Stamm (Falle SL083) liegen die Käferzahlen aber deutlich niedriger und mit denen der Dipteren gleich auf. Mikrofauna und Hymenopteren sind wiederum fast gleich häufig. Wieder ein anderes Bild zeigt Falle SL084: In ihr stellen die Hymenopteren die zweithäufigste Gruppe während Mikrofauna und Dipteren etwa gleich auf dahinter liegen.

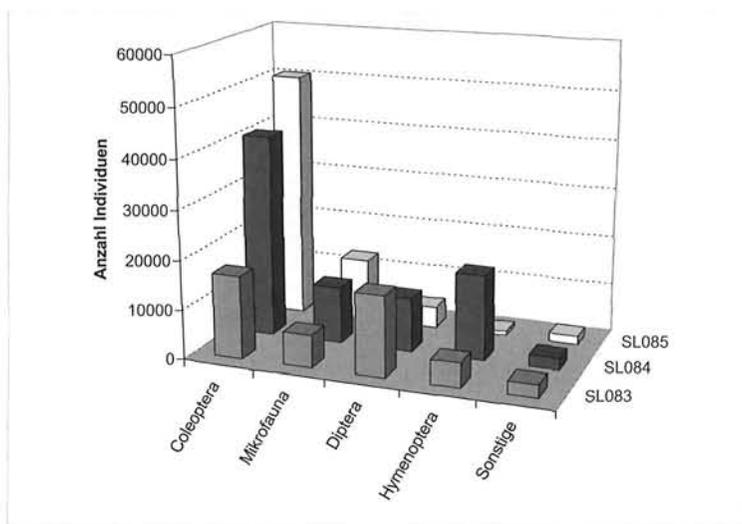


Abb. 8: Individuen-Verteilung der großen Tiergruppen auf die Dauerbeobachtungsbäume

Im Folgenden werden die vier wichtigsten Tiergruppen genauer besprochen (Abb. 9).

Die Käferfänge zeigen geringe Zahlen im ersten Jahr, explosionsartig erhöhte im zweiten, dann ein deutliches Abfallen über die nächsten 2 - 3 Jahre und relativ konstante niedrige Zahlen in den letzten vier Jahren.

Die Mikrofauna zeigt ein viel uneinheitlicheres Bild: Es gibt einen Baum mit hohem Individuen-Anteil in den ersten und letzten, einen mit hohem Anteil in den mittleren und letzten und einen mit hohem Anteil nur in den letzten Untersuchungsjahren. Generell fallen sehr niedrige Fangzahlen in der Periode 1996/97 auf, die noch weit unter denen des ersten Untersuchungsjahres liegen. Während die Individuenzahlen im 1., 6., 7. und 8. Jahr bei allen drei Bäumen jeweils relativ ähnlich sind, bestehen beträchtliche Unterschiede im 2., 3. und letzten Untersuchungsjahr.

Bei den Dipteren zeigen sich beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Stämmen. Gemeinsam haben die Dauerbeobachtungsbäume nur, dass sie alle im ersten Jahr sehr niedrige Individuenzahlen aufweisen. Dann zeigt die Falle 83 aber im 2. Untersuchungsjahr eine explosionsartige Erhöhung, die sich im 3. Jahr noch steigert. Im 4.-6. ist sie deutlich niedriger

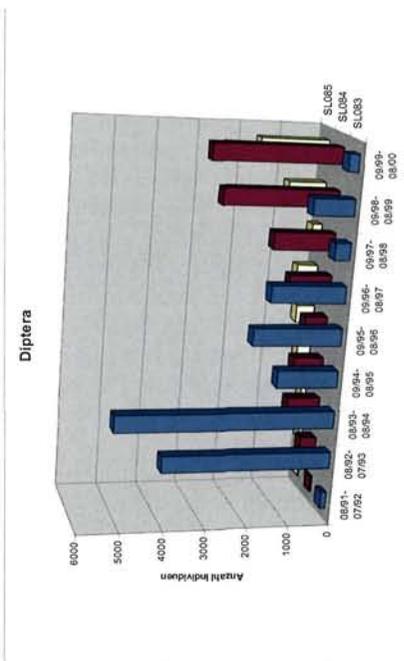
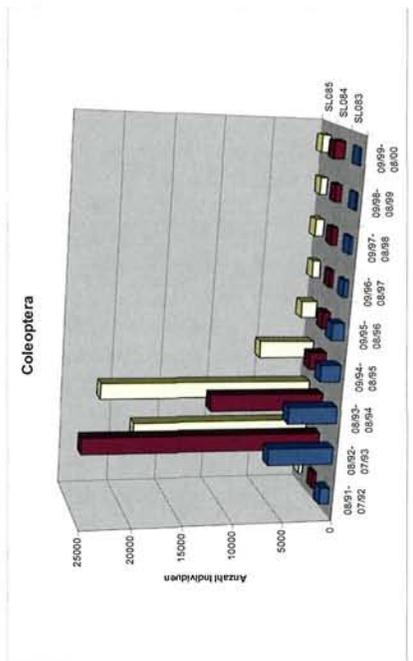
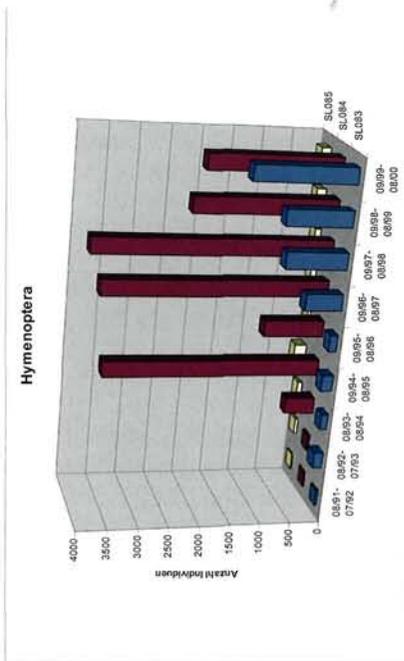
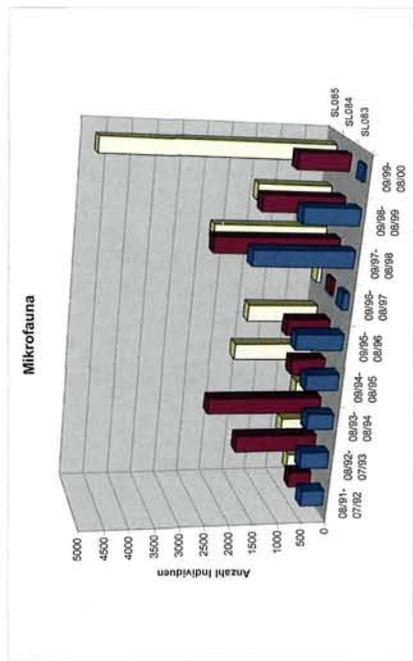


Abb. 9: Jahresfänge (Individuenzahlen) der vier häufigsten Tiergruppen an den Dauerbeobachtungsbäumen

und sinkt in den letzten drei Jahren nochmals deutlich ab. Demgegenüber ist der Verlauf an den beiden übrigen Bäumen durch ein allmähliches Ansteigen der Individuenzahlen über die gesamte Untersuchungsperiode hinweg gekennzeichnet, das nur von wenigen geringen Abweichungen unterbrochen ist.

Auch bei den Hautflüglern zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Bäumen. Lediglich die ersten beiden Untersuchungsjahre brachten durchgehend relativ geringe Fänge. Die Falle 85 erfaßte über die gesamten neun Jahre gleichbleibend nur sehr wenige Tiere. Die Falle SL084 hingegen wies im 4., 6. und 7. Jahr enorm hohe Fänge auf, unterbrochen von deutlich geringeren im 5. Jahr. Auch in den beiden letzten Jahren waren die Fänge noch relativ hoch, ohne aber das Niveau der vorangegangenen zu erreichen. In der Falle SL083 blieben die Individuenzahlen demgegenüber in den ersten fünf Jahren relativ niedrig, um dann ab dem 6. kontinuierlich bis zum Ende der Untersuchungen anzusteigen.

Die aufgezeigten Ergebnisse ließen sich nicht mit den holzkundlichen Daten korrelieren.

Anmerkungen zu den untersuchten Tiergruppen

Gastropoda (Schnecken): Pflanzenfresser; 8 Arten

Oligochaeta (Wenigborster): ernähren sich detritophag und von Mikroorganismen; 3 Arten

Regenwürmer, unbestimmte Enchytraeidae

Araneae (Spinnen): zoophag; 93 Arten

Opiliones (Weberknechte): zoophag; 9 Arten

Isopoda (Asseln): detritophag; 6 Arten

Psocoptera: Nahrung: Pilz-, Algen-, Flechtenaufwuchs; 15 Arten davon 2 neu für Hessen:

Liposcelis decolor und *Mesopsocus laticeps*

Thysanoptera (Thripse): Pflanzensauger; 35 Arten

Heteroptera (Wanzen): siehe ausführliche Bearbeitung in diesem Band

Psyllidae (Blattflöhe): Pflanzensauger; 3 Arten

Coleoptera (Käfer): siehe ausführliche Bearbeitung in diesem Band

Hymenoptera (Hautflügler): siehe ausführliche Bearbeitung in diesem Band

Mecoptera: zoophag, Aas-, Moosfresser; 4 Arten

Diptera (Zweiflügler): Xylophagidae (1 Art): Larven räuberisch unter Rinde; Rhagionidae (1

Art): Larven räuberisch im Boden, Adulte an Stämmen jagend; Megamerinidae (1 Art):

Larven vermutlich räuberisch unter Baumrinde; Scenopinidae (1 Art) Larven räuberisch

[Dermestiden, Milben] in trockenem Material (Detritus, Hausstaub-Ansammlungen,

Höhlen-Detritus, Termiten- und Vogelnester und in Gängen xylophager Insekten; Imagine-

nes fressen Nektar; Syrphidae (10 Arten): Larven im Totholz, an Baumsaft, in Baum-

höhlen, aber auch vielen anderen Habitaten; Limoniidae: *Chionea lutescens*: Ernährung

unbekannt, winteraktiv

Trichoptera (Köcherfliegen): Larven sind zoophag oder detritophag; 1 Art

Lepidoptera (Schmetterlinge): siehe ausführliche Bearbeitung in diesem Band

Amphibia (Lurche): zoophag; 1 Art (Erdkröte)

Reptilia (Kriechtiere): zoophag; 5 Arten

Aves (Vögel): phyto- und zoophag; 23 Arten

Insectivora (Insektenfresser): zoophag; 2 Arten

Lagomorpha (Hasenartige): phytophag; 1 Art

Rodentia (Nagetiere): phyto- und zoophag; 4 Arten

Carnivora (Raubtiere): phyto- und zoophag; 6 Arten

Artiodactyla (Paarhufer): phytophag; 3 Arten

HETEROPTERA

Die 868 einheimischen Wanzenarten sind zum überwiegenden Teil Pflanzensauger oder Gemischtköstler, nur etwa 10 % leben rein räuberisch und lediglich 5 Spezies parasitisch. Holzzeretzende Arten gibt es nicht. Eine Anzahl von Heteropteren ist an das Leben unter Rinde angepasst: Die Vertreter der Familie Aradidae (Rindenwanzen) saugen überwiegend an Pilzhypthen. Wanzen aus anderen Familien besiedeln diesen Lebensraum, um dort lebende Kleintiere zu jagen. Andere Arten leben räuberisch auf der Rinde oder im Flechten- und Moosaufwuchs.

Von der Ordnung Heteroptera wurden 12 Arten mit 1039 Individuen mit den Fallen nachgewiesen (Tab. 1, Tab. 2). Die Anthocoride (Blumenwanze) *Xylocoris cursitans* machte davon allein 719 Tiere aus, weitere 211 Larven (*Lycocorinae* gen. sp.) gehören mit großer Wahrscheinlichkeit zu dieser Art. Diese räuberische kleine Wanze stellt unter loser Baumrinde in feuchten, pilzmyceldurchwachsenen Mikrohabitaten kleinen Arthropoden nach, wobei sie auch in deren Galerien eindringt. Als Beute sind Borkenkäfer (Scolytidae): *Ips typographus* (nicht in den Fallen), Colydiidae: *Bitoma crenata* (häufig) und Monotomidae: *Rhizophagus* (2 häufige Arten, beide Borkenkäferfeinde; siehe Kapitel „Coleoptera“), Thripse und Collembolen bekannt (PERICART 1972: 231). ALEXANDER (2000) fand in Schottland unter der Rinde gefallener Eichenstämmen neben *X. cursitans* als potentielle Beuteorganismen Käfer der Arten *Rhizophagus dispar*, *R. ferrugineus*, *Cerylon histeroide*s und *Dryocoetinus villosus*. *R. dispar* war auch im Naturwaldreservat Weiherkopf häufig, *C. histeroide*s kam ebenfalls vor (siehe Kapitel "Coleoptera"). JORDAN (1965: 15) berichtet von einem gemeinsamen Fund von *X. cursitans* und der Ameise *Lasius niger* in einem Birkenstubben in der Oberlausitz. Er stuft die Wanze aber lediglich als Zufallsgast ein. Bei letzterer dürfte es sich um die erst später abgetrennte Art *Lasius platythorax* handeln. Eine Korrelation zwischen dem Vorkommen der Wanzenart und dem der beiden Ameisenarten *L. platythorax* und *F. fusca* ist in den Fallen nur gering und sogar negativ ausgeprägt.

Tab. 4: Verteilung der Heteropteren-Individuen pro Art nach Geschlecht und Flügelausbildung

Familie	Art	Männchen	Weibchen	Juvenile	macroptere Männchen	brachyptere Männchen	macroptere Weibchen	brachyptere Weibchen	Geschlecht unbestimmt	Summe
fam.	gen. sp.	0	0	52	0	0	0	0	1	53
Tingidae - Netzwanzen	<i>Tingis (Neolasiotropis) pitosa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Microphysidae - Flechtenwanzen	<i>Lonicula elegantula</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	gen. sp.	0	0	2	0	0	0	0	1	3
Miridae - Weichwanzen	<i>Phytoecoris</i> sp.	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	<i>Phytoecoris (Phytoecoris) tillae</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Nabidae - Sichelwanzen	gen. sp.	0	1	1	0	0	0	0	1	3
	gen. sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Anthicoris nemorum</i>	4	3	0	0	0	0	0	0	7
	<i>Orius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Anthocoridae - Blumenwanzen	<i>Xylocoris (Xylocoris) cursitans</i>	372	341	0	66	306	164	177	6	719
	<i>Xylocoris</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Lycocorinae</i> gen. sp.	0	0	210	0	0	0	0	1	211
Reduviidae - Raubwanzen	<i>Empicoris</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Aradidae - Rindenwanzen	<i>Aradus conspicuus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	gen. sp.	0	0	2	0	0	0	0	1	3
	<i>Cymus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	<i>Cymus glandicolor</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Dryinus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Lygaeidae - Bodenwanzen	<i>Dryinus (Sylvadryinus) ryeii</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	<i>Scolopostethus</i> sp.	1	3	0	0	0	0	0	8	12
	<i>Scolopostethus grandis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	<i>Scolopostethus thomsoni</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Trapezonotus (Trapezonotus) dispar</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Pentatomidae - Baumwanzen	<i>Pentatomidae</i> gen. sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Eysarcoris fabricii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Summe		380	357	273	66	306	164	177	29	1039

Die Rindenwanze *Aradus conspicuus*, von der nur eine Larve von Mitte August bis Mitte September 1997 in der Falle SL102 gefangen werden konnte, lebt an und unter der losen Rinde verpilzter Laubhölzer, seltener auch an Nadelbäumen.

Bei nur stichprobenartig durchgeführten Aufsammlungen konnten im Gebiet 30 Wanzenarten nachgewiesen werden (siehe Gesamtartenliste im Anhang), davon waren lediglich vier auch in den Fallen vertreten. Besonders viele Arten wurden am krautreichen Rand des Weges gefangen, der das Gebiet durchschneidet. Dies zeigt die Bedeutung solcher offener Randstrukturen für die Wanzenfauna.

Abb. 1 stellt die Anzahl der an den Dauerbeobachtungsbäumen gefangenen Heteropteren pro Untersuchungsjahr dar. Als generelle Erscheinung an allen drei Bäumen sind hohe Fangzahlen im 2. und 3. Untersuchungsjahr festzustellen und niedrige im 6. bis 9. Jahr. Falle SL083 und Falle SL085 fingen auch im ersten und vierten Jahr überdurchschnittlich viele Tiere, Falle SL083 auch im 5. Jahr. Wie oben bereits erläutert basieren die Fangzahlen ganz überwiegend auf *Xylocoris cursitans*. PÉRICART (1972: 232) berichtet, dass bei dieser Art adulte Tiere mit diversen praeadulten Stadien über eine lange Zeit des Jahres gemeinsam unter der Rinde vorkommen und keine typische Überwinterungs-Diapause aufweisen. Dieser Autor vermutet "mindestens 2 - 3 Generationen im Jahr". Abb. 2 zeigt die Phänologie von *Xylocoris cursitans* in den Fallenfängen. Sowohl Larven als auch Adulte konnten über das gesamte Jahr hinweg gefangen werden, wobei Larven gehäuft bei den Leerungen von Juni bis September und Adulte gehäuft von Mai bis Oktober auftraten. Über die Anzahl der Generationen lassen sich keine Aussagen machen, da keine mehrgipflige Verteilung vorliegt.

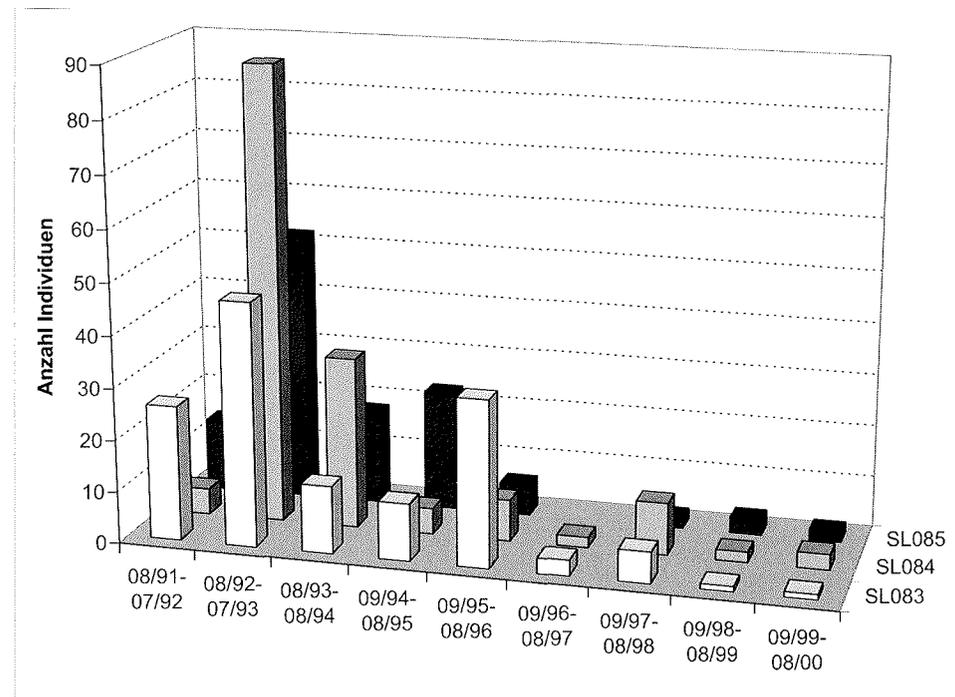


Abb. 10: Heteropteren-Jahresfänge an den Dauerbeobachtungsbäumen

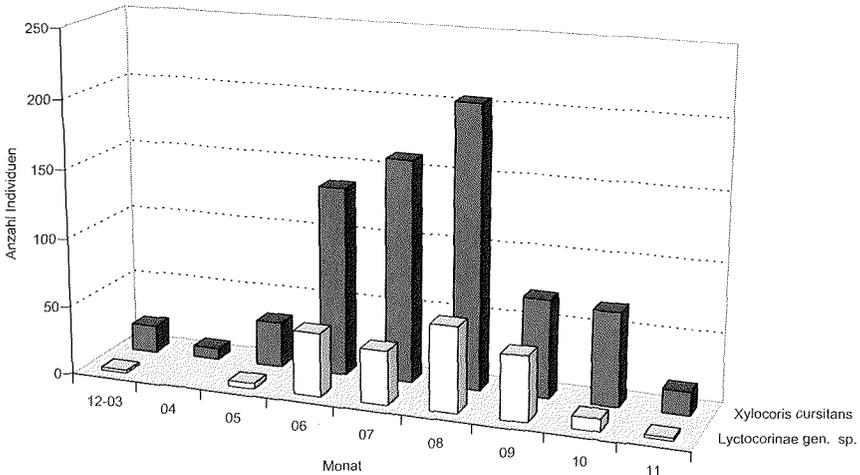


Abb. 11: Phänologie von *Xylocoris cursitans*

Alle übrigen Wanzenarten kamen mit höchstens einem Dutzend Tieren vor, wobei eine Reihe von Individuen stark beschädigt waren und evtl. durch die Ameisen als Beute eingetragen wurden. Einige Wanzenarten suchten die Fallen vermutlich als Überwinterungsort oder Versteck auf. *Tingis pilosa* ist in der hessischen Roten Liste (DOROW et al. im Druck) als gefährdet (Kategorie 3) eingestuft.

Mir sind keine vergleichbaren Arbeiten zur Wanzenfauna von Windwürfen bekannt.

Literatur

- ALEXANDER, K. N. A. 2000. *Xylocoris cursitans* (FALLEN) (Hemiptera: Anthocoridae) new to Scotland, from Roxburghshire. The Glasgow Naturalist 23(5): 55.
- DOROW, W. H. O., REMANE, R., GÜNTHER, H., MORKEL, C. BORNHOLDT, G. & WOLFRAM, E. M. (im Druck). Rote Liste und Standardartenliste der Landwanzen (Heteroptera: Dipsocoromorpha, Leptopodomorpha, Cimicomorpha, Pentatomomorpha) Hessens mit Angaben zu Gefährdungsursachen und Habitatkorrelationen. Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.).
- PÉRICART, J. 1972. Hémiptères Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest-Paléarctique. Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen 7: 1-402.

HYMENOPTERA

Zu den Hymenopteren gehören Pflanzenwespen, die unter "Parasitica" zusammengefaßten Schlupf- und Erzwespen und die Stechimmen (Ameisen, Bienen und Wespen). Die Pflanzenwespen spielen außer den Gänge ins Holz nagenden Siriciden und Xiphydriiden keine Rolle am Totholz. Bei den artenreichen "Parasitica" gibt es keine holzzersetzenden Arten, viele Spezies sind aber bedeutende Feinde der Holzersetzer wie auch ihrer Gegenspieler. Diese sehr artenreiche Gruppe hat weltweit nur wenige Bearbeiter für einzelne Gruppen. Vielfach ist die Taxonomie der Arten noch nicht ausreichend geklärt. Die "Parasitica" wurden von mir auf Familien- oder Überfamilienniveau determiniert, eine Bestimmung auf Artebene war nur ausnahmsweise möglich. Die Stechimmen können in Deutschland mit Ausnahme der Bethyriden (Plattwespen) und Dryiniden (Zikadenwespen) als relativ gut bearbeitete Gruppe gelten. Insbesondere viele Ameisenarten nagen Holz aus, um ihre Nester darin anzulegen. Demgegenüber beziehen die meisten holznistenden Gold-, Weg- und Grabwespenarten sowie die meisten Bienenarten bereits vorgefertigte Bohrgänge im Holz, die sie nur ggf. erweitern. Die Sozialen Faltenwespen nagen Holz in geringem Maße ab, um daraus ihre Nester zu bauen, einige nisten auch in großen Höhlen in Baumstämmen. Unter den Hymenopteren sind somit die Ameisen die wichtigste Gruppe, die einen direkten Einfluß auf die Holzersetzung ausübt und die "Parasitica", die indirekt als Feinde der Holzersetzer und deren Gegenspieler agieren.

Die generelle Verteilung der Hymenopteren in den Fallenfängen wurde bereits im Kapitel "Tierordnungen" bei der Besprechung der vier individuenreichsten Tiergruppen diskutiert.

Tab. 6: Auftrennung der Fänge nach Hymenopteren-Großgruppen mit Angaben zur Individuenzahl, Dominanz und zum Wirtsspektrum (Systematische Reihenfolge nach GOULET & HUBER 1993)

Überfamilie	Anzahl Individuen	Dominanz	Familie	Anzahl Individuen	Dominanz	Wirte
Apoidea	31	0,1	Apidae	22	0,1	z. T. Apidae
			Crabronidae	9	0,0	diverse Arthropodengruppen
Chrysoidea	254	0,8	Bethylidae	250	0,8	Coleoptera, Lepidoptera
			Chrysididae	4	0,0	Apoidea, Vespoidea
Vespoidea	27005	85,8	Formicidae	26954	85,7	z. T. Formicidae
			Pompilidae	7	0,0	Araneae
			Vespidae	44	0,1	z. T. Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera
Parasitica indet.	91	0,3	Parasitica indet.	91	0,3	diverse Arthropoda
Ceraphronoidea	532	1,7	Ceraphronidae	492	1,6	diverse Insecta
			Megaspilidae	40	0,1	Sternorrhyncha, Neuroptera, Diptera
Chalcidoidea	687	2,2	Chalcidoidea indet.	491	1,6	diverse Arthropoda
			Eulophidae*	88	0,3	diverse Insecta
			Mymaridae	106	0,3	Eier diverser Insecta
			Pteromalidae*	2	0,0	diverse Insecta
Cynipoidea	110	0,3	Cynipidae: Alloxystinae	3	0,0	Hyperparasiten bei Sternorrhyncha
			Eucollidae	107	0,3	Brachycerenpuppen
Ichneumonoidea	2211	7,0	Ichneumonoidea indet.	14	0,0	diverse Arthropoda
			Braconidae	253	0,8	diverse Insecta
			Braconidae: Alysiinae*	208	0,7	cyclorrhaphe Brachyceren
			Braconidae: Cheloninae	27	0,1	Lepidoptera
			Braconidae: Helconinae*	11	0,0	Coleoptera
			Braconidae: Macrocentrinae*	1	0,0	Lepidoptera
			Braconidae: Microgastrinae*	61	0,2	Lepidoptera
			Ichneumonidae	142	0,5	diverse Insecta
			Ichneumonidae: Gelineae	18	0,1	diverse Insecta
			Ichneumonidae: Ichneumoninae*	1	0,0	Lepidoptera
			Ichneumonidae: Metopliinae	11	0,0	Lepidoptera
			Ichneumonidae: Orthocentrinae*	219	0,7	Diptera: Fungivoridae
			Ichneumonidae: Paxytommatinae	1244	4,0	Hymenoptera: Formicidae
Ichneumonidae: Pimplinae*	1	0,0	diverse Insecta			
Platygastroidea	122	0,4	Platygastroidea indet.	4	0,0	diverse Arthropoda
			Platygastriidae	74	0,2	Diptera: Cecidomyiidae
			Scellionidae	44	0,1	Eier diverser Arthropoda
Proctotrupoidea	426	1,4	Proctotrupoidea indet.	6	0,0	diverse Arthropoda
			Diapriidae	321	1,0	Brachycerenlarven
			Proctotrupidae	99	0,3	Coleoptera
Summe	31469	100,0	20 Familien	31469	100,0	

Insgesamt wurden 31.469 Hymenopteren aus einem breiten Spektrum verschiedenster Familien mit den Fallen gefangen (Tab. 1, Tab. 2), insbesondere viele Vespoidea und Ichneumonoiden. Aus der Gruppe der Stechimmen waren es 40 Arten. Davon stellten die Ameisen mit 12 Arten die größte Gruppe (Tab. 3), wobei drei Arten häufiger vertreten waren: *Formica fusca*, *Lasius brunneus* und mit weitem Abstand am häufigsten *Lasius platythorax*.

Tab. 8: Formicidae

Art	Arbeiterinnen	Weibchen	Männchen	Geschlecht unbestimmt	Larven / Puppen	Summe	Dominanz (%)
gen. sp.	1141	164	480	161	448	2394	8,9
<i>Camponotus (Camponotus) herculeanus</i>	35	0	0	0	0	35	0,1
<i>Formica (Formica) rufa</i>	0	1	0	0	0	1	0,0
<i>Formica (Raptiformica) sanguinea</i>	1	0	0	0	0	1	0,0
<i>Formica (Serviformica) fusca</i>	212	26	0	0	35	273	1,0
<i>Formica (Serviformica) rufibarbis</i>	1	0	0	0	0	1	0,0
<i>Formica</i> sp.	1	0	0	0	0	1	0,0
<i>Lasius (Chthonolasius) mixtus</i>	0	1	0	0	0	1	0,0
<i>Lasius (Lasius) brunneus</i>	411	0	0	0	0	411	1,5
<i>Lasius (Lasius) platythorax</i>	18801	968	2355	3	1623	23750	88,1
<i>Leptothorax acervorum</i>	5	0	0	0	0	5	0,0
<i>Leptothorax muscorum</i>	0	1	0	0	0	1	0,0
<i>Myrmica rubra</i>	1	0	0	0	0	1	0,0
<i>Myrmica ruginodis</i>	47	2	0	0	0	49	0,2
<i>Myrmica</i> sp.	27	0	0	0	3	30	0,1
Summe	20683	1163	2835	164	2109	26954	100,0

Formica fusca ist eine relativ wärmeliebende Art verschiedenster offener bis mäßig beschatteter Lebensräume. Sie legt ihre Nester meist im Boden an, geht aber auch in morsches Holz. Sie gehört in der Dominanzhierarchie der Ameisen zu den untergeordneten Spezies, bewegt sich aber sehr geschickt im Territorium der überlegenen Arten (SEIFERT 1996: 308). *Formica fusca* war sechsmal in den selben Fallen wie *Lasius platythorax* vertreten, dreimal ohne diese Art. Dies zeigt, dass sie sogar in die Nähe der großen Nester der *Lasius*-Art vordringt, obwohl sie Kämpfe auch mit den kleineren *Lasius*- und *Myrmica*-Arten vermeidet (SEIFERT 1996).

Lasius brunneus besiedelt alle Lebensräume, in denen Laubhölzer vorhanden sind und kommt ausserdem in lichten Kiefernwäldern vor. Sie legt ihre Nester in morschem Holz und unter der Rinde an, wobei die Königinnen ihre Kolonien oftmals in größerer Höhe (3 - 12 m) gründen, um den Feinddruck zu verringern, und erst später bis in den Wurzelbereich hinabwandern (SEIFERT 1996: 294). Dazu hatten sie im Windwurf keine Chance, da stehende Bäume weitgehend fehlten. Vermutlich erklärt der Konkurrenzdruck von *Lasius platythorax* das relativ spärliche Auftreten von *Lasius brunneus*.

Lasius platythorax lebt in Wäldern, wo die Art organische oder mineralische Substrate aushöhlt. So findet man sie häufig in Totholz nistend. Sie kommt nahezu in allen einheimischen Wäldern vor und gehört dort meist zu den dominanten Arten.

Nestnachweise in den Fallen konnten von *Formica fusca* über Brut (Larven, Puppen) und Geschlechtstiere in den Fallen SL100 und SL107 erbracht werden, von *Lasius platythorax* über Brut (SL089, SL092, SL099, SL101, SL107, SL108) oder Geschlechtstiere (SL109) oder beide (SL083, SL084, SL094, SL095, SL098, SL105) (Tab. 11).

Zwei Königinnen sozialparasitischer Ameisenarten konnten im Gebiet nachgewiesen werden: *Lasius mixtus* gründet seine Kolonien nach Angaben aus der Literatur parasitisch bei *Lasius niger* (SEIFERT 1996: 300). Sehr wahrscheinlich ist auch *L. platythorax*, der erst kürzlich von *L. niger* abgespalten wurde (SEIFERT 1991), ein geeigneter Wirt dieser Art. In der Falle SL101 kamen neben dem Parasiten nur *L. platythorax* und *Leptothorax acervorum* vor. Die Waldameise *Formica rufa* gründet ihre Kolonien parasitisch bei *Formica (Serviformica)*-Arten, also im Gebiet sehr wahrscheinlich bei *Formica fusca*. Beide Arten wurden in der Falle SL100 gefangen.

Die Käfer haben das Holz für die Besiedlung durch die Ameisen vorbereitet (siehe oben Abschnitt über die Tierordnungen und Kapitel "Coleoptera"). Auch letztere transportierten später noch große Mengen Nagemehl aus den Stämmen und trugen so zur Holzersetzung bei. In den ersten beiden Kalenderjahren wurden keine Ameisen mit den Fallen gefangen (Tab. 4). *Lasius brunneus* und *Formica fusca* waren die ersten nachgewiesenen Arten, die ab 1993 auch in allen Folgejahren präsent waren. Im Jahre 1994 traten weitere vier Arten hinzu, darunter die beiden häufigsten einheimischer Wälder: *Lasius platythorax* und *Myrmica ruginodis*. Auch sie waren dann bis zum Ende der Untersuchungen in jedem Jahr vorhanden. Ebenso trat die wärmeliebende Offenlandsart *Formica rufibarbis* einmalig in diesem Jahr auf, konnte sich aber nicht im Gebiet etablieren. Die massive Besiedlung der Stämme durch die Ameisen erfolgte ab der zweiten Hälfte des 3. Untersuchungsjahres, d. h. ab Mai 1994 (Tab. 5). In fast jedem der folgenden Jahre kamen weitere 1-2 Ameisenarten hinzu. Die meisten von ihnen erreichten aber nur geringe Dichten im Gebiet oder traten nur vorübergehend auf und wurden nur in einem oder zwei der Untersuchungsjahre nachgewiesen. Ab 1998 kam die aktiv Holz zerstörende Art *Camponotus herculeanus* regelmäßig im Gebiet vor. Da sich im Laufe der Sukzession hin zu einem Altholzbestand die Beschattung des Bodens und des mittlen durch den Windwurf verlaufenden Weges mit seinen zur Zeit warmen, besonnten Rändern verstärken wird, ist künftig mit keiner nennenswerten Erweiterung des Artenspektrums und eher mit einer Abnahme der Individuendichte zu rechnen.

Tab. 9: Sukzession der Ameisenbesiedlung
(graue Tönung = erstmaliges Auftreten der Art)

Art	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Anzahl Jahre
<i>Leptothorax acervorum</i>				x				x			2
<i>Leptothorax muscorum</i>						x					1
<i>Myrmica rubra</i>							x				1
<i>Myrmica ruginodis</i>				x	x	x	x	x	x	x	7
<i>Camponotus (Camponotus) herculeanus</i>								x	x	x	3
<i>Lasius (Chthonolasius) mixtus</i>								x			1
<i>Lasius (Lasius) brunneus</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	8
<i>Lasius (Lasius) platythorax</i>				x	x	x	x	x	x	x	7
<i>Formica (Formica) rufa</i>							x				1
<i>Formica (Raptiformica) sanguinea</i>									x		1
<i>Formica (Serviformica) fusca</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	8
<i>Formica (Serviformica) rufibarbis</i>				x							1
Summe	0	0	2	6	4	5	6	7	6	5	
Artenzuwachs	0	0	+2	+4	0	+1	+2	+2	+1	0	
Artenschwund	0	0	0	0	-2	0	-1	-2	-2	-1	
Artensättigung (Arten akkumulierend)			2	6		7	9	11	12		

Von den nicht zu den Stechimmen zählenden Hymenopteren wurden drei Unterfamilien der Schlupfwespen (Ichneumonidae) detaillierter bearbeitet: die ungeflügelten Weibchen der Gelineae vollständig von Herrn M. SCHWARZ, die Metopiinae von Herrn J.-P. AESCHLIMANN und die Paxylommatinae von mir. Stichproben der Braconiden wurden von Herrn K. VAN ACHTERBERG determiniert.

Die zweithäufigste Hymenopterenart in den Fängen ist die bei Ameisen parasitierende Schlupfwespe *Hybrizon buccatus* (Abb. 1) mit 1243 Tieren, die bislang noch nicht in Hessen gefunden worden war. Wenig ist bisher über die Biologie der Paxylommatinen bekannt (ACHTERBERG 1999). Sie scheinen von Ameisensäure angelockt zu werden und die Ameisen dann im Sturzflug zu attackieren. Außen auf den angegriffenen Tieren konnten keine Eier festgestellt werden, so dass angenommen wird, daß die Schlupfwespen Endparasitoide sind. WEISSFLOG (schriftl. Mitt.) beobachtete wie *Hybrizon buccatus* an *Lasius emarginatus*-Nestern die Puppen parasitierte.

Das Vorkommen von *Hybrizon buccatus* konnte eindeutig mit den Nestern von *Lasius platythorax* korreliert werden, die Art fehlte hingegen in den beiden *Formica fusca*-Nestern (Tab. 11). In allen sechs Fallen, die von *Lasius platythorax* sowohl Brut wie Geschlechtstiere enthielten, wurde der Parasit - meist in relativ hohen Zahlen - angetroffen. Außerdem trat er - stets nur mit 1-3 Tieren - in drei der sechs Fallen auf, die nur Brut enthielten. Auch in Falle SL109, in der nur Geschlechtstiere nachgewiesen wurden aber keine Brut, wurde ein Parasit gefangen. Es erscheint daher möglich, daß die Schlupfwespenart gezielt die größeren Geschlechtstierpuppen parasitiert, d. h. erst große Kolonien befällt, die schon Geschlechtstiere erzeugen. *H. buccatus* trat jedoch in allen Untersuchungs Jahren auf, in denen der Wirt vorkam (Abb. 13), besonders häufig war er im 4. und 6. Jahr. Somit kam er bereits bei relativ jungen Kolonien vor, so dass in Laborversuchen getestet werden sollte, ob tatsächlich eine gezielte Parasitierung von Geschlechtstierpuppen stattfindet.

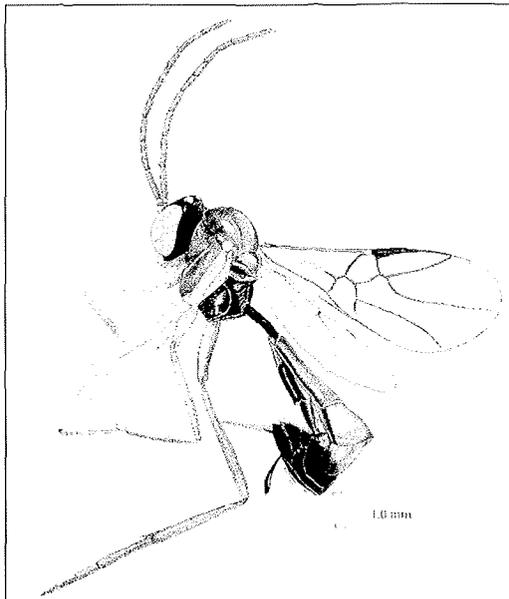


Abb. 12: *Hybrizon buccatus* (Zeichnung aus ACHTERBERG 1999)

Tab. 11: Auftreten der Ameisenarten *Formica fusca* und *Lasius platythorax* sowie des Ameisenparasiten *Hybrizon buccatus* in den Fallen

Art	SL083	SL084	SL085	SL086	SL089	SL092	SL093	SL094	SL095	SL096	SL098
<i>Formica fusca</i>	8	68	29	1			1				2
<i>Lasius platythorax</i>	4081	12637	42		44	37	2	370	1363	3	309
<i>Hybrizon buccatus</i>	27	836						114	7		236
Summe	4116	13541	71	1	44	37	3	484	1370	3	547

Art	SL099	SL100	SL101	SL102	SL103	SL104	SL105	SL106	SL107	SL108	SL109	Summe
<i>Formica fusca</i>		51		3	1		1	1	23	13	36	238
<i>Lasius platythorax</i>	59	15	339	9	247	5	519	121	39	1269	617	22127
<i>Hybrizon buccatus</i>	1		1				17			3	1	1243
Summe	60	66	340	12	248	5	537	122	62	1285	654	23608
Brut	Geschlechtstiere		Brut und Geschlechtstiere									

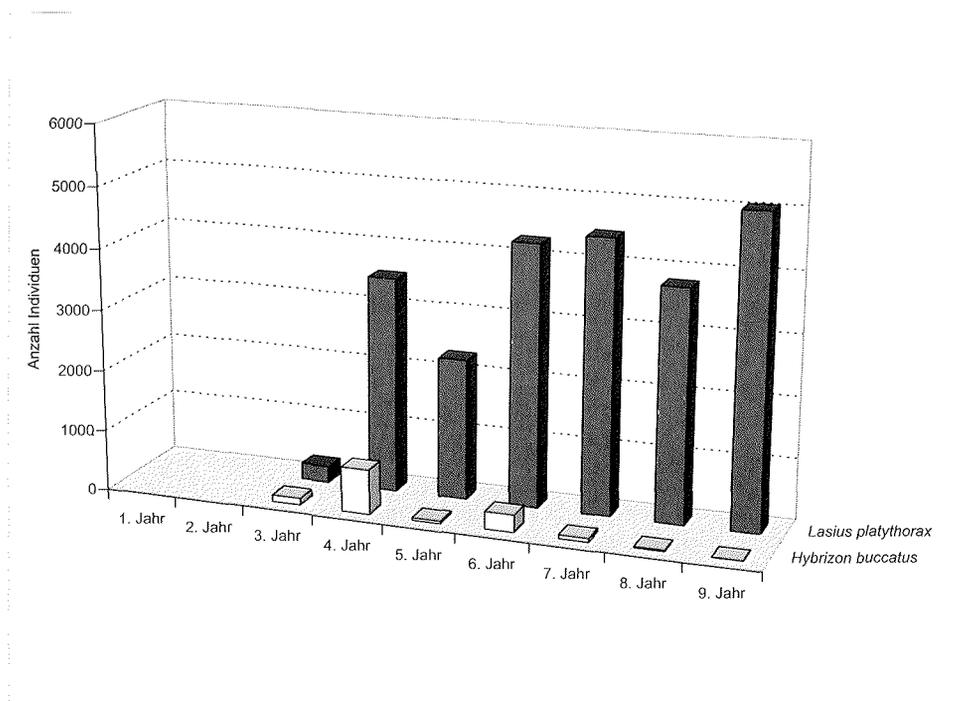


Abb. 13: Jahresfänge von *Lasius platythorax* und *Hybrizon buccatus*

Aus der Schlupfwespen-Unterfamilie Gelinae, die makroptere, brachyptere und aptere Tiere umfasst, wurden die apteren Weibchen, die Ameisen sehr ähnlich sehen, ebenfalls vollständig bearbeitet. Die *Gelis*- und *Thaumatogetelis*-Arten sind Parasitoide in Spinnen-Eikokons oder in Insektenlarven und -puppen. Viele Arten sind nicht auf bestimmte Wirtsfamilien spezialisiert. Die adulten Tiere nehmen Flüssigkeit, Honigtau und Wirtshaemolymphe auf (SCHWARZ 1998). Es wurden 17 Tiere aus vier Arten mit den Fallen (Tab. 7) und eine weitere bei Aufsammlungen gefangen (siehe Gesamtartenliste im Anhang). Darunter konnten fünf Exemplare einer für die Wissenschaft neuen Art aus der Gattung *Gelis* gefunden werden.

