

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem**



**Forstschutzprobleme in Nationalparks
und Naturschutzgebieten**

Forest Protection Problems in National Parks
and Nature Reserves

Symposium am 12. und 13. Mai 1998
in Braunschweig

bearbeitet von

**Prof. Dr. Alfred Wulf
und
Dipl.-Forstw. Karl-Heinz Berendes**

Heft 362

Berlin 1999

Parey Buchverlag Berlin
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA)

Präsident: Professor Dr. Fred Klingauf, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), deren Entstehung auf die 1898 gegründete Biologische Abteilung am Kaiserlichen Gesundheitsamt in Berlin zurückgeht, ist eine selbständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsanstalt im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Ihre Aufgaben sind im Pflanzenschutz-, Gentechnik- und Bundesseuchengesetz festgelegt und umfassen u. a.:

Forschungen auf dem Gesamtgebiet des Pflanzen- und Vorratsschutzes,

Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln,

Eintragung und Prüfung von Pflanzenschutzgeräten,

Mitwirkung bei der Genehmigung zur Freisetzung und dem Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen einschließlich Forschung zur biologischen Sicherheit,

Beteiligung bei der Bewertung von Umweltchemikalien nach dem Chemikalienrecht.

Die Forschungsarbeiten der BBA schaffen Grundlagen für Entscheidungshilfen zur Ernährungs-, Land- und Forstwirtschaftspolitik sowie zur Verbraucherpolitik. Über 900 Mitarbeiter, davon 300 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, sind bei der BBA beschäftigt.

The Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA)

President: Professor Dr. Fred Klingauf, Messeweg 11/12, D-38104 Braunschweig

The Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), which originates from the Biological Division at the Empirical Health Office, founded in Berlin in 1898, is a federal authority in its own right and federal research centre in the jurisdiction of the Federal Ministry of Food, Agriculture and Forestry (BML). Its tasks are mainly defined by the Plant Protection Act as well as the Genetechnology Act and include among others:

research in the whole field of plant protection and stored products protection,

examination and authorization of plant protection products,

registration and examination of plant protection equipment,

participation in authorizing genetically modified organisms deliberately released and issued, including investigations on biosafety,

cooperation in assessing chemicals of environmental relevance according to the Chemicals Act.

The research work of the BBA is providing decisional foundations not only in the political field of food, agriculture and forestry but also for consumer policy. There are more than 900 employees, including 300 scientists, who work at the BBA.

Anschrift für **Tauschsendungen**:

Please address **exchanges** to:

Adressez **échanges**, s'il vous plaît:

Para el canje dirigirse por favor a:

Bibliothek der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Königin-Luise-Straße 19, D-14195 Berlin (Dahlem)

Postanschrift: 14191 Berlin

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem**



**Forstschutzprobleme in Nationalparks
und Naturschutzgebieten**

**Forest Protection Problems in National Parks
and Nature Reserves**

Symposium am 12. und 13. Mai 1998
in Braunschweig

bearbeitet von

**Prof. Dr. Alfred Wulf
und
Dipl.-Forstw. Karl-Heinz Berendes**

Heft 362

Berlin 1999

*Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Berlin-Dahlem*

Parey Buchverlag Berlin
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-3246-6

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Forstschutzprobleme in Nationalparks und Naturschutzgebieten:

Symposium am 12. und 13. Mai 1998 in Braunschweig = Forest protection problems in national parks and nature reserves / hrsg. von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Bearb. : Alfred Wulf und Karl-Heinz Berendes. – Berlin: Parey, [in Komm.], 1999.

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 362)

ISBN 3-8263-3246-6

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1999 Kommissionsverlag Parey Buchverlag Berlin, Kurfürstendamm 57, 10707 Berlin. Printed in Germany by Arno Brynda, Berlin.

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
A. Wulf	Vorwort _____	7
	Tagungsprogramm _____	8
 <i>Verschiedene Themen</i>		
K.-F. Sinner	Forstschutzprobleme in Nationalparks _____	10
M. Petrak	Integration des Schalenwildes in den Nationalparks _____	13
K. Möller	