Gelis ägilis lebt in verschiedensten offenen Lebensräumen und in lückigen Wäldern am Boden und auf Büschen. Sie kommt vom Tiefland bis ins Gebirge vor. Adulte Tiere treten ganzjährig auf. Als Wirte sind Coleopteren (Chrysomelidae, Curculionidae), Hymenopteren (Braconidae, Ichneumonidae) und diverse Lepidopteren bekannt (SCHWARZ 1998). Die übrigen gefundenen Spezies, *Gelis rufogaster* und *Gelis spurius*, sind typische häufige Waldarten, *Thaumatogetelis sylvicola* besiedelt lichte Wälder, Lichtungen und Feuchtgebiete (SCHWARZ, schriftl. Mitt.).

In den Fallenfängen konnten die beiden Schlupfwespen-Arten (Ichneumonidae: Metopiinae) *Hypsicera femoralis* und *H. flaviceps* nachgewiesen werden. In Großbritannien parasitiert letztere Art bei der Faulholzmotte (Oecophoridae) *Dasycera sulphurella* (AESCHLIMANN, schriftl. Mitt.). Diese atlantische und bei uns extrem seltene Art (KOLBECK, mündl. Mitt.) war jedoch nicht in unseren Fallenfängen vertreten, wohl aber fünf andere Oecophoriden-Arten (siehe Kapitel Lepidoptera). In Falle SL87, in der *H. femoralis* nachgewiesen wurde, waren keine Oecophoriden vorhanden. *H. flaviceps* kam in den Fallen SL84, SL103 und SL104 der Leerungen von Juni bis September 1997 bis 1999 vor. In Falle SL84 war an Oecophoriden nur *Harpella forcicella* (SCOPOLI, 1763) und (weit vorher jeweils bei den Fallenleerungen im Mai und Juni 1993-1995) *Oecophora bractella* (LINNAEUS, 1758) vertreten, in den Fallen SL103 und SL104 nur *Harpella forcicella*, oftmals gleichzeitig mit *Hypsicera flaviceps*. In Falle SL104 waren keine anderen Schmetterlinge, in Falle SL103 nur die Tineide *Nemapogon cloacella* (HAWORTH, 1828) und in Falle SL84 die Tineiden *Nemapogon cloacella*, *Nemaxera betulinella* (PAYCULL, 1785) und *Triaxomera parasitella* (HÜBNER, 1796) vorhanden. Die Fänge im Naturwaldreservat Weiherkopf lassen somit auf *Harpella forcicella* als Wirtsart für *Hypsicera flaviceps* schließen.

Die Plattwespen (Bethyridae) waren mit 250 Tieren vertreten, die überwiegend zur Art *Cephalonomia formiciformis* gehören, einem Ektoparasiten von Käferlarven aus den Familien Cisidae (Ciidae auct.; *Cis bidentatus*, *bilamellatus*, *boleti*, *fuscatus*, *hispidus*, *laminatus*, *pygmaeus*, *setiger*, *Ennearthron affine*), Anobiidae (*Dorcatotoma setosella*) und Bostrychidae (*Synoxylon sexdentatum*) (GORDH & MÓCZÁR 1990: 77). Die Cisiden leben oft in großer Zahl in harten Baumpilzen, seltener in Borkenkäfergängen oder im Mulm (LOHSE in FREUDE et al. 1967: 280). Zwei andere Cisiden-Arten waren in unseren Fängen häufig (siehe Kapitel Coleoptera). Die Bethylide ist neu für die hessische Fauna. Zehn Tiere gehören zu einer nahe verwandten Art, die noch unbeschrieben ist (JEROEN DE ROND, schriftliche Mitteilung). Sie ist in der Gesamtartentabelle im Anhang mit "C. sp." bezeichnet. Nach den vorliegenden Daten sind die Vorkommen von *Cephalonomia formiciformis* und *Sulcacis affinis* (Cisidae) in den Fallenfängen korreliert. Eine ausführlichere Darstellung dieser Ergebnisse ist in Vorbereitung.

Tab. 7 zeigt die Verteilung der Plattwespen auf die Fallen. *Cephalonomia formiciformis* kam in 11 der 30 Fallen vor, darunter in allen Dauerbeobachtungsbäumen. Die höchsten Individuenzahlen erreichte die Art jedoch in den Fallen SL090, SL091 und SL094 an Jahresbäumen. Der Besatz an den Dauerbeobachtungsbäumen war relativ unterschiedlich: Während die Falle

SL083 größere Individuenzahlen fing, erfassten die beiden übrigen während neun Jahren nur vier Tiere. Die ungeklärte Spezies aus der gleichen Gattung war nur in vier Fallen mit jeweils zwei oder drei Individuen vertreten. Gemeinsam mit *C. formiciformis* trat sie in den Dauerbeobachtungsbäumen SL083 und SL084 auf, allein in den Fallen SL086 und SL087.

Die Fänge von *C. formiciformis* verteilen sich über alle Fallenleerungsmonate (Abb. 3) mit einem sehr deutlichen Maximum bei der Leerung im August. *C. sp. n.* wurde nur bei den Fallenleerungen von Juli bis September nachgewiesen. Betrachtet man die einzelnen Leerungsdaten (Tab. 10), so fällt auf, dass die beiden Arten nie gemeinsam auftraten: *C. sp. n.* kam von September 1991 bis September 1993 und dann erst wieder am 12.9.1997 vor, während *C. formiciformis* von November 1993 bis Oktober 1996 und von Mai bis Juni 1998 auftrat. Die meisten Individuen letzterer Art wurden von Juni bis Oktober 1994 und im August 1995 gefangen.

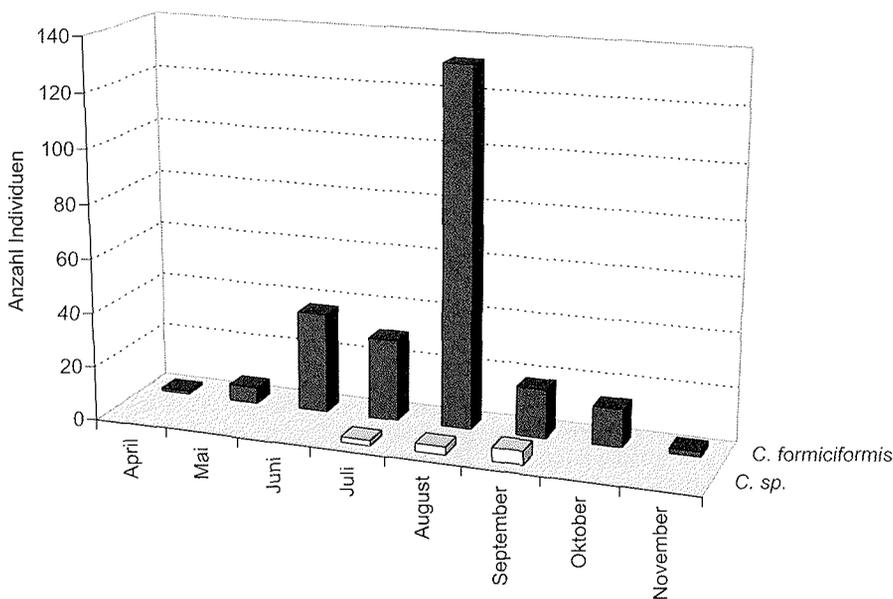


Abb. 14: Individuenzahl der Bethyliden (Plattwespen) pro Art und Fallenleerungsmonat

Bei den Bethyliden traten sowohl makroptere als auch mikroptere Tiere auf (Abb. 4), wobei alle Tiere der ungeklärten Art voll geflügelt waren. Bei *C. formiciformis* waren nur sieben der 122 Männchen mikroptere. Sie kamen ausschließlich in den Fallen SL090 und SL091 vor - jeweils gemeinsam mit deutlich mehr voll geflügelten Männchen. Makroptere Männchen traten in acht Fallen auf. Dem gegenüber waren 58 der 112 Weibchen mikroptere. Sie traten in allen 10 Fallen auf, in denen Weibchen gefangen wurden, während die makroptere Form nur in sechs Fallen vorkam. Mikroptere Männchen traten nur bei den Fallenleerungen im Juli und August auf, während die übrigen Morphen mehr oder weniger ganzjährig vorkamen (Abb. 5). Dabei hatten die makropteren Männchen und die mikropteren Weibchen ein deutliches Maximum im August, die makropteren Weibchen Maxima im Juni und August.

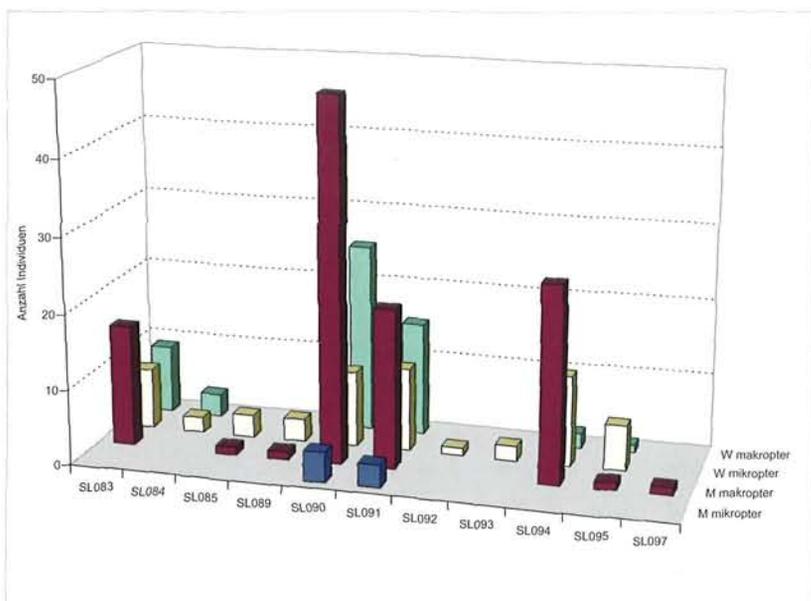


Abb. 15: Verteilung mikropterer und makropterer Individuen von *Cephalonomia formiciformis* auf die Fallen (M = Männchen, W = Weibchen)

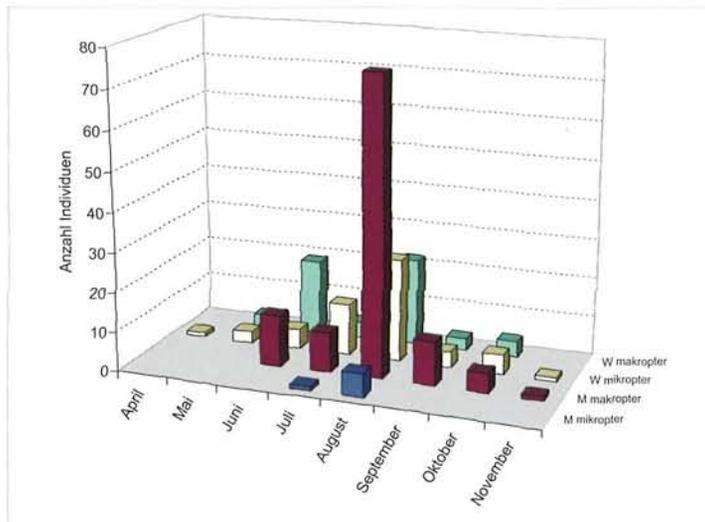


Abb. 16: Verteilung mikropterer und makropterer Individuen von *Cephalonomia formiciformis* auf die Monate der Fallenleerungen (M = Männchen, W = Weibchen)

Generell konnte erwartet werden, dass beim Einsatz von sechs Eklektoren, die jeweils lediglich einen 1 m langen Stammabschnitt abfangen, über die neun Untersuchungs Jahre ein gutes Bild der häufigen Arten gewonnen werden kann, die entscheidende Einflüsse auf die Vorgänge im Gebiet haben, dass aber seltene Arten nicht repräsentativ gefangen werden. Dennoch konnten auch einige seltene Arten nachgewiesen werden.

Eine Schlupfwespe (Ichneumonidae) der Gattung *Gelis* und eine Plattwespe (Bethyridae) der Gattung *Cephalonomia* konnten neu für die Wissenschaft entdeckt werden. Die Brackwespe (Braconidae) *Blacometeorus brevicauda* ist neu für Deutschland. Die Braconide *Eubazus lepidus* wird ebenfalls nicht von DATHE et al. 2001 aufgeführt, wurde aber bereits von SHENEFELT (1970) für Deutschland gemeldet. Die Keulenwespe (Sapygidae) *Monosapyga clavicornis* ist neu für die hessische Fauna.

Acht Hymenopterenarten der Roten Liste Deutschlands (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1998) wurden im Gebiet gefunden (siehe Gesamtartenliste im Anhang): Die Ameisen *Formica rufa*, *F. rufibarbis* und *Myrmica sabuleti* sowie die Pelzbiene *Anthophora furcata* und die Hummel *Bombus soroensis* stehen auf der Vorwarnliste, die Goldwespe *Chrysis fulgida* und die Mauerbiene *Osmia parietina* sind als gefährdet (Kategorie 3) eingestuft. Für die Grabwespe *Crossocerus binotatus* wird eine Gefährdung angenommen, ihr genauer Status ist aber derzeit noch nicht festlegbar (Kategorie G). Für Hessen existiert nur eine Rote Liste der Ameisen (BAUSCHMANN et al. 1996). Hier gilt *Leptothorax muscorum* als gefährdet.

Formica rufa ist die bekannte hügelbauende Große Waldameise. *F. rufibarbis* besiedelt wärmegetönte Grasland- und Ruderalhabitate. Auch *Myrmica sabuleti* ist eine xerothermophile Ameisenart verschiedenster Offenlandshabitate (SEIFERT 1996). *Anthophora furcata* besiedelt Wälder und deren Ränder sowie baumbestandene sonstige Lebensräume (Obstgärten, Streuobstwiesen, Parks). Sie nistet in selbst genagten Gängen in morschem Holz. Beim Pollensammeln ist sie oligolektisch auf Lamiaceen (Lippenblütler) spezialisiert. Die Hummel *Bombus soroensis* lebt an Waldrändern, auf Sandheiden und Heidemooren, in den Mittelgebirgen auch in lichten Wäldern, auf Bergwiesen und -heiden sowie auf extensiv genutzten Schafweiden. Die Mauerbiene *Osmia parietina* hat ihren Lebensraum in Wäldern und deren Offenstrukturen, wo sie in vorhandenen Hohlräumen (Fraßgänge, verlassene Hymenopterenester) im Totholz nistet (WESTRICH 1990). Die Grabwespe *Crossocerus binotatus* lebt vorwiegend in lichten Wäldern, kommt aber auch als recht euryöke Art im Siedlungsbereich vor. DOROW (1999: 528) diskutiert die relativ widersprüchlichen Angaben zu ihrer Nistökologie und betont, dass wahrscheinlich eine stärkere Totholzbindung vorliegt, als bisher angenommen wurde. Hierfür spricht auch der Fund im Stammeklektor an liegendem Totholz im Naturwaldreservat Weiherkopf. Die Art verproviantiert ihre Brut mit verschiedenen Fliegen (BLÖSCH 2000: 293). Die Goldwespe *Chrysis fulgida* ist eine Waldart, die an verschiedensten Stellen mit Totholz (Laub- und Nadelholz-Dürrständer, Holzwände, Fachwerksmauern, Pfosten, Holzklafter, Hopfenstangen) auftritt, aber auch an Löbänden und Mauern gefunden wurde. Als Wirte sind die solitären Faltenwespen *Symmorphus crassicornis* und *S. murarius* bekannt, weitere z. T. fragliche Wirtsnachweise liegen für die Gattungen *Ancistrocerus*, *Discoelius* und *Odynerus* vor (KUNZ 1994: 115). Im Naturwaldreservat Weiherkopf wurde aus der Gattung *Symmorphus* nur die verwandte *S. bifasciatus* nachgewiesen. Aus der Gattung *Ancistrocerus* kamen *A. gazella*, *A. parietinus* und *A. trifasciatus* vor, *Discoelius* fehlt in Hessen (DATHE et al. 2001).

Darüber hinaus traten weitere seltene Arten auf: Die Hornisse (*Vespa crabro*) drang sicherlich auf der Suche nach einem geeigneten Nist- oder Überwinterungsplatz in die Fallen ein. Die Soziale Faltenwespe *Dolichovespula adulterina* parasitiert bei *Dolichovespula saxonica* und *D. norwegica* (letztere wurde nicht im Gebiet gefangen). Das nachgewiesene Weibchen (Falle SL086, Leerung 15.6.1993) war vermutlich auf der Suche nach einem Wirtsnest. Die Furchenbiene *Lasioglossum rufitarse* gilt allgemein als selten. Im Naturwaldreservat Schotten (DOROW 1999: 535) gehörte sie jedoch zu den subdominanten Stechimmen, auch im Naturwaldreservat Neuhof (DOROW in Vorb.) war sie (allerdings nur subzedent) vertreten. Sie ist eine Charakterart der Gebirgswälder, kommt aber auch in geringeren Dichten im Tiefland vor.

Osmia parietina ist eine Art der Wälder und ihrer Offenstrukturen (Ränder, Lichtungen). Sie nistet im Totholz (WESTRICH 1990: 828). Der Verbreitungsschwerpunkt der Wegwespe *Dipogon variegatus* liegt in warmen Offenländern wie aufgelassenen Weinbergen und Streuobstwiesen (SCHMID-EGGER & WOLF 1992: 341). Sie kommt aber auch an Waldrändern vor. *Megachile lapponica* ernährt sich auf Wald-Offenflächen durch Blütenbesuch an *Epilobium angustifolium* und nistet in Totholz. WESTRICH (1990: 736) führte sie nur für Schleswig-Holstein und Niedersachsen auf. Nach SCHMID-EGGER et al. (1995: 127) zeigt sie in den letzten Jahren eine deutliche Arealausweitung. Dies könnte mit dem vermehrten Auftreten von Windwürfen zusammenhängen, auf denen sich oft große Weidenröschen-Bestände ansiedeln. KRAUS (1997) diskutiert die Verbreitung dieses sibirischen Faunenelements. DRESSLER (1997) publizierte die Erstmeldungen für Hessen von einem Windwurf im Buchenhochwald am Kohlberg bei Darmstadt-Eberstadt und von einem nur als "Raum Prinzenberg - Schleifberg (teils Streuobstwiesen)" bezeichneten Fundort. THEUNERT (1998) fing die Art im nördlichen Kellerwald an sonnenexponierten Totholzstämmen. Alle zwölf im Naturwaldreservat Weiherkopf gefangenen Weibchen stammen aus der Zeit zwischen dem 16.6. und dem 15.8.1994. Die Besiedlung hessischer Windwürfe dürfte somit relativ bald nach den Stürmen erfolgt sein.

Generell sind einige Arten im Gebiet vertreten, die trockenwarme Lebensräume bevorzugen oder benötigen: *Formica fusca*, *Formica rufibarbis*, *Formica sanguinea*, *Agenioideus cinctellus*, *Dipogon variegatus* und *Crossocerus varus*. Sicher wird das Auftreten dieser Arten durch die Nähe von Steinbrüchen, Halbtrockenrasen und Streuobstflächen gefördert.

14 der mit Fallen gefangenen Stechimmenarten besiedeln Wälder und deren Ränder, sechs das Offenland sowie ebenfalls Waldränder, während vier Arten Offenlandbesiedler und 11 euryök in Bezug auf die Habitatwahl sind.

An eng ökologisch verknüpften Arten fanden wir *Lasius platythorax* und seine Parasiten *Lasius mixtus* und *Hybrizon buccatus*, *Formica rufa* und ihre Hilfsameise *Formica fusca*, die Goldwespe *Trichrysis cyanea*, für die die Grabwespen *Trypoxylon clavicerum*, *Ectemnius borealis*, *E. continuus* und *E. dives* sowie die Töpferwespen *Ancistrocerus gazella*, *A. parietinus* und *A. trifasciatus* potentielle Wirte im Gebiet darstellen. Die Keuenwespe *Monosapyga clavicornis* parasitiert bei der Scherenbiene *Osmia florissomnis*. Die Hummel *Bombus bohemicus* ist ein Sozialparasit bei der Hellen Erdhummel (*Bombus lucorum*). Die Wegwespe *Dipogon variegatus* kam gemeinsam mit *Auplopus carbonarius* vor. Sie bricht mitunter *Auplopus*-Nester auf, entleert sie und beschickt sie dann mit eigenen Spinnen (OEHLKE & WOLF 1987: 341).

Die Hymenopterenfauna in den Fallen setzt sich somit überwiegend aus räuberischen Ameisen und deren Parasit *Hybrizon buccatus*, einem weiten Spektrum an parasitischen Gruppen, holznistenden Bienen, Grab- und Töpferwespen und zoophagen Sozialen Faltenwespen zusammen. Insgesamt wurden 47 Arten bestimmt.

Bei stichprobenartigen Aufsammlungen konnten 64 Hautflüglerarten, darunter 59 Stechimmenspezies gefangen oder beobachtet werden, davon wurden nur 14 auch mit den Fallen erfasst (siehe Gesamtartenliste im Anhang). Besonders viele Arten wurden am krautreichen Rand des Weges gefangen, der das Gebiet durchschneidet. Dies zeigt die Bedeutung solcher offenen Randstrukturen für die Aculeaten.

Vergleich mit anderen Untersuchungen

Windwürfe

Gerade in den letzten Jahren wurden vermehrt Studien über die Fauna von Windwürfen veröffentlicht, die aber aufgrund anderer Untersuchungsansätze (Nadelwälder; breite Dokumentation der Fauna, etc.) nur schwer mit den vorliegenden Erfassungen vergleichbar sind. Auch die laufenden Standard-Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten zielen auf die repräsentative Dokumentation des gesamten Artenspektrums der Flächen und analysieren evtl. auftretende Windwurfareale nicht gesondert.

SÖNTGEN (1983) suchte in verschiedenen Biotopen des Nationalparks Bayerischer Wald auf ausgewählten Probeflächen Ameisennester. Auf 12 Schlagfluren (vorrangig Himbeer-Schlagflur, zwei Flächen mit Bergreitgrasflur) in 750 - 1225 m Höhe fand er insgesamt 12 Ameisenarten, die in Bezug auf Arteninventar und Dominanzstruktur kaum vom Fichtenhochlagen- und Bergmischwald abwichen. Bei den Nestfunden dominierten *Formica lemani* und *Myrmica ruginodis*, vier weitere Arten (*Manica rubida*, *Myrmica sulcinodis*, *Formica lugubris* und *F. fusca*) nisteten ebenfalls in nennenswerten Anzahlen. Seltener wurden *Lasius niger* (vermutlich handelt es sich um die später abgespaltene Waldart *Lasius platythorax*), *Camponotus herculeanus*, *Formica truncorum*, *F. sanguinea*, *Myrmica rubra* (*M. laevinodis* auct.) und *Leptothorax acervorum* gefunden. Die deutlichen Unterschiede zu den Ergebnissen im Naturwaldreservat Weiherkopf sind wahrscheinlich durch die Höhenunterschiede bedingt. *F. lemani*, die im Naturwaldreservat Schotten (530 - 690 m NN) ebenfalls gefunden wurde (DOROW 1999), aber im Naturwaldreservat Neuhof (430 - 455 m NN) fehlte (DOROW in Vorb.), kam auch im Naturwaldreservat Weiherkopf (310 - 410 m NN) nicht vor. Nach SEIFERT (1996: 308) ist *F. fusca* planar bis collin verbreitet und wird von *F. lemani* im Gebirge und Mittelgebirge vertreten. Die Untersuchungen im Naturwaldreservat Schotten zeigen, dass auch im hohen Vogelsberg beide Arten noch gemeinsam vorkommen, *F. lemani* jedoch deutlich überwiegt. Diese Art scheint somit erst im höheren Gebirge dominant zu werden. *Manica rubida* hat ebenfalls ihre Hauptverbreitung in Gebieten über 500 m NN, *Formica lugubris* lebt in montanen bis subalpinen Nadelwäldern.

THEOBALD-LEY & HORSTMANN (1990) erfassten 1987 im Nationalpark Bayerischer Wald die Ameisenfauna von vier Jahre alten Windwurfflächen und angrenzenden Dornfarn-Tannen-Buchenwäldern samt deren Rändern und Lichtungen mit Bodenfallen und durch Aufsammlungen in abgesteckten Quadraten. Das Areal gehörte zuvor zu letzterer Waldgesellschaft sowie zur Fichten-Auwald-Gesellschaft. 15 Ameisenarten nisteten am Rand des naturnahen Waldes, 10 am Rand des Fichten-Buchen-Forstes, 9 auf dem ausgeräumten und 5 auf dem belassenen Windwurf. Diese Untersuchung läßt sich aufgrund der anderen Waldgesellschaften und Höhenlagen nur schwer mit denen im Naturwaldreservat Weiherkopf vergleichen. Im belassenen Windwurf fanden die Autoren *Camponotus herculeanus*, *Formica fusca*, *Myrmica ruginodis*, *M. scabrinodis* und *Manica rubida*. Alle Arten bis auf die beiden letzten wurden auch im Naturwaldreservat Weiherkopf gefangen. *Myrmica scabrinodis* besiedelt mesophile, nicht zu hochgrasige Grasland- und Saumbiotop sowie Sphagneten der Moore (SEIFERT 1996: 224). *Manica rubida* lebt überwiegend im Gebirge und Mittelgebirge auf sandig-kiesigen Böden mit ausreichender Besonnung und Wasserversorgung (aber ohne Staunässe). Auffallend ist das völlige Fehlen von *Lasius platythorax* in beiden Windwurfflächen des Bayerischen Waldes.

Folgeuntersuchungen wurden 1993, d. h. 10 Jahre nach Entstehung des Windwurfs, von GARTNER in den beiden Flächen mit Quadratproben und Bodenfallen durchgeführt (GARTNER 1997). Diese Autorin fand im belassenen Windwurf neun Arten, im geräumten 12, wobei in ersterem *Myrmica scabrinodis* verschwand aber fünf Arten (*Lasius platythorax*, *Formica lemani*, *F. sanguinea*, *Myrmica sulcinodis*, *Leptothorax acervorum*) neu hinzukamen, in letzterem vier Arten verschwanden und sechs neu hinzukamen. Sie zeigt, daß Artenzahl sowie Nesteranzahl negativ mit der Totholzmenge sowie der Gesamtdeckung korreliert waren. In der geräumten Fläche wurden Ameisennester am häufigsten in Baumstümpfen gefunden. Die meisten Arten wurden mit Bodenfallen gefangen, die an mäßig feuchten Standorten exponiert waren. GARTNER führt die geringeren Ameisenvorkommen im belassenen Windwurf auf die stärkere Beschattung des Untergrundes zurück und auf die Tatsache, dass sich diese Fläche bereits als Schlusswaldgesellschaft auszeichnete, während im geräumten Windwurf eine typische Himbeerschlagflur etabliert war. Nur im geräumten Windwurf fand GARTNER *Camponotus ligniperda*, *Formica truncorum* und *Myrmica rubra* (*M. laevinodis* auct.), die alle besonnte Habitate bevorzugten. Keine Art wurde ausschließlich im belassenen Windwurf gefunden. Im Vergleich zu den Untersuchungsflächen im Bayerischen Wald fehlten im Naturwaldreservat Weiherkopf *Camponotus ligniperda*, *Formica lemani* und *Myrmica sulcinodis*. *Myrmica sulcinodis* kommt in Norddeutschland im Flachland vor (als seltene Besiedlerin offener Feuchtheiden), ansonsten nur im Gebirge über 800 m in besonnten Offenhabitaten (SEIFERT 1996: 230). *Formica lemani* ist die Schwesterart von *F. fusca*, die diese im Bergland ablöst (s. o.). *Camponotus ligniperda* ist die Schwesterart von *C. herculeanus*. Während erstere deutlich thermophiler ist und sonnige Stellen in Laub- und Laub-Nadel-Wäldern sowie verbuschte Habitate in niedrigeren Lagen besiedelt, erreicht letztere ihre größte Individuendichte in Wäldern höherer Lagen mit bedeutendem Fichtenanteil. Das Artenspektrum weist erwartungsgemäß im Bayerischen Wald mehr Gebirgsarten auf. Erstaunlich ist, daß auch nach 10 Jahren die im Naturwaldreservat Weiherkopf dominierende *Lasius platythorax* im Bayerischen Wald nur mit einem Nest auf 1800 m² vorkam und in den 30 Bodenfallen mit weniger als 10 Tieren vertreten war. Ebenso erstaunt, dass an Stelle der zu erwartenden *Camponotus herculeanus* *C. ligniperda* im Bayerischen Wald auftrat.

BRIAN & BRIAN (1951) untersuchten die Sukzession der Ameisenbiozönose auf 2, 5, 12 und 28 - 30 Jahre alten Kahlschlägen in Kiefernwäldern Schottlands über Nestsuche in Stubben. Sie beobachteten ein ständiges Ansteigen der Ameisenpopulation bei den ersten drei Altersstufen, wobei die Gehölzschicht beim 12 Jahre alten Kahlschlag aus 30 - 120 cm hohen Birken bestand. In dieser Phase wurde die Klimaxgesellschaft der Ameisenbiozönose erreicht. 28 - 30 Jahre nach dem Fällen der Bäume war bereits eine neue Baumschicht aus Birken mit zerstreuten Eichen, Eschen und Bergahorn-Bäumen entstanden, die bei 4,5 - 6 m Höhe ein geschlossenes Kronendach aufwies. In dieser neuen Waldfläche war der Ameisenbestand deutlich geringer. Die gefundenen 4 Ameisenarten (in der Abfolge ihrer Häufigkeit: *Myrmica rubra*, *Formica fusca*, *Myrmica scabrinodis*, *Leptothorax acervorum*) traten während aller 4 Sukzessionsstadien auf, nur *F. fusca* fehlte im Birkenwald. Bei der gemeldeten Offenlandsart *Myrmica rubra* dürfte es sich um ihre sehr ähnliche Schwesterart *M. ruginodis* handeln, die Wälder besiedelt. Bis auf *M. scabrinodis* wurden die Arten auch im Naturwaldreservat Weiherkopf gefangen. *M. scabrinodis* meidet weitgehend geschlossene Wälder, hochgrasige Wiesen und Staudenfluren, tritt aber selbst dann inmitten großer Waldgebiete auf, wenn dort nur kleinste Flächen mit direkter Sonneneinstrahlung vorkommen (SEIFERT 1994, 1996). Auch in diesem Nadelwaldhabitat fehlt somit *Lasius platythorax*, die im Naturwaldreservat Weiherkopf mit Abstand am häufigsten war.

BRIAN & BRIAN (1951) fanden in den ersten beiden Untersuchungsjahren keine Nester in den Stubben. Im Naturwaldreservat Weiherkopf wurden ebenfalls in den beiden ersten Jahren

keine Ameisen nachgewiesen. Auf der Ebene der Besiedlungsgeschwindigkeit scheinen somit keine nennenswerten Unterschiede zwischen geräumten und belassenen Windwürfen aufzutreten.

GLACER (1995: 205) untersuchte die Ameisenfauna verschiedener Kahlschläge in der Eifel. Flächen mit dichtem Grasbewuchs und Laubbaumbepflanzung wurden von sechs Arten besiedelt: *Leptothorax acervorum*, *Myrmica ruginodis*, *M. scabrinodis*, *Lasius niger*, *Formica fusca*, *F. sanguinea*. Heideartige Areale mit offenem Boden und Felspartien, die unbepflanzt oder lückig mit Fichten besetzt waren, beherbergten neun Arten, darunter alle zuvor genannten sowie die beiden gefährdeten Ameisen *Myrmica sabuleti* und *Tapinoma erraticum* und die wärmeliebende *Formica cunicularia*. Auf den Heideflächen sind somit anspruchsvollere Arten vertreten, von denen *Myrmica sabuleti* und *Formica cunicularia* auch im Naturwaldreservat Weiherkopf bei Aufsammlungen gefunden werden konnten. Die Arten der Flächen mit dichtem Grasbewuchs und Laubbaumbepflanzungen waren bis auf *M. scabrinodis* ebenfalls alle im Untersuchungsgebiet präsent. GLACER (1995) betont die Bedeutung der Baumstümpfe als Nisthabitate. Die Untersuchungen von BRIAN & BRIAN (1951) und GLACER (1995) belegen somit die Relevanz von Totholzstrukturen auf Offenflächen des Waldes.

SZUJECKI et al. (1977, 1978) untersuchten in Polen Kahlschläge in Kiefernwäldern sowie aufgeforstetes Agrarland in Bezug auf die Insektenfauna, wobei sie von den Aculeaten nur die Ameisen (mit Bodenfallen, Streuproben und Nestsuche) berücksichtigten. Die Autoren unterscheiden eine xerotherme Pionier-Assoziation und eine mehr oder weniger unterteilbare instabile Übergangsphase mit mesophilen Arten, in der Phytophagen von Saprophagen mehr und mehr abgelöst werden. An diese schließt sich eine stabilere Phase mit Dominanz mesophiler Saprophagen an, die sich zur Waldbiozönose weiterentwickelt. Die Phasen in aufgeforstetem Agrarland und auf Kahlschlägen sind verschieden lang und weisen große Unterschiede im Artenbesatz auf. Mit den Ameisen lassen sich allerdings keine Verschiebungen im Phytophagen-/Saprophagenspektrum dokumentieren. Dennoch unterscheiden sich die dominanten Formiciden-Arten der einzelnen Phasen. Auf der Kahlschlagfläche war in der xerothermen Phase (1. - 10. Jahr) *Tetramorium caespitum* dominant, in der Übergangsphase (11. - 25. Jahr) traten keine Ameisen dominant auf, während in der Saprophagen-Phase (ab 25. Jahr) *Myrmica ruginodis* und *M. lobicornis* bestimmend wurden, die diese Rolle auch im alten Kiefernwald beibehielten. In der Anfangsphase der Agrarland-Aufforstungsfläche trat zu *Tetramorium caespitum* noch *Myrmica rugulosa* hinzu. Als nicht dominante aber ebenfalls charakteristische Arten dieser Phase kamen außerdem *Formica cunicularia*, *Lasius alienus* und *Lasius niger* (*L. platythorax*?) vor. Die Übergangsphase ist anfangs von *Lasius alienus*, später von *Myrmica ruginodis* geprägt, die Saprophagen-Phase (wie beim Kahlschlag) von *Myrmica ruginodis* und *M. lobicornis*. Ob ähnliche Verhältnisse auch in den hessischen Kiefernwäldern vorliegen, müssen künftige Studien zeigen. Unsere Untersuchungen im Naturwaldreservat Weiherkopf fallen insgesamt in die xerotherme Phase. Wie oben gezeigt wurde, treten aber auch in diesem Zeitraum deutliche Besiedlungsabfolgen auf. Da das Naturwaldreservat nicht so stark wärmegetönt war, wie das polnische Gebiet, fehlen hier die thermophilen Elemente wie *Lasius alienus* und *Tetramorium caespitum*. Außerdem muß berücksichtigt werden, dass unsere Untersuchungen die im Boden nistenden Arten nur ausnahmsweise bei der Nahrungssuche erfassten. Im Naturwaldreservat Neuhof (DOROW in Vorb.) kommt *Tetramorium caespitum* an besonnten Waldrandstrukturen vor. *Myrmica lobicornis* trat im Naturwaldreservat Schotten (DOROW 1999) als Pionier auf dem flächigen Windwurf der Vergleichsfläche auf.

BACH et al. (1999) untersuchten eine mit Fichten aufgeforstete und eine belassene Windwurffläche bei Lunz in Niederösterreich mit Bodenfallen, Boden-Fotoelektoren, Gelbschalen, semiquantitativen Kescherfängen und Aufsammlungen. Von den Hymenopteren erfassten sie

nur die Ameisen. Sechs Arten wurden mit den Bodenfallen nachgewiesen, wobei nur *Formica fusca* in der aufgeforsteten Fläche fehlte. Im Gegensatz zum Naturwaldreservat Weiherkopf traten dort die Gebirgsarten *Formica lemni* und *F. lugubris* auf. *Formica fusca*, *Lasius platythorax* und *Myrmica ruginodis* kamen als relativ euryöke (Wald-)arten in beiden Gebieten vor. Die nicht aufgeforstete Fläche besaß eine signifikant höhere Individuenzahl, die insbesondere auf *Formica lugubris* zurückzuführen ist. Da bei sozialen Insekten und insbesondere bei den hügelbauenden Ameisen mit sehr großen Kolonien die Nähe der Fallen zu Nestern oder Ameisenstraßen eine herausragende Rolle für die Fangzahlen spielt, sind quantitative Aussagen bei diesen Gruppen nur sehr bedingt aussagekräftig, wenn sie nicht auf Nestkartierungen beruhen. Die Konstanz (durchschnittliche Präsenz) der Arten in den Bodenfallen unterschied sich für *Camponotus herculeanus*, *Formica fusca* und *F. lugubris*: Während die erste in der aufgeforsteten Fläche steter vorkam, waren die beiden *Formica*-Arten in der nicht aufgeforsteten steter vertreten.

HAESLER (1972) untersuchte Bienen, Grab-, Weg- und Goldwespen eines Kahlschlags in Schleswig-Holstein, der zuvor mit Kiefern, Fichten, Lärchen und Buchen bepflanzt war, mit Farbschalen und Aufsammlungen. Eudominante Arten bei seinen Farbschalenfängen waren *Andrena bicolor* und *Mellinus arvensis*, dominante *Trypoxylon figulus*, *Lasioglossum rufitarse* (*Halictus rufitarsis* auct.) und *Trichrysis cyanea* (*Chrysis c.* auct.). Nur die beiden letzteren Arten traten auch in den Fallen im Naturwaldreservat Weiherkopf auf, allerdings wurden sie in einer Falle gefangen, bei der der Fallendeckel herabgeweht worden war und die daher vermutlich wie eine Farbschale wirkte. Die Besiedlung morschen Holzes kann somit nicht aus den Funddaten abgeleitet werden. *Lasioglossum rufitarse* war auch im Naturwaldreservat Schotten die häufigste solitäre Stechimme und die fünfthäufigste Art insgesamt (DOROW 1999). Die erdnistende Art besiedelte in Schleswig-Holstein in großer Zahl die Wurzelsteller umgestürzter Bäume. Da sich die vorliegende Untersuchung auf das Totholz als Lebensraum spezialisierte, wurden derartige Strukturen nicht untersucht.

OTTE (1989a+b) untersuchte im Bayerischen Wald unter den Stechimmen die Faltenwespen (Vespidae), Grabwespen (Sphecidae) und Hummeln (Apidae: *Bombus*) auf einem belassenen Windwurf (ehemaliger Dornfarn-Buchenwald) und einem geräumten (ehemaliger Fichten-Auwald) sowie in einem „Überführungswald“ (Dornfarn-Tannen-Buchenwald) und einem Urwald (Eschen-Ahorn-Wald). Er verwendete Bodenfallen, Boden-Fotoeektoren, Fensterfallen und Ektoren an liegenden Fichtenstämmen. KUHLMANN (1999) weist darauf hin, daß OTTE viele Arten falsch bestimmte und gibt für die beiden Windwurfflächen eine überarbeitete Artenliste (Fensterfallenfänge außer Vespiden und *Bombus*, KUHLMANN, pers. Mitt.). KUHLMANN (1999) untersuchte insgesamt die Stechimmenfauna (außer Platt-, Widderkopf-, Zikadenwespen und Ameisen) von vier Windwürfen (einschließlich der beiden von OTTE (1989a+b) analysierten Flächen) in 760 - 1150 m Höhe im Bayerischen Wald mit Malaisfallen. Da OTTE (1989a+b) seine Ergebnisse nicht nach Fallentypen getrennt auswertete, lassen sich die Ergebnisse nur sehr begrenzt mit denen im Naturwaldreservat Weiherkopf vergleichen. Erwartungsgemäß wurden aufgrund der anderen Fangmethodik durch KUHLMANN mehr Blütenbesucher sowie im Boden nistende Arten (z. B. der Bienengattungen *Andrena* und *Bombus*) gefangen. Das Pompilidenspektrum bestand aus völlig anderen Arten. Die Ähnlichkeit der Stechimmen-Fallenfänge (ohne Ameisen) beträgt 25,7 % (Soerensen-Quotient). Gemeinsam in beiden Gebieten kamen aber nicht nur häufige Arten wie *Trichrysis cyanea*, *Dolichovespula saxonica*, *Vespula vulgaris*, *Osmia bicornis*, *Crossocerus varus*, *Ectemnius borealis* und *E. dives* vor und nicht seltene wie *Ancistrocerus parietinus* und *A. trifasciatus*, sondern auch seltene Arten wie *Dolichovespula adulterina*, *Osmia parietina*, *Megachile lapponica* und *Lasioglossum rufitarse* (letztere nur von OTTE nachgewiesen).

Totholz

Die Holzbesiedler unterteile ich im Folgenden nach WESTRICH (1991) in Folgesiedler, die die Fraßgänge anderer Insekten zur Nestanlage nutzen, Zimmerer, die selbst Nester nagen, Bewohner größerer Hohlräume wie verlassene Spechthöhlen und in Arten, die hinter loser Rinde nisten sowie in Brutparasiten von Holznistern.

Insgesamt weisen 44 der 84 gefundenen Stechimmenarten eine Totholzbindung auf, weitere drei Arten leben an Baumpilzen. 29 der 40 Arten aus den Fallenfängen waren Totholz- oder Baumpilzbesiedler (siehe Gesamtartenliste im Anhang).

Die drei Plattwespen (Bethyidae) parasitieren Käfer, die an Baumpilzen leben.

Auf der Basis von 85 Arten (heute nach DATHE et al. [2001] sind es 96 Arten) stellt BRECHTEL (1991) bei 29 Goldwespen-Spezies (34,1 %) eine Totholzbindung fest: Sie schmarotzen bei Totholz besiedelnden Stechimmen. Drei der vier gefundenen Arten gehören zu dieser Gruppe. Sie parasitieren Falten- (*Ancistrocerus*, *Symmorphus*) oder Grabwespen (*Trypoxylon*).

Die fünf einheimischen Keulenwespen (Sapygidae) parasitieren bei holzbesiedelnden Bienen der Gattungen *Heriades*, *Osmia* und *Xylocopa*. Die gefundene Art *Monosapyga clavicornis* parasitiert die Scherenbiene *Osmia florissomnis* und andere Vertreter dieser Gattung.

BUSCHINGER (1991) analysiert die einheimische Ameisenfauna (auf dem Stand von 82 der heute 111 Arten [DATHE et al. 2001]). Er unterscheidet 31 Arten mit fehlender oder geringer Totholzbindung (37,8 %), 24 mit mittlerer (29,3 %) und 27 (32,9 %) mit hoher. *Lasius brunneus* stuft ich von mittlerer auf hohe Totholzbindung hoch, da es sich bei den Nestern unter Steinen oder in der Laubstreu um temporäre Sommerester handelt (SEIFERT 1996: 294).

Im Naturwaldreservat Weiherkopf setzte sich die Ameisenbiozönose aus fünf Arten mit hoher (33,3 %), sieben mit mittlerer (46,7 %) und drei mit fehlender bis geringer Totholzbindung (20,0 %) zusammen. Erwartungsgemäß liegt der Anteil der Arten ohne oder mit sehr schwacher Totholzbindung deutlich unter dem Bundesdurchschnitt, auffällig ist jedoch, daß der Anteil mit hoher Bindung nur den Durchschnittswert erreicht.

Alle nicht parasitisch lebenden sozialen Faltenwespen nutzen abgenagtes Totholz zur Herstellung des sogenannten Wespenpapiers, aus dem sie ihre Nester fertigen. Dieses Verhalten allein wurde aber hier nicht als Totholzbindung klassifiziert. Fünf der neun gefangenen Faltenwespen-Arten - alle solitären Spezies und die Hornisse - zeigen eine deutliche Totholzbindung. Die Hornisse nistet in Baumhöhlen und ernährt sich unter anderem von Baumsäften. Die übrigen Arten, die zu den Gattungen *Ancistrocerus* und *Symmorphus* zählen, legen ihre Nester in überirdischen Hohlräumen an. Somit dürften für die Totholz besiedelnden Arten Fraßgänge die wichtigsten Nistorte sein.

Nach BRECHTEL (1991) zeigen zwölf der 100 einheimischen Wegwespenarten eine Totholzbindung. Unter den fünf im Gebiet gefundenen Spezies gehören *Agenoideus cinctellus* und *Dipogon variegatus* zu dieser Gruppe. Beide nutzen Spalten im Holz zur Anlage ihrer Nester. Während OEHLKE & WOLF (1987: 341) für *Dipogon variegatus* Risse und Fugen in Mauern, Felsen und Holzwänden als Nistorte angeben, soll die Art nach SCHMID-EGGER & WOLF (1992: 341) "nie an Totholz" gefunden werden. Die Untersuchungen im Naturwaldreservat Weiherkopf zeigen, dass dies - zumindest in dieser Ausschließlichkeit - nicht zutrifft.

Auf der Basis von 225 Arten (heute nach DATHE et al. [2001] sind es 247 Arten) stellt BRECHTEL (1991) bei 92 Spezies (40,9 %) eine Totholzbindung fest. Es gibt Fraßgangbewohner und Morschholzbesiedler. Zwölf der 17 gefundenen Grabwespenarten zeigen eine Totholzbindung. Drei Arten sind Folgesiedler, weitere drei Folgesiedler oder Zimmerer, vier Arten sind ausschließlich Zimmerer, bei zweien ist die Nistweise nicht genau bekannt.

WESTRICH (1991) diskutiert die totholzbewohnenden einheimischen Bienenarten. Auf der Basis von 508 Spezies (heute nach DATHE et al. [2001] sind es 550 Arten) stellt er bei 54 (10,6 %) eine Totholzbindung fest (inklusive Brutparasiten von Holznistern). Die einzelnen Gruppen nehmen folgende Anteile ein: Folgesiedler: 35 Arten = 64,8 %, Zimmerer: 4 Arten = 7,4 % (wobei *Megachile willughbiella* auch Folgesiedlerin sein kann), Bewohner größerer Hohlräume: 3 Arten = 5,6 %, Rindennister: nur *Osmia uncinata* und Brutparasiten von Holznistern: 9 Arten = 16,7 %. Für *Osmia pilicornis* ist die genaue Nistweise noch unbekannt.

Im Naturwaldreservat Weiherkopf wurden 29 Bienenarten gefunden, darunter sechs Folgenister ein Zimmerer und zwei Bewohner größerer Hohlräume (siehe Gesamtartenliste im Anhang); Brutparasiten von Holznistern fehlten. Des weiteren traten 14 Arten ohne Totholzbindung und sechs Brutparasiten letzterer Gruppe auf. Die Holzbesiedler machen einen Anteil von 31,0 % aus, bei den Fallenfängen standen vier Totholzbesiedlern zwei Arten ohne Totholzbindung gegenüber. Diese Ergebnisse zeigen, daß erwartungsgemäß überdurchschnittlich viele totholzbesiedelnde Bienen im belassenen Windwurf vorkamen, dass aber Stammelekturen für diese meist nicht in großen Abundanzen auftretende Gruppe keine geeignete Methode für den repräsentativen Nachweis des Artenspektrums darstellen.

Literatur

- ACHTERBERG, C. VAN 1999. *The West Palaearctic species of the subfamily Paxylommatinae (Hymenoptera: Ichneumonidae)*, with special reference to the genus *Hybrizon* FALLÉN. Zoologische Mededelingen Leiden 73: 11-26.
- BACH, H., HAUMER, A., KAUER, M., KIRCH, S., KOUBEK, P., MAYERHOFER, G., SEGA, K. & WIESNER, J. 1999. Terrestrisch-ökologischer Vergleich einer aufgeforsteten und einer nicht aufgeforsteten Windwurflläche in Lunz/See. Jahresbericht 1995-1998 biologische Station Lunz 16: 183-212.
- BAUSCHMANN, G., BRETZ, D., BUSCHINGER, A. & DOROW, W. H. O. 1996. Rote Liste der Ameisen Hessens. Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz.: 1-31.
- BLÖSCH, M. 2000. Die Grabwespen Deutschlands. Lebensweise, Verhalten, Verbreitung. Kelttern: Goecke & Evers. 480 S.
- BRECHTEL, F. 1991. Zur Lebensweise und Bestandssituation holzbewohnender Wespenarten in Mitteleuropa und Konsequenzen für den Naturschutz. Naturschutzzentrum Nordrhein-Westfalen - Seminarberichte 4(10): 26-31.
- BRIAN, M. V. & BRIAN, A. D. 1951. Insolation and ant population in the West of Scotland. Transactions of the Royal Entomological Society of London 102: 303-330.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1998. Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 450 S.
- BUSCHINGER, A. 1991. Lebensweise, Bestandssituation und Konsequenzen für den Schutz holzbewohnender Ameisen in Mitteleuropa. Naturschutzzentrum Nordrhein-Westfalen - Seminarberichte 4(10): 36-38.
- DATHE, H., TAEGER, A. & BLANK, S. M. 2001. Verzeichnis der Hautflügler Deutschlands. (= Entomofauna Germanica Band 4). Entomologische Nachrichten und Berichte Beiheft 7: 1-178.

- DOROW, W. H. O. 1999. Hymenoptera: Aculeata (Stechimmen). In: FLECHTNER, G., DOROW, W. H. O. & KOPELKE, J.-P. (Hrsg.): Naturwaldreservate in Hessen No. 5/2.1 Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen 1990-1992. 746 S. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 32: 461-656.
- DOROW, W. H. O. in Vorb. Hymenoptera: Aculeata (Stechimmen). In: DOROW, W. H. O., FLECHTNER, G. & KOPELKE, J.-P. Naturwaldreservate in Hessen 6/2. Naturwaldreservat Schönbuche. Zoologische Untersuchungen 1990-1992. Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Wiesbaden & Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt am Main. Hessische Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie. Ergebnis- und Forschungsbericht No. 28 + 29.
- DRESSLER, A. 1997. Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea) der Gemarkung Darmstadt- Eberstadt und angrenzender Sandgebiete 1. Nachtrag. Hessische Faunistische Briefe 16(2): 29-32.
- LOHSE, G. A. 1967. 65. Fam. Cidae. In: FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. 1964-1983. Die Käfer Mitteleuropas Band 7: 310 S. Krefeld: Goecke & Evers. S. 280-295.
- GARTNER, I. 1997. Vergleich der Ameisenfauna (Hymenoptera, Formicidae) von ausgeräumten und naturbelassenen Windwurfllächen des Nationalparks Bayerischer Wald. Ameisenschutz aktuell 11(2): 37-51.
- GLACER, D. 1995. Zooökologische Untersuchungen im Rahmen des LPB für eine Straße in der Eifel. Straße Landschaft Umwelt 6: 87-237.
- GORDH, G. & MOCZAR, L. 1990. A catalog of the world Bethyilidae (Hymenoptera: Aculeata). Memoirs of the American Entomological Institute 46: 364 S.
- GOULET, H. & HUBER, J. T. 1993. Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Ottawa: Centre for land and biological resources research, (Research branch. Agriculture Canada. Publication 1894/E). 668 S.
- HAESELER, V. 1972. Anthropogene Biotope (Kahlschlag, Kiesgrube, Stadtgärten) als Refugien für Insekten, untersucht am Beispiel der Hymenoptera Aculeata. Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere 99: 133-212.
- KRAUS, M. 1997. Beitrag zur aktuellen Verbreitung von *Megachile lapponica* THOMSON 1872 in Bayern mit einer Verbreitungskarte und 2 Bildern. Galathea 13(1): 35-43.
- KUHLMANN, M. 1999. Besiedlung von Windwürfen und abgestorbenen Waldflächen im Nationalpark Bayerischer Wald durch Wollbienen und aculeate Wespen (Hymenoptera Aculeata). Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg 1998: 65-94.
- KUNZ, P. X. 1994. Die Goldwespen (Chrysididae) Baden-Württembergs. Taxonomie, Bestimmung, Verbreitung, Kartierung und Ökologie. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 77: 1-188.
- OEHLKE, J. & WOLF, H. 1987. Beiträge zur Insekten-Fauna der DDR: Hymenoptera - Pompilidae. Beiträge zur Entomologie Berlin 37(2): 279-390.
- OTTE, J. 1989a. Ökologische Untersuchungen zur Bedeutung von Windwurfllächen für die Insektenfauna (Teil I). Waldhygiene 17: 193-247.
- OTTE, J. 1989b. Ökologische Untersuchungen zur Bedeutung von Windwurfllächen für die Insektenfauna (Teil II). Waldhygiene 18: 1-36.
- SCHMID-EGGER, C., RISCH, S. & NIEHUIS, O. 1995. Die Wildbienen und Wespen in Rheinland-Pfalz (Hymenoptera, Aculeata). Verbreitung, Ökologie und Gefährdungssituation. Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz Beiheft 16: 296 S.
- SCHMID-EGGER, C. & WOLF, H. 1992. Die Wegwespen Baden-Württembergs (Hymenoptera, Pompilidae). Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 67: 267-370.
- SCHWARZ, M. 1998. Revision der westpaläarktischen Arten der Gattung *Gelis* THUNBERG mit apteren Weibchen und *Thaumatogelis* SCHMIEDEKNECHT (Hymenoptera, Ichneumonidae). Teil 2. Linzer biologische Beiträge 30(2): 629-704.
- SEIFERT, B. 1994. Die freilebenden Ameisenarten Deutschlands (Hymenoptera: Formicidae) und Angaben zu deren Taxonomie und Verbreitung. Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz 67(3): 1-44.
- SEIFERT, B. 1996. Ameisen beobachten, bestimmen. Augsburg: Naturbuch Verlag. 352 S.

- SHENEFELT, R. D. 1970. Braconidae 2 Heliconinae, Calyptinae, Mimagathidinae, Triaspidinae. Hymenopterorum Catalogus (nova editio) pars 5: 177-306.
- SÖNTGEN, M. 1983. Strukturökologische Untersuchungen zur Ameisenfauna (Hymenoptera, Formicidae) des Nationalparks Bayerischer Wald. Bonn: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität (Diplomarbeit). 131 S.
- SZUJECKI, A., SZYSZKO, J., MAZUR, S. & PERLINSKI, S. 1977. Changes in the structure of macrofauna communities of afforested arable land. Ecological Bulletins (Stockholm) 25: 580-584.
- SZUJECKI, A., SZYSZKO, J., MAZUR, S. & PERLINSKI, S. 1978. A succession of the ants (Formicidae) on afforested arable land and forest soils. Memorabilia Zoologica 29: 183-189.
- THEOBALD-LEY, S. & HORSTMANN, K. 1990. Die Ameisenfauna (Hymenoptera, Formicidae) von Windwurfllächen und angrenzenden Waldhabitaten im Nationalpark Bayerischer Wald. Waldhygiene 18: 93-118.
- THEUNERT, R. 1998. Die holzbesiedelnden Solitärstechimmen (Insecta: Hymenoptera) im geplanten "Nationalpark Nördlicher Kellerwald". Verhandlungen Westdeutscher Entomologentag 1997: 105-110.
- WESTRICH, P. 1990 (2., verbesserte Auflage). Die Wildbienen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil: Lebensräume, Verhalten, Ökologie und Schutz. S. 1-432. Band 2: Spezieller Teil: Die Gattungen und Arten. S. 433-972. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. 972 S.
- WESTRICH, P. 1991. Wildbienen als Bewohner von Totholz. Naturschutzzentrum Nordrhein-Westfalen - Seminarberichte 4(10): 32-35.

ZUSAMMENFASSUNG

- Über einen Zeitraum von 9 Jahren wurden mit 6 Stammeklektoren insgesamt 419.266 Tiere gefangen.
- Es wurden 821 Arten aus 29 Tierordnungen determiniert (siehe Gesamtartenliste im Anhang)
- Unter den Schlupfwespen (Ichneumonidae) und den Plattwespen (Bethyidae) konnten je eine Art neu für die Wissenschaft gefunden werden.
- Die Brackwespenart (Braconidae) *Blacometeorus brevicauda* konnte neu für Deutschland nachgewiesen werden.
- 10 weitere Arten sind neu für Hessen (Hymenoptera: 3, Lepidoptera: 3, Psocoptera: 2, Coleoptera: 2)
- 43 Arten sind auf der Roten Liste Deutschlands verzeichnet (Coleoptera: 24, Hymenoptera: 8, Aves: 5, Reptilia: 2, Mollusca: 1, Araneae: 1, Thysanoptera: 1, Lepidoptera: 1), darüber hinaus gelten je eine Heteropteren- und Hymenopterenart in Hessen als gefährdet.
- Die meisten Individuen gehörten zu den Käfern, der Mikrofauna (Milben und Springschwänze), den Zweiflüglern und den Hautflüglern.
- Die Jahresfänge an den einzelnen Bäumen differierten um das 22fache.
- Eine durchgehende Sukzessionsabfolge wurde nicht festgestellt, die Einzelbäume sind Individuen, die recht unterschiedliche Entwicklungsabläufe und Besiedlungsgeschichten haben können. Allgemeine Trends sind aber vorhanden:
 - geringe Fangzahlen im ersten Untersuchungsjahr
 - explosionsartig erhöhte Fangzahlen im zweiten Untersuchungsjahr (fast das 9fache), die auch im 3. anhalten und auf der Vermehrung der Borkenkäfer basieren
 - mittlere relativ gleichbleibende Fangzahlen in den folgenden Jahren, spätestens ab dem 5. Jahr
 - nach Ende der Käferphase können Ameisen die Fraßgänge besiedeln und bei der Nestanlage weiteres umfangreiches Holzmaterial ausnagen (Ameisenphase)

- je weiter die Stämme durch Holzfresser und Holznager zersetzt werden, desto mehr nimmt der Anteil der Mikrofauna und der Dipteren zu.
- Bei allen untersuchten großen Tiergruppen machten nur einzelne bis wenige Arten das Gros der Individuen aus. Bei den Hymenopteren ist dies die Ameise *Lasius platythorax*, bei den Wanzen *Xylocoris cursitans*.

DANK

Wir danken der hessischen Landesregierung sehr herzlich, dass sie entgegen dem Zeitgeist - den lang andauernden Abläufen in der Natur gerecht werdend - langfristige ökologische Untersuchungen ermöglicht. Ohne die Mitarbeit zahlreicher studentischer Hilfskräfte, Zivildienstleistender und ABM-Kräfte wäre die Durchführung des Projektes nicht möglich gewesen. Wir danken hierfür unserer ABM-Kraft Frau BEATE LÖB, unseren wissenschaftlichen Hilfskräften JENS AMENDT, MONIKA ANTON, PABLO BELTRAN, KARIN BERGMANN, MANUEL CONRADI, JULIANA DENSCHLAG, JÖRG DREWS, ALEXANDRA GERSTING, HEIKO GOETZ, CORINNA HERTWIG, THOMAS HERTWIG, ANNA-ELISABETH HOF, THOMAS HOLLE, CHRISTIANE KIRCHER, RÜDIGER KLEIN, ROMAN KRETTEK, CHRISTINE LEIST, CAROLINE LIEFKE, ACHIM MOOG, MARCUS NÜRNBERGER, ANDREAS PETERS, MARKUS PROFT, GABI RIEDEL, CHRISTINA ROHSIUS, JÖRG ROMEIS, ANGELA SCHELLERICH, CAROLINE SCHNEIDER, MATTHIAS SCHÖLLER, ROMAN SPIEGLER, STEPHANIE THEILE, CLAUDIA URBAN, SUSANNE WEIßBECKER, IRITH WILLE, PETER ZANGER, UDO ZEITLER und unseren Zivildienstleistenden JUSTUS BENDER, MAX BIMBÖSE, ANDREAS DECHER, JENS GOLIASCH, SVEN KRÄUTER, BORIS MOGWITZ, CHRISTIAN PETER, WILL LEE PHILLIPS, ALEXANDER SCHÄRF, KLAUS SCHOTT, ROMAN STIEBING, BERND STIER, ALF STRAUB, MARTIN THEIB und ACHIM WERCKENTHIN. Nicht zuletzt sei unseren Gutachtern für die Standard-Tiergruppen herzlich gedankt: HELMUT KOLBECK, Landshut (Lepidoptera - Schmetterlinge), ANDREAS MALTEN, Dreieich (Araneae - Spinnen, Opiliones - Weberknechte) und JÖRG RÖMBKE, Mörfelden (Lumbricidae - Regenwürmer). Ein besonderer Dank gilt unseren ehrenamtlichen Mitarbeitern, die es ermöglichten, über die standardmäßig in den Naturwaldreservaten erfassten Tiergruppen hinaus weitere interessante Elemente der Fauna zu analysieren: JEAN-PAUL AESCHLIMANN (Montpellier/Frankreich; Ichneumonidae: Metopiinae - Schlupfwespen), ANDREAS ALLSPACH, FIS (Isopoda - Asseln), WERNER BARKEMEYER, Flensburg (ausgewählte Diptera: Brachycera - Fliegen), DANIEL BURCKHARDT, Genf (Psyllina - Blattflöhe), WILHELM HOHORST, Frankfurt am Main (Mollusca - Weichtiere), KONRAD KLEMMER, FIS (Amphibia - Lurche, Reptilia - Kriechtiere), JENS-PETER KOPELKE, FIS (Hymenoptera: Symphyta - Blattwespen), GUNTHER KÖHLER, FIS (Amphibia - Lurche, Reptilia - Kriechtiere), JEROEN DE ROND, Lelystad/Niederlande (Bethyridae - Plattwespen), NICO SCHNEIDER, Luxembourg (Psocoptera - Rindenläuse), MARTIN SCHWARZ, Kirchschlag/Österreich (Ichneumonidae: Geliniae - Schlupfwespen). WOLFGANG TOBIAS, FIS (Trichoptera - Köcherfliegen), RICHARD ZUR STRASSEN, FIS (Thysanoptera - Fransenflügler). Frau MARIANNE DEMUTH-BIRKERT, Waldrode danken wir für die Übersendung ihrer Kleinsäuger-Artenliste, Herrn Revierförster GERWIN GÜNTER, Schlüchtern und den Herren JÜRGEN WILLIG und WALTER KEITEL, Gießen (Hessen-Forst) für die Mitteilung zahlreicher Wirbeltierbeobachtungen. Für die Überprüfung einzelner Belegtiere danken wir den Herren KEES VAN ACHTERBERG, Leiden/Niederlande (Braconidae), ERNST HEISS, Innsbruck (Aradus), KLAUS HORSTMANN, Würzburg (Bestätigung von *Hybridon buccatus*) und REINHARD REMANE, Marburg (Heteroptera) sehr herzlich.

LEPIDOPTERA - SCHMETTERLINGE

Helmut Kolbeck, Landshut

Methode

Es wurden nur Fallenfänge aus geschlossenen Stammeklektoren an liegenden Buchen ausgewertet (siehe Kapitel Tierordnungen). Bei der Hauptmasse des Materials war die Bestimmung nach der Färbung (Oecophoridae u. a.) oder nach den äußerlich erkennbaren Genitalstrukturen (Tineidae, Oecophoridae u. a.) möglich. In wenigen Fällen wurde der Hinterleib abgetrennt und mazeriert, damit die Genitalstrukturen klar und deutlich sichtbar und so die Bestimmung durchzuführen war. Bei drei Individuen wurden Dauerpräparate angefertigt. Proben, die nur Larven enthielten, wurden nicht berücksichtigt.

Gilden

Im Artenspektrum sind drei Gruppen zu erkennen, die aufgrund von Verhaltensweisen zu trennen sind: Gilde der Totholzarten, zufälliges Falterversteck sowie Verpuppungsort der Raupe. Die beiden letztgenannten Gruppen treten mehr oder weniger zufällig in den Fallen auf, dies ist auf undichte Stellen oder das Versetzen der Fallen zurückzuführen.

Die Gilde der Totholzarten ist differenzierter zu betrachten, da bei den Raupen xylobionte, fungivore, lichenophage Lebensweise mit Übergängen zu detritophager oder ceratophager Ernährung vorkommt.

Die Arten aus der Familie Oecophoridae (Faulholzmotten) leben und bohren in trockenem bis mäßig feuchten, weißfaulem Holz von Laubbäumen oder leben vom Detritus. Über die Notwendigkeit von Pilzhyphen im Substrat ist nichts bekannt; letztendlich ist noch nicht untersucht, ob die Raupen sich xylophag oder fungivor ernähren. Andere Arten aus der Familie Oecophoridae leben an welken oder dürren pflanzlichen Reststoffen; letztendlich stellt die xylophage Lebensweise eine Sonderform der detritophagen dar.

Die Tineidae (Echte Motten) lassen sich bei ca. 95 % der Arten klar in zwei Hauptgruppen trennen. Eine Gruppe lebt fungivor an und in verschiedenen Pilzarten und nutzt überwiegend große Konsolenpilze als Substrat. Die zweite Gruppe hat bei ceratophager Lebensweise tierische Substrate wie Haare, Horn und Federn in Form von Pelzen und Präparaten, Gewöllen, altem Aas oder Vogelnestern erschlossen. Die Weiterentwicklung erfolgte dann zum Vorratsschädling mit synanthroper Lebensweise. Die Arten der zweiten Gruppe können selten auch in die ursprünglichere Entwicklungsweise der ersten Gruppe zurückfallen. Die Nomenklatur richtet sich nach KARSHOLT & RAZOWSKI (1996).

Die Arten in Einzelbetrachtung

Nepticulidae – Zwergminiermotten

- *Stigmella luteella* (STAINTON, 1857)

Die Raupenentwicklung erfolgt in einer Gangmine in Birkenblättern, der Fund ist zufällig.

Familie Tineidae – Echte Motten

- *Morophaga choragella* (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)

Eine weit verbreitete Art, die in großen Konsolenpilzen wie *Fomes*, *Fomitopsis*, *Phellinus* oder *Piptoporus* zur Entwicklung kommt.

- *Triaxomera fulvimitrella* (SODOFFSKY, 1830)

Diese auffällige Art wird sehr selten gefunden. PETERSEN (1969) nennt *Piptoporus betulinus* oder *Inonotus radiatus* als Substrat.

- *Triaxomera parasitella* (HÜBNER, 1796)

Eine verbreitete, aber nicht häufige Art, die in Konsolenpilzen wie *Fomes* oder *Inonotus* oder aber auch in flächigem Pilzmycel unter leichtablösbarer Rinde als Raupe lebt.

- *Nemaxera betulinella* (PAYCULL, 1785)

Verbreitet, aber lokal und nicht häufig; als sicher bestimmtes Pilzsubstrat wird *Piptoporus betulinus* genannt (PETERSEN, 1969). Als weiteres Substrat dient faules Holz von Erle und Birke, das mit Pilzmycel durchsetzt ist.

- *Nemapogon granella* (LINNAEUS, 1758)

Freilandfunde dieser überwiegend als Vorratsschädling bekannten Art sind selten. Im Freiland werden primär verschiedene holzzeretzende Pilze mit kleinen Fruchtkörpern wie Trameten, verschiedene Porlinge und Knäulinge besiedelt. Häufiger, aber in den letzten zwei Jahrzehnten wiederum seltener werdend, wird die Art in Gebäuden an einer Vielzahl von pflanzlichen Vorratsstoffen gefunden.

- *Nemapogon cloacella* (HAWORTH, 1828)

Eine weit verbreitete Art, die sich in den Fruchtkörpern verschiedener holzzeretzender Pilze entwickelt. Dabei werden Arten mit kleinen Fruchtkörpern wie Trameten, verschiedene Porlinge u. a. aber auch große Konsolenpilze wie *Fomes* oder *Phellinus* besiedelt. Sekundär als Vorratsschädling nicht so häufig wie die vorherige Art.

- *Nemapogon wolffiella* (KARSHOLT & NIELSEN, 1976)

Die Art wird üblicherweise lokal und selten gefunden, für Hessen war die Art bisher noch nicht gemeldet (GAEDIKE & HEINICKE, 1999). Angaben zur Biologie sind nicht bekannt, die Art dürfte aber in verpilztem Holz oder in Fruchtkörpern zur Entwicklung kommen.

- *Tineola bisseliella* (HUMMEL, 1823)

Die Kleidermotte wird normalerweise verbreitet in Gebäuden gefunden, wo sie an Wollstoffen und anderen Substraten aus Haaren und Horn schädlich wird. Primär findet die Entwicklung in Vogel- und Hymenopterennestern statt.

- *Niditinea striolella* (MATSUMURA, 1931)

Ebenfalls eine nidicole Art, die fast ausschließlich in Wäldern gefunden wird. Die Art wurde aus den Nestern von Dohle, Gartenrotschwanz aber auch Hornisse gezogen (PETERSEN, 1969). In Altbeständen mit einem guten Bestand an höhlenbrütenden Vögeln meist regelmäßig vorkommend. Die Art wird aber selten nachgewiesen, da sich der Falter bei der Standardmethode Lichtfang ähnlich wie bestimmte Köcherfliegen-Arten ständig in Bewegung befindet.

Bucculatricidae – Zwergwickler

- *Bucculatrix thoracella* (THUNBERG, 1794)

Die Art entwickelt sich an Buche oder Eiche in zwei Generationen. Die gattungstypischen Kokons werden in Rindenritzen angelegt. Der Nachweis in den Fallen ist zufallsbedingt.

Familie Oecophoridae – Faulholzmotten

- *Endrosia sarcitrella* (LINNAEUS, 1758)

Eine Art, die überwiegend im Siedlungsbereich oder in Häusern gefunden wird. Die Lebensweise ist detritophag, selten auch an Vorräten schädlich. Nachweise im Freiland sind selten.

- *Borkhausenia minutella* (LINNAEUS, 1758)

Die Raupe lebt als Detritusfresser an warmtrockenen Stellen im Freiland als auch im Siedlungsbereich; in Lagerhäusern oder Bauernhöfen an pflanzlichen Reststoffen wie Heublumensaat u. ä.

- *Crassa unitella* (HÜBNER, 1796)

Eine in Laub- und Laubmischwäldern verbreitete Art. Die Raupe entwickelt sich im Totholz hinter abstehender Rinde an verschiedenen Laubbäumen, zitiert werden Ulme, Eiche, Apfel und Robinie aber auch Laub und Moos (PALM, 1989). Aufgrund der vorliegenden Untersuchung ist Buche mit in das Substratspektrum aufzunehmen.

- *Oecophora bractella* (LINNAEUS, 1758)

Die Art ist in Laubwäldern verbreitet, als Substrat wird Totholz von verschiedenen Laubhölzern – seltener auch Nadelhölzern – genutzt. Die Raupen entwickeln sich im stehenden Totholz in Bohrgängen, meist hinter leicht ablösbarer Rinde, im relativ trockenen Holz. Liegendes Totholz wird kaum besiedelt, da es zu feucht ist.

- *Harpella forficella* (SCOPOLI, 1763)

Ökologie wie vorige Art. Der Befall ist auch an den Kotresten, die in einem lockeren Gespinnst eingewoben sind, erkennbar, da es die größte Art der Familie Oecophoridae ist, und somit Unterschiede zu den Kotgespinnsten der kleineren Arten vorhanden sind.

Momphidae

- *Mompha sturnipennella* (TREITSCHKE, 1833)

Die Art entwickelt sich an Weidenröschen. Der Falter überwintert und sucht dazu Verstecke auf wie Rindenritze von Kiefer oder Lärche u. ä. Die Funde sind als zufällig zu werten.

Tortricidae – Wickler

- *Tortrix viridana* (LINNAEUS, 1758)

Der Eichenwickler kommt in warmtrockenen Eichenbeständen immer wieder zur Massenentwicklung. Der Einzelfund ist zufällig.

Pyralidae – Zünsler

- *Pyralis farinalis* (LINNAEUS, 1758)

Der Mehlzünsler ist als Vorratsschädling oder zumindest als synanthrope Art bekannt. Die Fundhäufigkeit ist früher größer gewesen, da andere Produktionsbedingungen in Mühlen und Lagerhäusern mehr Entwicklungsmöglichkeiten boten. Die Art kann auch auf pflanzliche Reststoffe wie Stroh oder altes Heu ausweichen und wird somit auch sporadisch im Freiland gefunden.

- *Scoparia basistrigalis* (KNAGGS, 1866)

In der Unterfamilie der Scopariinae sind Arten vereint, die als Larvalsubstrat ausschließlich oder überwiegend Moose nutzen. *S. basistrigalis* ist eine Waldart und bevorzugt Orte mit höherer Luftfeuchtigkeit, die Raupe lebt in Gespinströhren in flächigen Moosüberzügen auf alten Stöcken oder Stammanläufen. Aufgrund der Probenzusammensetzung ist zu vermuten, daß die Falter ein Versteck aufgesucht haben.

- *Scoparia pyralella* (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)

Es wird vermutet, daß neben Moosen auch Graswurzeln oder unterste Halmpartien gefressen werden. Die Art ist wärmeliebend, sie erreicht in südexponierten Lagen mit Trockenrasen und Gebüsch oft hohe Abundanzen. Aufgrund der Probenzusammensetzung ist der Falterfund als zufällig zu werten.

Nymphalidae – Eckenfalter, Edelfalter, Augenfalter

- *Polygonia c-album* (LINNAEUS, 1758)

Der C-Falter überwintert als Imago. Der Falter dürfte ein Überwinterungsversteck gesucht haben. Die Raupe entwickelt sich oligophag an Brennnessel, Salweide, Ulme, Hasel, Johannisbeere u. a.

- *Pararge aegeria* (LINNAEUS, 1758)

Das Waldbrettspiel lebt in lichten Wäldern, in geschlossenen Wäldern werden nur die Lichtpunkte am Boden besiedelt. Die Raupe frisst an Gräsern. Zufallsfund

Geometridae – Spanner

- *Hypomecis roboraria* (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)

Diese große Baumspanner-Art lebt oligophag an Eiche und anderen Laubhölzern. Aufgrund der Probenzusammensetzung ist zu unterstellen, dass die Falter ein Versteck aufgesucht haben.

- *Eupithecia subfuscata* (HAWORTH, 1809)

Eine häufige und verbreitete Art der Blütenspanner-Gattung *Eupithecia*; die Raupe lebt oligophag an verschiedenen Laubgehölzen. Zufallsfund.

Noctuidae – Eulenfalter

- *Hypena proboscidalis* (LINNAEUS, 1758)

Eine häufige Art, deren Raupe an Brennessel frisst. Zufallsfunde

- *Parascotia fuliginaria* (LINNAEUS, 1761)

Die Art wird ziemlich spärlich gefunden, die Raupe ernährt sich von Flechten, Pilzmycel oder resupinaten Fruchtkörpern an feuchten Stellen, meist an stark vermodertem Holz.

- *Agrochola circellaris* (HUFNAGEL, 1766)

Eine Art aus der Gruppe der Herbsteulen; die Raupen leben im Frühjahr anfangs in Laubholzknospen, später an krautigen Pflanzen nahe der Bodenoberfläche. Zufallsfund

- *Eupsilia transversa* (HUFNAGEL, 1766)

Die Falter dieser Art überwintern. Die Funde können mit diesem Verhalten oder aber auch nur mit Verstecksuche nach nächtlicher Aktivität in Zusammenhang stehen. Die Raupen leben oligophag an Laubhölzern. Zufallsfund

- *Conistra vaccinii* (LINNAEUS, 1761)

Die Falter dieser Art überwintern. Die Funde können mit diesem Verhalten oder aber auch nur mit Verstecksuche nach nächtlicher Aktivität in Zusammenhang stehen. Die Raupen leben polyphag anfangs an Laubhölzern, später an krautigen Pflanzen der Bodenvegetation. Zufallsfund

- *Apamea monoglypha* (HUFNAGEL, 1766)

Eine häufige und weit verbreitete Art, deren Raupen sich an Graswurzeln entwickeln. Zufallsfund

- *Mesapamea secalis* (LINNAEUS, 1758)

Die Art entwickelt sich in Grashalmen und Graswurzeln, wobei die Raupe überwintert. Die Arten der Gattung *Mesapamea* müssen grundsätzlich durch Genitaluntersuchung bestimmt werden. Zufallsfunde

- *Mesapamea didyma* (ESPER, 1788)

Ökologie wie vorige Art

- *Agrotis exclamationis* (LINNAEUS, 1758)

ist mehr eine Art des Offenlandes. Die Raupen dieser Erdeulen-Art leben von Wurzeln oder Grundblättern der Bodenvegetation. Zufallsfund

Arctiidae – Bärenspinner

- *Eilema complana* (LINNAEUS, 1758)

Die Raupen dieser Flechtenbären-Art leben an Stein- und Erdflechten, aber auch an Flechten auf modernem Holz. Es ist schwierig zu interpretieren, ob es sich um einen Zufallsfund durch einen Falter auf Verstecksuche oder einen Fund nach Raupenentwicklung handelt.

Faunistische Bewertung

Nach GAEDIKE & HEINICKE (1999) ist der Durchforschungsstand bei den Kleinschmetterlingen im Bundesland Hessen als sehr unterschiedlich zu werten. Einige Familien wurden noch nie systematisch erfasst, bei anderen Familien gibt es überwiegend nur alte Nachweise, andere Familien sind aktuell bearbeitet. Der Erstfund von *Stigmella luteella* (STANTON, 1857) und *Bucculatrix thoracella* (THUNBERG, 1794) ist auf die fehlende Erfassung dieser Familien zurückzuführen. Die Familie Tineidae ist früher gut bearbeitet worden, für eine Reihe von Arten gibt es Meldungen, die vor 1980 liegen. Für *Morophaga choragella* (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775), *Triaxomera fulvimitrella* (SODOFFSKY, 1830), *T. parasitella* (HÜBNER, 1796), *Nemaxera betulinella* (PAYCULL, 1785), *Nemapogon granella* (LINNAEUS, 1758), *Tineola bisseliella* (HUMMEL, 1823) sowie *Niditinea striolella* (MATSUMURA, 1931) ergibt sich eine Aktualisierung der faunistischen Meldungen. Der Erstfund von *Nemapogon wolffiella* (KARSHOLT & NIELSEN, 1976) dürfte auf die große Seltenheit und die Ähnlichkeit der Arten in der Gattung *Nemapogon* zurückzuführen sein. Für *Mompha sturnipennella* (TREITSCHKE, 1833) ergibt sich ebenfalls eine neuere faunistische Meldung.

Unter den insgesamt 35 Arten wurden 16 phytophage, 8 xylophage bzw. fungivore, 3 detritivore und je 2 lichenophage, bryophage und nidicole Arten nachgewiesen, sowie solche, die Verstecke oder Verpuppungsorte suchten. 3 Schmetterlingsarten waren neu für die hessische Fauna.

Literatur

- GAEDIKE, R. & W. HEINICKE (Hrsg.) 1999. Verzeichnis der Schmetterlinge Deutschlands – Entomofauna Germanica Band 3. – Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft 5: 1-216.
- KARSHOLT, O. & J. RAZOWSKI (Hrsg.) 1996. The Lepidoptera of Europe – A distributional checklist. – Stenstrup: Apollo Books. 380 S.
- PALM, E. 1989. Nordeuropas Prydvinger (Lepidoptera: Oecophoridae) – med særligt henblik på den danske fauna. – Danmarks dyreliv Bind 4, Fauna Boger, Kopenhagen. 247 S.
- PETERSEN, G. 1969. Beiträge zur Insekten-Fauna der DDR: Lepidoptera – Tineidae. – Beiträge zur Entomologie 19(3/6): 311-388.
- SVENSSON, I. 1971. Scandinavian *Bucculatrix* Z. (Lep. Bucculatricidae). – Entomologica Scandinavica 2(2): 99-109.
- TOLL, S. 1964. Klucze do oznaczania owadów polski, Czesz XXVII, Motyle – Lepidoptera, Zesztyt 35, Oecophoridae. – Polski zwiasek entomologiczny, nr. 43 serii kluczy: 1-174.

Die Rolle der Käfer beim Abbau von Buchen-Totholz in der Sturmwurf- fläche des Naturwaldreservates Weiherskopf/Vogelsberg

Günter Flechtner, Frankfurt am Main

Einleitung

Die Naturwaldreservatforschung hat im letzten Jahrzehnt einen deutlichen Erkenntnisgewinn über den Artenbestand in unseren Wäldern gebracht und weitere Forschungen initiiert, insbesondere Untersuchungen über Totholzkäfer (KÖHLER 1996, 2000a, FLECHTNER et al. 2000). Bereits DERKSEN (1941) erforschte die Sukzession von geflügelten Insekten im Buchentotholz. Nach SCHIMITSCHEK (1952, 1953), ADELI (1960) und DAJOZ (1966) gab es verstärkt erst in den letzten Jahren weitere Projekte, die sich mit der Besiedlung von Buchentotholz beschäftigten (SCHMITT 1992, KLEINEVOSS et al. 1996, IRMLER et al. 1996, 1997, MENKE 2001). Fast alle Untersuchungen waren jedoch kurzfristig angelegt und nahezu ausschließlich auf Baumstubben und mehr oder weniger dickes Astholz bezogen. In Windwurfflächen wurden Forschungen weitgehend auf Fichtenflächen beschränkt (OTTE 1989, LÄSSIG 1995, BACH et al. 1999, FUNKE et al. 2001). Nach den Orkanschäden der jüngsten Vergangenheit interessierte man sich auch für Laubwälder (BENSE 2001). Langfristige Untersuchungen zur Sukzession von Käfern an liegenden Buchenstämmen in einer großen Windwurffläche, wie wir sie im Naturwaldreservat Weiherskopf (Forstamt Schlüchtern) durchführten, wurden anscheinend noch nie gemacht.

Material und Methoden

Von August 1991 bis August 2000 wurden sechs geschlossene Stammeklektoren von einem Meter Länge an freiliegenden Buchenstammabschnitten eingesetzt. Drei Eklektoren verblieben während der gesamten Untersuchungszeit an einem Stamm (Dauerstämme). Nach Ablauf eines Untersuchungsjahres wurden sie um etwa ihren Längsdurchmesser am Stamm versetzt, im folgenden Jahr wieder zurück an den ursprünglichen Platz. Dieser Wechsel fand bis zum Ende der Aufnahmen statt. Drei weitere Stämme wurden nur ein Jahr lang mit einem Eklektor bestückt, im jeweils darauffolgenden Jahr wurden drei neue Stämme beprobt. Am Ende des jeweiligen Untersuchungsjahres wurden diesen Stämmen Holzscheiben entnommen und vom Institut für Holzbiologie & Holzforschung in Göttingen auf ihre Zersetzung hin untersucht (siehe SCHÄFER, M. in diesem Band). Bis 1998 waren die Eklektoren ausschließlich an freiliegenden Stammteilen ohne jeden Bodenkontakt angebracht. Im Untersuchungsjahr 1998/99 war ein Stamm bereits so morsch, dass er völlig auf dem Boden auflag, 1999/2000 drei weitere (keine Dauerstämme betroffen). An diesen wurden geschlossene Eklektoren für aufliegende Stämme, wie sie von uns in Zusammenarbeit mit der Firma BEHRE entwickelt wurden, eingesetzt (siehe DOROW et al. 1992). Die Fallenleerungen erfolgten monatlich, in den Wintermonaten von November bis März fand nur eine Leerung statt. Der Durchmesser der beprobten Stämme lag zwischen ca. 35 – 55 Zentimeter, das gesamte besammelte Holzvolumen bei etwa fünf Festmetern. Weitere Informationen zu Material und Methoden enthält der Artikel von W.H.O. DOROW (in diesem Band). Aufsammlungen (Klopf-, Sieb- und Streifproben, sowie

reine Beobachtungen) wurden in der Windwurffläche nur gelegentlich während der Fallenleerungen oder nach diesen durchgeführt.

Die Bestimmung des Käfermaterials erfolgte mit Hilfe des Standardwerkes „Die Käfer Mitteleuropas“ (FREUDE, HARDE & LOHSE 1964-1983) sowie den dazu erschienenen Supplementbänden (LOHSE & LUCHT 1989, 1992, 1993 und LUCHT & KLAUSNITZER 1998). In Einzelfällen wurde weitergehende Spezialliteratur benutzt, eine Zusammenstellung wird demnächst in der Monographie über das Naturwaldreservat „Schönbuche“ erscheinen (FLECHTNER im Druck). Die Nomenklatur richtet sich nach dem „Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998) sowie einem dazu erschienenen Nachtrag (KÖHLER 2000b). Belegexemplare der Arten befinden sich in der Naturwaldreservatesammlung des Forschungsinstituts Senckenberg, die nicht präparierten Fänge werden als Alkoholsammlung aufbewahrt.

In der Definition von Totholzkäfern folge ich KÖHLER (2000a): „Als Totholzkäfer werden solche xylophagen Arten bezeichnet, die in ihrer Reproduktion obligatorisch auf verholzte Sproßteile von Bäumen und Sträuchern angewiesen sind. Ebenfalls als Totholzkäfer werden solche (nicht xylophagen) Arten bezeichnet, die in ihrer Reproduktion obligatorisch an verletzte, absterbende oder tote verholzte Sproßteile von Bäumen und Sträuchern oder hieran lebenden Organismen gebunden sind.“ Zur besseren Vergleichbarkeit, auch wenn in einzelnen Fällen die Einschätzung nicht geteilt wird, werden die Arten dem „Vorläufigen Verzeichnis der Totholzkäfer Deutschlands“ (KÖHLER 2000a) zugeordnet und deren ökologische Typisierung übernommen.

Ergebnisse und Diskussion

Artenzahlen

In Stammeklektoren an liegenden Buchenstämmen wurden 311 Käferarten gefangen. Mit Aufsammlungen wurden 155 Arten ermittelt, davon 97 exklusiv mit dieser Methodik. Somit liegen von der Windwurffläche Daten zu 408 Käferarten aus 67 Familien vor. Alle Arten werden in der Gesamtartenliste im Anhangsteil dieses Bandes mit Angaben zu ihrem Rote-Liste-Status, gesetzlichem Schutz, ihrer faunistischen Bedeutung, ihrer Bindung ans Totholz und zu ihren Häufigkeiten aufgeführt.

Faunistisch und für den Naturschutz bedeutsame Arten

Neufunde für Hessen

Corticarina latipennis - Latridiidae (Moderkäfer)

Aus Hessen unbekannt war der Moderkäfer *Corticarina latipennis*. Wir fingen je ein Weibchen am 11.5.93, am 13.7.94 und am 17.6.97 in Stammeklektoren, von absterbender, braunverfärbter Krautvegetation am Rand eines durch die Windwurffläche führenden Weges kasschierte ich drei Männchen am 16.9.93, ein weiteres am 7.10.93. Die Artidentität konnte gesichert werden durch Genitalpräparation der Männchen, sowie durch Vergleichsmaterial, das dankenswerterweise der Spezialist der Familie Latridiidae Herr W. RÜCKER zur Verfügung stellte. Unsere Funde wurden bereits von FRISCH (1995) erwähnt, der die Art zur gleichen Zeit in der Rhön nachwies. Es handelt sich um einen Schimmelpilzfresser, der möglicherweise auch an Totholz seine Nahrung findet.

Pylotreta christinae – Chrysomelidae (Blattkäfer)

Am 11.5.93 klopfte ich ein Männchen von einer zwiebeltragenden Zahnwurz (*Dentaria bulbifera*). Über das Vorkommen der Art in Hessen wurde bereits mehrfach berichtet (FLECHTNER et al. 1995, 2000). Der wohl weit verbreitete und nicht allzu seltene Flohkäfer entwickelt sich an Schaumkrautarten in Wäldern. Möglicherweise ist die Zahnwurz, die ebenfalls zu den Kreuzblütlern zählt, eine weitere Entwicklungspflanze.

Bestätigung des Vorkommens in Hessen*Malthodes holdhausi* – Cantharidae (Weichkäfer)

Am 11.5.93 saß ein Männchen auf einer verblühten Waldprimel. Wesentlich zur Absicherung der Bestimmung des Weichkäfers trug die Originalbeschreibung von KASZAB (1955) bei, der auch den männlichen Kopulationsapparat charakterisiert und abbildet. Im Verzeichnis der Käfer Deutschlands (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998) sowie in einem ersten Nachtrag dazu (KÖHLER 2000b) werden nur Funde aus Bayern, Württemberg und Thüringen genannt. SCHAFFRATH (1999) fing zwischen 1996 und 1998 nördlich des Edersees ein Exemplar im Lufteklektor und meldete es als neu für Hessen. Nach KÖHLER (2000a) handelt es sich um einen Totholzkäfer, der zu den Mulmkäfern gezählt wird. In der Roten Liste gefährdeter Tiere Deutschlands (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1998) wird die Art als gefährdet (RL 3) geführt.

Xyleborus alni – Scolytidae (Borkenkäfer)

Die ersten Funde aus Hessen dieser ursprünglich in Japan und Ostsibirien beheimateten Art wurden von uns aus den Jahren 1991-1992 vom Naturwaldreservat Schönbuche (südöstlicher Vogelsberggrund) gemeldet (KÖHLER 2000b, FLECHTNER im Druck). Von 23 Individuen stammte lediglich eines aus einem Stammeklektor, alle restlichen aus Flugfallen, wie es typisch für neu einwandernde Arten ist. In der Windwurffläche des Naturwaldreservats Weiherkopf wurden zwischen 11.8.92 und 17.5.94 insgesamt 280 Tiere (ausschließlich Weibchen) in geschlossenen Stammeklektoren an freiliegenden Buchenstämmen gefangen. Dies scheint ein hinreichender Beleg für die Entwicklung der Art im Buchenholz zu sein, die wohl polyphag in Laubhölzern brütet. Von HOLZSCHUH (1994) werden als Fraßpflanzen angegeben: *Salix viminalis* L., *S. caprea* L. und *Quercus* sp. Diese Arbeit bringt auch Merkmale, die (im Gegensatz zu „Die Käfer Mitteleuropas“) eine gesicherte Determination der Art erlauben.

Wiederfunde verschollener Arten*Euplectes brunneus* – Pselaphidae (Palpenkäfer)

Zwischen 11.5.93 und 15.6.99 fanden sich 25 Exemplare dieser Art in den Stammeklektoren an liegenden Buchenstämmen im Naturwaldreservat Weiherkopf, 12 davon 1998-1999 an aufliegenden Stämmen. Der Palpenkäfer trat im Mai (14 Ex.), Juni (6 Ex.), sowie nur 1999 im April (1 Ex.), Juli (3 Ex.) und September (1 Ex.) auf. Im Verzeichnis der Käfer Deutschlands (KÖHLER & KLAUSNITZER 1998, KÖHLER 2000b) werden für Hessen nur Nachweise aus dem 19. Jahrhundert genannt. Der obligatorische Totholzkäfer wird von KÖHLER (2000a) zu den Mulmkäfern gestellt.

Arten der Roten Liste gefährdeter Tiere Deutschlands

Insgesamt 24 Käferarten wurden in der Windwurffläche des Naturwaldreservats nachgewiesen, die in der Roten Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1998) verzeichnet sind. 19 dieser Arten wurden in den Stammeklektoren gefangen, 5 ausschließlich durch Aufsammlungen. 6 der Arten gelten in ihrem Bestand als stark gefährdet (RL2), 18 als gefährdet (RL3). Im Folgenden werden die Arten in ihrer Beziehung zum Totholz kurz charakterisiert. „Totholz“ bedeutet, dass es sich um obligatorische Totholzbesiedler im Sinne von KÖHLER (2000a) handelt (s.o.). Ebenso folgt ihre ökologische Typisierung diesem Autor.

- Agyrtes bicolor* (Agyrtidae - Dicktasteraskäfer): RL2, fakultativer Totholzbesiedler
Choleva reitteri (Colevidae - Nestkäfer): RL2, in Gängen & Nestern von Kleinsäugern, zuweilen mit diesen in morschem Holz, nur Aufsammlung
Phyllodrepa nigra (Staphylinidae – Kurzflügler): RL3, Totholz: Nestkäfer
Hapalaraea pygmaea (Staphylinidae – Kurzflügler): RL3, Totholz: Mulmkäfer
Velleius dilatatus (Staphylinidae – Kurzflügler): RL3, Totholz: Nestkäfer (Hornisse)
Holobus apicatus (Staphylinidae – Kurzflügler): RL3, Totholz: Pilzkäfer
Agaricochara latissima (Staphylinidae – Kurzflügler): RL3, Totholz: Pilzkäfer
Megaloscapa punctipennis (Staphylinidae – Kurzflügler): RL2, Adulte nur kurzzeitig im Frühjahr auf Halbtrockenrasen und in Wäldern, Larven entwickeln sich vermutlich subterran
Atheta hybrida (Staphylinidae – Kurzflügler): RL3, vorwiegend Pilze, auch an Totholz
Thamiaraea cinnamomea (Staphylinidae – Kurzflügler): RL3, Totholz: Baumsaftkäfer
Leptoplectus spinolae (Pselaphidae – Palpenkäfer): RL3, Totholz: Mulmkäfer
Malthodes holdhausi (Cantharidae – Weichkäfer): RL3, Totholz: Mulmkäfer, nur Aufsammlung (s.o.)
Tillus elongatus (Cleridae – Buntkäfer): RL3, Totholz: Mulmkäfer, nur Aufsammlung
Denticollis rubens (Elateridae – Schnellkäfer): RL2, Totholz: Holzkäfer
Hylis olexai (Eucnemidae - Kammkäfer): RL3, Totholz: Holzkäfer
Drapetes cinctus (Lissomidae - Bindendornhalskäfer): RL3, Totholz: Holzkäfer
Atomaria diluta (Cryptophagidae – Schimmelkäfer): RL3, Totholz: Pilzkäfer
Enicmus testaceus (Latriidiidae – Moderkäfer): RL2, Totholz: Pilzkäfer
Corticaria pineti (Latriidiidae – Moderkäfer): RL2, Totholz: Pilzkäfer
Lycoperdina bovistae (Endomychidae - Stäublingskäfer): RL3, in Staubpilz-Bovisten, manchmal auch in anderen Pilzen und verpilztem, rotfaulem Holz, nur Aufsammlung
Cis glabratus (Cisidae – Baumschwammfresser): RL3, Totholz: Pilzkäfer
Curtimorda maculosa (Mordellidae – Stachelkäfer): RL3, Totholz: Holzkäfer
Melandrya caraboides (Melandryidae – Düsterkäfer): RL3, Totholz: Holzkäfer
Corymbia scutellata (Cerambycidae – Bockkäfer): RL3, Totholz: Holzkäfer (Abb.1)

19 der 24 Rote-Liste-Arten sind obligatorische Totholzarten, 6 von ihnen zählen zu den Pilzkäfern, je 5 zu den Mulm- bzw. den Holzkäfern, 2 zu den Nestkäfern und 1 gehört zu den Baumsaftkäfern. Damit sind bis auf die Rindenkäfer alle Typen von Totholzkäfern unter den gefährdeten Arten im Windwurfgebiet des Naturwaldreservats Weiherkopf vertreten.



Abb.1: Der Bockkäfer *Corymbia scutellata* (Länge: 14 - 20 mm) gehört zu den xylophagen Charakterarten von urständigen Buchenwäldern

Faunistisch bedeutsame Arten

Unter faunistisch bedeutsamen Arten werden Arten verstanden, die in Deutschland selten oder nicht überall verbreitet bzw. regional (d.h. für Hessen) von besonderer Bedeutung sind. Ihre Auswahl erfolgt nach der Faunistik der Käfer Mitteleuropas, den dazu erschienenen Nachträgen (HORION 1941-1975) bzw. dem Verzeichnis der Käfer Mitteleuropas (HORION 1951). Weiter wurden dazu Arten mit ungenügender Datengrundlage aufgenommen, d.h. solche, die erst in jüngerer Zeit (nach den Veröffentlichungen HORIONS) beschrieben wurden oder sich seitdem in unserem Gebiet ausgebreitet haben.

Zusätzlich zu den vorhergehenden Abschnitten genannten Arten fallen weitere 99 in diese Kategorie. Ein erheblicher Anteil von ihnen gehört zu den Tothholzkäfern, nämlich 61 Arten. Unter ihnen sind die Rindenkäfer mit 22 Arten am zahlreichsten vertreten, gefolgt von den Pilzkäfern mit 18, den Mulmkäfern mit 11, den Holzkäfern mit 9 und den Baumsaftkäfern mit 1 Art.

Gesetzlich geschützte Arten

Unter den besonderen gesetzlichen Schutz des Bundesartenschutzgesetzes fallen insgesamt 6 Arten. Es sind dies die Laufkäfer: *Cicindela campestris* (nur Aufsammlung), *Carabus coriaceus* (nur Aufsammlung), *Carabus auronitens* und *Carabus problematicus*. Die *Carabus*-Arten überwintern regelmäßig in morschem Holz. Die Hirschkäferarten *Dorcus parallelipipedus* (Balkenschröter) und *Platycerus caraboides* (Rehschröter) sind obligatorische Tothholzbesiedler und zählen zu den Holzkäfern.

Totholzkäfer

182 obligatorische Totholzarten (Definition s.o.) wurden in der Windwurflläche nachgewiesen, 159 davon in den Eklektoren an liegenden Stämmen, die restlichen 23 exklusiv in Aufsammlungen. Unsere Untersuchungen haben nur einen Teil der Totholzfauna ermittelt. Dürrestände, schwaches Holz, Äste und Reisig wurden mit den Eklektoren nicht erfasst, die Holzpilze nur unzulänglich. Die Gesamtartenzahl der Totholzkäfer in der Windwurflläche dürfte deshalb beträchtlich höher liegen. Bei der Verteilung der xylobionten Käfer auf Totholzstrukturen zeigt sich, dass die Rindenkäfer mit 64 Arten (35,2 %) am häufigsten vertreten waren, gefolgt von den Pilzkäfern mit 43 (23,6 %), den Holzkäfern mit 37 (20,3 %), den Mulmkäfern mit 33 (18,1 %), den Nestkäfern mit 3 (1,6 %) und den Baumsaftkäfern mit 2 (1,1 %). Bezieht man sich nur auf die in den Eklektoren gefangenen Arten ergeben sich recht ähnliche Werte: Rindenkäfer 59 (37,1 %), Pilzkäfer 40 (25,2 %), Holzkäfer 29 (18,2 %), Mulmkäfer 26 (16,4 %), Nestkäfer 3 (1,9 %) und Baumsaftkäfer 2 (1,3 %). Nach dem Verzeichnis der Käfer Deutschlands sind aus Hessen 4593 Arten belegt, 1003 (21,8 %) zählen zu den Totholzkäfern. Unter diesen nehmen die Holzkäfer mit 336 Arten (33,5 %) den ersten Rang ein, gefolgt von den Rindenkäfern mit 294 (29,3 %), den Mulmkäfern mit 177 (17,6 %), den Pilzkäfern mit 152 (15,2 %), den Nestkäfern mit 31 (3,1 %) und den Baumsaftkäfern mit 13 (1,3 %). Die im Vergleich zum Landesdurchschnitt deutliche Abweichung der Holzkäfer in der Windwurflläche nach unten vom Mittelwert lässt darauf schließen, dass der Bestand vor den Orkanereignissen gut gepflegt war und relativ wenig stehendes oder liegendes stärkeres Totholz aufwies. Rindenkäfer finden in derartigen Wäldern immer noch zahlreiche Nischen in Ästen, Reisig und Schwachholz. Kurzflügler wie *Annomognatus cuspidatus* oder *Phloeocharis subtilissima*, die nach IRMLER et al. (1997) am häufigsten an Ästen gefunden wurden (Starkholz nur in Form von Stubben untersucht!), gehörten in der Windwurflläche zu den häufigeren Arten an den liegenden Stämmen. Pilzkäfer, vielleicht mit Ausnahme einiger Arten in langlebigen Konsolenpilzen, verfolgen in der Regel eine r-Strategie, d.h. sie müssen möglichst schnell möglichst viele Nachkommen produzieren und darüber hinaus mobil sein, denn ihre Habitate existieren meist nur kurzfristig und zerstreut. Im Gegensatz zu den Holzkäfern war es vielen Arten im Verlauf der neunjährigen Untersuchungsperiode möglich geeignete Nischen zu besiedeln, auch wenn nur ein Bruchteil dieser vorher im Wirtschaftswald zur Verfügung stand.

In der Rangfolge der Häufigkeiten führen allerdings die Holzkäfer mit 181.013 (85,7 %) Individuen deutlich vor den Rindenkäfern mit 19.937 (9,3 %), den Pilzkäfern mit 8304 (3,9 %), den Mulmkäfern mit 2115 (1,0 %), den Nestkäfern mit 108 (0,05 %) und den Baumsaftkäfern mit 13 (0,006 %). Diese starke Übergewichtung der Holzkäfer wird sicher durch die Ausnahmesituation des flächigen Windwurfs und des damit verbundenen überreichlichen Angebots an frischem Totholz verursacht.

Entwicklung der Artenzahlen

Die höchsten Artenzahlen wurden in den sechs Stammeklektoren während der neun Untersuchungsjahre in den Monaten Mai oder Juni ermittelt. Nach einer Anlaufphase zu Beginn verblieben die Artenzahlen im Jahressmittel relativ konstant in einem einigermaßen ähnlichen Bereich (Abb.2).

Die Artenzahlen stiegen von 89 im ersten Jahr auf 137 im zweiten und fielen danach auf 120, bewegten sich in den drei folgenden Jahren zwischen 110 und 120, ehe sie in den beiden letzten Jahren wieder auf 130 und 144 anstiegen. Der Zuwachs an Arten am Ende der Untersuchungen beruht auf einer Qualitätsänderung der Buchenstämme. Bis 1998 waren die Ek-

lektoren ausschließlich an freiliegenden Stammteilen ohne jeden Bodenkontakt angebracht. Im Untersuchungsjahr 1998/99 war ein Stamm so morsch, dass er völlig auf dem Boden auflag, 1999/2000 waren es bereits drei. Dies hatte zur Folge, dass mehr Arten der Bodenfauna Zugang zu den Stämmen hatten. Summiert man die Artenzahlen über die monatlichen Leerungstermine für die jeweils sechs eingesetzten Eklektoren über den gesamten Untersuchungszeitraum von neun Jahren auf, so erhält man eine Kurve, die in den beiden ersten Jahren etwas steiler ansteigt. Danach verflacht sich dieser Anstieg, geht aber stetig bis zum Ende der Untersuchungen nach oben. Eine Sättigung der Kurve ist nicht zu erkennen. Die Buchenstämme stellen für die Käfer ein offenes System dar, das sich ständig fortentwickelt und verändert und damit ständig neue Strukturen für die Besiedlung durch neue Arten anbietet.

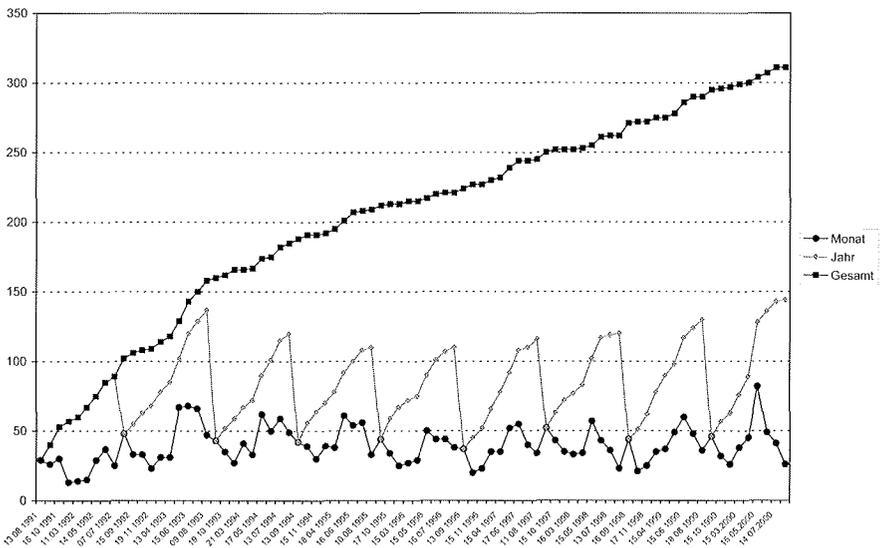


Abb.2: Entwicklung der Artenzahl der Käfer in sechs pro Jahr eingesetzten Stammeklektoren an liegenden Buchenstämmen. Dargestellt sind sowohl die Zahlen für die einzelnen Monate, wie auch die Entwicklung der Gesamtartenzahl für die einzelnen Untersuchungsjahre bzw. für den gesamten Untersuchungszeitraum von neun Jahren.

Auf einem Stammabschnitt von jeweils etwa zwei Metern Länge wurden in den Eklektoren an Dauerstämmen SL83 (befangenes Holzvolumen ca. 0.46 m^3), SL84 (0.24 m^3) und SL85 (0.26 m^3) im Verlauf der neun Untersuchungsjahre 216 Käferarten nachgewiesen, von denen 128 zu den Totholzkäfern zu stellen sind. Die Artenzahlen bzw. die der xylobionten Käfer an den einzelnen Stämmen wichen wenig voneinander ab: SL83 (148/94), SL84 (139/90) und SL85 (141/97). Insgesamt 61 Totholzarten fanden sich an allen drei Stämmen. Die Ähnlichkeit im Artenbestand ist noch als hoch zu bezeichnen, die Sörensenwerte für die drei Stämme bewegen sich zwischen 67,1 % (SL084-SL085), 68,3 % (SL083-SL084) und 69,9 % (SL083-SL085). Im Naturwaldreservat „Niddahänge östlich Rudingshain“ betrug der Sörensenwert für zwei geschlossene Eklektoren an freiliegenden Stämmen 58,3 %, für den gesamten Käferbestand der sich selbst überlassenen Kernfläche und der bewirtschafteten Vergleichsfläche 75,5 %.

Die Entwicklung der Artenzahlen in den einzelnen Stämmen unterschied sich jedoch zum Teil beträchtlich. Die Artenentwicklung durchlief in allen drei Eklektoren im ersten Untersuchungsjahr eine Initialphase (SL83: 36 Arten, SL84: 26, SL85: 32). Im Stamm mit dem größten Holzvolumen (SL83) wurde bereits im zweiten Jahr mit 83 Arten das absolute Maximum erreicht, danach pendelte die Artenzahl von 55 über 53 nach 54 und fiel über 45, 33, 29 auf 23 im letzten Jahr. Im Stamm SL84 entwickelte sich die Artenzahl von 51 im zweiten Jahr auf das Maximum von 57 im dritten, danach schwankte sie zwischen den Werten 47, 49, 32, 53, 31 und 46 unregelmäßig hin und her. Im Stamm SL85 stieg die Artenzahl von 47 über 50 auf den höchsten Wert von 54 im vierten Jahr und bewegte sich danach mit 48, 49, 52, 42 und 46 in einem recht engen Bereich. Wir finden bei der zeitlichen Entwicklung des Artenbestandes an den drei Buchenstämmen drei verschiedene Modi des Ablaufs: im Stamm SL83 wird nach der Initialphase bereits im zweiten Jahr die höchste Artenzahl erreicht, danach fällt sie mehr oder minder regelmäßig ab. Stamm SL84 benötigt drei Jahre um das Maximum an Arten zu entwickeln, danach schwankt deren Zahl unregelmäßig mit großer Amplitude. Der Eklektor am Stamm SL85 enthält erst im vierten Jahr die meisten Arten, danach bewegt sich deren Zahl nur in einem recht engen Rahmen. Offensichtlich führen unterschiedliche Abbauverläufe des Holzes der Stämme zu unterschiedlichen Sukzessionsverläufen bei den Arten. Bereits DERKSEN (1941) wies darauf hin, dass die Alterungsprozesse bei Buchenstümpfen auf Grund verschiedenster Einflüsse sehr verschiedenartig ablaufen können. Auch IRMLER et al. (1996) führten an, dass der Abbau von Holz von so vielen Faktoren beeinflusst wird, dass es schwierig sei zwei Holzstücke mit identischen Abbauzuständen zu finden.

Individuenzahlen

Zwischen August 1991 und August 2000 wurden in sechs Stammeklektoren insgesamt 217.998 Individuen gefangen. Als obligate Totholzbewohner sind 211.226 (96,9 %) zu betrachten. Mit deutlich mehr als 50 % aller gefangenen Tiere dominierten die Käfer in der Windwurffläche. Dies scheint allerdings eine Ausnahmesituation zu sein, denn in der Regel sind Dipteren die Ordnung mit der höchsten Individuenanzahl an Totholz. Sowohl KLEINEVOSS et al. (1996) an Totholz von Buchen, wie auch IRMLER et al. (1996) von Buchen, Erlen und Fichten, sowie PFARR & SCHRAMMEL (1991) von Fichten und HILT & AMMER (1994) von Eichen und Fichten dokumentierten dies.

Entwicklung der Individuenhäufigkeiten

Im Gegensatz zu den sich während der Untersuchungsjahre recht konstant verhaltenden Artenzahlen stiegen die Individuenzahlen im zweiten Untersuchungsjahr auf ein gewaltiges Optimum an, erreichten in den beiden Jahren darauf noch stattliche Werte, danach waren nur noch verhältnismäßig geringe Anzahlen zu verzeichnen (Abb.3). Die Individuenzahl erhöhte sich von 4659 im ersten Untersuchungsjahr rapide auf ihr Maximum von 115.316, sank in den drei folgenden Jahren von 68.445 auf 13.868 und 4550, während sie in den nächsten drei Jahren um Werte zwischen 2042 und 2361 pendelte und erst im letzten Untersuchungsjahr wieder leicht auf 4390 anwuchs. Die Werte (2042 - 4550 Käfer/Jahr und 1 m³ Holz) nach der Borkenkäfermassenvermehrung waren immer noch relativ hoch, wenn man die Werte von KLEINEVOSS et al. (1996) damit vergleicht. In der Vegetationsperiode 1993 wurden in 56 Totholzeklektoren bestückt mit 3,4 m³ Buchenholz 5730 Käfer gefangen, was etwa 1685 Tieren pro Festmeter entspricht. Auch HILT & AMMER (1994) fanden während eines Jahres nur ca. 1330 Exemplare pro Festmeter in mit Eichen- bzw. Fichtenholz gefüllten Totholzeklektoren.

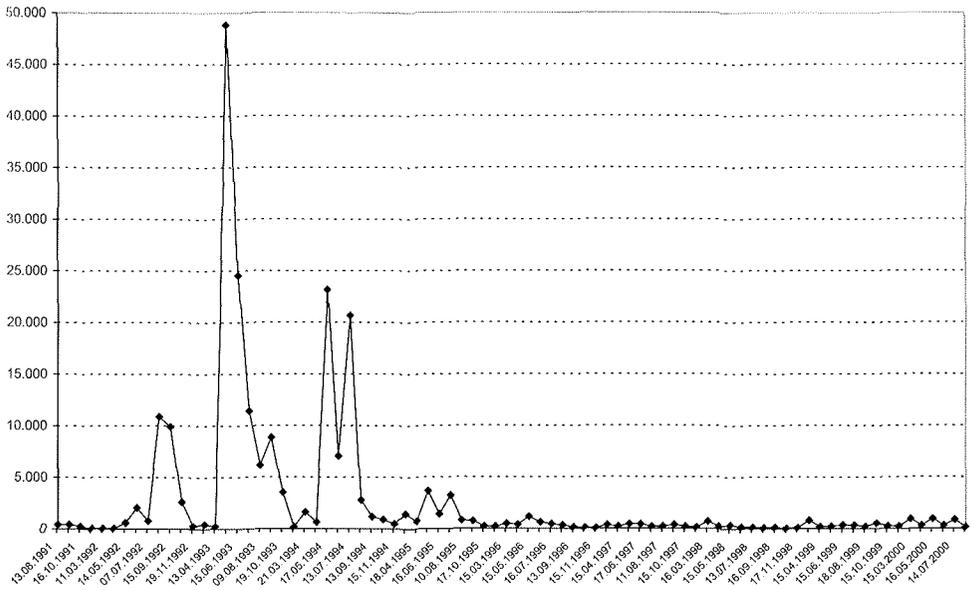


Abb.3: Verlauf der Entwicklung der Individuenzahlen der Käfer in sechs pro Jahr eingesetzten Eklektoren an liegenden Buchenstämmen im Verlauf von neun Untersuchungsjahren

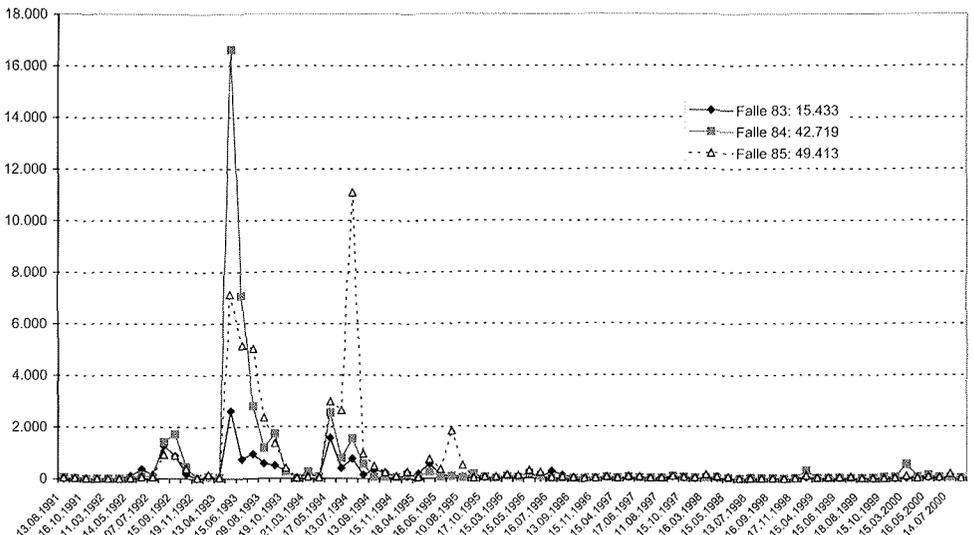


Abb.4: Verlauf der Entwicklung der Individuenzahlen der Käfer in drei über die gesamte Dauer von neun Untersuchungsjahren eingesetzten Eklektoren an liegenden Buchenstämmen

Die drei Dauerbäume zeigten in ihren Individuenverteilungen grundsätzlich das gleiche Muster wie die Gesamtheit aller untersuchten Stämme (Abb.4). Allerdings unterschieden sich für den gesamten Untersuchungszeitraum die Häufigkeiten in den einzelnen Eklektoren im Gegensatz zu den Artenzahlen (s.o.) teilweise recht stark (SL83: 15.433, SL84: 42.719, SL85: 49.413).

Arten und Häufigkeitsverteilung

In den neun Untersuchungsjahren traten 49 Arten mit mehr als 100 Individuen auf. Sie stellen 215.128 Tiere (98.7 %). Mit 176.789 Exemplaren war der Borkenkäfer *Xyleborus saxeseni* die Art, die alle anderen in den Schatten stellte (Abb.5). An zweiter Stelle folgte der Wurzelkäfer *Rhizophagus bipustulatus* mit 6784 Individuen. Die weitere Reihenfolge lautete: *Sulcacia affinis* – Baumschwammfresser 4997, *Rhizophagus dispar* – Wurzelkäfer 3717, *Bitoma crenata* – Rindenkäfer 2347, *Xyleborus germanus* – Borkenkäfer 2316, *Aleochara sparsa* – Kurzflügler 1726, *Octotemnus glabriculus* – Baumschwammfresser 1550, *Taphrorhynchus bicolor* – Borkenkäfer 1462, *Cartodere nodifer* – Moderkäfer 1125, und *Atheta coriaria* – Kurzflügler 1014. Bis auf die räuberischen Kurzflügelkäfer und den Moderkäfer handelt es sich um obligatorische Totholzarten. *C. nodifer* ist ein Schimmelpilzfresser, der nach unseren Beobachtungen seinen gesamten Lebenszyklus am Totholz durchlaufen kann. *Al. sparsa* und *At. coriaria* sind fakultative Totholzbesiedler, wobei die nidicole *Aleochara* meist an Holz angetroffen wird, während die *Atheta* bevorzugt in faulenden Vegetabilien jagt, aber auch häufig an Holz zu finden ist, vor allem in Abbauphasen bei denen Gärungsprozesse ablaufen.

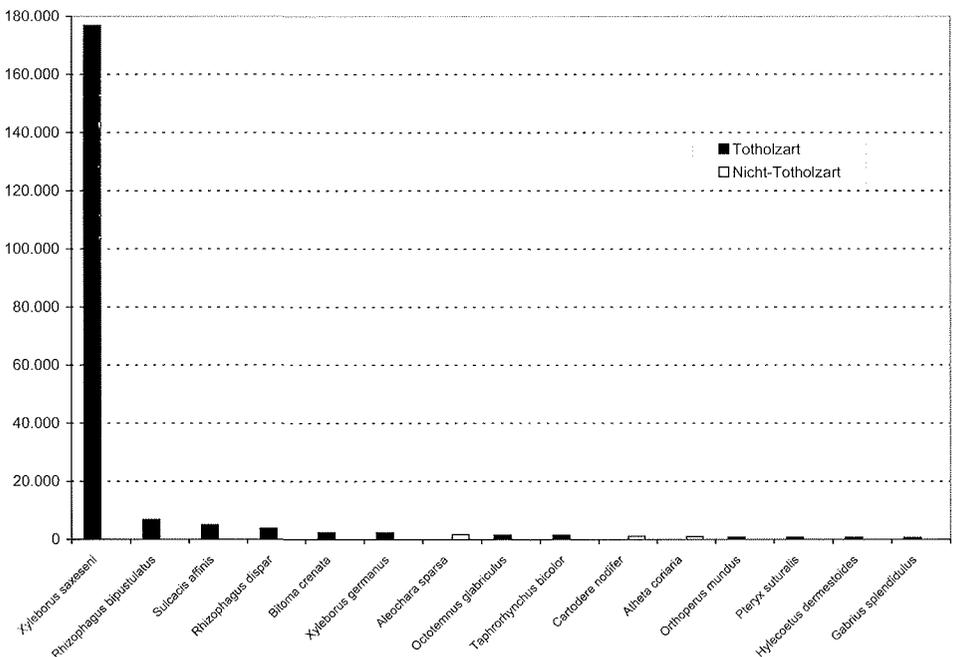


Abb.5: Häufigkeitsverteilung der 15 dominierenden Käferarten an liegenden Buchenstämmen in der Windwurffläche des Naturwaldreservats Weiherskopf

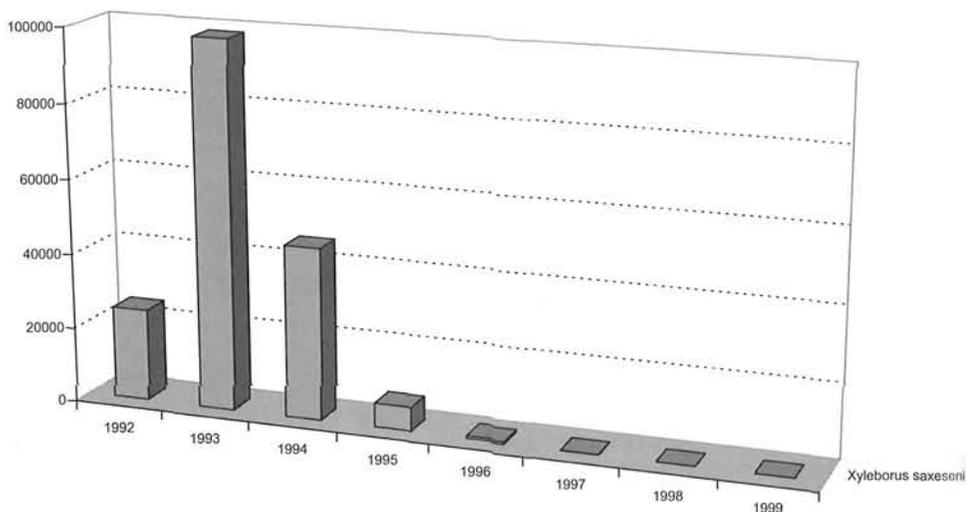


Abb.7: Populationsentwicklung des Borkenkäfers *Xyleborus saxeseni*

Xyleborus saxeseni war in der Windwurflläche am Weiherskopf diejenige Art unter den Arthropoden, die den Holzabbau der liegenden Buchenstämmen ganz entschieden vorantrieb. Um eine Vorstellung von den Dimensionen dieses Einflusses zu bekommen, sei die folgende Modellrechnung vorgestellt. Jeder Eklektor fängt eine Stammlänge von einem Meter ab. Nach Angaben von Forstdirektor HOCKE beträgt in dem hundertjährigen Bestand die Anzahl der Stämme etwa 300/Hektar und die Schaftlänge circa 15 Meter. Der betroffene Buchenbestand wird auf 20 Hektar festgelegt. Die Gesamtfangzahl von 176.789 *X. saxeseni* wird durch die sechs im Jahr eingesetzten Eklektoren gemittelt und den oben genannten Größen Stammlänge/Hektar, Schaftlänge und Bestandsgröße multipliziert. Man erhält auf diese Weise eine Angabe für die Größenordnung in der sich die Population des Borkenkäfers im Untersuchungszeitraum von neun Jahren bewegt hat, nämlich ca. 2.652.000.000. 1993 im Jahr des Populationsmaximums waren es allein etwa 1.478.000.000 Tiere.

Derartige Massenentwicklungen der Art waren bislang aus Mitteleuropa nicht bekannt. Sie scheinen an die wärmebegünstigte Situation großflächiger Windbrüche gekoppelt zu sein, denn die Borkenkäferentwicklung in den Naturwaldreservaten Niddahänge östlich Rudingshain (Schotten) im Hohen Vogelsberg und Schönbuche (Neuhof) am südöstlichen Vogelsberggrund, verlief qualitativ anders. In beiden Naturwaldreservaten rissen die Orkane des Jahres 1990 in den Kernflächen nur kleine Lücken mit wenigen umgeworfenen Bäumen. Es liegen aus beiden Gebieten zwar nur Daten von Mai 1990 bis maximal Oktober 1992 vor. In dieser Zeit wurden in Schotten 88 und in Neuhof 1952 Individuen von *X. saxeseni* gefunden. Dagegen fanden sich 4500 bzw. 5600 Exemplare aus der Gattung *Xyloterus* in beiden Naturwaldreservaten. Maximal 580 Individuen von *Xyloterus domesticus* entwickelten sich während eines Monats in einem 1 m langen Buchenstammabschnitt. In Schlüchtern traten im gesamten Untersuchungszeitraum zwischen 1991 und 2000 nur 213 Tiere aus dieser Gattung auf. *Xyleborus saxeseni* ist eine polyphage Laubholzart, die bei uns nur in besonnten wärmebegünstigten Standorten Massenentwicklungen durchführen kann. Dafür spricht, daß im montaneren Schottener Naturwaldreservat nur wenige Tiere beobachtet wurden.



Abb.8: Weibchen des in der Windwurffläche hyperdominanten Borkenkäfers *Xyleborus saxeseni* (Länge: 2.0 - 2.4 mm)

Eine Gefahr für die umliegenden Bestände scheint von der Art nicht auszugehen. Auch die Biologie der Tiere spricht dagegen, denn es handelt sich um Holzbrüter, die artspezifische Ambrosiapilze züchten, die das Holz aufschließen, und die Käfer wiederum ernähren sich von diesen Pilzen. Im feuchteren kühleren geschlossenen Bestand scheint dies nicht so gut zu funktionieren. Ein weiterer interessanter biologischer Aspekt ist, dass sich die Weibchen weitgehend parthenoetisch ohne die Hilfe von Männchen fortpflanzen. Nur 201 Männchen waren unter 176.789 gefundenen Individuen vertreten. KÖHLER (1998) lieferte die einzigen vergleichbaren Daten, die auch unsere Ergebnisse bestätigen. Im Naturwaldreservat Himbeerberg (Hunsrück) fand er in den Jahren 1993-97 in der Windwurffläche eines Buchenwaldes auf ebenfalls etwa 20 Hektar Fläche (Verursacher Orkane 1990) 94.805 Exemplare von *Xyleborus saxeseni*. Im benachbarten etwa gleich großen Hochwald (Buche 140-jährig) waren es nur 7557 Tiere und einer anschließenden ähnlich großen Wirtschaftswaldfläche (Buche 117-jährig) gar nur 935.

Sukzession von Käferarten

Borkenkäfer

Unter den Borkenkäfer traten neben *X. saxeseni* mit *Taphrorhynchus bicolor* (1462 Ex.), *Xyleborus germanus* (2316 Ex.), *X. dispar* (382 Ex.) und *X. alni* (280 Ex.) vier weitere Arten in größerer Zahl auf (Abb.9). Ihr zeitliches Auftreten ist an wenig zersetztes Buchenholz gekoppelt, wobei durchaus Präferenzen für unterschiedliche Zersetzungsgrade festzustellen sind.

Als Rindenbrüter besiedelt *T. bicolor* eine völlig andere Nische als die restlichen Arten, die im Holz leben. Er erreichte bereits 1992 mit 607 Tieren eine hohe Population, die mit 694

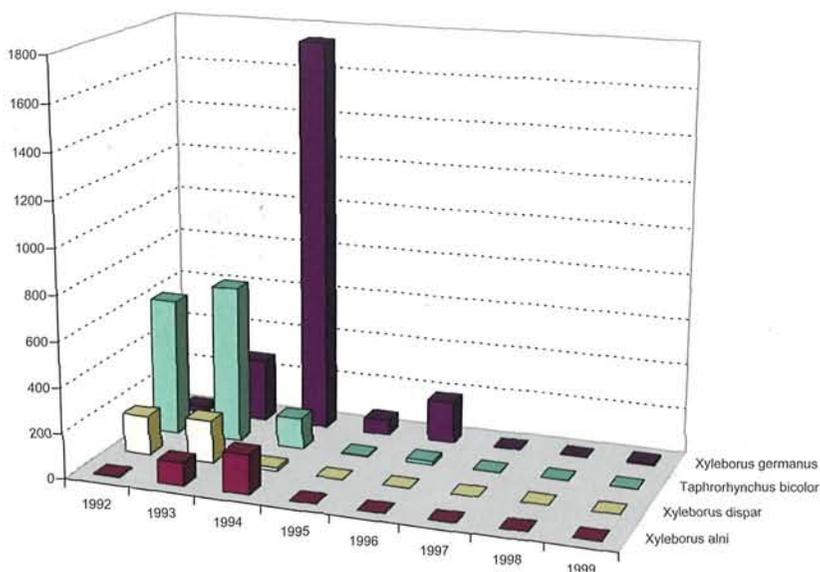


Abb.9: Zeitliche Einnischung von Borkenkäfern an liegenden Buchenstämmen

Tieren 1993 noch etwas übertroffen wurde. 1994 waren noch 194 Individuen zu finden, während in den Jahren danach nur noch einzelne Exemplare verzeichnet wurden. Sehr ähnlich verhielt sich *X. dispar* mit 173 Tieren im Jahre 1992 und 188 im folgenden Jahr. Relativ gesehen erreichten beide Arten schneller als *X. saxeseni* ihre besten Entwicklungsmöglichkeiten an den sturmgeworfenen Buchenstämmen. Diese traten für die Populationen von *X. germanus* und *X. alni* im Vergleich zu *X. saxeseni* später auf, erst 1994 gelangten sie an ihr Zenit (1740 Ex., 175 Ex.).

Feinde von Borkenkäfern

Fast parallel zur Populationskurve von *X. saxeseni* verlief die des Rindenkäfers *Bitoma crenata*, allerdings wurde nach 1993 (639 Ex.) erst 1994 (654 Ex.) doch etwas zeitverzögert ein leicht höheres Populationsmaximum erreicht (Abb.10, 11).

Ein deutliches Populationsmaximum verzeichneten die beiden Wurzelkäfer *Rhizophagus dispar* und *R. bipustulatus* im Jahr 1994, auch 1995 lagen die Werte höher als 1993. Die Populationsentwicklung beider Wurzelkäfer ist zeitversetzt mit der von *X. saxeseni* positiv korreliert, wie dies typisch für Räuber-Beute-Beziehungen ist (Abb.11). Allerdings zeigten die relativ hohen Zahlen beider Arten in den Jahren 1997-99, als die Borkenkäfer weitgehend verschwunden waren, dass sie durchaus von anderen Holzbewohnern leben können. Dabei fand *R. dispar* mit stärkerer Holzersetzung geeigneter Lebensbedingungen vor als *R. bipustulatus*. Rechnet man, dass der Rindenkäfer und die beiden Wurzelkäfer im Verlaufe ihres Lebens 10 bis 20 Borkenkäferlarven bzw. -eier verzehren, dann hätten die 8486 Individuen der drei Arten in den Jahren 1993-95 circa 85.000 bis 170.000 Opfer vertilgen können. Als Regulative könnten die genannten Räuber einen beträchtlichen Einfluss auf die Borkenkäferpopulationen ausgeübt haben. Dies ist nicht eine bloße Spekulation, denn nach WESLIEN (1992) wurden 83 % einer *Ips typographus* - Population von Räubern wie Kurzflüglern und Buntkäfern eliminiert.



Abb.10: Aufgrund seines länglich-flachzylindrischen Körperbaues ist es dem Rindenkäfer *Bitoma crenata* (Länge: 2.6-3.5 mm) möglich, in schmalste Ritzen, Spalten und Gänge einzudringen. Für Borkenkäfer zählt er deshalb zu den gefährlichsten Feinden.

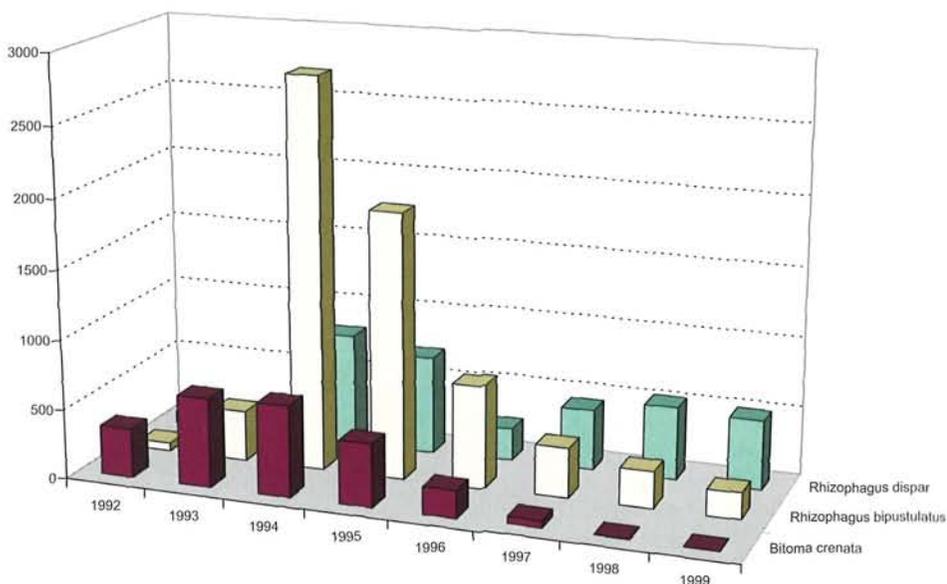


Abb.11: Zeitliches Auftreten und Populationsentwicklung dreier Borkenkäferfeinde

Räuberische Kurzflügler

Fünf (*Anomognathus cuspidatus*, *Gabrius splendidulus*, *Homalota plana*, *Leptusa fumida*, *Placusa tachyporoides*) von den sieben dargestellten Arten sind Totholzkäfer, alle gehören zu den Rindenkäfern (Abb.12). Die beiden anderen Arten zählen zu den fakultativen Totholzbesiedlern. Während die nidicole *Aleochara sparsa* häufig an Baumsäften, Mulm und Baummoosen gefunden wird, trifft man *Atheta coriaria* meist in faulenden Vegetabilien und Pilzen an, wenn aber Gärungsprozesse im Holz ablaufen, entwickelt sie auch hier hohe Populationsdichten. Diese Zustände dürften bei den umgestürzten Buchen, die über Wurzelverbindungen z.T. noch 1992/93 grünes Laub austrieben, in den Jahren 1993 und 1994 eingetreten sein. *A. coriaria* erreichte 1993 einen deutlichen Populationspeak mit 718 Tieren und war mit 287 auch 1994 noch zahlreich vorhanden, danach praktisch nicht mehr. Ein solches Verteilungsbild schließt auch aus, dass der Alkohol in der Fang- und Konservierungsflüssigkeit ursächlich für das Auftreten wäre.

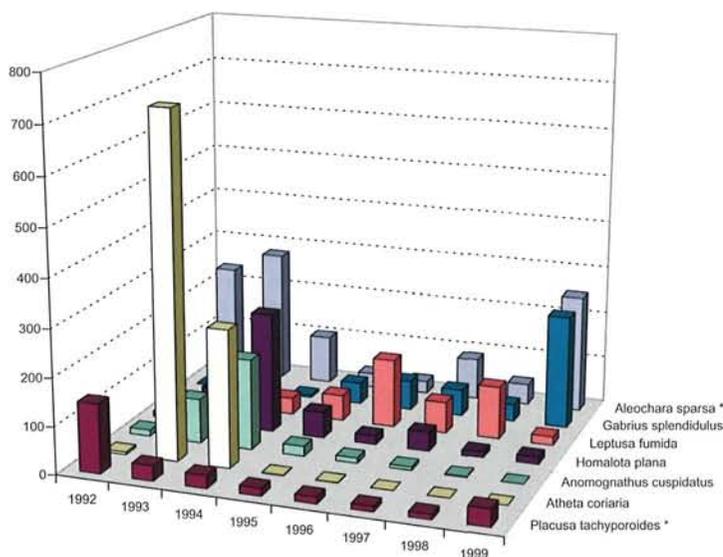


Abb.12: Populationsentwicklungen von sieben räuberischen Kurzflüglerarten in Abhängigkeit mit der fortschreitenden Holzersetzung (*1991 u. 1992 zusammengefasst, siehe Text)

Aleochara sparsa fanden wir in den Anfangsjahren (1991: 219 Ex., 1993: 278 Ex.) relativ häufig (nicht 1992: 16 Ex.), danach nur auf einem niedrigeren Level, 1999 wieder zahlreich (249 Ex.) und im nur bis August erfassten Jahr 2000 mit 674 Individuen am zahlreichsten. Dieses Verteilungsmuster ist wohl weniger mit der Holzersetzung und der damit verbundenen Sukzession der Lebensgemeinschaften verbunden, sondern mit der Fähigkeit der Art bei geeigneten Bedingungen Massenentwicklungen zu durchlaufen. So war sie 1991 im Naturwaldreservat Niddahänge östlich Rudingshain (Schotten) die absolut dominierende Art (FLECHTNER 2000).

Bei den räuberischen Rindenkäfern finden dagegen mit der Zersetzung des Holzes im Verlauf der Untersuchungszeit Sukzessionen statt, die zeigen, dass veränderte Zusammensetzungen in

den Lebensgemeinschaften auch das Nahrungsangebot für die einzelnen Kurzflüglerarten zu verschiedenen Zeiten optimieren. Mit Ausnahme von *A. cuspidatus* und *H. plana* scheint dabei keine Korrelation mit der Häufigkeit der Borkenkäfer vorhanden zu sein. Beide Arten zeigten ein fast identisches Muster, sie erreichten 1994 ein deutliches Maximum, allerdings verschwand *A. cuspidatus* nach 1996 fast völlig, während die *Homalota* regelmäßig, wenn auch auf niedrigem Level anzutreffen war. An noch sehr frischem Totholz entwickelte *Placusa tachyporoides* bereits 1991 mit 105 Tieren ihr Populationsmaximum, kam danach regelmäßig, aber nicht besonders zahlreich vor. *Gabrius splendidulus* trat bis 1994 nur ganz vereinzelt vor, danach regelmäßig (36-63 Ex.). Aber erst am Ende der Untersuchungen waren für ihn im Jahr 1999 (239 Ex.) und auch 2000 (190 Ex. bis August) optimale Bedingungen vorhanden.

Schimmelpilz- und Baumschwammfresser

Moderkäfer wie *Cartodere nodifer* oder auch *Latridius minutus*, die sich von Schimmelpilzen ernähren, erreichten bereits 1992 ihren Populationshöhepunkt, während der ebenfalls Schimmelpilze fressende Faulholzkäfer *Orthoperus mundus* erst im darauffolgenden Jahr am zahlreichsten vertreten war (Abb.13). Ein anderer Schimmelpilzfresser, der winzige Federflügler *Ptinella aptera* fand erst 1996 seine besten Entwicklungsbedingungen (44 Ex.), während sein Vetter *Pteryx suturalis* erst 1999 zu großer Form aufstieg (227 Ex.), mit steigender Tendenz, denn 2000 wurden bis August 429 Tiere gefangen. Offensichtlich verändert sich im Verlauf der Wiederbewaldung mit den Standortbedingungen und dem fortschreitenden Holzabbau auch die Schimmelpilzflora, die entsprechend von verschiedenen Spezialisten unterschiedlich gut genutzt werden kann.

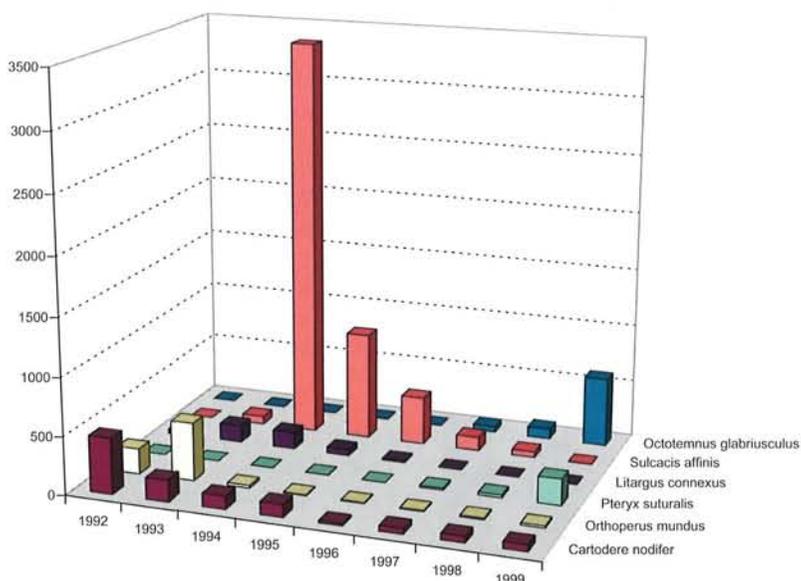


Abb.13: Sukzessives Auftreten von je drei Schimmelpilze (*Cartodere nodifer*, *Orthoperus mundus*, *Pteryx suturalis*) und Baumschwämme (*Litargus connexus*, *Sulcaxis affinis*, *Octotemnus glabriusculus*) fressenden Totholzkäferarten in Abhängigkeit mit der fortschreitenden Holzersetzung liegender Buchenstämmen

Von Pilzfruchtkörpern ernährt sich der Baumschwammkäfer *Litargus connexus*. Unter den offenen, besonnten Bedingungen in den Jahren 1993 und 1994 konnten sich jeweils 145 Tiere entwickeln. Mit zunehmend schattigeren Standortverhältnissen verschwand die Art in den Jahren 1998/99 völlig. Der Baumschwammfresser *Sulcacis affinis* frisst und entwickelt sich gerne in Bauschwämmen der Gattung *Trametes* und zwar vor allem an mehr oder minder sonnigen Standorten. Seine höchsten Populationsdichten erreicht er auf Kahlschlägen, Lichtungen und an Waldrändern (REIBNITZ 1999). In der Windwurffläche fand er an den untersuchten Stämmen erstmals 1993 für sich geeignete Nahrung vor (68 Ex.). 1994 waren die Habitate für den Cisiden optimal entwickelt (3424 Ex.), 1995 verschlechterten sie sich bereits (923 Ex.). In den folgenden Jahren nahm seine Zahl regelmäßig ab (412 Ex., 118 Ex., 49 Ex., 2 Ex.). Der Baumschwammfresser *Octotemnus glabriculus* trat ebenfalls 1993 erstmals auf (1 Ex.), auch danach (1994: 2 Ex., 1995: 5 Ex., 1996: 4 Ex.) nur vereinzelt. 1997 (47 Ex.) und 1998 (87 Ex.) verbesserten sich seine Lebensbedingungen. Die optimale Phase begann 1999 mit 596 Exemplaren und steigerte sich noch, denn bis August 2000 wurden 809 Tiere gefunden. Nach REIBNITZ (1999) lebt auch dieser Käfer an Trameten, aber mehr in geschlossenen Laubwaldbeständen, selbst sehr feuchtes Substrat wird besiedelt. Das Vorkommen beider Baumschwammfresser war recht gut mit der Vegetationsentwicklung korreliert, denn in den letzten Jahren hatte sich die offene Windwurffläche weitgehend in einen sehr dichten von Ahorn und Eschen dominierten Jungwaldbestand gewandelt.

Holzbewohner

Neben den Borkenkäfern entwickeln sich noch eine Reihe weiterer Käferarten im Holz der liegenden Buchenstämmen. Nach deren Hochphase in den Jahren 1993 und 1994 erreichte der Werftkäfer *Hylecoetus dermestoides* 1995 seinen Entwicklungshöhepunkt (Abb.14).

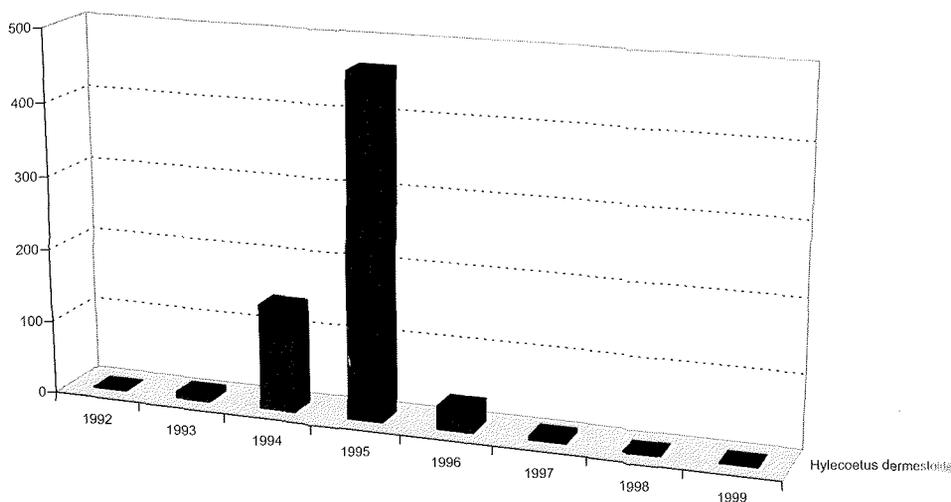


Abb. 14: Populationsentwicklung des Werftkäfers *Hylecoetus dermestoides*

Von geregelten Sukzessionsabläufen bei den lignicolen Arten kann nicht die Rede sein, denn außer den Borkenkäfern war der Werftkäfer der einzige häufige Holzkäfer, der aber in seinem Auftreten weitgehend auf zwei Stämme beschränkt war. Auch DERKSEN (1941) konnte beim Abbau von Buchenstümpfen keine regelmäßige Ablösung von Arten feststellen. Trotzdem müssen bestimmte Zersetzungszustände maßgeblich für das Auftreten spezieller Arten sein, wie das gehäufte Vorkommen des vorher nur in einem Einzelexemplar gefundenen Schnellkäfers *Denticollis rubens* in vier verschiedenen Fällen im Mai 2000 deutlich macht. Geregelte Sukzessionen wie sie SCHIMITSCHEK (1952, 1953) und DAJOZ (1966) allerdings für geschlossene Bestände herausarbeiteten, fanden in der offenen Windwurffläche so nicht statt.

Zusammenfassung

Von überragender Bedeutung für die Holzzersetzung der Buchenstämme in der mehr als 20 Hektar großen Windwurffläche des Naturwaldreservates Weiherkopf am südlichen Rand des Vogelsberges bei Schlüchtern war der Holzbrütende Borkenkäfer *Xyleborus saxeseni*. Bis zu 16.461 Individuen konnten pro Monat (Mai 1993) aus einem 1 m langen Buchenstammabschnitt gefangen werden. Eine Hochrechnung aus den Daten der Eklektorfänge zeigt, dass mehrere Milliarden dieser Käfer am Abbau des Buchenholzes in der Fläche beteiligt waren. Bereits 1992 war die Massenentwicklung im Gange, die 1993 ihren Höhepunkt erreichte, 1994 noch immer doppelt so viele Tiere produzierte wie 1992, aber 1995 bereits stark abflaute und nur noch 25 % der Individuen von 1992 hervorbrachte. 1996 war sie bereits sehr stark abgeebbt. Buchenstämme in kleinen Sturmflücken im geschlossenen Bestand werden dagegen in erster Linie von *Xyloterus*-Arten befallen, wie die zoologischen Bestandsaufnahmen in den Naturwaldreservaten „Niddahänge östlich Rudingshain“ (Forstamt Schotten) und „Schönbuche“ (Forstamt Neuhoef) ergaben. Maximal 580 Individuen von *Xyloterus domesticus* entwickelten sich in einem 1 m langen Buchenstammabschnitt.

Eine geregelte Sukzession von Holzkäfern fand in den untersuchten Buchenstämmen der Windwurffläche des Naturwaldreservats Weiherkopf nicht statt. Neben *X. saxeseni* entwickelten sich im Holz noch größere Mengen von *X. germanus* 1994, sowie des Werftkäfers *Hylecoetus dermestoides* 1995. Weitere Holzkäferarten waren nicht in genügenden Mengen vorhanden, um von regelmäßigen Sukzessionsabfolgen sprechen zu können, obwohl zum Teil eindeutig bestimmte Zersetzungsphasen bevorzugt wurden.

In Zusammenhang mit der Borkenkäfermassenvermehrung kann die Populationsentwicklung der Borkenkäferfresser *Bitoma crenata*, *Rhizophagus bipustulatus* und *R. dispar* gebracht werden. Potentiell ist ihnen eine erhebliche regulative Wirkung auf *Xyleborus saxeseni* zu unterstellen.

Deutliche Sukzessionen können für Schimmelpilz-, Baumschwammfresser und räuberische Kurzflügler gezeigt werden. Abhängig vom Verlauf der Holzzersetzung und der Veränderung der Standortbedingungen entwickeln sich optimale Habitate für Arten, die in zeitlicher Staffelung aufeinander folgen.

Von insgesamt 408 Arten aus der Windwurffläche wurden 311 in den Stammeklektoren festgestellt, 252 (81 %) von ihnen gehören zu den fakultativen oder obligatorischen Totholzbesiedlern. 182 Arten (in den Eklektoren: 159) sind in ihrem Lebenszyklus ans Totholz gebunden. In einem einzigen Buchenstammabschnitt von etwa zwei Meter Länge konnten im Verlauf von neun Jahren 97 Totholzarten nachgewiesen werden.

Die Buchenstämme bilden durch den Holzabbau ein offenes System, auch nach neun Jahren Untersuchungsdauer war noch keine Sättigung der Artenkurve erreicht. Nach einer initialen Anstiegsphase im ersten Untersuchungsjahr schwankten die Artenzahlen (für jeweils sechs Stämme) in einem Bereich zwischen 110 und 144 wobei die höchsten Werte im zweiten und letzten Untersuchungsjahr erreicht wurden. Die Individuenzahlen dagegen wurden deutlich durch die Massenvermehrung von *Xyleborus saxeseni* geprägt und erreichten im zweiten Untersuchungsjahr mit über 100.000 Tieren ihren deutlichen Höhepunkt. Ab dem fünften Untersuchungsjahr bewegten sich die Fangzahlen nur noch im vierstelligen Bereich etwa von 2000 bis 4500. Die Anstiege sowohl bei den Arten- wie auch bei den Individuenzahlen im letzten Untersuchungsjahr beruhen vorwiegend auf einer Qualitätsänderung, denn ein Teil der untersuchten Stämme lag dem Boden auf und war damit für Streu- und Krautschichtbewohner leichter zugänglich.

Zwei Arten konnten neu für Hessen nachgewiesen, zwei weitere in ihrem Vorkommen bestätigt, eine weitere nach über 100 Jahren wiederentdeckt werden. 24 Arten werden in den Roten Listen der bedrohten Tiere Deutschlands geführt, 99 weitere sind von erhöhter faunistischer Bedeutung. Dazu kommen 6 Arten, die unter dem besonderen Schutz der Bundesartenschutzverordnung stehen.

Literatur

- ADELI, E. 1963-64. Zur Kenntnis der Insektenfauna des Naturschutzgebietes bei der Sababurg im Rheinhardswald. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 53: 345-410.
- BACH, H., HAUMER, A., KAUER, M., KIRCH, S., KOUBEK, P., MAYERHOFER, G., PIETA, K., SCHABERREITER, I., SEGA, K. & WIESER, J. 1999. Terrestrisch-ökologischer Vergleich einer aufgeforscteten und einer nicht aufgeforscteten Windwurflläche in Lunz/Sec (NÖ) 1994. Jahresberichte der Biologischen Station Lunz 16: 183-212.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) 1998. Rote Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands. Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz 55: 3-434.
- BENSE, U. 2001. Erste Untersuchungen zur Totholzkäferfauna auf Sturmwurfllächen des Orkans „Lothar“ in Baden-Württemberg. DgaaE-Nachrichten 15(3):83-84.
- DAJOZ, R. 1966. Ecologie et biologie des coleopteres xylophages de la hetraie. Vie et Milieu 17: 525-763.
- DERKSEN, W. 1941. Die Succession der pterygoten Insekten im abgestorbenen Buchenholz. Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere 37(4): 680-738.
- DOROW, W. H. O., FLECHTNER, G. & KOPELKE, J.-P. 1992. Naturwaldreservate in Hessen No.3. Zoologische Untersuchungen - Konzept. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung 26: 159 S.
- FLECHTNER, G., DOROW, W. H. O. & KOPELKE, J.-P. 2000. Naturwaldreservate in Hessen. Niddahänge östlich Rudingshain - Zoologische Untersuchungen II 1990-1992. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung, Band 32: 550 S.
- FLECHTNER, G. (im Druck). In: DOROW, W. H. O., FLECHTNER, G., & KOPELKE, J.-P. Naturwaldreservate in Hessen. Schönbuche - Zoologische Untersuchungen 1990-1992. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung.
- FRISCH, J. 1995. Die Käferfauna des Roten Moores (Insecta: Coleoptera). Beiträge zur Naturkunde in Osthessen 30: 3-180.
- FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. 1964-1983. Die Käfer Mitteleuropas. Krefeld: Goecke & Evers. Bände 1-11: 3552 S.

- FUNKE, W., KOPF, A. & GLEIB, J. 2001. Totholzinsekten auf Fichtensturmwurfflächen. DgaaE-Nachrichten 15(3): 84-86.
- HILT, M. & AMMER, U. 1994. Totholzbesiedelnde Käfer im Wirtschaftswald – Fichte und Eiche im Vergleich. Forstwissenschaftliches Centralblatt 113: 245-255.
- HOLZSCHUH, C. 1994. Zur Unterscheidung von *Xyleborinus saxeseni* (RATZEBURG) und *X. alni* (NIISIMA) (Coleoptera, Scolytidae). Entomologica Basiliensia 17: 311-318.
- HORION, A. 1941. Faunistik der deutschen Käfer, Band 1: Adepnaga - Caraboidea. Krefeld: Verlag A. Goecke. 463 S.
- HORION, A. 1949. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 2: Palpicornia - Staphylinoidea. Frankfurt am Main: Verlag V. Klostermann. 388 S.
- HORION, A. 1951. Verzeichnis der Käfer Mitteleuropas (Deutschland, Österreich, Tschechoslowakei). Stuttgart: Alfred Kernen Verlag, 2 Bände. 536 S.
- HORION, A. 1953. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 3: Malacodermata, Sternoxia (Elatridae bis Throscidae). München: Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey (Sonderband). 340 S.
- HORION, A. 1954. Koleopterologische Neumeldungen für Deutschland (1. Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer"). Deutsche Entomologische Zeitschrift N. F. 1(1-2): 1-22.
- HORION, A. 1954-1955. Bemerkenswerte Käferfunde aus Deutschland (2. Nachtrag zum "Verzeichnis der Käfer Mitteleuropas"). Entomologische Zeitschrift 64(12/13/23): 137-143, 152-160, 277-280; 65(3-5/7/9): 36-40, 44-48, 59-64, 85-86, 108-110.
- HORION, A. 1955a. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 4: Sternoxia (Buprestidae), Fossipedes, Macroductylia, Brachymera. München: Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey (Sonderband). 280 S.
- HORION, A. 1955b. Bemerkenswerte Käferfunde aus Deutschland. 2. Reihe. (4. Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer"). Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer 51(1-2): 61-75.
- HORION, A. 1956a. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 5: Heteromera. München. Entomologische Arbeiten aus dem Museum G. Frey (Sonderband). 336 S.
- HORION, A. 1956b. Koleopterologische Neumeldungen für Deutschland II. Reihe. (3. Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer"). Deutsche Entomologische Zeitschrift N. F. 3(1): 1-13.
- HORION, A. 1956c. Bemerkenswerte Käferfunde aus Deutschland. 3. Reihe. (6. Nachtrag zum "Verzeichnis der Mitteleuropäischen Käfer"). Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer 52(3): 108-123.
- HORION, A. 1957. Koleopterologische Neumeldungen für Deutschland III. Reihe. (5. Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer"). Deutsche Entomologische Zeitschrift N. F. 4(1): 8-21.
- HORION, A. 1958. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 6: Lamellicornia (Scarabacidae - Lucanidae). Überlingen: Selbstverlag. 343 S.
- HORION, A. 1960a. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 7: Clavicornia 1. Teil (Sphaeritidae bis Phalacridae). Überlingen: Selbstverlag. 346 S.
- HORION, A. 1960b. Koleopterologische Neumeldungen für Deutschland IV. Reihe. (7. Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer"). Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft 50: 119-162.
- HORION, A. 1961. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 8: Clavicornia 2. Teil (Thorictidae bis Cisidae), Teredilia, Coccinellidae. Überlingen: Selbstverlag. 375 S.
- HORION, A. 1963. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 9: Staphylinidae 1. Teil (Micropeplinae bis Euaesthetinae). Überlingen: Selbstverlag. 412 S.
- HORION, A. 1965a. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 10: Staphylinidae 2. Teil (Paederinae bis Staphylininae). Überlingen: Selbstverlag. 335 S.
- HORION, A. 1965b. Neue und bemerkenswerte Käfer in Deutschland (8. Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer"). Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer 61(3): 134-181.
- HORION, A. 1967. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 11: Staphylinidae 3. Teil (Habrocerinae bis Aleocharinae) (Ohne Subtribus Athetae). Überlingen: Selbstverlag. 419 S.

- HORION, A. 1969. Neunter Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer". Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer 65(1): 1-47.
- HORION, A. 1970. Zehnter Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer". Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer 66(1): 1-29.
- HORION, A. 1971a. Elfter Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer". Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 20: 97-117.
- HORION, A. 1971b. Familie Mordellidae. Kurze faunistische Zusammenstellung der mitteleuropäischen Arten. Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer 67(3): 137-146.
- HORION, A. 1972. Zwölfter Nachtrag zum "Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer". Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer 68(1): 9-42.
- HORION, A. 1974. Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Band 12: Cerambycidae - Bockkäfer. Überlingen: Selbstverlag. 228 S.
- HORION, A. 1975. Nachtrag zur Faunistik der mitteleuropäischen Cerambycidae (Col.). Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen 24(6): 97-115.
- IRMLER, U., HELLER, K. & WARNING, J. 1996. Age and tree species as factors influencing the populations of insects living in dead wood. (Coleoptera, Diptera: Sciaridae, Mycetophilidae). *Pedobiologia* 40: 134-148.
- IRMLER, U., HELLER, K. & WARNING, J. 1997. Kurzflügelkäfer (Col., Staphylinidae) an Totholz schleswig-holsteinischer Wälder. *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen* 7: 307-318.
- KASZAB, Z. 1955. Neue und wenig bekannte Malacodermata (Coleoptera) aus dem Karpatenbecken. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungariae* 1(3-4): 289-307.
- KLEINEVOSS, K., TOPP, W. & BOHAC, J. 1996. Buchen-Totholz im Wirtschaftswald als Lebensraum für xylobionte Insekten. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 5: 85-95.
- KÖHLER, F. 1996. Käferfauna in Naturwaldzellen und Wirtschaftswald. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/ Landesamt für Agrarordnung NRW, LÖBF - Schriftenreihe 6: 283 S.
- KÖHLER, F. 1998. Vergleichende Untersuchungen zur Totholzkäferfauna (Coleoptera) des Naturwaldreservates „Himbeerberg“ im Hunsrück. *Mainzer naturwissenschaftliches Archiv* 36: 147-208.
- KÖHLER, F. 2000a. Totholzkäfer in Naturwaldzellen des nördlichen Rheinlands. *Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/ Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen*. 352 S.
- KÖHLER, F. 2000b. Erster Nachtrag zum „Verzeichnis der Käfer Deutschlands“. *Entomologische Nachrichten und Berichte* 44(1): 60-84.
- KÖHLER, F. & KLAUSNITZER, B. 1998. Verzeichnis der Käfer Deutschlands. *Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft 4*: 1-185.
- LÄSSIG, R. 1995. Der Natur auf der Spur – Interdisziplinäre Untersuchungen auf Windwurfflächen in den Schweizer Alpen. *Laufener Seminarbeiträge* 3/95: 43-49.
- LOHSE, G. A. & LUCHT, W. H. 1989. Die Käfer Mitteleuropas 1. Supplementband mit Katalogteil (Band 12). Krefeld: Goecke & Evers. 346 S.
- LOHSE, G. A. & LUCHT, W. H. 1992. Die Käfer Mitteleuropas 2. Supplementband mit Katalogteil (Band 13). Krefeld: Goecke & Evers. 375 S.
- LOHSE, G. A. & LUCHT, W. H. 1994. Die Käfer Mitteleuropas 3. Supplementband mit Katalogteil (Band 14). Krefeld: Goecke & Evers. 403 S.
- LUCHT, W. & KLAUSNITZER, B. 1998. Die Käfer Mitteleuropas 4. Supplementband. Krefeld, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: Goecke & Evers im Gustav Fischer Verlag. 398 S.
- MENKE, N. 2001. Untersuchungen zur Struktur und Sukzession von Käfergemeinschaften an Buchen- und Eichentotholz. *DgaeE-Nachrichten* 15(3): 87.
- OTTE, J. 1989. Ökologische Untersuchungen zur Bedeutung von Windwurfflächen für die Insektenfauna. Teil 1 und Teil 2. *Waldhygiene* 17: 193-247 und 18: 1-36.
- PALM, T. 1959. Die Holz- und Rindenkäfer der süd- und mittelschwedischen Laubbäume. *Opuscula Entomologica Suppl.* 16: 374 S.
- PFARR, U. & SCHRÄMMEL, J. 1991. Fichtentotholz im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 110: 128-134.
- REIBNITZ, J. 1996. Verbreitung und Lebensräume der Baumschwammfresser Südwestdeutschlands (Coleoptera: Cisidae). *Mitteilungen des Entomologischen Vereins Stuttgart* 34: 3-74.
- SCHAFFRATH, U. 1997. Zur Käferfauna am Edersee (Insecta, Coleoptera). *Philippia* 9(1): 1-94.

- SCHIMITSCHEK, E. 1952. Forstentomologische Studien im Urwald Rothwald. Teil 1 und Teil 2. Zeitschrift für angewandte Entomologie 34: 178-215 und 513-542.
- SCHIMITSCHEK, E. 1953. Forstentomologische Studien im Urwald Rothwald. Teil 3. Zeitschrift für angewandte Entomologie 35: 1-54.
- SCHMITT, M. 1992. Buchen-Totholz als Lebensraum für xylobionte Käfer. Untersuchungen im Naturwaldreservat „Waldhaus“ und zwei Vergleichsflächen im Wirtschaftswald (Forstamt Ebrach, Steigerwald). Waldhygiene 19: 7-191.
- SIMON, M. 1995. Untersuchungen zu an Buche (*Fagus sylvatica* L.) lebenden Borkenkäfern (Col., Scolytidae). Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 10(1-6): 161-165.
- THUNES, K.H. 1995. The coleopteran fauna of *Piptoporus betulinus* and *Fomes fomentarius* (Aphyllorales: Polyporaceae) in western Norway. Entomologica Fennica 5: 157-168.
- VÄISÄNEN, R., BISTRÖM, O. & HELIÖVAARA K. 1993. Sub-cortical Coleoptera in dead pines and spruces: is primeval species composition maintained in managed forests? Biodiversity and Conservation 2: 95-113.
- WESLIEN, J. 1992. The arthropod complex associated with *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae): species composition, phenology, and impact on bark beetle productivity. Entomologica Fennica 3: 205-213.

NATURWALDRESERVATE UND FORSTBETRIEB

Hugo Sang, Schlüchtern

Ausweisung des Naturwaldreservats Weiherkopf

Der Hess. Landtag hat am 20.09.1988 beschlossen Naturwaldreservate einzurichten. Im Jahre 1990 folgte dann ein Erlass über **Ausweisung und Betreuung von NWR in Hessen**.

Vorausgegangen war eine lange, intensive Diskussion im politischen Raum, d.h. Forst <> Naturschutz, ob großflächige Nationalparks in Nordhessen (Werra/Meißner Bereich und Ederseebereich) ausgewiesen werden sollten. Diskussionen zu diesem Thema gab es in allen Bundesländern und allen Landesforstverwaltungen.

Ergebnis: jeweils Landeslösung.

Der Beschluss des Landtages wurde +/- bewusst vor Ort zur Kenntnis genommen. Nachdem als beauftragte Stelle die Hess. Forsteinrichtungsanstalt (FEA) den Großraum für das Buchen-Naturwaldreservat festgelegt hatte, erfolgte gemeinsam mit der Forstamtsleitung vor Ort die örtliche Flächenauswahl und Festlegung.

Im Zuge der Festlegung wurde das NWR Weiherkopf als 12. in der Reihenfolge mit 45,8 ha (heute 52,0 ha) Totalreservatsfläche (Waldmeister-Buchenwald) ausgewiesen.

Es wurden nach Veröffentlichung Schilder aufgestellt, der Wald selbst stand - noch!, - es gab keine Probleme - vorerst!

Wir vor Ort, Förster und Waldarbeiter, haben das NWR zur Kenntnis genommen, vielleicht nach dem Motto:

"Geschlechter kommen, Geschlechter gehen, hirschlederne Reithosen bleiben bestehen", d.h. die forstbetrieblichen Auswirkungen zum Zeitpunkt der Ausweisung wurde nicht zu 100 % erkannt, - wenigstens von uns-!

Wir haben die Einrichtung NWR akzeptiert, sie lag im Trend der Zeit im Hinblick auf einen neuen Waldbau, wir haben es bei den vielen Exkursionen im "alten" Forstamt Schlüchtern auch gerne erwähnt und vorgezeigt.

„Dann kam der Sturm und die Ruhe war dahin!“

Ca. 320.000 fm im gesamten FA-Bereich, etwa neun Jahreseinschläge, waren gefallen; wollten und sollten aufgearbeitet werden, hier lag unser Einsatzschwerpunkt.

Auch die NWR-Totalfläche lag mit ca. 20 ha flach, Buche und Edellaubhölzer ca. 120-jährig von hervorragender Qualität.

Erste Überlegungen: Auswechseln der Flächen, Gespräche mit dem Ministerium (Prof. Dr. Rödiger) und der FEA.

Das begründete NEIN hat mich/uns überzeugt.

Kurz:

Für die Wissenschaft und Forschung war Wiebke hier im NWR ein Geschenk des Himmels. Ca. 80 - 100 Jahre Zeitraffer in nur wenigen Stunden. Die Forschungsarbeit der Wiederbewaldung konnte beginnen. Ich verweise auf die Fachverträge des Vormittags.

Als bei Waldarbeitern, Holzkäufern und der örtlichen, hier ländlichen Bevölkerung die Entscheidung für eine Nichtaufarbeitung bekannt wurde, brach ein Sturm los!

Wir kamen in die Presse, Ortsbeiräte und Stadtverordnetenversammlung haben sich mit dem Thema befasst, Resolutionen verabschiedet und sich hinter lokale und auch Landespolitiker geklemmt.

Die Entscheidung wurde nicht akzeptiert! (Siehe Pressemappe des Forstamts Schlüchtern). Unsere Öffentlichkeitsarbeit brachte nicht die erhofften Früchte!

Die ersten Vegetationsaufnahmen durch die FEA zeigten uns, welche Naturverjüngungsreserve wir auf dieser und möglicherweise auch auf anderen Flächen hatten. Diese Erkenntnis haben wir aber erst ab 1992/93 waldbaulich umgesetzt, d.h. auf den Schadensflächen stand an: "zählen, messen, abwägen".

(Zitat: Prof. Dr. Rödiger)

Unser Pflanzenbedarf zur Wiederbegründung von Schadflächen ging rapide zurück, auf die gegebenen Verjüngungsreserven in den Schadflächen wurde gesetzt.

Wir waren hoffnungsvoll zielorientiert unter dem Motto: Erst einmal nichts tun!

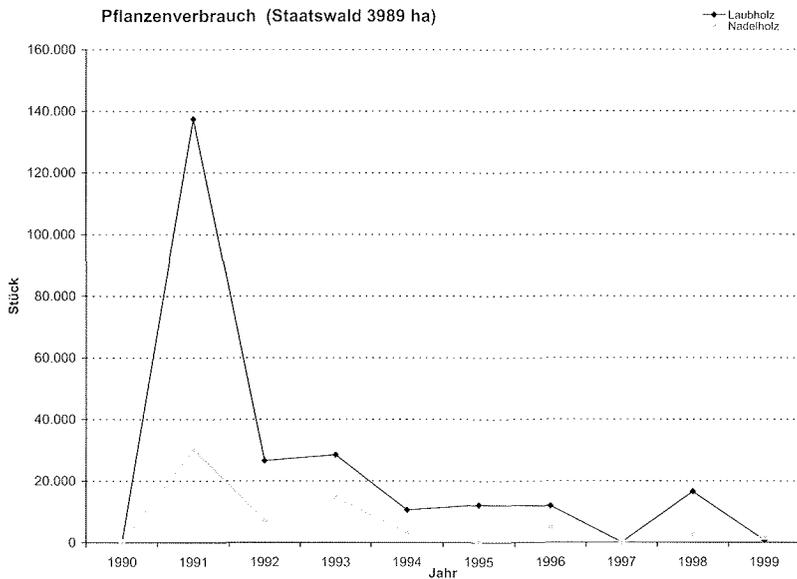


Abb. 1: Pflanzenverbrauch im Staatwald des Forstamts Schlüchtern von 1990 bis 1999

I.d.R. hat dies funktioniert, leider nicht auf allen Flächen. Der primäre Grund war hier der Standortfaktor Wild(!), besonders schlimm im Nichtstaatwald und ganz besonders in der Gemengelage Wald/Feld, wo z.T. kleinflächige Waldbestände gefallen waren.

Unser gutes Verhältnis zum Ministerium, hier oberste Jagdbehörde, wie auch das Verständnis der Hegegemeinschaftsleiter für die NWR-Flächen erfüllte unseren Wunsch, im NWR-Bereich alles zu schießen, was gesetzlich erlaubt war!

Dieser waldbauliche Erfolg, begründet auf keiner gebremsten Abschussvorgabe, zeigte uns den rechten Weg. Die Naturverjüngung lief und kam hoch und nach etwa 3 - 4 Jahren, d.h. 1994/95 war die "Förstersünde" (so bezeichnete es die Öffentlichkeit), das gute Stammholz nicht aufzuarbeiten mit einem fast kaum durchdringbaren Verjüngungschleier überdeckt. Es wurde ruhig ums NWR, unsere Kritiker verstummten oder haben resigniert. Die Fragen blieben aber offen. Unser jagdliches Waldbauziel haben wir auf der NWR-Fläche und den übrigen Flächen in der Revierförsterei Schmidtmühle im Staatswald erreicht.

Inzwischen stört dort kein Rehwild mehr. Trotzdem gibt es mit dem NWR aber noch Probleme.

1. Jagd

Leider ist seit ca. 3 - 4 Jahren ein neues jagdliches Problem entstanden, es kommt über Nacht und ist schwarz wie diese. Das NWR ist ein Eldorado für Schwarzwild geworden, praktisch nicht mehr bejagbar.

Die umliegenden Wiesen leiden sehr unter Wildschäden und diese zu beseitigen ist teuer und bringt eine Menge Ärger mit sich. Die betroffenen Landwirte sind hier ein ernstes Problem. Sie werden morgen bei der Exkursion vor Ort sehen, was aus einem umgefallenen NWR geworden ist

2. Forstschutz:

Im Totalreservat gab es einen geringen Anteil an Nadelholz (Fichte). Der Borkenkäfer übernahm hier die Zuständigkeit. Aus grünen Fichten wurde stehendes Totholz. Hierdurch trat erneut ein Konflikt in der Bevölkerung und mit Privatwaldbesitzern auf. Einerseits werden diese vom Forstamt angehalten, Käferbäume im eigenen Wald schnellstmöglich zu beseitigen, andererseits wurde die Forstverwaltung als negatives Beispiel vorgeführt. Trotz Öffentlichkeitsarbeit wollten viele Personen dies alles nicht begreifen. Glücklicherweise gab es um das NWR Weiherkopf keine Gemengelage mit privaten Waldbesitzern.

3. Verkehrssicherheit:

Für NWR gibt es ein Betretungsverbot, insbesondere auf der Fläche. Hier, wie sicher an anderen Orten auch, führen Forstwege daran entlang bzw. auch hindurch. In unserem Fall führte ein alter öffentlicher Verbindungsweg zwischen dem Ort Ulmbach und dem Ort Ürzell/Schmidtmühle durch das Gebiet. Zu unterbinden war diese öffentliche Nutzung der Straße nicht. Wir mussten auch hier die Verkehrssicherheit gewährleisten. Dies bedeutet, dass im Nahbereich des Weges/der Straße nach Bedarf Maßnahmen durchgeführt werden mussten und auch weiterhin müssen. Bei entsprechenden Eingriffen verbleibt das Material aber im NWR-Gebiet.

Sturmwurf-Reservat Alsberger Hang

Nach dem Motto alle guten Dinge sind zwei wurden wir erneut gesegnet. Auf der NWR Karte Hessen gab es 1995 noch "Weiße Flächen", dazu gehörte auch der Spessart. Es wurde ein NWR mit der Hauptbaumart Eiche gesucht.

Die treffsicheren Schützen aus dem Ministerium und der Landesanstalt zielten auf den Alsberger Hang im ehemaligen FA Bad Soden-Salmünster, jetzt Schlüchtern. Warum gerade hier?

Ein lokaler Sommersturm vom 05. Juli 1996 hatte in der heutigen Försterei Salmünster eine Windwurfschneise gezogen und ca. 25 ha Eiche zwischen ca. 100 Jahren und 180 Jahren geworfen. Wieder ein Geschenk des Himmels?

Für die örtliche Forstverwaltung, FA Schlüchtern, war es eine Wiedergeburt der Wehen vom NWR Weiherskopf, Försterei Schmidtmühle.

Hier wurden 117 ha Totalreservat und 113 ha Vergleichsfläche ausgewiesen. Der Wind von außen wurde hier jedoch stärker als beim ersten NWR.

Ortsbeirat, Wandervereine, 29er Vereine, Stadtverordnetenversammlung, Magistrat, Bürgermeister und Landtagsabgeordnete waren für die Aufarbeitung der umgefallenen Eichen. Die Eichen liegen heute noch und der Sturm hat sich gelegt. Das NWR Alsberger Hang ist Fakt geworden. *Es gibt heute keine Diskussionen mehr, vielleicht hat hier die verstärkte Öffentlichkeitsarbeit des Forstamtes geholfen und schließlich zur Akzeptanz beigetragen.*

Die Entwicklung der Vegetation verläuft hier auf Buntsandstein anders als im NWR Weiherskopf mit Basalt als geologische Grundlage. Sie werden es morgen sehen.

Resumee:

NWR bringen Probleme in den Forstbetrieb, anfangs verbunden mit sehr viel Ärger, jedenfalls bei Windwurfflächen.

Stehende NWR-Flächen erzeugen keinen Zorn der Öffentlichkeit. Sie werden eigentlich nicht zur Kenntnis genommen, da sich für die Bevölkerung nichts verändert hat.

Die verjüngungsfreudigen eutrophen Flächen haben einen hohen naturwissenschaftlichen Aussagewert. Vordergründig für den Waldbau und eine naturnahe Forstwirtschaft.

Auch hier gilt, was der Altvater E.W. Pfeil 1783-1895 gesagt hat: "Fraget die Bäume" und ich füge hinzu:

"und die Wissenschaftler von heute nach ihren Forschungsergebnissen, damit die Erkenntnisse hieraus im forstlichen Alltag umgesetzt werden können."

Hunderte von Forstleuten sind hier bei uns in Schlüchtern gewesen und haben sich das NWR angesehen.

Hochkarätige Veranstaltungen wie die des Deutschen Forstvereins in Kassel 1994 lenkten Exkursionen hierher. Die damalige FEA-Gießen und das Forschungsinstitut Senckenberg haben hierbei ihre Hilfe und Unterstützung mit eingebracht.

Verwaltungsinterne Fortbildungen, Anwärter, Referendare, waldbauliche Tagfahrten, fanden jährlich statt. Forstleute aus dem Ausland, europa- und weltweit, kamen hierher.

Insgesamt 9 x waren Koreanische Forstleute hier, die nunmehr eine 2. Walderneuerung nach dem Koreakrieg vorbereiteten, da die 1. Walderneuerung nach der Entlaubung und Vernichtung der Vegetation vorwiegend mit amerikanischen Nadelbaumarten in die Hose gegangen war.

NWR, insbesondere umgefallene, machen Arbeit und kosten Zeit. Wir sehen es als die Freuden der Pflicht an.

Aussicht für die Zukunft:

Forstleute kommen, Forstleute gehen, NWR bleiben -hoffentlich- bestehen.



Ludwig Richter: „Waldesinn“ 1861

Abb. 2: Unser Wald (Stich Richter, romantische Darstellung)

Meine Damen und Herren, Sie sehen die letzte Folie.

So stellt sich vielleicht unser Durchschnittsbürger heute seinen Wald vor. Wird so der Urwald von morgen aussehen?

Ich schließe meine Ausführungen mit einem Zitat aus einem Reisebericht eines Forstmannes vom 17.03.1799 und will es auf die heutige Veranstaltung und Ihr Hierherkommen beziehen.

"Ueberhaupt muß ich einem jeden reisenden Forstmann den Besuch dieses Forstes empfehlen; er wird sicher nicht unbefriedigt denselben und den braven und würdigen Vorsteher desselben verlassen, der es sich zum Vergnügen anrechnet, reisende Forstmänner freundschaftlich anzunehmen und sie mit seinem Forste bekannt zu machen."

Diese Aussage ist auch für uns heute Ansporn und Verpflichtung.

STURMWURFFORSCHUNG UND NATURSCHUTZ

Eckhard Jedicke, Bad Arolsen

1. Einführung

Baumbestände sind die langlebigste Vegetationsformation – Veränderungen beanspruchen im Allgemeinen sehr lange Zeiträume. Wenn aber ein Sturm Bäume entwurzelt und auf diese Weise Freiflächen entstehen, dann passiert plötzlich etwas: In der Vegetationszusammensetzung und -struktur sind binnen weniger Jahre gravierende Veränderungen festzustellen. Die dann ablaufenden Sukzessionsprozesse sind ein wichtiges Forschungsobjekt – hinsichtlich der Gehölze, der Gefäßpflanzen insgesamt, der niederen Pflanzen ebenso wie der verschiedenen Taxa der Fauna. Sukzessionsforschung befasst sich in diesem Zusammenhang u.a. mit folgenden Fragen:

- ▶ Wer kommt als Erstes, wer setzt sich durch?
- ▶ Wie läuft die natürliche Dynamik ab?
- ▶ Welche Rolle spielen Vorbestand, Standort, verbleibendes Totholz, die Fauna und andere Faktoren?
- ▶ Nützt Sukzession der Forstwirtschaft – bzw. wie kann die natürliche Entwicklung sinnvoll wirtschaftlich genutzt werden?
- ▶ Welchen Wert hat die Sukzession für den Naturschutz?

Das Gewähren lassen von Sukzession bietet ohne Frage Chancen für das Entstehen einer größeren Naturnähe. Deshalb wird sich der Beitrag zunächst mit natürlicher Walddynamik und der Rolle von Sturmwürfen innerhalb dieser befassen, dann mit der Naturschutzstrategie des Prozessschutzes. Erst auf dieser Grundlage soll die Kernfrage beantwortet werden: Welche Konsequenzen resultieren aus den Erkenntnissen der Sturmwurfforschung für den Naturschutz?

2. Natürliche Walddynamik und Sturmwürfe am Beispiel von Buchen-Naturwäldern

Im mitteleuropäischen Buchennatur- oder urwald sind nach dem heutigen Kenntnisstand der natürlichen Walddynamik drei Stadien zu unterscheiden (Abb. 1): Das **Stadium des Heranwachsens** dauert durchschnittlich etwa 85 bis 110 Jahre. Dieses geht in das 40 bis 50 Jahre währende **Optimalstadium** über, das sich dann über die Alterungsphase in das **Zerfallsstadium** wandelt, welches im Mittel 95 bis 110 Jahre andauert. Im Zerfallsstadium entstehen Lichtinseln, in denen durch Verjüngung Bäume des nächsten Entwicklungszyklus' heranwachsen. Durch gegenseitige Überlappung beträgt die Dauer des Gesamtzyklus rund 230 bis 250 Jahre.

Dieser Mosaik-Zyklus ist durch anthropogene Nutzung stark modifiziert – vor allem fehlt die zweite Hälfte der Entwicklung im Wirtschaftswald völlig.

Sturmwurf ist eine natürliche Steuergröße in diesem Mosaik-Zyklus, wie NEUERT et al. (2001) mit Hilfe des regelbasierten Simulationsmodells BEFORE zur Dynamik in Buchenurwäldern demonstrierten: Abb. 2 zeigt oben die Verteilung extremer Sturmereignisse über einen Zeitraum von 5000 Jahren und in Zeile a für das Simulationsergebnis den Flächenanteil

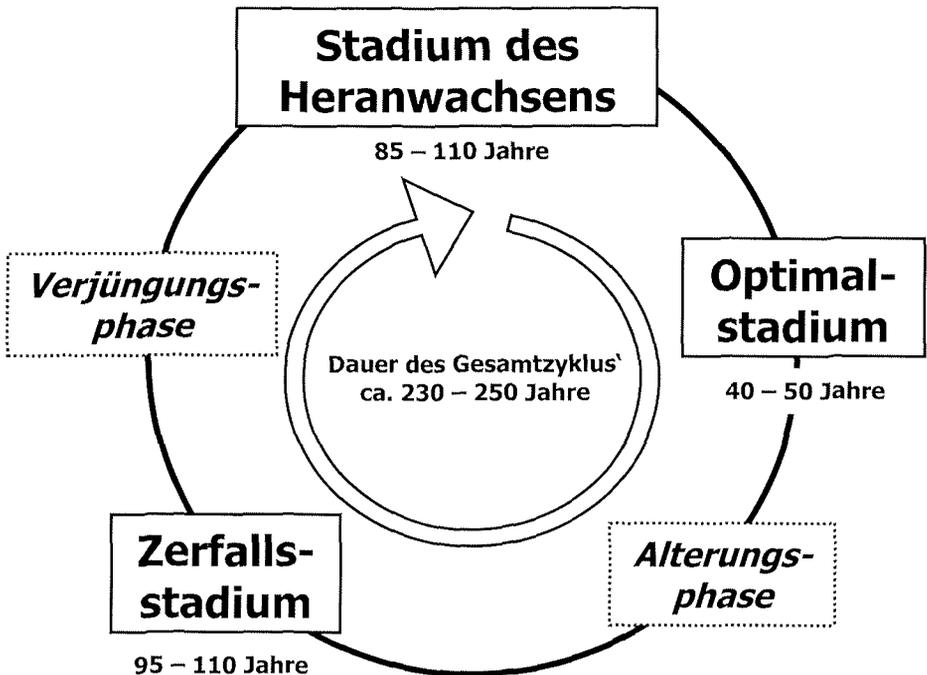


Abb. 1: Schematisch dargestellter durchschnittlicher Ablauf des Mosaik-Zyklus im mitteleuropäischen Buchenurwald

des Modellwaldes, der sich jeweils im Optimalstadium befindet (jeweils zwischen 0 und 60 %). Die Grafik belegt, dass sich zwar durch starke Sturmwürfe infolge extremer Sturmereignisse die typische Kleinflächenstruktur auf durchschnittlich 0,3 ha Größe (so genannte *patches*) auflöst, so dass sich das Optimalstadium in größeren Abständen immer wieder auf geringe Anteile reduziert. Spätestens nach 120 Jahren ist diese Textur jedoch wieder ausgeprägt. Andererseits zeigt sich aber auch, dass „normale“, auch stärkere Stürme nicht merklich in die Waldtextur eingreifen.

Wenn NEUERT et al. (2001) bestimmte Prozesse im Modell deaktivieren, resultieren stark abweichende Ergebnisse (s. Abb. 2): In Bild b ist der Sturmeinfluss unberücksichtigt – die Walldynamik ist auf ganzer Fläche synchronisiert, für über 100 Jahre zeigt sich ein gleichförmig strukturierter Hallenwald. Das Modell belegt damit, dass Sturmwürfe die entscheidende Ursache für die Kleinflächentextur (*patchiness*) darstellen. Weiter wirken sich Nachbarschaftseffekte aus (Zeile c) – dort ist zusätzlich zu den Stürmen der Lichteinfluss durch benachbarte Flecken (*patches*) deaktiviert, d.h. es findet kein seitlicher Lichteinfall von angrenzenden Zellen statt. Unter diesen Umständen geht jede Periodik verloren, das Muster insgesamt löst sich auf.

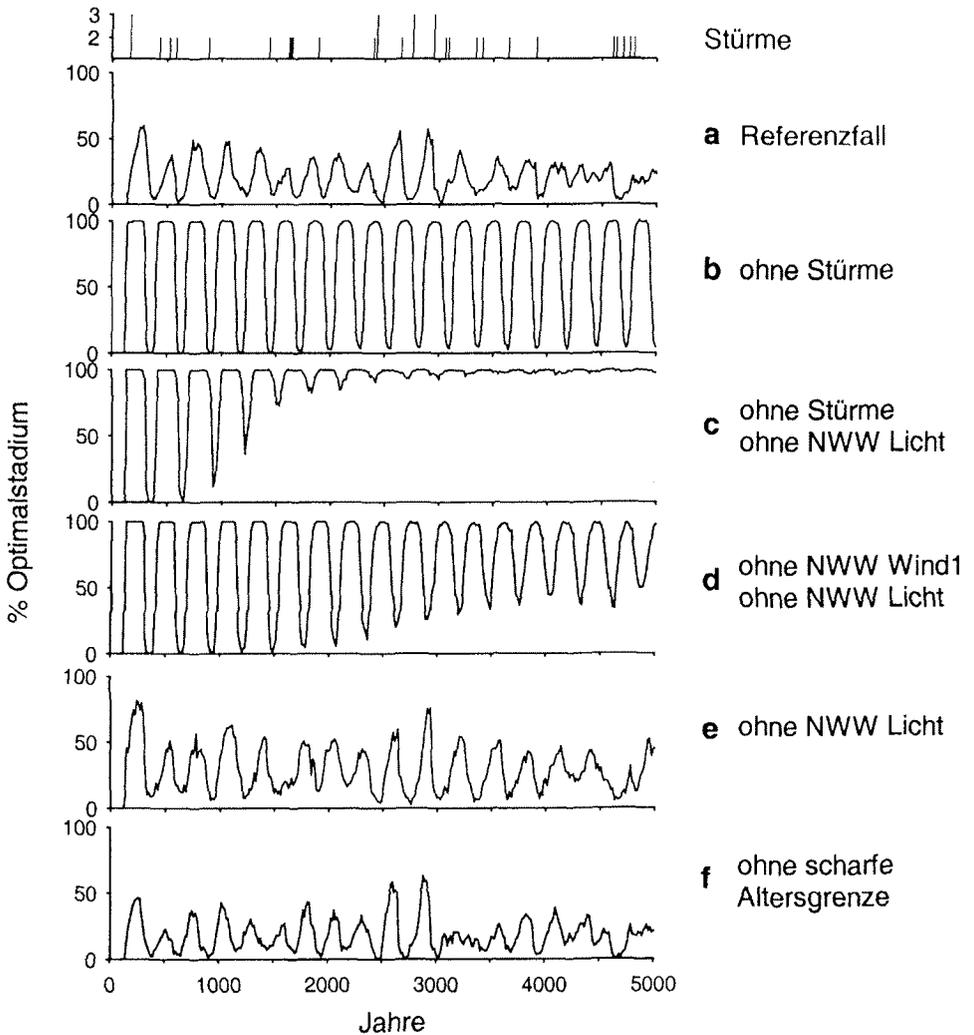


Abb. 2: Simulationsergebnisse des regelbasierten Modells BEFORE von NEUERT et al. (2001)
NWW = Nachbarschaftswirkung

Auf die anderen Simulationen sei hier nicht näher eingegangen (s. NEUERT et al. 2001); das wichtigste Ergebnis im Hinblick auf die Fragestellung des vorliegenden Beitrags lautet, dass Sturmwurf die zentrale natürliche Steuergröße in der Walddynamik darstellt – damit muss die Forstwirtschaft leben. Zu unterscheiden sind dabei seltene Extremereignisse, wie sie sich in Abb. 2 widerspiegeln, von regelmäßig wiederkehrenden kleinflächigen Sturmwürfen bis hinunter zum Werfen von Einzelstämmen.

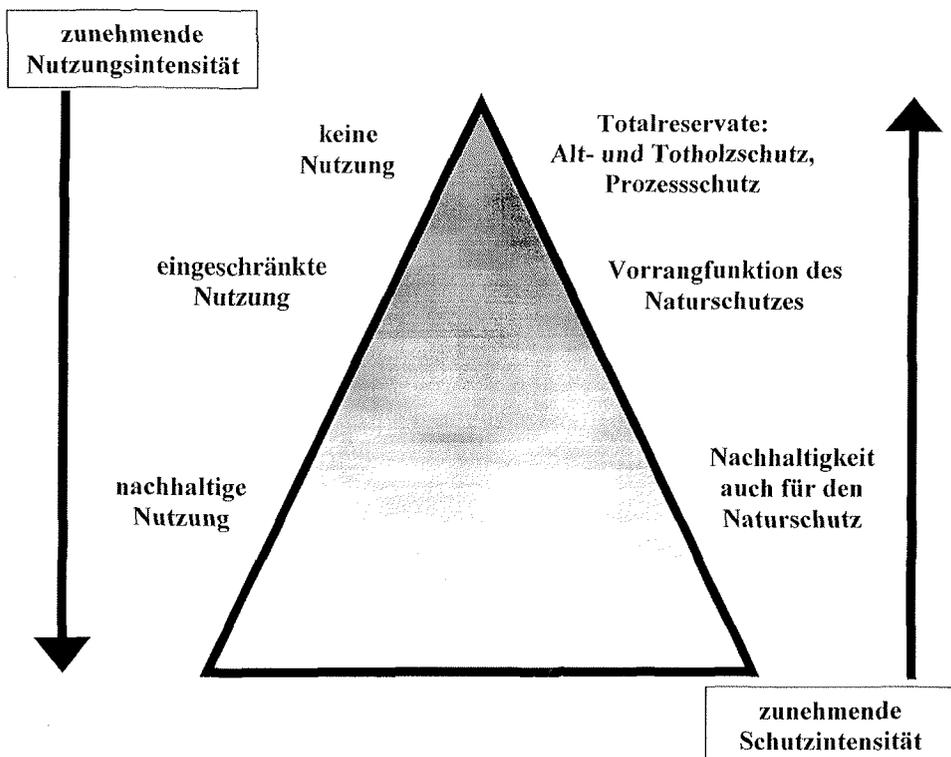


Abb. 3: Differenzierung von Naturschutzziele im Wald hinsichtlich Nutzungs- und Schutzintensität

Wenn Sturmereignisse also zur Natur gehören, so sind diese bei der Bewertung von **Naturnähe** als ein wichtiges Kriterium des Naturschutzes zu berücksichtigen. Möglichst genaue Kenntnisse der natürlichen Walddynamik sind daher für Forstwirtschaft und Naturschutz gleichermaßen von Bedeutung. Generell ist festzustellen, dass die meisten Ziele des Naturschutzes – die unten differenziert werden – umso besser erfüllt werden, je größer die Naturnähe in einem System ist. Naturnähe im Wald lässt sich nach SCHERZINGER (1996) anhand folgender Merkmale beurteilen:

- ▶ Artenausstattung der Flora (nicht allein der Gehölze!) und Fauna;
- ▶ Dynamik von Sukzessionen, exogenen Störungen (Sturm, aber auch Schneebruch, Hochwasser, Insekten- und Pilzbefall etc.) und Zyklen;
- ▶ Dimensionen, vor allem hinsichtlich Baumalter und Produktivität von Holz-, Ast- und Blattmasse (wichtig hierbei ist z.B. die Diversität aller Altersstadien, hoch- ebenso wie gering produktiver Bestände);

- ▶ Vielfalt an Totholz (Baumarten, Dimensionen, Position, Zersetzungsgrad etc.);
- ▶ Raumstrukturen des Waldes in horizontaler und vertikaler Dimension;
- ▶ Proportionen z.B. von Anteilen einzelner Waldentwicklungsphasen (diese sollten repräsentativ für den jeweiligen Anteil am Gesamtzyklus sein), von Flächengrößen der einzelnen *patches* im Habitatmosaik sowie der Häufigkeit von Störungsereignissen.

2. Prozessschutz als Naturschutzstrategie

Der zum Teil negativ belastete Begriff „Prozessschutz“ soll hier, ausgehend vom Konzept der Naturnähe, von der wissenschaftlichen Seite angegangen werden.

Natürliche Störungen und Sukzessionen sind Bestandteil der Definition von Naturnähe, es handelt sich um – wertneutral – typische Prozesse. Letztere sind definiert als Veränderungen von Größen, Zuständen und/oder Interaktionen in ökologischen Systemen, und zwar physiogener (abiotischer) und/oder biotischer Art (vgl. JEDICKE 1998). Häufig werden solche Prozesse durch Störungen ausgelöst – auf der Makroskala (Stürme, Hochwässer etc.) ebenso wie im meso- und mikroskaligen Bereich bis hin zu Wühltätigkeit von Säugetieren und selektivem Fraß. Dabei sind natürliche von anthropo(zoo)genen Störungsregimen sowie räumliche von zeitlichen Prozessen zu unterscheiden.

Schließlich ist nicht allein die Dynamik in Biozönosen – wie in gehölzdominierten Pflanzengesellschaften – zu bedenken, sondern ebenso die Strahlungs-, Klima-, Stoff-, Morpho-, Pedo- und Hydrodynamik in ökologischen Systemen (vgl. Überblick bei JEDICKE 1998).

Vor diesem nur kurz angerissenen Hintergrund ist Prozessschutz wie folgt zu definieren (vgl. JEDICKE 1998, 1999):

Prozessschutz bedeutet das Aufrechterhalten natürlicher Prozesse (ökologischer Veränderungen in Raum und Zeit) in Form von dynamischen Erscheinungen auf der Ebene von Arten, Biozönosen, Bio- und Ökotopten, Ökosystemen und Landschaften. Prozessschutz zielt sowohl auf den Erhalt

- ▶ anthropogen ungesteuerter Dynamik auf mindestens aktuell ungenutzten Flächen unter Einschluss von Sukzessionsprozessen auf durch den Menschen veränderten bzw. beeinflussten Standorten, welche zu naturnäheren Stadien (im Sinne niedrigerer Hemerobiestufen) führen können (Prozessschutz in engerem Sinne oder **segregativer Prozessschutz**), als auch
- ▶ von Nutzungsprozessen, welche eine Kulturlandschafts-Dynamik mit positiven Auswirkungen auf Naturschutzziele (des Arten- und Biozönosen-, Biotop-, abiotischen Ressourcen- und Kulturlandschaftsschutzes) als Nebeneffekt bedingen, ohne dass gezielt betriebene Pflegeeingriffe stattfinden (Nutzungsprozessschutz oder **integrativer Prozessschutz**).

Als “natürliche Prozesse” werden dabei nicht allein Veränderungen unter natürlichen Bedingungen (ahemerobe Zustände) verstanden, sondern eingeschlossen sind alle selbständig ablaufenden Prozesse, die in ökologischen Systemen zu naturnäheren Hemerobiestufen führen. Beide Teilziele – segregativer und integrativer Prozessschutz – sind nebeneinander zu betreiben und stellen keine Alternativen zueinander dar.

3. Konsequenzen der Sturmwurfforschung für den Naturschutz

3.1 Naturschutz im Wald – ein Überblick

Naturschutz ist eine vielfältige Aufgabe, die sich – hier teilweise etwas konkretisiert für den Waldnaturschutz – aus folgenden Teilaufgaben zusammensetzt:

1. **Artenschutz** zielt auf den Erhalt von Arten mit der typischen genetischen Vielfalt in überlebensfähigen Populationen; dabei kann ein konsequenter Biotopschutz in vielen Fällen spezielle Artenschutz-Maßnahmen ersetzen.
2. **Biotopschutz** bezweckt die Erhaltung der Vielfalt von Lebensräumen mit möglichst vollständigen Lebensgemeinschaften (Biozöosen) mit jeweils überlebensfähigen Populationen der beteiligten Arten. Biotopschutz im Wald umfasst sowohl die Integration in den Waldbau als auch die Segregation der Schutzziele in Schutzgebieten.
3. **Abiotischer Ressourcenschutz**, der Schutz von Boden, Wasser und Klima/Luft vor nachteiligen qualitativen und quantitativen Veränderungen, bedeutet beispielsweise den energischen Schutz vor Schadstoff-Einträgen. Optimal werden die abiotischen Funktionen durch Dauerwald erfüllt, in dem standortgemäßes Laubholz gefördert wird.
4. **Prozessschutz** umfasst gemäß obiger Definition sowohl das Aufrechterhalten natürlicher Prozesse – natürlicher Dynamik in vor allem großflächigen Totalreservaten – als auch den Schutz anthropogener Nutzungsprozesse, wobei der Dauerwald wiederum viele Teilziele erfüllen kann.
5. **Ästhetischer Landschaftsschutz** als Schutz von Landschaftsbild, Erholungsfunktionen und regionstypischen Kulturlandschaften soll u.a. auch die Individualität von Waldlandschaften mit regional differenzierten Nutzungs- und Schutzprioritäten fördern.

Diese Naturschutzziele sind in abgestufter, einander gegenläufiger Nutz- und Schutzintensität zu realisieren (Abb. 3, ausführlicher vgl. JEDICKE i.Dr.):

- ▶ Mit relativ geringem Flächenanteil sind nutzungsfreie Totalreservate zu realisieren, mit dem Ziel insbesondere des segregativen Prozessschutzes, des Arten- und Biotopschutzes und hier vor allem des Schutzes von Alt- und Totholz als essenzielle Ressourcen für viele Organismen und als natürliches Prozessgeschehen.
- ▶ Weiter muss es einen kleineren Flächenanteil geben, auf dem ein Vorrang der Schutzfunktionen vor den Nutzfunktionen des Waldes besteht, d.h. Nutzung muss sich an den Schutzziele orientieren, etwa im Falle des Erhalts historischer Waldnutzungsformen (Nieder-, Mittel- und Weidewälder).
- ▶ Auf dem weitaus größten Flächenanteil dagegen ist eine nachhaltige Waldnutzung zu realisieren, bei der auch eine nachhaltige Erfüllung von Naturschutzziele zu gewährleisten ist.

3.2 Sturmwürfe räumen oder belassen?

Vor diesem Hintergrund ist das Thema der Sturmwürfe und ihre Erforschung zu sehen. Die zentrale Frage im Umgang mit Sturmwürfen ist zunächst die, ob diese aus naturschutzfachlicher Sicht geräumt werden sollten, oder ob der Sturmholz-Verhau besser auf der Fläche zu belassen ist. Zunächst sollten in jedem Einzelfall die finanziellen Konsequenzen erwogen werden: Rechtfertigt sich der Aufwand des Räumens durch die zu erwartenden Holzerlöse? Wenn das nicht der Fall ist, sollte das Sturmholz komplett liegen bleiben, und zwar aus folgenden Gründen:

- ▶ mehr Naturnähe: Es resultiert ein höherer räumlicher Strukturreichtum hinsichtlich der abiotischen und der biotischen Umweltfaktoren.

- ▶ höhere Artenvielfalt: Das in Zersetzung befindliche Totholz ist ein wichtiger Lebensraum, der Totholz-Verhau und die hochgeklappten Wurzelstümpfe bewirken wichtige kleinräumige edaphische und mikroklimatische Standortunterschiede (vgl. z.B. DUELLI & OBRIST 1999, die für einige Artengruppen aber auch Vorteile geräumter Flächen sehen; verschiedene Beiträge in FISCHER 1998).
- ▶ Zielerfüllung des Prozessschutzes: Gemäß des Prozessschutz-Konzepts gilt es, die Maxime des geringst möglichen Eingriffs in natürliche Prozesse zu vertreten, die ein Eingreifen mindestens in diesem Stadium überflüssig machen.
- ▶ effektive Bestandsbegründung: Es bestehen Hinweise, dass sich infolge der Beschattung des Bodens durch den Totholz-Verhau eine effektivere und raschere Bestandsbegründung einstellt – sicherlich auch gefördert dadurch, dass nach den Ergebnissen von REXER et al. (1998) eine bestehende Vorverjüngung auch bei Freistellung durch Sturmwurf ihr Mykorrhizapotenzial tradieren und auf Sämlinge übertragen kann, eine mehrjährige Freiflächen-Situation jedoch die meisten für Waldbäume wichtigen Mykorrhizapartner verschwinden lässt. Räumen, so REXER et al., schädigt stets die Vorverjüngung stark.

Dieses alles sind zugleich Pluspunkte für den ökologischen Waldbau, indem sich in verschiedener Hinsicht vielfältigere, naturnähere Bestände etablieren. Die vielfach herrschende Angst vor einem Borkenkäfer-Befall ist nur bei größeren Fichten-Reinbeständen ein Problem – hier ist abzuwägen und die Befallssituation im Auge zu behalten.

DUELLI & OBRIST (1999) geben folgende Empfehlungen zur Förderung der Biodiversität durch Räumen bzw. Belassen von Sturmwurfflächen:

- ▶ Bei einem einzelnen Windwurf sollte im Optimum die eine Hälfte geräumt, die andere belassen werden. Wurden regional bisherige Sturmwürfe geräumt, sollte ein Belassen bevorzugt werden.
- ▶ Im Falle zwei oder mehr Sturmwurfflächen in einem Gebiet sollte die eine Hälfte der Flächen belassen, die andere geräumt werden.
- ▶ Zur Auswahl der Behandlungsvarianten sollten die zugänglicheren und ökonomisch interessanteren Flächen für die Räumung ausgewählt werden; stehen viele Flächen zur Verfügung, sollten jeweils zwei Flächen vergleichbarer Standortsbedingungen und Waldtypen unterschiedlich behandelt werden.
- ▶ Beim Räumen sollte generell nur das verwertbare Stammholz entfernt werden.

3.3 Vorrang der Sukzession vor Pflanzung

Aus Sicht des Naturschutzes sollte – wo immer möglich – die Sukzession gegenüber Pflanzung bevorzugt werden, und zwar aus folgenden Gründen:

- ▶ Es resultieren durch höhere standörtliche Vielfalt ein kleinräumigeres, vielfältigeres Mosaik in der Vegetation (s. HETZEL & REIF 1998) und zugleich arten- und struktureichere Bestände, d.h. eine höhere Biodiversität.
- ▶ Damit wird wiederum mehr Naturnähe realisiert – sowohl hinsichtlich der Artenvielfalt als auch des Erhalts der lokalen genetischen Vielfalt der Baumarten: Eine Naturverjüngung sichert die lokal typischen genetischen Informationen und erhöht damit die Widerstandsfähigkeit des Ökosystems gegenüber veränderten Umweltbedingungen. Insbesondere bei langen Verjüngungszeiträumen in ungleichaltrigen Beständen mit sich überlappenden Generationen wird genetischen Einengungen vorgebeugt (KOHLESTOCK 1993).

Somit liefert das Zulassen der Sukzessionen gegenüber Pflanzung bessere Voraussetzungen für die Anwendung ökologischer Waldbau-Verfahren. Dieses zeigte sich auch bei einer Untersuchung der Gehölzvegetation auf sechs kleinen Sturmwurfflächen im Nordspessart (JEDICKE 2001): Auf Transekten von 4 m Breite wurden bei 40 bis 72 m Länge je Transekt zwischen neun und zwölf Gehölzarten bzw. ohne die Sträucher sechs oder sieben Baumarten nachgewiesen. Hängebirke, Rotbuche, Europäische Lärche, Fichte und Brombeeren wurden

durchgängig auf allen Flächen gefunden, Himbeere und Eberesche auf fünf von sechs Flächen. Insgesamt wurden 20 Gehölze nachgewiesen, davon 13 Baumarten. Die Gehölzartenvielfalt ist somit wesentlich höher als im „normalen“ Wirtschaftswald.

Diese und viele andere Beobachtungen zeigen, dass eine obligatorische Pflanzung in Standardverbänden in der Regel – insbesondere bei kleinen Flächen – nicht erforderlich ist. Nach drei bis fünf Vegetationsperioden kann relativ zuverlässig eingeschätzt werden, wie die Zusammensetzung und Vollständigkeit der Verjüngung sich entwickeln kann (LEDER & KRUMNACKER 1998); frühestens zu diesem Zeitpunkt sollte entschieden werden, inwieweit ein Eingriff durch Nachpflanzung sinnvoll ist. Weitverbände, Kleinbestandparzellen oder Nesterpflanzung, jeweils unter Einbeziehung der natürlich angesamten Baum- und Straucharten, können hier nach LEDER & KRUMNACKER (1998) im Sinne einer naturnahen Waldwirtschaft sein – mit dem Ziel der Sicherung eines hohen Maßes an genetischer und Arten-Vielfalt. Zu verwenden ist aus genetischen Gründen Pflanzmaterial örtlicher Provenienzen vergleichbarer standörtlicher Bedingungen. Leitbild bei der Artenzusammensetzung sollte die potenzielle natürliche Vegetation sein.

3.4 Ziele von Durchforstungen

In vielen Fällen führt die aktuelle Präsenz von Baumarten in Vor- und Nachbarbeständen, die nicht der standortheimischen Vegetation zuzurechnen sind, zu Verjüngungen, die unter dem Kriterium der Naturnähe schlecht bewertet werden müssen. Hier sind wesentliche Verschiebungen der Bestockungsanteile durch die Selektion mittels Durchforstung zu erreichen, indem die Baumarten der potenziellen natürlichen Vegetation gefördert und vor allem nicht standortheimische Baumarten herausgenommen werden. In der Literatur bestehen jedoch zumindest Hinweise darauf, dass auch eine aktuell starke Beteiligung an einem Standort natur- schutzfachlich oder auch waldbaulich weniger erwünschter Baumarten mittelfristig auf natürliche Wege verändern kann (z.B. HETZEL & REIF 1998).

Bei Durchforstungen sind auch ökonomisch weniger interessante Baumarten in Mischbeständen zu erhalten – nicht allein die Baumarten der Schlusswaldgesellschaft sollten beachtet werden. Die natürliche Etablierung eines Vorwaldes oder auch nur von Vorwald-Arten in einem Mosaik mit Schlusswald-Arten sollte also positiv gesehen werden; mit zunehmender Alterung des Bestandes werden die Vorwald-Arten natürlicherweise verschwinden bzw. – wenn im Wirtschaftswald früher oder später durchforstet wird – von forstlicher Seite her zurückgedrängt. Zudem spielen die Vorwald-Arten wie insbesondere Hängebirke, Salweide und Eberesche, teilweise auch Zitterpappel und Schwarzerle, eine wichtige Rolle, indem sie die Ansiedlung von Schattbaumarten zum Teil erst ermöglichen, als mechanische Stütze für junge Eichen fungieren (Birke) und die Qualitätsentwicklung z.B. der Fichte positiv beeinflussen (LEDER & KRUMNACKER 1998, SCHMIDT-SCHÜTZ & HUSS 1998).

3.5 Prozessschutz auf Sturmwurfllächen

In Abschnitt 3.1 wurde verdeutlicht, dass auf dem Gros der Fläche die Realisierung einer umfassend unter Einschluss der Naturschutzziele definierten nachhaltigen Nutzung – und damit des integrativen Prozessschutzes – im Vordergrund stehen sollte. In diesem Sinne sind Sturmwürfe auch als Chance zu begreifen, den Waldbau stärker als bisher nach Kriterien einer ökologischen Nutzung (naturnaher, naturgemäßer Waldbau) auszurichten. Dazu ist die natürliche Sukzession im Sinne des integrativen Prozessschutzes als ein kostenloses und effektives Startkapital auch wirtschaftlich sinnvoll zu nutzen.

Dadurch werden indes Maßnahmen des segregativen Prozessschutzes durch Abgrenzung von Totalreservaten nicht überflüssig: von Naturwaldreservaten, Naturschutzgebieten mit tatsäch-

lichem Vorrang des Naturschutzes vor der Waldnutzung, Nationalparks, Altholzinseln und Grenzwirtschaftswäldern gleichermaßen. Auch dort ist ein Engagement der Sukzessionsforschung gefragt, um wesentlich differenzierter als es der bisherige Kenntnisstand erlaubt beurteilen zu können, wie natürliche Sukzessionen ohne direktes Eingreifen des Menschen ablaufen. Da in Mitteleuropa langfristig ungenutzte Waldflächen, abgesehen von kleinen Grenzwirtschafts-Standorten, weitgehend fehlen, besteht hier ein dringender Bedarf, mehr finanzielle Mittel für Grundlagen- und anwendungsorientierte Sukzessionsforschung bereitzustellen (auch durch die Forstverwaltungen). Diese Flächen können im Rahmen des ökologischen Waldbaus zugleich als Referenzflächen eine wesentliche Komponente bilden.

3.6 Handlungsempfehlungen

In Tab. 1 sind einige Empfehlungen aus naturschutzfachlicher Sicht zum Umgang mit Sturmwurfflächen in der Zukunft dargestellt. Darin werden Anforderungen formuliert und kurz begründet hinsichtlich

1. einer Flächenauswahl von Sturmwürfen für durch die Forstwirtschaft aufzugebende und künftig weiter zu nutzende Sukzessionsflächen;
2. der Entscheidung über Räumen oder Belassen der Flächen;
3. einer weiteren Behandlung von Prozessschutz-Flächen;
4. des Waldbaus auf den wirtschaftlich weiterhin zu nutzenden Waldorten.

Angesprochen wird auch ökologischer und naturgemäßer Waldbau – Begriffe, die klar zu trennen sind: Ökologischer Waldbau wird als Oberbegriff für naturnahen (im Bestandsgefüge weitgehend natürlich, aber Baumartenanteile und Altersverteilung teils verändert) und naturgemäßen Waldbau verwendet. Letzterer ist naturidentisch hinsichtlich Struktur, Altersverteilung und Baumartenanteilen und somit die naturschutzfachlich zu bevorzugende Form unter Plenter- oder Femelnutzung (Definitionen nach SCHERZINGER 1996, der sich primär auf LEIBUNDGUT 1990 beruft).

Die Vorschläge in Tab. 1 sollten in die waldbauliche Praxis eingeführt werden durch Berücksichtigung

- ▶ in den Waldbau-Erlassen für die Bewirtschaftung des Staatswaldes mit Empfehlung eines gleichartigen Vorgehens im Körperschafts- und Privatwald;
- ▶ im Procedere der Zertifizierung – durch Einarbeiten in den regionalen Waldbericht für PEFC-zertifizierte Betriebe, entsprechendes Revidieren der PEFC-Richtlinien und Anrechnung der Prozessschutz-Flächen als Referenzflächen in FSC-zertifizierten Wäldern;
- ▶ in jeder neuen Forsteinrichtung;
- ▶ des Sachverständigen in den anerkannten Naturschutzverbänden und -behörden, der in vielen Fällen stärker als bisher in die forstliche Planung einbezogen werden sollte.

Der zweite und der vierte Punkt sollten im HMULF vorausschauend in der aktuell laufenden Überarbeitung der Hessischen Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten (HFEA) berücksichtigt werden.

4 Fazit: Sturm im Hessen-Forst?!

Mit dem fragenden Ausruf „Sturm im Hessen-Forst?!“ soll an dieser Stelle nicht die Verwaltungsreform kommentiert werden – nur der Hinweis sei gegeben, dass die folgenden Aufgaben auch weiterhin zu den Pflichten des Landesbetriebs gehören:

- a) forstliches Versuchswesen – d.h. auch die Sukzessionsforschung;

b) fachliche Aus- und Fortbildung, Waldpädagogik – d.h. auch der Fortbildung von Forstleuten am konkreten Forschungsobjekt sich selbst überlassener im Vergleich zu unterschiedlich behandelten Sturmwurfflächen;

Tab. 1: Empfehlungen zum künftigen Umgang mit Sturmwurfflächen aus naturschutzfachlicher Sicht (JEDICKE 2001).

Nr.	Leitsatz	Begründung
1 Flächenauswahl		
1.1	auf der Hälfte der Fläche aller künftigen Sturmwürfe auf Dauer eine ungestörte Sukzession ermöglichen – diese ungeräumt liegen lassen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ wesentliche Funktion als Referenzflächen für den Waldbau ▶ Zentren der Biodiversität ▶ Erhalt natürlicher Prozesse (segregativer Prozessschutz) ▶ Objekt zur Umweltbildung/Waldpädagogik
1.2	Sturmwürfe von < 2 ha Größe generell nicht mehr nutzen – diese ungeräumt liegen lassen	
2 Entscheidung über Räumen oder Belassen		
2.1	ein isolierter Sturmwurf: nicht oder zur Hälfte räumen, den Rest liegen lassen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ bestmögliche Förderung der Biodiversität und des Mykorrhizapotenzials ▶ unterschiedlicher Sukzessionsverlauf je nach Behandlungsart ▶ hohe Kosten der Räumung gegenüber niedrigen Holzpreisen, insbesondere bei großen Sturmwurfereignissen
2.2	zwei und mehr Sturmwürfe: max. 50 % der Fläche räumen, Rest liegen lassen	
2.3	viele Sturmwürfe: möglichst zwei ähnliche Ausprägungen vergleichbarer Standorte und Bestockung einmal räumen, einmal belassen	
2.4	wenn geräumt wird: nur verwertbares Stammholz entnehmen, Rest liegen lassen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Förderung der Biodiversität und des Mykorrhizapotenzials ▶ Minimierung des wirtschaftlichen Aufwands
2.5	Ausnahmen von o.g. Anforderungen des Belassens: nur im Falle der Fichte, wenn begründet massive Borkenkäfer-Invasion befürchtet wird	
3 Behandlung von Prozessschutz-Flächen		
3.1	im Normalfall kein Eingriff in Referenzflächen für den Waldbau und in Naturschutz-Flächen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Referenzflächen sollen Entwicklung <u>ohne</u> waldbauliche Beeinflussung belegen ▶ Konzept des segregativen Prozessschutzes schließt Eingreifen aus
3.2	nur gut begründete Ausnahmen, wenn andere Ziele des Naturschutzes als die des segregativen Prozessschutzes als höherwertig eingestuft werden (→ Konsens zwischen Forst und Naturschutz)	
4 Waldbau		
4.1	etwa fünf (bis zehn) Jahre nach dem Sturmwurf (und ggf. Räumung) keine forstlichen Maßnahmen, sondern nur Beobachtung	▶ Mindestzeitraum, der erforderlich ist, um die künftige Zusammensetzung des Bestands abschätzen zu können

Nr.	Leitsatz	Begründung
4.2	<p>anschließend bedarfsweise Durchforstung mit den Zielen</p> <p>(a) konsequenter Realisierung eines ökologischen, möglichst naturgemäßen Waldbaues</p> <p>(b) größerer Naturnähe</p> <p>(c) wirtschaftlich sinnvoller Baumartenzusammensetzung</p> <p>unter weitest möglicher Ausnutzung des natürlichen Verjüngungspotenzials und des Erhalts von Teilen des Vorwald-Stadiums</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ kostenminimierendes Ausnutzen natürlicher Prozesse für waldbauliche Ziele ▶ größere Naturnähe mit lokal typischer genetischer Vielfalt, dadurch gegenüber Umweltveränderungen flexiblere Bestände ▶ strukturell und hinsichtlich der Artenzusammensetzung vielfältige Waldbilder mit höherer Stabilität und besserer Regenerationsfähigkeit als Altersklassenbestände ▶ Hängebirke u.a. Vorwaldarten als mechanische Stütze sowie Schirm zur Förderung der Ansiedlung von Schlusswaldbaumarten
4.3	Nachpflanzen nur, wenn dieses aus waldbaulichen oder ggf. naturschutzfachlichen Gründen notwendig erscheint	▶ in der Regel ausreichend vollständige natürliche Verjüngung, ggf. Einbringen zusätzlich erwünschter Baumarten
4.4	wenn Nachpflanzen, dann in Trupp- o.ä. extensiver Pflanzung, jedoch unter Berücksichtigung des Erhalts der lokal typischen genetischen Vielfalt	<ul style="list-style-type: none"> ▶ keine intensive Pflanzung in Standardverbänden notwendig, da dazu die natürliche Verjüngung stark zurückgedrängt werden müsste und nicht produktiv genutzt würde → wäre wirtschaftlich kontraproduktiv ▶ genetische Vielfalt sinnvoll hinsichtlich besserer Stabilität, Flexibilität gegenüber Umweltveränderungen und Regenerationsfähigkeit
4.5	Verbessern der Vorverjüngung in allen Beständen im Sinne ökologischen Waldbaues	▶ entscheidendes „Startkapital“ sowohl im Falle eines Sturmwurfereignisses als auch zur Verjüngung im Bestand durch Plenter- oder Femelnutzung
4.6	Regulation des Wildbestands auf eine Größe, dass sich alle Waldbestände und Baumarten natürlich verjüngen können	▶ wirtschaftliche und naturschutzfachliche Gründe

c) Sicherung von Naturschutzzielen, von sonstigen Schutzwirkungen und der Erholungsfunktionen im Wald.

Mit anderen Worten: Vom Gesetzgeber ist nicht gewollt, dass sich Naturschutz-Gesichtspunkte der Wirtschaftlichkeit des Landesbetriebs unterzuordnen haben, dass Naturschutz nur noch dort betrieben werden kann, wo er kein Geld kostet oder aus dem (bislang marginalen) Naturschutz-Etat bezahlt wird. Der Hessen-Forst wird künftig auch daran zu messen sein, wie ernst er diese Aufforderung nimmt.

Nicht nur, aber auch vor diesem speziell hessischen Hintergrund sind die zusammenfassenden Schlussätze mit genereller Relevanz zu sehen:

1. Sturmschäden sollten konstruktiv als Chance für einen ökologischen Waldumbau mit naturnaher, besser naturgemäßer Wirtschaftsweise begriffen und offensiv genutzt werden.
2. Auf ein Räumen von Sturmwürfen sollte verzichtet werden, wenn dieses wirtschaftlich nicht zielführend ist; allgemein sollte maximal die Hälfte der Flächen geräumt und dann auch nur das verwertbare Stammholz herausgezogen (dabei Vorverjüngung erhalten!), der Rest aber liegen gelassen werden.
3. Die natürliche Sukzession ist zunächst ungehindert zuzulassen und sollte nur beobachtend begleitet werden; nach drei bis fünf Vegetationsperioden ist meist absehbar, in welche Richtung sich die Flächen entwickeln werden.

4. Nachpflanzungen sollten nur durchgeführt werden, wenn sie tatsächlich als unumgänglich angesehen werden.
5. Die potenzielle natürliche Vegetation sollte als Leitbild für die längerfristig angestrebte Baumarten-Zusammensetzung angewendet werden; davon abweichende Sukzessionsverläufe erfordern aber nicht zwingend den durchforstenden oder nachpflanzenden Eingriff – hier ist stets eine Einzelfall-Abwägung vonnöten.
6. Als Referenzobjekte für die Forstwirtschaft und die Naturwald-Forschung sowie (künftige) Biodiversitätszentren und segregative Prozessschutzflächen ist ein repräsentatives Schutzgebietssystem von Totalreservaten zu etablieren.
7. Die waldökologische Wissensbasis ist nach wie vor gering – wichtig ist daher aus naturschutzfachlicher wie forstwirtschaftlicher Sicht eine Intensivierung der Forschung nicht nur in den Naturwaldreservaten, sondern ebenso in anderen Schutzflächen und im Wirtschaftswald, vor allem die langfristige Verfolgung von Entwicklungen auf Dauerbeobachtungsflächen. Die Vielfalt der Ergebnisse von wissenschaftlichen Untersuchungen auf Sturmwurfflächen in den ersten Jahren nach dem Ereignis (längerfristige Zeitreihen fehlen fast vollständig) belegt, dass die künftigen Entwicklungsmuster der Wiederbewaldung nach wie vor schwer abschätzbar sind (z.B. LÄSSIG 1995).

Ein persönlicher Appell zum Schluss: Die Akteure im Wald entstammen verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen, insbesondere der Forstpraxis, der ökologischen Wissenschaft, der ökonomischen Wissenschaft und dem Naturschutz. Mir liegt sehr am Herzen, dass jegliche Konfrontation zwischen diesen Akteuren der Vergangenheit angehört, sondern dass generell – wie es vielerorts aus meiner Erfahrung schon gängige Praxis ist – eine konstruktive Kooperation stattfindet.

Danksagung

Der hessischen Forstverwaltung sei bei dieser Gelegenheit gedankt für die seit über zehn Jahren in zahlreichen Projekten auf allen Ebenen immer wieder gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit und Unterstützung. Ein Teil der hier vorgestellten Ergebnisse wurde im Rahmen eines Projekts unter dem Titel „Sukzessionsflächen im Wald – Wiederbesiedlung von Sturmwurfflächen und ihre Bedeutung für den Naturschutz“ erarbeitet, welches von der Deutschen Umwelthilfe e.V. (DUH, Radolfzell) finanziell gefördert wurde, der ich ebenso danke. Mein Dank gilt weiterhin Herrn FAM Matthias SCHLOTE (Naturpark Hessischer Spessart, Gelnhausen) für die Anregung zu der vorgenannten Untersuchung und die Führung zu geeigneten Probeflächen.

Literatur

- DUELLI, P., OBRIST, M.K. (1999): Räumen oder belassen? Die Entwicklung der faunistischen Biodiversität auf Windwurfflächen im schweizerischen Alpenraum. *Verh. Ges. Ökol.* 29, 193-200.
- FISCHER, A. (Hrsg., 1998): Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. *Ecomed, Landsberg*, 427 S.
- HETZEL, G., REIF, A. (1998): Vegetationsdifferenzierung und Baumartenverjüngung von Sturmwurfflächen auf Kalkverwitterungslehmen der Schwäbischen Alb. In: FISCHER, A., Hrsg., Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. *Ecomed, Landsberg*, 169-187.
- JEDICKE, E. (1998): Raum-Zeit-Dynamik in Ökosystemen und Landschaften – Kenntnisstand der Landschaftsökologie und Umsetzung in die Prozessschutz-Definition. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 30, (7/8), 229-236.
- JEDICKE, E. (1999): Prozessschutz – Definition und Ziele. In: WWF-Deutschland, Hrsg., Tagungsbericht „Chaos Natur? Prozessschutz in Großschutzgebieten“, Potsdam, 8-19.

- JEDICKE, E. (2001): Sukzessionsflächen im Wald – Wiederbesiedlung von Sturmwurfflächen und ihre Bedeutung für den Naturschutz. Unveröff. Gutachten für die Deutsche Umwelthilfe, 32 S.
- JEDICKE, E. (i.Dr.): Avifauna und Forstwirtschaft – Vogelgemeinschaften, Waldstruktur und Biotopschutz im Mittelgebirge. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- KOHLSTOCK, N. (1993): Auswirkungen waldbaulicher Behandlungen auf die genetische Struktur der Bestände. Forstarchiv 64, 70-72.
- LÄSSIG, R. (1995): Der Natur auf der Spur – interdisziplinäre Untersuchungen auf Windwurfflächen in den Schweizer Alpen. Laufener Seminarbeitr. 3/95, 43-49.
- LEDER, B., KRUMNACKER, J. (1998): Zur Vegetations- und Gehölzentwicklung auf Sukzessionsflächen nach Fichtenwindwurf. LÖBF-Mitt. 23, (1), 64-72.
- LEIBUNDGUT, H. (1990): Waldbau als Naturschutz. Haupt, Stuttgart.
- NEUERT, C., RADEMACHER, C., GRUNDMANN, V., WISSEL, C., GRIMM, V. (2001): Struktur und Dynamik von Buchenurwäldern – Ergebnisse des regelbasierten Modells BEFORE. Naturschutz und Landschaftsplanung 33, (6), 173-183.
- REXER, K.-H., KOTTKE, I., EBERHARDT, U., WALTER, L., OBERWINKLER, F. (1998): Das Mykorrhizapotentzial auf Sturmwurfflächen und seine Bedeutung für die Bestandesregeneration. In: FISCHER, A., Hrsg., Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. Ecomed, Landsberg, 94-112.
- SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald – Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Ulmer, Stuttgart, 447 S.
- SCHMIDT-SCHÜTZ, A., HUSS, J. (1998): Wiederbewaldung von Fichten-Sturmwurfflächen auf vernäs-senden Standorten mit Hilfe von Pioniergehölzen. In: FISCHER, A., Hrsg., Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. Ecomed, Landsberg, 188-211.

ANHANG

Gesamtartenliste der Fauna

Rote-Liste-Status: HE = Hessen, Gefährdungsklassen nach Bundesamt für Naturschutz 1998

Bemerkenswerte Art: HE = Hessen, SC = Naturwaldreservat Niddahänge östlich Rudingshain (Forstamt Schotten);

Totholzbindung: P = an Totholz besiedelnden Flechten und/oder Pilzen, T = Totholzbindung vorhanden [h = hohe, m = mittlere; F = Folgebesiedler; H = Besiedler größerer Hohlräume; M = Mulmbesiedler; R = lebt unter loser Rinde; S = Baumsaftnutzer; Z = Zimmerer];

Nachweismethode: A = Aufsammlung, B = Beobachtung, E = Stammeklektor-Außenfalle, F = Stammeklektor-Innenfalle)

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
Mollusca - Weichtiere					
Valloniidae - Grasschnecken					
<i>Vallonia pulchella</i> (O. F. MÜLLER, 1774)				E	
Arionidae - Wegschnecken					
<i>Arion silvaticus</i> LOHMANDER, 1937				E	
<i>Arion subfuscus</i> (DRAPARNAUD, 1805)				E	
Limacidae - Schneigel					
<i>Limax cinereoniger</i> WOLF, 1803				E	
<i>Lehmannia marginata</i> (O. F. MÜLLER, 1774)				E	
Helicidae - Schnirkelschnecken					
<i>Arianta arbustorum</i> (LINNAEUS, 1758)				E	
<i>Cepaea hortensis</i> (O. F. MÜLLER, 1774)				E	
Vitrinidae - Glasschnecken					
<i>Phenacolimax major</i> (FÉRUSSAC, 1807)	V			E	
Annelida - Ringelwürmer					
Lumbricidae - Regenwürmer					
<i>Dendrobaena octaedra</i> (SAVIGNY, 1826)				F	
<i>Dendrodrilus rubidus</i> (SAVIGNY, 1826)				E,F	
<i>Lumbricus eiseni</i> LEVINSEN, 1884				E,F	
Araneae - Spinnen					
Agelenidae					
<i>Histoipona torpida</i> (C. L. KOCH, 1834)				F	
<i>Tegenaria silvestris</i> L. KOCH, 1872				F	
Amaurobiidae					
<i>Amaturobius fenestralis</i> (STROEM, 1768)				F	
<i>Callobius claustrarius</i> (HAHN, 1833)				F	
<i>Coelotes inermis</i> (L. KOCH, 1855)				F	
<i>Coelotes terrestris</i> (WIDER, 1834)				F	
Anyphaenidae					
<i>Anyphaena accentuata</i> (WALCKENAER, 1802)				F	
Araneidae					
<i>Araniella</i> sp.				F	
<i>Nuctenea umbratica</i> (CLERCK, 1757)				F	
Clubionidae					
<i>Clubiona comta</i> C. L. KOCH, 1839				F	
<i>Clubiona diversa</i> O. P.-CAMBRIDGE, 1862				F	
<i>Clubiona terrestris</i> WESTRING, 1851				F	
Dictynidae					
<i>Cicurina cicur</i> (FABRICIUS, 1793)				F	
<i>Lathys humilis</i> (BLACKWALL, 1855)				F	
Dysderidae					
<i>Harpactea hombergi</i> (SCOPOLI, 1763)				F	
Gnaphosidae					
<i>Haplodrassus sylvestris</i> (BLACKWALL, 1833)				F	
<i>Zelotes subterraneus</i> (C. L. KOCH, 1833)				F	
Linyphiidae					
<i>Agyneta conigera</i> (O. P.-CAMBRIDGE, 1863)				F	
<i>Centromerus sylvaticus</i> (BLACKWALL, 1841)				F	
<i>Ceratinella brevis</i> (WIDER, 1834)				F	
<i>Dicymbium tibiale</i> (BLACKWALL, 1836)				F	
<i>Diplocephalus picinus</i> (BLACKWALL, 1841)				F	
<i>Diplostyla concolor</i> (WIDER, 1834)				F	
<i>Drapetisca socialis</i> (SUNDEVALL, 1833)				F	
<i>Entelecara congenera</i> (O. P.-CAMBRIDGE, 1879)				F	
<i>Entelecara erythropus</i> (WESTRING, 1851)				F	
<i>Erigone atra</i> BLACKWALL, 1833				F	
<i>Erigone dentipalpis</i> (WIDER, 1834)				F	
<i>Erigonea hiemalis</i> (BLACKWALL, 1841)				F	
<i>Formiphantes leptyphantiformis</i> (STRAND, 1907)	G			F	
<i>Goniatum rubellum</i> (BLACKWALL, 1841)				F	
<i>Gongyliidellum vivum</i> (O. P.-CAMBRIDGE, 1875)				F	
<i>Helophora insignis</i> (BLACKWALL, 1841)				F	
<i>Labulla thoracica</i> (WIDER, 1834)				F	
<i>Linyphia triangularis</i> (CLERCK, 1757)				F	
<i>Maso sundevalli</i> (WESTRING, 1851)				F	
<i>Meioneta rurestris</i> (C. L. KOCH, 1836)				F	
<i>Micrargus herbigradus</i> (BLACKWALL, 1854)				F	
<i>Moebelia penicillata</i> (WESTRING, 1851)				F	
<i>Monocephalus castaneipes</i> (SIMON, 1884)				F	
<i>Oedothorax apicalus</i> (BLACKWALL, 1850)				F	

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
<i>Ostearius melanopygius</i> (O. P.-CAMBRIDGE, 1879)				F	
<i>Pocadicnemis pumila</i> (BLACKWALL, 1841)				F	
<i>Poecilonea variegata</i> (BLACKWALL, 1841)				F	
<i>Porrhomma microphthalamum</i> (O. P.-CAMBRIDGE, 1871)				F	
<i>Pseudocarorita thaleri</i> (SAARISTO, 1971)				F	
<i>Saloca dicerus</i> (O. P.-CAMBRIDGE, 1871)				F	
<i>Tenuiphantes alacris</i> (BLACKWALL, 1853)				F	
<i>Tenuiphantes flavipes</i> (BLACKWALL, 1854)				F	
<i>Tenuiphantes tenebricola</i> (WIDER, 1834)				F	
<i>Tenuiphantes tenuis</i> (BLACKWALL, 1852)				F	
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i> (BERTKAU, 1890)				F	
<i>Thyreosthenius parasiticus</i> (WESTRING, 1851)				F	
<i>Troxochrus nasutus</i> SCHENKEL, 1925				F	
<i>Walckenaeria atrotibialis</i> O. P.-CAMBRIDGE, 1878				F	
<i>Walckenaeria cuspidata</i> BLACKWALL, 1833				F	
<i>Walckenaeria dysderoides</i> (WIDER, 1834)				F	
Liocranidae					
<i>Apostenus fuscus</i> (WESTRING, 1851)				F	
<i>Phrurolithus festivus</i> (C. L. KOCH, 1835)				F	
Lycosidae					
<i>Pardosa amentata</i> (CLERCK, 1757)				F	
<i>Pardosa lugubris</i> (WALCKENAER, 1802)				F	
<i>Pardosa lugubris</i> s. l. (WALCKENAER, 1802)				F	
<i>Pardosa saltans</i> TÖPFER-HOFMANN, 1999				F	
<i>Trochosa terricola</i> THORELL, 1856				F	
<i>Xerolycosa nemoralis</i> (WESTRING, 1861)				F	
Mimetidae					
<i>Ero furcata</i> (VILLERS, 1789)				F	
Philodromidae					
<i>Philodromus aureolus</i> (CLERCK, 1757)				F	
Pisauridae					
<i>Pisaura mirabilis</i> (CLERCK, 1757)				F	
Salticidae					
<i>Ballus chalybeius</i> (WALCKENAER, 1802)				F	
<i>Euophrys frontalis</i> (WALCKENAER, 1802)				F	
<i>Evarcha arcuata</i> (CLERCK, 1757)				F	
<i>Heliophanus cupreus</i> (WALCKENAER, 1802)				F	
<i>Neon reticulatus</i> (BLACKWALL, 1853)				F	
<i>Pellenes</i> sp.				F	
<i>Salticus cingulatus</i> (PANZER, 1797)				F	
<i>Salticus scenicus</i> (CLERCK, 1757)				F	
<i>Synageles venator</i> (LUCAS, 1836)				F	
Segestriidae					
<i>Segestria senoculata</i> (LINNAEUS, 1758)				F	
Tetragnathidae					
<i>Metellina mendei</i> (BLACKWALL, 1859)				F	
<i>Metellina merianae</i> (SCOPOLI, 1763)				F	
<i>Metellina segmentata</i> (CLERCK, 1757)				F	
<i>Pachygnatha degeeri</i> SUNDEVALL, 1830				F	
<i>Tetragnatha</i> sp.				F	
Theridiidae					
<i>Enoplognatha ovata</i> (CLERCK, 1757)				F	
<i>Neottiura bimaculata</i> (LINNAEUS, 1767)				F	
<i>Paidiscura pallens</i> (BLACKWALL, 1834)				F	
<i>Robertus lividus</i> (BLACKWALL, 1836)				F	
<i>Theridion mystaceum</i> L. KOCH, 1870				F	
<i>Theridion pinastri</i> L. KOCH, 1872				F	
<i>Theridion varians</i> HAHN, 1833				F	
Thomisidae					
<i>Diaea dorsata</i> (FABRICIUS, 1777)				F	
<i>Xysticus lanio</i> C. L. KOCH, 1835				F	
Zoridae					
<i>Zora spinimana</i> (SUNDEVALL, 1833)				F	
Opiliones - Weberknechte					
Nemastomatidae					
<i>Nemastoma lugubre</i> (MÜLLER, 1776)				F	
<i>Pananomastoma quadripunctatum</i> (PERTY, 1833)				F	
Phalangiiidae					
<i>Lacinius ephippiatus</i> (C. L. KOCH, 1835)				F	

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
<i>Leiobunum blackwalli</i> MEADE, 1861				F	
<i>Leiobunum rotundum</i> (LATREILLE, 1798)				F	
<i>Lophopilio palpinalis</i> (HERBST, 1799)				F	
<i>Oligolophus tridens</i> (C. L. KOCH, 1836)				F	
<i>Platybunus pinetorum</i> (C. L. KOCH, 1839)				F	
<i>Rilaena triangularis</i> (HERBST, 1799)				F	
Isopoda - Asseln					
<i>Trachelipus ratzeburgi</i> (BRANDT, 1833)				E,F	
<i>Lepidoniscus minutus</i> (C. L. KOCH, 1838)				E,F	
<i>Porcellium conspersum</i> (C. L. KOCH, 1841)				F	
<i>Trichoniscus pusillus</i> BRANDT, 1833				F	
<i>Oniscus asellus</i> LINNAEUS, 1758				F	
<i>Ligidium hypnorum</i> (CUVIER, 1792)				F	
Psocoptera - Rindenläuse					
Liposcelididae					
<i>Liposcelis decolor</i> (PEARMAN, 1925)		neu für HE		E,F	
<i>Liposcelis silvarum</i> (KOLBE, 1888)				F	
Epipsocidae					
<i>Epipsocus lucitugus</i> (RAMBUR, 1842)		SC: neu für HE		E,F	
Caeciliusidae					
<i>Valenzuela flavidus</i> (STEPHENS, 1836)				F	
<i>Graphopsocus cruciatus</i> (LINNAEUS, 1768)				E,F	
Lachesillidae					
<i>Lachesilla pedicularia</i> (LINNAEUS, 1758)				E,F	
<i>Lachesilla quercus</i> (KOLBE, 1880)				E,F	
Peripsocidae					
<i>Peripsocus subfasciatus</i> (RAMBUR, 1842)				E,F	
Elipsocidae					
<i>Pseudopsocus rostocki</i> KOLBE, 1882				F	
Mesopsocidae					
<i>Mesopsocus laticeps</i> (KOLBE, 1880)		neu für HE		E	
<i>Mesopsocus unipunctatus</i> (MÜLLER, 1764)				E	
Psocidae					
<i>Loensia fasciata</i> (FABRICIUS, 1787)				E,F	
<i>Loensia variegata</i> (LATREILLE, 1799)				E,F	
<i>Trichadenotecnum majus</i> (KOLBE, 1880)				F	
<i>Trichadenotecnum sexpunctatum</i> (LINNAEUS, 1761)				E,F	
Thysanoptera - Fransenflügler					
Aeolothripidae					
<i>Aeolothrips intermedius</i> BAGNALL, 1934				F	
<i>Aeolothrips melaleucus</i> HALIDAY, 1852				F	
<i>Aeolothrips versicolor</i> UZEL, 1895				F	
Thripidae					
<i>Aptinothrips rufus</i> HALIDAY, 1836				F	
<i>Aptinothrips stylifer</i> TRYBOM, 1894				F	
<i>Chirothrips manicatus</i> HALIDAY, 1852				F	
<i>Dendrothrips degeeri</i> UZEL, 1895				F	
<i>Drepanothrips reuteri</i> UZEL, 1895				F	
<i>Frankliniella intonsa</i> (TRYBOM, 1895)				F	
<i>Frankliniella tenuicornis</i> (UZEL, 1895)				F	
<i>Limothrips cerealeum</i> HALIDAY, 1836				F	
<i>Limothrips denticornis</i> HALIDAY, 1836				F	
<i>?Mycterothrips</i> sp.				F	
<i>Neohydatothrips gracilicornis</i> (WILLIAMS, 1916)				F	
<i>?Odonthrips</i> sp.				F	
<i>Oxythrips bicolor</i> (O. M. REUTER, 1879)				F	
<i>Stenothrips graminum</i> UZEL, 1895				F	
<i>Taeniothrips inconsequens</i> (UZEL, 1895)				F	
<i>Thrips angusticeps</i> UZEL, 1895				F	
<i>Thrips minutissimus</i> LINNAEUS, 1758				F	
<i>Thrips pillichi</i> PRIESNER, 1924				F	
<i>Thrips tabaci</i> LINDEMAN, 1889				F	
<i>Thrips vulgatissimus</i> HALIDAY, 1836				F	
Phlaeothripidae					
<i>Cryptothrips nigripes</i> (O. M. REUTER, 1880)				F	
<i>Haplothrips aculeatus</i> (FABRICIUS, 1803)				F	
<i>Hoplandrothrips bidens</i> (BAGNALL, 1910)				F	
<i>Haplothrips ?carpathicus</i> PELIKAN, 1961	2			F	

ANHANG - Gesamtartenliste der Fauna - Seite 4 von 16

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
<i>Hoplothrips fungi</i> (ZETTERSTEDT, 1828)				F	
<i>Hoplothrips ?ulmi</i> (FABRICIUS, 1781)				F	
<i>Liothrips setinodis</i> (O. M. REUTER, 1880)				F	
<i>Phlaeothrips bispinoides</i> BAGNALL, 1926				F	
<i>Phlaeothrips bispinosus</i> PRIESNER, 1919				F	
<i>Phlaeothrips coriaceus</i> HALIDAY, 1836				F	
<i>Poecilothrips albopictus</i> UZEL, 1895				F	
<i>Xylaplothrips fuliginosus</i> (SCHILLE, 1911)				F	
Heteroptera - Wanzen					
Tingidae - Netzwanzen					
<i>Tingis (Neolasiotropis) pilosa</i> HUMMEL, 1825	HE: 3			F	1
Microphysidae - Flechtenwanzen					
<i>Loricula elegantula</i> (BAERENSPRUNG, 1858)				F	3
Miridae - Weichwanzen					
<i>Deraeocoris ruber</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Dicyphus errans</i> (WOLFF, 1804)				A	
<i>Adelphocoris quadripunctatus</i> (FABRICIUS, 1794)				A	
<i>Apolygus lucorum</i> (MEYER-DÜR, 1843)				A	
<i>Calocoris affinis</i> (HERRICH-SCHAEFFER, 1835)				A	
<i>Lygus pratensis</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Lygus rugulipennis</i> POPPIUS, 1911				A	
<i>Phytocoris (Phytocoris) tiliae</i> (FABRICIUS, 1777)				F	2
<i>Stenodema laevigata</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Europiella artemisiae</i> (BECKER, 1864)				A	
<i>Plagiognathus arbustorum</i> (FABRICIUS, 1794)				A	
<i>Psallus (Psallus) sp.</i>				A	
Nabidae - Sichelwanzen					
<i>Himacerus apterus</i> (FABRICIUS, 1798)				A	
<i>Nabis pseudoferus</i> REMANE, 1949				A	
Anthocoridae - Blumenwanzen					
<i>Anthocoris confusus</i> REUTER, 1884				A	
<i>Anthocoris nemorum</i> (LINNAEUS, 1761)				A,F	7
<i>Orius minutus</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Orius sp.</i>				A,F	
<i>Xylocoris (Xylocoris) cursitans</i> (FALLÉN, 1807)			T	A,F	719
Reduviidae - Raubwanzen					
<i>Empicoris sp.</i>				F	
Aradidae - Rindenwanzen					
<i>Aradus conspicuus</i> HERRICH-SCHAEFFER, 1835			T	F	
Lygaeidae - Bodenwanzen					
<i>Cymus glandicolor</i> HAHN, 1831				F	1
<i>Drymus (Sylvadrymus) ryeji</i> DOUGLAS & SCOTT, 1865				F	2
<i>Rhyparochromus pini</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Scolopostethus grandis</i> HORVÁTH, 1880				F	2
<i>Scolopostethus thomsoni</i> REUTER, 1874				F	1
<i>Trapezonotus (Trapezonotus) dispar</i> STAL, 1872				F	2
Coreidae - Lederwanzen					
<i>Coreus marginatus</i> (LINNAEUS, 1758)				A,B	
Rhopalidae - Glasflügelwanzen					
<i>Corizus hyoscyami</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Rhopalus subrufus</i> (GMELIN, 1790)				A	
Scutelleridae - Schildwanzen					
<i>Eurygaster testudinaria</i> (GEOFFROY, 1785)				A	
Pentatomidae - Baumwanzen					
<i>Carpocoris fuscispinus</i> (BOHEMAN, 1849)				A	
<i>Carpocoris purpureipennis</i> (DEGEER, 1773)				A,B	
<i>Dolycoris baccarum</i> (LINNAEUS, 1758)				A,B	
<i>Eurydema oleracea</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Eysarcoris fabricii</i> KIRKALDY, 1904				A,F	1
<i>Graphosoma lineatum</i> (LINNAEUS, 1758)				B	
<i>Palomena prasina</i> (LINNAEUS, 1761)				A	
Sternorrhyncha - Pflanzenläuse					
Psyllidae - Blattflöhe					
<i>Aphalara avicularis</i> OSSIANNILSSON, 1981				F	
<i>Psyllopsis fraxinicola</i> (FOERSTER, 1848)				F	
Triozidae - Blattflöhe					
<i>Trioxa rotata</i> FOERSTER, 1848				F	
Coleoptera - Käfer					

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
Carabidae - Laufkäfer					
<i>Cicindela campestris</i> LINNAEUS, 1758				A	
<i>Carabus coriaceus</i> LINNAEUS, 1758				A	
<i>Carabus auronitens</i> FABRICIUS, 1792				F	13
<i>Carabus problematicus</i> HERBST, 1786				F	2
<i>Tachyta nana</i> (GYLLENHAL, 1810)			T	F	75
<i>Bradycellus harpalinus</i> (SERVILLE, 1821)				A,F	1
<i>Poecilus versicolor</i> (STURM, 1824)				A	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (FABRICIUS, 1787)				A,F	9
<i>Pterostichus niger</i> (SCHALLER, 1783)				F	13
<i>Limodromus assimilis</i> (PAYKULL, 1790)				F	1
<i>Amara ovata</i> (FABRICIUS, 1792)				A	
<i>Amara consularis</i> (DUFTSCHMID, 1812)				A	
<i>Dromius quadrimaculatus</i> (LINNAEUS; 1758)				F	2
Hydraenidae - Langtasterwassertäfer					
<i>Hydraena gracilis</i> GERMAR, 1824				F	1
Hydrophilidae - Wassertäfer					
<i>Megasternum obscurum</i> (MARSHAM, 1802)				F	3
Histeridae - Stutzkäfer					
<i>Gnathoncus buyssoni</i> AUZAT, 1917				F	6
<i>Paromalus flavicornis</i> (HERBST, 1792)			T	F	2
<i>Platysoma compressum</i> (HERBST, 1783)			T	A,F	60
<i>Eblisia minor</i> (ROSSI, 1792)		ja	T	F	20
Agyrtidae - Dicktasterkäfer					
<i>Agyrtes bicolor</i> CASTELNAU, 1840	2	ja		F	2
Leptinidae - Pelzflohkäfer					
<i>Leptinus testaceus</i> MÜLLER, 1817				F	44
Cholevidae - Nestkäfer					
<i>Chleva reitteri</i> PETRI, 1915	2	ja		A	
<i>Sciodrepoides watsoni</i> (SPENCE, 1815)				F	1
<i>Catops tristis</i> (PANZER, 1793)				F	3
<i>Catops fuliginosus</i> ERICHSON, 1837				F	2
<i>Catops picipes</i> (FABRICIUS, 1792)				F	13
Coloniidae - Trüffelkäfer					
<i>Colonia latum</i> KRAATZ, 1850		ja		F	1
Leiodidae - Schwammkugelkäfer					
<i>Colenis immunda</i> (STURM, 1807)		ja		F	1
<i>Anisotoma humeralis</i> (FABRICIUS, 1792)			T	F	2
<i>Anisotoma orbicularis</i> (HERBST, 1792)			T	F	5
<i>Agathidium varians</i> (BECK, 1817)				F	3
<i>Agathidium rotundatum</i> (GYLLENHAL, 1827)		ja		F	2
<i>Agathidium nigripenne</i> (FABRICIUS, 1792)		ja	T	F	32
<i>Agathidium seminulum</i> (LINNAEUS, 1758)				F	2
<i>Agathidium badium</i> ERICHSON, 1845				F	11
Scydmaenidae - Ameisenkäfer					
<i>Cephennium thoracicum</i> MÜLLER et KUNZE, 1822				F	2
<i>Neuraphes elongatulus</i> (MÜLLER et KUNZE, 1822)				F	1
<i>Stenichnus scutellaris</i> (MÜLLER et KUNZE, 1822)				F	1
<i>Microscydnum nanus</i> (SCHAUM, 1844)		ja		F	2
Ptiliidae - Federflügler					
<i>Ptinella limbata</i> (HEER, 1841)		ja	T	F	8
<i>Ptinella aptera</i> (GUERIN, 1839)			T	F	156
<i>Pteryx suturalis</i> (HEER, 1841)			T	F	690
<i>Acrotichis insularis</i> (MAKLIN, 1852)		ja		F	5
<i>Acrotichis intermedia</i> (GILLENMEISTER, 1845)				F	2
<i>Acrotichis fascicularis</i> (HERBST, 1792)				F	3
Staphylinidae - Kurzflügler					
<i>Scaphidium quadrimaculatum</i> OLIVIER, 1790			T	F	3
<i>Scaphisoma agaricinum</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A,F	151
<i>Phloeocharis subtilissima</i> MANNERHEIM, 1830			T	F	376
<i>Proteinus ovalis</i> STEPHENS, 1834				A	
<i>Proteinus crenulatus</i> PANDEILLE, 1867		ja		F	6
<i>Proteinus</i> sp.				F	41
<i>Eusphalerum stramineum</i> (KRAATZ, 1857)		ja		A	
<i>Eusphalerum rectangulum</i> (FAUVEL, 1869)				F	2
<i>Acrulia inflata</i> (GYLLENHAL, 1813)		ja	T	F	51
<i>Phyllodrepa nigra</i> (GRAVENHORST, 1806)	3	ja	T	F	55
<i>Phyllodrepa ioptera</i> (STEPHENS, 1834)			T	F	6

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
<i>Hapalaraea pygmaea</i> (PAYKULL, 1800)	3	ja	T	F	7
<i>Omalius rivulare</i> (PAYKULL, 1789)				F	10
<i>Phloeonomus punctipennis</i> THOMSON, 1867			T	F	51
<i>Xylostiba monilicornis</i> (GYLLENHAL, 1810)		ja	T	F	129
<i>Xylostiba bosnica</i> (BERNHAEUER, 1902)		ja	T	F	9
<i>Phloeostiba plana</i> (PAYKULL, 1792)			T	F	96
<i>Phloeostiba lapponica</i> (ZETTERSTEDT, 1838)		ja	T	F	1
<i>Anthobium atrocephalum</i> (GYLLENHAL, 1827)				F	13
<i>Anthobium unicolor</i> (MARSHAM, 1802)				F	7
<i>Coryphium angusticollis</i> STEPHENS, 1834		ja	T	F	6
<i>Anotylus sculpiratus</i> (GRAVENHORST, 1806)				A,F	1
<i>Anotylus tetracariniatus</i> (BLOCK, 1799)				F	5
<i>Stenus impressus</i> GERMAR, 1824				A	
<i>Lithocharis nigriceps</i> (KRAATZ, 1859)				F	1
<i>Leptacinus intermedius</i> DONISTHORPE, 1936				F	3
<i>Nudobius lentus</i> (GRAVENHORST, 1806)			T	A,F	76
<i>Gyrophypnus liebei</i> SCHEERPELTZ, 1926				F	1
<i>Xantholinus linearis</i> (OLIVIER, 1795)				F	1
<i>Xantholinus</i> sp.				F	1
<i>Atrecus affinis</i> (PAYKULL, 1789)			T	A	
<i>Philonthus subuliformis</i> (GRAVENHORST, 1802)			T	F	52
<i>Philonthus succicola</i> THOMSON, 1860				F	12
<i>Philonthus carbonarius</i> (GRAVENHORST, 1810)				F	9
<i>Philonthus ventralis</i> (GRAVENHORST, 1802)				F	1
<i>Gabrius splendiculus</i> (GRAVENHORST, 1802)			T	F	634
<i>Ocypus melanarius</i> (HEER, 1839)				F	1
<i>Velleius dilatatus</i> (FABRICIUS, 1787)	3	ja	T	F	1
<i>Quedius cruentus</i> (OLIVIER, 1795)				F	103
<i>Quedius mesomelinus</i> (MARSHAM, 1802)				F	24
<i>Quedius maurus</i> (SAHLBERG, 1830)			T	F	1
<i>Quedius xanthopus</i> ERICHSON, 1839		ja	T	F	19
<i>Bolitobius cingulatus</i> (MANNERHEIM, 1830)		ja		A	
<i>Bolitobius inclinans</i> (GRAVENHORST, 1806)		ja		F	2
<i>Sepedophilus littoreus</i> (LINNAEUS, 1758)				F	1
<i>Sepedophilus testaceus</i> (FABRICIUS, 1792)			T	F	63
<i>Sepedophilus immaculatus</i> (STEPHENS, 1832)				A	
<i>Sepedophilus bipunctatus</i> (GRAVENHORST, 1802)		ja	T	F	2
<i>Tachyporus nitidulus</i> (FABRICIUS, 1781)				A	
<i>Tachyporus obtusus</i> (LINNAEUS, 1767)				A	
<i>Tachyporus solutus</i> ERICHSON, 1839				A	
<i>Tachyporus hypnorum</i> (FABRICIUS, 1775)				A,F	2
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Tachinus subterraneus</i> (LINNAEUS, 1758)				F	6
<i>Oligota granaria</i> ERICHSON, 1837		ja	T	F	10
<i>Oligota parva</i> KRAATZ, 1862		ja		F	7
<i>Holobus apicatus</i> (ERICHSON, 1837)	3	ja	T	F	15
<i>Cypha longicornis</i> (PAYKULL, 1800)				A	
<i>Gyrophaena minima</i> ERICHSON, 1837		ja	T	F	2
<i>Gyrophaena boleti</i> (LINNAEUS, 1758)		ja	T	F	1
<i>Agaricochara latissima</i> (STEPHENS, 1832)	3	ja	T	A,F	32
<i>Placusa complanata</i> ERICHSON, 1832		ja	T	A,F	8
<i>Placusa tachyporoides</i> (WALT, 1838)			T	F	347
<i>Placusa atrata</i> (MANNERHEIM, 1831)		ja	T	F	146
<i>Placusa pumilio</i> (GRAVENHORST, 1802)		ja	T	F	173
<i>Homalota plana</i> (GYLLENHAL, 1810)			T	F	497
<i>Anomognathus cuspidatus</i> (ERICHSON, 1839)			T	F	340
<i>Megaloscapa punctipennis</i> (KRAATZ, 1856)	2	ja		F	2
<i>Leptusa pulchella</i> (MANNERHEIM, 1830)			T	F	151
<i>Leptusa fumida</i> (ERICHSON, 1839)			T	F	462
<i>Leptusa ruficollis</i> (ERICHSON, 1839)				F	9
<i>Bolitochara obliqua</i> ERICHSON, 1837			T	A,F	80
<i>Bolitochara bella</i> MARKEL, 1844		ja	T	F	1
<i>Bolitochara mulsanti</i> SHARP, 1875		ja	T	F	21
<i>Bolitochara lucida</i> (GRAVENHORST, 1802)		ja	T	F	26
<i>Antalia longicornis</i> SCHEERPELTZ, 1947		ja		A,F	15
<i>Amischa analis</i> (GRAVENHORST, 1802)				F	1
<i>Amischa biloveolata</i> (MANNERHEIM, 1830)				A	
<i>Amischa nigrofusca</i> (STEPHENS, 1832)				F	1

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
<i>Geostiba circellaris</i> (GRAVENHORST, 1806)				A,F	1
<i>Dinaraea aequata</i> (ERICHSON, 1837)			T	F	30
<i>Dinaraea linearis</i> (GRAVENHORST, 1802)			T	F	1
<i>Dadobia immersa</i> (ERICHSON, 1837)		ja	T	F	3
<i>Atheta elongatula</i> (GRAVENHORST, 1802)				F	1
<i>Atheta fungivora</i> (THOMSON, 1867)		ja	T	F	3
<i>Atheta nigricornis</i> (THOMSON, 1852)				F	397
<i>Atheta harwoodj</i> WILLIAMS, 1930		ja		F	3
<i>Atheta subtilis</i> (SCRIBA, 1866)		ja		F	1
<i>Atheta aegra</i> (HEER, 1841)		ja		F	2
<i>Atheta sodalis</i> (ERICHSON, 1837)				A,F	6
<i>Atheta gagalina</i> (BAUDI, 1848)				F	1
<i>Atheta pallidicornis</i> (THOMSON, 1856)				F	18
<i>Atheta hybrida</i> (SHARP, 1869)	3	ja		F	7
<i>Atheta trinotata</i> (KRAATZ, 1856)				F	2
<i>Atheta picipes</i> (THOMSON, 1856)			T	F	14
<i>Atheta fungi</i> - Gruppe				A	
<i>Atheta amplicollis</i> (MULSANT et REY, 1859)		ja		A	
<i>Atheta dadopora</i> (THOMSON, 1867)		ja		F	1
<i>Atheta castanoptera</i> (MANNERHEIM, 1831)				F	1
<i>Atheta triangulum</i> (KRAATZ, 1856)				F	3
<i>Atheta laticollis</i> (STEPHENS, 1832)				F	1
<i>Atheta cotiaria</i> (KRAATZ, 1856)				A,F	1014
<i>Atheta oblita</i> (ERICHSON, 1839)			T	F	2
<i>Atheta crassicornis</i> (FABRICIUS, 1792)				A,F	55
<i>Atheta parcrassicornis</i> BRUNDIN, 1954		ja		A,F	4
<i>Atheta marcida</i> (ERICHSON, 1837)				A,F	50
<i>Thamaraea cinnamomea</i> (GRAVENHORST, 1802)	3	ja	T	F	10
<i>Zyras cognatus</i> (MÄRKEL, 1842)				F	3
<i>Phloeopora teres</i> (GRAVENHORST, 1802)			T	F	3
<i>Phloeopora corticalis</i> (GRAVENHORST, 1804)			T	F	45
<i>Ilyobates nigricollis</i> (PAYKULL, 1800)		ja		F	1
<i>Ocalea rivularis</i> MILLER, 1851				F	1
<i>Oxypoda alternans</i> (GRAVENHORST, 1802)				A,F	15
<i>Ischnoglossa obscura</i> WUNDERLE, 1990		ja	T	F	20
<i>Aleochara sparsa</i> HEER, 1839				F	1726
<i>Aleochara stichai</i> LIKOVSKY, 1965		ja		F	6
Pselaphidae - Palpenkäfer					
<i>Bibloporus bicolor</i> (DENNY, 1825)		ja	T	F	56
<i>Bibloporus minutus</i> RAFFRAY, 1914		ja	T	F	6
<i>Euplectus nanus</i> (REICHENBACH, 1816)		ja	T	F	6
<i>Euplectus punctatus</i> MULSANT, 1861		ja	T	F	8
<i>Euplectus karsteni</i> (REICHENBACH, 1816)			T	F	29
<i>Euplectus brunneus</i> (GRIMMER, 1841)		HE: Wiederfund	T	F	25
<i>Leptoplectus spinolae</i> (AUBE, 1844)	3	ja	T	F	2
<i>Plectophloeus fischeri</i> (AUBE, 1833)			T	F	2
<i>Bryaxis bulbifer</i> (REICHENBACH, 1816)				F	1
Lycidae - Rotdeckenkäfer					
<i>Pyropterus nigroruber</i> (DEGEER, 1774)		ja	T	A	
<i>Platycis minutus</i> (FABRICIUS, 1787)		ja	T	F	1
<i>Lygistopterus sanguineus</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A	
Omalisiidae - Breithalsfliegenkäfer					
<i>Omalisus fontisbellaquaei</i> FOURCROY, 1785				A	
Cantharidae - Weichkäfer					
<i>Cantharis pellucida</i> FABRICIUS, 1792				A	
<i>Cantharis obscura</i> LINNAEUS, 1758				A	
<i>Rhagonycha fulva</i> (SCOPOLI, 1763)				A	
<i>Rhagonycha translucida</i> (KRYNICKI, 1832)		ja		F	1
<i>Rhagonycha lignosa</i> (MÜLLER, 1764)				A	
<i>Malthinus punctatus</i> (FOURCROY, 1785)			T	A	
<i>Malthodes hexacanthus</i> KIESENWETTER, 1852		ja	T	F	2
<i>Malthodes holdhausi</i> KASZAB, 1955	3	ja	T	A	
<i>Malthodes spathifer</i> KIESENWETTER, 1852		ja	T	F	1
<i>Malthodes pumilus</i> (BREBISSON, 1835)		ja	T	F	1
Malachiidae - Zipfelkäfer					
<i>Malachus bipustulatus</i> (LINNAEUS, 1758)			T	F	1
Melyridae - Wollhaarkäfer					
<i>Dasytes plumbeus</i> (MÜLLER, 1776)			T	F	1

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
Cleridae - Buntkäfer					
<i>Tillus elongatus</i> (LINNAEUS, 1758)	3	ja	T	A	
Trogossitidae - Flachkäfer					
<i>Nemosoma elongatum</i> (LINNAEUS, 1761)		ja	T	A	
Lymexyloidae - Werftkäfer					
<i>Hylecoetus dermestoides</i> (LINNAEUS, 1761)			T	A,F	654
Elateridae - Schnellkäfer					
<i>Ampedus pomorum</i> (HERBST, 1784)			T	A,F	1
<i>Dalopius marginatus</i> (LINNAEUS, 1758)				F	1
<i>Melanotus castanipes</i> (PAYKULL, 1800)			T	F	4
<i>Anostirus purpureus</i> (PODA, 1761)			T	A	
<i>Anostirus castaneus</i> (LINNAEUS, 1758)		ja	T	A	
<i>Denticollis rubens</i> PILLER et MITTERPACHER, 1783	2	ja	T	F	18
<i>Denticollis linearis</i> (LINNAEUS, 1758)			T	F	13
Eucnemidae - Kammkäfer					
<i>Melasis buprestoides</i> (LINNAEUS, 1761)		ja	T	F	1
<i>Hylis olexai</i> PALM, 1955	3	ja	T	A,F	53
<i>Hylis foveicollis</i> (THOMSON, 1874)		ja	T	A	
Lissomidae - Binden-Dornhalskäfer					
<i>Drapetes cinctus</i> (PANZER, 1796)	3	ja	T	F	20
Buprestidae - Prachtkäfer					
<i>Anthaxia quadripunctata</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A,F	1
<i>Chrysobothris affinis</i> (FABRICIUS, 1794)			T	A,F	7
<i>Agrilus viridis</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A,F	17
Clambidae - Punktkäfer					
<i>Calyptomerus dubius</i> (MARSHAM, 1802)				F	1
Byrrhidae - Pillenkäfer					
<i>Byrrhus arietinus</i> STEFFAHNY, 1842		ja		A	
Byturidae - Himbeerkäfer					
<i>Byturus tomentosus</i> (DEGEER, 1774)				A	
Cerylonidae - Freihornrindenkäfer					
<i>Cerylon fagi</i> BRISOUT, 1867		ja	T	F	192
<i>Cerylon histeroides</i> (FABRICIUS, 1792)			T	F	66
<i>Cerylon ferrugineum</i> STEPHENS, 1830			T	A,F	431
Nitidulidae - Glanzkäfer					
<i>Carpophilus sexpustulatus</i> (FABRICIUS, 1791)			T	F	57
<i>Carpophilus marginellus</i> MOTSCHULSKY, 1858		ja		F	3
<i>Carpophilus hemipterus</i> (LINNAEUS, 1758)		ja		F	3
<i>Meligethes denticulatus</i> (HEER, 1841)				A	
<i>Meligethes coracinus</i> STURM, 1845				A	
<i>Meligethes aeneus</i> (FABRICIUS, 1775)				A,F	1
<i>Meligethes viridescens</i> (FABRICIUS, 1787)				A	
<i>Meligethes pedicularis</i> (GYLLENHAL, 1808)				A	
<i>Epuraea negecta</i> (HEER, 1841)		ja	T	F	5
<i>Epuraea marseuli</i> REITTER, 1872			T	F	63
<i>Epuraea pygmaea</i> (GYLLENHAL, 1808)		ja	T	F	3
<i>Epuraea unicolor</i> (OLIVIER, 1790)				F	276
<i>Epuraea variegata</i> (HERBST, 1793)		ja	T	F	126
<i>Epuraea aestiva</i> (LINNAEUS, 1758)				F	1
<i>Soronia punctatissima</i> (ILLIGER, 1794)		ja		F	5
<i>Soronia grisea</i> (LINNAEUS, 1758)				F	4
<i>Pocadius adustus</i> REITTER, 1888				A	
<i>Thalycra fervida</i> (OLIVIER, 1790)		ja		F	1
<i>Cychramus luteus</i> (FABRICIUS, 1787)			T	A	
<i>Cryptarcha strigata</i> (FABRICIUS, 1787)		ja	T	F	3
<i>Glischrochilus quadriguttatus</i> (FABRICIUS, 1776)		ja	T	F	292
<i>Glischrochilus quadrisignatus</i> (SAY, 1835)		ja		F	1
<i>Glischrochilus quadripunctatus</i> (LINNAEUS, 1758)			T	F	98
<i>Pityophagus ferrugineus</i> (LINNAEUS, 1761)			T	F	12
Kateretidae - Blütenglanzkäfer					
<i>Heterhelus scutellaris</i> (HEER, 1841)				F	2
<i>Brachypterus urticae</i> (FABRICIUS, 1792)				A,F	2
<i>Brachypterus linariae</i> (STEPHENS, 1830)				A	
Monotomidae - Wurzelkäfer					
<i>Monotoma picipes</i> HERBST, 1793				F	2
<i>Monotoma longicollis</i> (GYLLENHAL, 1827)		ja		F	232
<i>Rhizophagus depressus</i> (FABRICIUS, 1792)			T	F	122
<i>Rhizophagus dispar</i> (PAYKULL, 1800)			T	F	3717

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
<i>Rhizophagus bipustulatus</i> (FABRICIUS, 1792)			T	F	6784
<i>Rhizophagus nitidulus</i> (FABRICIUS, 1798)			T	F	35
<i>Rhizophagus parvulus</i> (PAYKULL, 1800)		ja	T	F	2
Silvanidae - Getreideplattkäfer					
<i>Silvanus bidentatus</i> (FABRICIUS, 1792)		ja	T	F	7
<i>Silvanus unidentatus</i> (FABRICIUS, 1792)			T	F	241
<i>Uleiota planata</i> (LINNAEUS, 1761)			T	F	249
Erotylidae - Pilzkäfer					
<i>Tritoma bipustulata</i> FABRICIUS, 1775			T	A,F	2
<i>Dacne bipustulata</i> (THUNBERG, 1781)			T	F	3
Biphyllidae - Streifflügelsumpfkäfer					
<i>Diplocoelus fagi</i> GUERIN, 1844		ja	T	F	2
Cryptophagidae - Schimmelkäfer					
<i>Cryptophagus dentatus</i> (HERBST, 1793)				F	289
<i>Cryptophagus scanicus</i> (LINNAEUS, 1758)				F	15
<i>Atomaria pusilla</i> (PAYKULL, 1798)				F	6
<i>Atomaria lewisii</i> REITTER, 1877				F	4
<i>Atomaria analis</i> ERICHSON, 1846				A	
<i>Atomaria diluta</i> ERICHSON, 1846	3	ja	T	F	2
<i>Atomaria</i> sp.			T	F	44
Phalacridae - Glattkäfer					
<i>Olibrus aeneus</i> (FABRICIUS, 1792)				A	
Laemophloeidae - Bastplattkäfer					
<i>Placonotus testaceus</i> (FABRICIUS, 1787)		ja	T	F	8
<i>Cryptolestes pusillus</i> (SCHÖNHERR, 1817)				F	20
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (STEPHENS, 1831)				F	259
Latridiidae - Moderkäfer					
<i>Latridius minutus</i> (LINNAEUS, 1767)				F	283
<i>Enicmus rugosus</i> (HERBST, 1793)		ja		A,F	35
<i>Enicmus testaceus</i> (STEPHENS, 1830)	2		T	F	2
<i>Enicmus transversus</i> (OLIVIER, 1790)				A,F	2
<i>Dienerella elongatum</i> (CURTIS, 1830)				F	283
<i>Dienerella filum</i> (AUBE, 1850)		ja		F	2
<i>Cartodere constricta</i> (GYLLENHAL, 1827)		ja		F	23
<i>Cartodere nodifer</i> (WESTWOOD, 1839)				F	1125
<i>Stephostethus angusticollis</i> (GYLLENHAL, 1827)				F	4
<i>Stephostethus alternans</i> (MANNERHEIM, 1844)		ja	T	F	14
<i>Corticaria pineti</i> LOHSE, 1960	2	ja	T	F	1
<i>Corticaria umbilicata</i> (BECK, 1817)				A	
<i>Corticaria impressa</i> (OLIVIER, 1790)				A	
<i>Corticaria linearis</i> (PAYKULL, 1798)		ja	T	F	15
<i>Corticaria elongata</i> (GYLLENHAL, 1827)				F	11
<i>Corticarina similata</i> (GYLLENHAL, 1827)				F	3
<i>Corticarina lambiana</i> (SHARP, 1910)		ja	T	F	1
<i>Corticarina fuscata</i> (GYLLENHAL, 1827)				A,F	1
<i>Corticarina latipennis</i> (SAHLBERG, 1871)		HE: neu		A,F	3
<i>Cortinicara gibbosa</i> (HERBST, 1793)				A,F	7
<i>Melanophthalma maura</i> MOTSCHULSKY, 1866				A,F	10
Mycetophagidae - Baumschwammkäfer					
<i>Litargus connexus</i> (FOURCROY, 1785)			T	A,F	396
<i>Mycetophagus quadripustulatus</i> (LINNAEUS, 1761)		ja	T	F	1
<i>Mycetophagus atomarius</i> (FABRICIUS, 1792)			T	F	51
<i>Typhaea stercorea</i> (LINNAEUS, 1758)				F	1
Colydiidae - Rindenkäfer					
<i>Bitoma crenata</i> (FABRICIUS, 1775)			T	F	2347
Corylophidae - Faulholzkäfer					
<i>Sericoderus lateralis</i> (GYLLENHAL, 1827)				F	4
<i>Orthoperus mundus</i> MATTHEWS, 1885			T	F	815
Endomychidae - Stäublingskäfer					
<i>Lycoperdina bovistae</i> (FABRICIUS, 1792)	3	ja		A	
Coccinellidae - Marienkäfer					
<i>Coccinella septempunctata</i> LINNAEUS, 1758				A	
<i>Calvia quatuordecimguttata</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> (LINNAEUS, 1758)				A,F	1
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
Sphindidae - Staubpilzkäfer					
<i>Sphindus dubius</i> (GYLLENHAL, 1808)		ja	T	F	2
<i>Arpidiphorus orbiculatus</i> (GYLLENHAL, 1808)			T	A,F	18

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
Cisidae - Baumschwammfresser					
<i>Octotemnus glabriculus</i> (GYLLENHAL, 1827)			T	F	1552
<i>Sulcacis affinis</i> (GYLLENHAL, 1827)			T	A,F	4997
<i>Cis glabratus</i> MELLIE, 1848	3		T	A	
<i>Cis hispidus</i> (PAYKULL, 1798)			T	F	7
<i>Cis micans</i> (FABRICIUS, 1792)			T	F	111
<i>Cis boleti</i> (SCOPOLI, 1763)			T	F	113
<i>Orthocis alni</i> (GYLLENHAL, 1813)		ja	T	A	
<i>Ennearthron cornutum</i> (GYLLENHAL, 1827)		ja	T	F	5
Anobiidae - Klopfkäfer					
<i>Xestobium plumbeum</i> (ILLIGER, 1801)			T	F	2
Oedemeridae - Scheinbockkäfer					
<i>Oedemera nobilis</i> (SCOPOLI, 1763)				A	
<i>Oedemera virescens</i> (LINNAEUS, 1767)				A	
<i>Oedemera lurida</i> (MARSHAM, 1802)				A	
Salpingidae - Scheinrüssel					
<i>Vincenzellus ruficollis</i> (PANZER, 1794)		ja	T	F	24
<i>Salpingus planirostris</i> (FABRICIUS, 1787)			T	F	11
<i>Salpingus ruficollis</i> (LINNAEUS, 1761)			T	F	21
Pyrochroidae - Feuerkäfer					
<i>Pyrochroa coccinea</i> (LINNAEUS, 1761)			T	A,F	72
<i>Schizotus pectinicornis</i> (LINNAEUS, 1758)		ja	T	A,F	6
Scraptiidae - Seidenkäfer					
<i>Anaspis frontalis</i> (LINNAEUS, 1758)			T	F	1
<i>Anaspis thoracica</i> (LINNAEUS, 1758)			T	F	1
<i>Anaspis rufflabris</i> (GYLLENHAL, 1827)			T	F	1
Anthicidae - Blütenkäfer					
<i>Omonadus floralis</i> (LINNAEUS, 1758)				F	4
Mordellidae - Stachelkäfer					
<i>Tomoxia bucephala</i> COSTA, 1854		ja	T	F	21
<i>Mordella holomelaena</i> APFELBECK, 1914			T	A,F	2
<i>Curtimorda maculosa</i> (NAEZEN, 1794)	3	ja	T	F	1
Melandryidae - Dusterkäfer					
<i>Hallomenus binotatus</i> (QUENSEL, 1790)		ja	T	F	1
<i>Orchesia undulata</i> KRAATZ, 1853		ja	T	F	186
<i>Melandrya caraboides</i> (LINNAEUS, 1761)	3	ja	T	F	1
Lagriidae - Wollhaarkäfer					
<i>Lagria hirta</i> (LINNAEUS, 1758)				A,F	1
Tenebrionidae - Schwarzkäfer					
<i>Alphitophagus bifasciatus</i> (SAY, 1823)				F	1
<i>Corticicus unicolor</i> (PILLER et MITTERPACHER, 1783)			T	A,F	155
<i>Tribolium castaneum</i> (HERBST, 1797)				F	2
Geotrupidae - Mistkäfer					
<i>Anopliptripes stercorosus</i> (SCRIBA, 1791)				F	1
Scarabaeidae - Blatthornkäfer					
<i>Aphodius prodromus</i> (BRAHM, 1790)				F	1
<i>Melolontha melolontha</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
Lucanidae - Hirschkäfer					
<i>Dorcus parallelipipedus</i> (LINNAEUS, 1758)		ja	T	F	12
<i>Platycerus caraboides</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A,F	2
Cerambycidae - Bockkäfer					
<i>Prionus cortarius</i> (LINNAEUS, 1758)		ja	T	A	
<i>Arhopalus rusticus</i> (LINNAEUS, 1758)		ja	T	A	
<i>Rhagium mordax</i> (DEGEER, 1775)			T	A,F	7
<i>Grammoptera ruficornis</i> (FABRICIUS, 1781)			T	A	
<i>Leptura maculata</i> (PODA, 1761)			T	A,F	2
<i>Corymbia rubra</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A	
<i>Corymbia scutellata</i> (FABRICIUS, 1781)	3	ja	T	A,F	11
<i>Pachytodes cerambyciformis</i> (SCHRANK, 1781)			T	A	
<i>Stenurella melanura</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A	
<i>Molochrus minor</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A	
<i>Phymatodes testaceus</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A	
<i>Anaglyptus mysticus</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A	
Chrysomelidae - Blattkäfer					
<i>Oulema gallaociana</i> (HEYDEN, 1870)				A	
<i>Oulema melanopus</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Oulema duftschmidti</i> (REIDTENBACHER, 1874)				A	
<i>Bromius obscurus</i> (LINNAEUS, 1758)				A	

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
<i>Chrysolina fastuosa</i> (SCOPOLI, 1763)				F	1
<i>Chrysolina varians</i> (SCHALLER, 1783)				A	
<i>Lochmaea capreae</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Phyllotreta vittula</i> (REDTENBACHER, 1849)				A,F	12
<i>Phyllotreta nemorum</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Phyllotreta christinae</i> HEIKERTINGER, 1941		HE: neu		A	
<i>Phyllotreta ochripes</i> (CURTIS, 1837)		ja		A	
<i>Phyllotreta astrachanica</i> LOPATIN, 1977		ja		A	
<i>Aphthona euphorbiae</i> (SCHRANK, 1781)				F	1
<i>Longitarsus melanocephalus</i> (DEGEER, 1775)				F	1
<i>Longitarsus kutscherae</i> RYE, 1872		ja		A	
<i>Longitarsus atricillus</i> (LINNAEUS, 1761)				F	1
<i>Batophila rubi</i> (PAYKULL, 1790)				F	9
<i>Epitrix atropae</i> FOU DRAS, 1860				A,F	1
<i>Crepidodera aurata</i> (MARSHAM, 1802)				A	
<i>Chaetocnema concinna</i> (MARSHAM, 1802)				A	
<i>Chaetocnema laevicollis</i> (THOMSON, 1866)		ja		F	1
<i>Cassida viridis</i> LINNAEUS, 1758				A	
<i>Cassida rubiginosa</i> MULLER, 1776				A	
Anthribidae - Breitrüßler					
<i>Platyrhinus resinosa</i> (SCOPOLI, 1763)			T	F	11
<i>Anthrbus albinus</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A,F	5
<i>Brachytarsus nebulosus</i> (FORSTER, 1771)				F	1
Scolytidae - Borkenkäfer					
<i>Taphrorhynchus bicolor</i> (HERBST, 1793)			T	A,F	1462
<i>Ips typographus</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A	
<i>Xyleborus dispar</i> (FABRICIUS, 1792)			T	F	382
<i>Xyleborus saxeseni</i> (RATZEBURG, 1837)			T	A,F	176789
<i>Xyleborus germanus</i> (BLANDFORD, 1894)			T	F	2316
<i>Xyleborus alni</i> NIJIMA, 1909		ja	T	F	280
<i>Xyloterus domesticus</i> (LINNAEUS, 1758)			T	F	213
<i>Xyloterus signatus</i> (FABRICIUS, 1787)			T	F	15
Rhynchitidae - Trichterwickler					
<i>Deporaus betulae</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
Apionidae - Blütenstecher					
<i>Ceratapion onopordi</i> (KIRBY, 1808)				A	
<i>Protapion fulvipes</i> (FOURCROY, 1785)				F	1
<i>Protapion apricans</i> (HERBST, 1797)				F	1
<i>Perapion violaceum</i> (KIRBY, 1808)				A	
<i>Apion frumentarium</i> LINNAEUS, 1758				A	
<i>Eutrichapion ervi</i> (KIRBY, 1808)				A	
Curculionidae - Rüsselkäfer					
<i>Phyllobius roboretanus</i> GREDLER, 1882				F	1
<i>Phyllobius oblongus</i> (LINNAEUS, 1758)				F	4
<i>Phyllobius argentatus</i> (LINNAEUS, 1758)				F	1
<i>Rhinomias forticornis</i> (BOHEMAN, 1843)		ja		F	3
<i>Barypeithes araneiformis</i> (SCHRANK, 1781)				F	29
<i>Sitona lineatus</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
<i>Strophosoma capitatum</i> (DEGEER, 1775)				F	1
<i>Larinus planus</i> (FABRICIUS, 1792)				A	
<i>Tychius picirostris</i> (FABRICIUS, 1787)				F	1
<i>Anthonomus rubi</i> (HERBST, 1795)				F	4
<i>Furcipes rectirostris</i> (LINNAEUS, 1758)				F	1
<i>Bradybatas kollneri</i> BÄCH, 1854		ja		A	
<i>Hypera meles</i> (FABRICIUS, 1792)				A	
<i>Acalles camelus</i> (FABRICIUS, 1792)		ja	T	F	1
<i>Acalles hypocritus</i> BOHEMAN, 1837		ja	T	F	12
<i>Ceutorhynchus contractus</i> (MARSHAM, 1802)				A	
<i>Ceutorhynchus roberti</i> GYLLENHAL, 1837				A	
<i>Microplantus rugulosus</i> (HERBST, 1795)				F	1
<i>Nedyus quadrimaculatus</i> (LINNAEUS, 1758)				A,F	1
<i>Gymnetron antirrhini</i> (PAYKULL, 1800)				A	
<i>Miarus</i> sp.				A	
<i>Cionus tuberculatus</i> (SCOPOLI, 1763)				A	
Hymenoptera - Hautflügler					
Tenthredinidae - Blattwespen					
<i>Elionora koehleri</i> (KLUG, 1817)				A	
<i>Tenthredo notha</i> KLUG, 1817				A	

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
Gasteruptionidae - Schmalbauchwespen					
<i>Gasteruption assectator</i> (LINNAEUS, 1758)				A	
Ichneumonidae - Schlupfwespen					
<i>Gelis agilis</i> (FABRICIUS, 1775)				A	
<i>Gelis</i> sp.		neue Art		F	4
<i>Gelis rufogaster</i> THUNBERG, 1827				F	1
<i>Gelis spurius</i> (FÖRSTER, 1850)				F	6
<i>Thaumatogelis sylvicola</i> (FÖRSTER, 1850)				F	2
<i>Hybrizon buccatus</i> (DE BRÉBISSEON, 1825)				F	1243
<i>Hypsicerca femoralis</i> GEOFFROY-SAINT-HILAIRE, 1785				F	1
<i>Hypsicerca flaviceps</i> (RATZEBURG, 1852)				F	10
Braconidae - Brackwespen					
Alysiinae					
<i>Asobara tabida</i> (NEES, 1834)				F	3
<i>Aspilota</i> sp.				F	1
Blacinae					
<i>Blacometeorus brevicauda</i> (HELLÉN, 1958)		D: neu		F	1
<i>Blacus humilis</i> (NEES, 1812)				F	2
Cheloninae					
<i>Ascogaster klugii</i> (NEES, 1816)				F	26
Doryctinae					
<i>Spathius exarator</i> (LINNAEUS, 1758)				F	2
Euphorinae					
<i>Meteorus consimilis</i> (NEES, 1834)				F	1
Helconinae					
<i>Eubazus lepidus</i> (HALIDAY, 1835)				F	1
<i>Eubazus</i> sp.				F	1
<i>Eubazus thomsoni</i> auct.				F	3
<i>Schizoprymnus</i> sp.				F	1
Histeromerinae					
<i>Histeromerus mystacinus</i> WESMAEL, 1838				A	1
Macrocentrinae					
<i>Macrocentrus kurnakovi</i> TOBIAS, 1976				F	1
Microgastrinae					
<i>Apanteles tedellae</i> NIXON, 1961				F	3
Bethylidae - Plattwespen					
<i>Cephalonomia formiciformis</i> WESTWOOD, 1833			P	F	240
<i>Cephalonomia</i> sp.		neue Art	P	F	10
<i>Laelius femoralis</i> (FÖRSTER, 1860)			P	A	
Chrysididae - Goldwespen					
<i>Chrysis fulgida</i> LINNAEUS, 1761	3		T	A	
<i>Chrysis ignita</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A	
<i>Chrysis mediata</i> LINSSENMAIER, 1959			O	F	3
<i>Trichrysis cyanea</i> (LINNAEUS, 1758)			T	A,F	1
Mutillidae - Spinnenameisen					
<i>Myrmosa atra</i> PANZER, 1801			O	A	
Sapygidae - Keulenwespen					
<i>Monosapyga clavicornis</i> (LINNAEUS, 1758)		neu für HE	T	A	
Formicidae - Ameisen					
<i>Camponotus (Camponotus) herculeanus</i> (LINNAEUS, 1758)			Th	A,F	35
<i>Formica (Formica) rufa</i> LINNAEUS, 1758	V		Th	F	1
<i>Formica (Raptiformica) sanguinea</i> LATREILLE, 1798			Tm	A,F	1
<i>Formica (Serviformica) cunicularia</i> LATREILLE, 1798			O	A	
<i>Formica (Serviformica) fusca</i> LINNAEUS, 1759			Tm	A,F	273
<i>Formica (Serviformica) rufibarbis</i> FABRICIUS, 1793	V		O	F	1
<i>Lasius (Chthonolasius) mixtus</i> NYLANDER, 1846			O	F	1
<i>Lasius (Lasius) niger</i> (LINNAEUS, 1758)			Tm	A	
<i>Lasius (Lasius) platythorax</i> SEIFERT, 1991			Tm	A,F	23750
<i>Lasius (Lasius) brunneus</i> (LATREILLE, 1798)			Th	A,F	411
<i>Leptothorax acervorum</i> (FABRICIUS, 1793)			Th	A,F	5
<i>Leptothorax muscorum</i> (NYLANDER, 1846)	HE: 3		Th	F	1
<i>Myrmica ruginodis</i> NYLANDER, 1846			Tm	A,F	49
<i>Myrmica rubra</i> (LINNAEUS, 1758)			Tm	F	1
<i>Myrmica sabuleti</i> MEINERT, 1861	V		Tm	A	
Vespididae - Faltenwespen					
<i>Ancistrocerus gazolla</i> (PANZER, 1798)			TF	F	1
<i>Ancistrocerus panolinus</i> (LINNAEUS, 1761)			TF	F	5
<i>Ancistrocerus trifasciatus</i> (MÜLLER, 1776)			TF	F	2

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
<i>Dolichovespula adulterina</i> (BUYSSON, 1905)			O	F	1
<i>Dolichovespula saxonica</i> (FABRICIUS, 1793)			O	F	6
<i>Symmorphus bifasciatus</i> (LINNAEUS, 1761)			TF	F	1
<i>Vespa crabro</i> LINNAEUS, 1758 - Hornisse			TH	B,F	6
<i>Vespula germanica</i> (FABRICIUS, 1793)			O	F	11
<i>Vespula vulgaris</i> (LINNAEUS, 1758)			O	F	11
Pompilidae - Wegwespen					
<i>Agenioideus cinctellus</i> (SPINOLA, 1808)			TF	F	3
<i>Auplopus carbonarius</i> (SCOPOLI, 1763)			O	F	3
<i>Dipogon variegatus</i> (LINNAEUS, 1758)			TF	F	1
<i>Prioncnemis pusilla</i> (SCHIÖDTE, 1837)			O	A	
<i>Prioncnemis schioedtei</i> HAUPT, 1927			O	A	
Sphecidae - Grabwespen					
<i>Crossocerus annulipes</i> (LEPELETIER & BRULLÉ, 1835)			TZ	A	
<i>Crossocerus assimilis</i> (SMITH, 1856)			O	A	
<i>Crossocerus binotatus</i> LEPELETIER & BRULLÉ, 1835	G		T?	F	1
<i>Crossocerus cetratus</i> (SHUCKARD, 1837)			TFZ	A	
<i>Crossocerus podagricus</i> (VAN DER LINDEN, 1829)			TFZ	A	
<i>Crossocerus quadrimaculatus</i> (FABRICIUS, 1793)			O	A	
<i>Crossocerus varus</i> LEPELETIER & BRULLÉ, 1835			O	A,F	1
<i>Diodontus luperus</i> SHUCKARD, 1837			O	A	
<i>Ectemnius borealis</i> (ZETTERSTEDT, 1838)			T?	F	3
<i>Ectemnius continuus</i> (FABRICIUS, 1804)			TZ	F	2
<i>Ectemnius dives</i> (LEPELETIER & BRULLÉ, 1835)			TZ	A,F	1
<i>Ectemnius lapidarius</i> (PANZER, 1804)			TZ	A	
<i>Lestica clypeata</i> (SCHREBER, 1759)			TFZ	A	
<i>Nitela spinolae</i> LATREILLE, 1809			TF	A	
<i>Trypoxylon attenuatum</i> SMITH, 1851			O	A	
<i>Trypoxylon clavicerum</i> LEPELETIER & SERVILLE, 1828			TF	A,F	1
<i>Trypoxylon minus</i> BEAUMONT, 1945			TF	A	
Apidae - Bienen					
<i>Andrena bicolor</i> FABRICIUS, 1775			O	A	
<i>Andrena minutula</i> (KIRBY, 1802)			O	A	
<i>Anthidium manicatum</i> (LINNAEUS, 1758)			TH	F	1
<i>Anthophora furcata</i> (PANZER, 1798)	V		TZ	A	
<i>Apis mellifera</i> LINNAEUS, 1758			O	A,B	
<i>Bombus bohemicus</i> SEIDL, 1838			O	A	
<i>Bombus hortorum</i> (LINNAEUS, 1761)			O	B	
<i>Bombus lucorum</i> (LINNAEUS, 1761)			O	A	
<i>Bombus pascuorum</i> (SCOPOLI, 1763)			TH	A,B	
<i>Bombus pratorum</i> (LINNAEUS, 1761)			O	B	
<i>Bombus soroensis</i> (FABRICIUS, 1776)	V		O	A	
<i>Bombus terrestris</i> (LINNAEUS, 1758)			O	B	
<i>Ceratina cyanea</i> (KIRBY, 1802)			O	A	
<i>Hylaeus communis</i> NYLANDER, 1852			TF	A	
<i>Hylaeus confusus</i> NYLANDER, 1852			TF	A	
<i>Lastoglossum calceatum</i> (SCOPOLI, 1763)			O	A	
<i>Lastoglossum fulvicorne</i> (KIRBY, 1802)			O	A	
<i>Lastoglossum leucopus</i> (KIRBY, 1802)			O	A	
<i>Lastoglossum rufitarse</i> (ZETTERSTEDT, 1838)			O	A,F	2
<i>Megachile lapponica</i> THOMSON, 1872			TF	A,F	13
<i>Nomada flava</i> PANZER, 1798			O	A	
<i>Nomada flavoguttata</i> (KIRBY, 1802)			O	A	
<i>Nomada marshamella</i> (KIRBY, 1802)			O	A	
<i>Nomada ruficornis</i> (LINNAEUS, 1758)			O	A	
<i>Nomada sheppardana</i> (KIRBY, 1802)			O	A	
<i>Nomada</i> sp.				F	
<i>Osmia bicornis</i> (LINNAEUS, 1758)			TF	F	4
<i>Osmia florissomis</i> (LINNAEUS, 1758)			TF	A	
<i>Osmia parietina</i> CURTIS, 1828	3		TF	F	1
<i>Sphecodes ephippius</i> (LINNAEUS, 1767)			O	A	
Mecoptera - Schnabelfliegen					
<i>Boreus hyemalis</i> (LINNAEUS, 1767)				F	
<i>Panorpa alpina</i> RAMBUR, 1842				A	
<i>Panorpa communis</i> LINNAEUS, 1758				F	
<i>Panorpa germanica</i> LINNAEUS, 1758				F	
Diptera - Zweiflügler					
Syrphidae - Schwebfliegen					

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
Syrphinae					
<i>Epistrophe grossulariae</i> (MEIGEN, 1822) - Große Heckenschwebfliege			O	A	
<i>Paragus</i> sp. - Heideschwebfliegen			O	A	
<i>Platycheirus albimanus</i> (FABRICIUS, 1781) - Graue Breitfußschwebfliege			O	A	
<i>Sphaerophoria scripta</i> (LINNAEUS, 1758) - Gemeine Stiftschwebfliegen			O	A	
<i>Xanthandrus comtus</i> (HARRIS, 1780)			O	A	
Eristalinae					
<i>Brachyopa pilosa</i> COLLIN, 1939 - Buchen-Baumschwebfliege			TRS	F	
<i>Brachypalpus</i> sp. - Mulmschwebfliegen			TMR	F	
<i>Chalcosyrphus (Xylotina) nemorum</i> (FABRICIUS, 1805) - Kleine Faulholzschwebfliege			TM	F	
<i>Cheilosia flavipes</i> (PANZER, 1798) - Gelbbein-Erzswebfliege			O	A	
<i>Eristalis interrupta</i> (PODA, 1761) - Feld-Bienenschwebfliege			O	A	
<i>Ferdinandea cuprea</i> (SCOPOLI, 1763) - Helle Goldschwebfliege			TS	F	
<i>Helophilus hybridus</i> LOEW, 1846 - Helle Sonnenschwebfliege			O	A	
<i>Myathropa florea</i> (LINNAEUS, 1758) - Gemeine Doldenschwebfliege			O	F	
<i>Rhingia campestris</i> MEIGEN, 1822 - Feld-Schnabelschwebfliege			O	A	
<i>Syrilla pipiens</i> (LINNAEUS, 1758) - Gemeine Mistschwebfliege			O	A	
<i>Xylota sylvorum</i> (LINNAEUS, 1758) - Goldhaar-Holzschwebfliege			TMR	A	
Scenopinidae					
<i>Scenopinus fenestralis</i> (LINNAEUS, 1758)					F
Megamerinidae					
<i>Megamerina dolium</i> (FABRICIUS, 1805)				T	F
Rhagionidae					
<i>Rhagio scolopaceus</i> (LINNAEUS, 1758)					F
Xylophagidae					
<i>Xylophagus compeditus</i> WIEDEMANN, 1820				T	F
Limoniidae - Stelzmücken					
<i>Chionea lutescens</i> LUNDSTRÖM, 1907 - Schneemücke					F
Trichoptera - Köcherfliegen					
Limnephilidae					
<i>Potamophylax latipennis</i> (CURTIS, 1834)					F
Lepidoptera - Schmetterlinge					
Arctiidae - Bärenspinner					
<i>Eilema complana</i> (LINNAEUS, 1758)				P	F
Bucculatrigidae - Zwergwickler					
<i>Bucculatrix thoracella</i> (THUNBERG, 1794)		neu für HE			F
Geometridae - Spinner					
<i>Eupithecia subfuscata</i> (HAWORTH, 1809)					F
<i>Hypomecis roboraria</i> (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)					F
Momphidae					
<i>Mompha sturnipennella</i> (TREITSCHKE, 1833)					F
Nepticulidae Zwergminiermotten					
<i>Stigmella luteella</i> (STANTON, 1857)		neu für HE			F
Noctuidae - Eulenfalter					
<i>Agrochola circellaris</i> (HUFNAGEL, 1766)					F
<i>Agrotis exclamatoris</i> (LINNAEUS, 1758)					F
<i>Apamea monoglypha</i> (HUFNAGEL, 1766)					F
<i>Conistra vaccinii</i> (LINNAEUS, 1761)					F
<i>Eupsilia transversa</i> (HUFNAGEL, 1766)					F
<i>Eupsilia transversa</i> (HUFNAGEL, 1766)					F
<i>Hypena proboscidalis</i> (LINNAEUS, 1758)					F
<i>Mesapamea didyma</i> (ESPER, 1788)					F
<i>Mesapamea secalis</i> (LINNAEUS, 1758)					F
<i>Mesapamea secalis</i> (LINNAEUS, 1758)					F
<i>Parascotia fuliginaria</i> (LINNAEUS, 1761)			P		F
Notodontidae					
<i>Stauropus fagi</i> (LINNAEUS, 1758)					B
Nymphalidae - Edelfalter					
<i>Aglais urticae</i> (LINNAEUS, 1758) - Kleiner Fuchs					B
<i>Araschnia levana</i> (LINNAEUS 1758) - Landkärtchen					B
<i>Cynthia cardui</i> (LINNAEUS, 1758) - Distelfalter					B
<i>Inachis io</i> (LINNAEUS, 1758) - Tagpfauenauge					B
<i>Parargo aegeria</i> (LINNAEUS, 1758) - Waldbrettspiel					F
<i>Polygonia c-album</i> (LINNAEUS, 1758) - C-Falter					F
<i>Vanessa atalanta</i> (LINNAEUS, 1758) - Admiral					B
Oecophoridae - Faulholzmotten					
<i>Bookhansenia minutella</i> (LINNAEUS, 1758)					F
<i>Clausa unifella</i> (HUBNER, 1796)			T		F

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
<i>Endrosis sarcitrella</i> (LINNAEUS, 1758)				F	
<i>Harpella forficella</i> (SCOPOLI, 1763)			T	F	
<i>Oecophora bractella</i> (LINNAEUS, 1758)			T	F	
Papilionidae - Ritterfalter					
<i>Papilio machaon</i> LINNAEUS, 1758 - Schwalbenschwanz	V			B	
Pieridae - Weisslinge					
<i>Gonepteryx rhamni</i> (LINNAEUS, 1758) - Zitronenfalter				B	
<i>Pieris napi</i> (LINNAEUS, 1758) - Rapsweissling				B	
Pyralidae					
<i>Pyralis farinalis</i> (LINNAEUS; 1758)				F	
<i>Scoparia basistrigalis</i> KNAGGS, 1866				F	
<i>Scoparia pyralella</i> (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)				F	
Satyridae - Augenfalter					
<i>Melanargia galathea</i> (LINNAEUS, 1758) - Schachbrettfalter				B	
Tineidae - Echte Motten					
<i>Morphaga choragella</i> (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)			P	F	
<i>Nemapogon cloacella</i> (HAWORTH, 1828)			P	F	
<i>Nemapogon granella</i> (LINNAEUS, 1758)			P	F	
<i>Nemapogon wolffiella</i> KARSHOLT & NIELSEN, 1976		neu für HE	P	F	
<i>Nemaxera betulinea</i> (PAYCULL, 1785)			P	F	
<i>Niditinea striolella</i> (MATSUMURA, 1931)				F	
<i>Tineola bisselliella</i> (HUMMEL, 1823)				F	
<i>Triaxomera fulvimitrella</i> (SODOFFSKY, 1830)			P	F	
<i>Triaxomera parasitella</i> (HÜBNER, 1796)			P	F	
Tortricidae Wickler					
<i>Tortrix viridana</i> LINNAEUS, 1758				F	
Amphibia - Lurche					
<i>Bufo bufo bufo</i> (LINNAEUS, 1758)				E	
Reptilia - Kriechtiere					
Anguillidae - Schleichen					
<i>Anguis fragilis</i> LINNAEUS, 1758 - Blindschleiche				B	
Lacertidae - Eidechsen					
<i>Lacerta agilis</i> LINNAEUS, 1758 - Zauneidechse	3			B	
<i>Lacerta muralis</i> (LAURENTI, 1768) - Mauereidechse				B	
<i>Lacerta vivipara</i> JACQUIN, 1787 - Waldeidechse				B	
Colubridae - Nattern					
<i>Natrix natrix</i> (LINNAEUS, 1758) - Ringelnatter	3			B	
Aves - Vögel					
Ciconiiformes - Schreitvögel					
Ciconiidae - Störche					
<i>Ciconia nigra</i> (LINNAEUS, 1758) - Schwarzstorch	3			B	
Falconiformes - Greifvögel					
Accipitridae - Habichtsvögel					
<i>Accipiter gentilis</i> (LINNAEUS, 1758) - Habicht				B	
<i>Accipiter nisus</i> (LINNAEUS, 1758) - Sperber				B	
<i>Milvus milvus</i> (LINNAEUS, 1758) - Rotmilan				B	
<i>Buteo buteo</i> (LINNAEUS, 1758) - Mäusebussard				B	
<i>Pernis apivorus</i> (LINNAEUS, 1758) - Wespenbussard				B	
Falconidae - Falken					
<i>Falco subbuteo</i> LINNAEUS, 1758 - Baumfalke	3			B	
<i>Falco tinnunculus</i> LINNAEUS, 1758 - Turmfalke				B	
Columbiformes - Taubenvögel					
Columbidae - Tauben					
<i>Columba oenas</i> LINNAEUS, 1758 - Hohltaube				B	
Cuculiformes - Kuckucksvögel					
Cuculidae - Kuckucke					
<i>Cuculus canorus</i> LINNAEUS, 1758 - Kuckuck	V			B	
Strigiformes - Eulenvögel					
Strigidae - Ohreulen und Käuze					
<i>Strix aluco</i> LINNAEUS, 1758 - Waldkauz				B	
Piciformes - Spechtvögel					
Picidae - Spechte					
<i>Dendrocopos major</i> (LINNAEUS, 1758) - Buntspecht				B	
<i>Dendrocopos medius</i> (LINNAEUS, 1758) - Mittelspecht	V			B	
<i>Dendrocopos minor</i> (LINNAEUS, 1758) - Kleinspecht				B	
<i>Dryocopus martius</i> (LINNAEUS, 1758) - Schwarzspecht				B	
<i>Picus canus</i> (J. F. GMELIN, 1788) - Grauspecht				B	
<i>Picus viridis</i> LINNAEUS, 1758 - Grünspecht				B	

Art	Rote-Liste-Status	Bemerkenswerte Art	Totholzbindung	Nachweismethode	Individuenzahl
Passeriformes - Sperlingsvögel					
Muscicapidae - Sänger					
<i>Phylloscopus collybita</i> (VIEILLOT, 1817) - Zilpzalp				B	
<i>Phylloscopus trochilus</i> (LINNAEUS, 1758) - Fitis				B	
<i>Sylvia atricapilla</i> (LINNAEUS, 1758) - Mönchsgrasmücke				B	
<i>Sylvia borin</i> (BODDAERT, 1783) - Gartengrasmücke				B	
Paridae - Meisen					
<i>Parus montanus</i> CONRAD, 1827 - Weidenmeise				B	
Corvidae - Krähenvögel					
<i>Corvus corax</i> LINNAEUS, 1758 - Kollkrabe				B	
Mammalia - Säugetiere					
Insectivora - Insektenfresser					
Soricidae - Spitzmäuse					
<i>Sorex araneus</i> LINNAEUS, 1758 - Waldspitzmaus				B	
<i>Sorex minutus</i> LINNAEUS, 1766 - Zwergspitzmaus				B	
Lagomorpha - Hasenartige					
Leporidae - Hasenartige					
<i>Lepus europaeus</i> PALLAS, 1787 - Feldhase	3			B	
Rodentia - Nagetiere					
Arvicolidae - Wühlmäuse					
<i>Clethrionomys glareolus</i> (SCHREBER, 1780) - Rötelmaus				B	
<i>Microtus agrestis</i> (LINNAEUS, 1761) - Erdmaus				B	
Muridae - Echte Mäuse					
<i>Apodemus flavicollis</i> (MELCHIOR, 1834) - Gelbhalsmaus				B	
Gliridae - Schläfer					
<i>Glis glis</i> (LINNAEUS, 1766) - Siebenschläfer				B	
Carnivora - Raubtiere					
Canidae - Hunde					
<i>Vulpes vulpes</i> (LINNAEUS, 1758) - Rotfuchs				B	
Procyonidae - Kleinbären					
<i>Procyon lotor</i> (LINNAEUS, 1758) - Waschbär				B	
Mustelidae - Marder					
<i>Martes foina</i> (ERXLEBEN, 1777) - Steinmarder				B	
<i>Mustela nivalis</i> LINNAEUS, 1766 - Wiesel				B	
<i>Mustela putorius</i> LINNAEUS, 1758 - Iltis				B	
<i>Meles meles</i> (LINNAEUS, 1758) - Dachs				B	
Artiodactyla - Paarhufer					
Suidae - Schweine					
<i>Sus scrofa</i> LINNAEUS, 1758 - Wildschwein				B	
Cervidae - Hirsche					
<i>Capreolus capreolus</i> (LINNAEUS, 1758) - Reh				B	
<i>Cerphus elaphus</i> LINNAEUS, 1758 - Rothirsch				B	

Anschriftenverzeichnis der Autoren:

Dr. Reinhard Lässig, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft,
Forschungsbereich Wald, Zürcherstrasse 111, CH - 8903 Birmensdorf
Tel: ++41-1-7392389 , Fax: ++41-1-7392215, E-Mail laessig@wsl.ch, Internet
<http://www.wsl.ch/forest/waldman/fecomam/>
<http://www.wsl.ch/forest/infoblatt/>

Dr. Jürgen Willig, HESSEN-FORST, Forsteinrichtung, Information, Versuchswesen,
Europastraße 10 – 12, 35394 Gießen,
Telefon (0641) 4991300, E-Mail willigj@forst.hessen.de

Dr. Margitta Schäfer, Institut für Holzbiologie und Holztechnologie, Universität Göttingen,
Büsgenweg 4, 37077 Göttingen
Telefon (0551) 39-4039

Dr. Gunter B. Schlechte, Sachverständigen und Forschungsbüro
Tillyschanze 9, 31167 Bockenem
Telefon (05067) 3010

Wolfgang Dorow, Forschungsinstitut Senckenberg, Projekt Hessische Naturwaldreservate,
Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main,
Telefon (069) 7542-332, Fax (069) 746238
E-Mail wdorow@sng.uni-frankfurt.de

Günter Flechtner, Forschungsinstitut Senckenberg, Projekt Hessische Naturwaldreservate,
Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main,
Telefon (069) 7542-556, Fax (069) 746238
E-Mail gflechn@sng.uni-frankfurt.de

FD Hugo Sang, Hessisches Forstamt Schlüchtern, Forsthausweg 15, 36381 Schlüchtern,
Telefon (06661) 9645-0, Fax (06661) 9645-40

PD Dr. Eckhard Jedicke, Universität Karlsruhe, Institut für Geographie und Geoökologie;
Jahnstraße 22, 34454 Bad Arolsen,
Telefon (05691) 7197, Fax (05691) 50211, E-Mail info@jedicke.de, Internet
<http://www.jedicke.de>.

Neuer Videofilm erschienen:

Naturwaldreservate in Hessen – Die Urwälder von morgen



Der Film verfolgt den Verlauf eines Jahres in drei Naturwaldreservaten, von der ersten Blüte bis zur Färbung des Laubes im Herbst und beobachtet die Arbeit der Forscher.

Forstwissenschaftler, Biologen und Mykologen vermessen und kartieren den Wald, ermitteln welche und wieviele Tierarten darin leben und welche Rolle die holzersetzenden Pilze spielen.

Die Wälder in denen seit gut 10 Jahren nicht mehr gewirtschaftet wird, sind noch lange nicht zu „Urwäldern“ geworden, einige überraschende Ergebnisse gibt es aber trotzdem.

Ein Film von Gerhard Zimmermann in Zusammenarbeit mit HESSEN-FORST FIV

Erhältlich bei: Medienproduktionen für Bildung und Unterricht
Carsonweg 55
64289 Darmstadt
Tel. + Fax: 06151 / 710441
Email: Geolana@web.de

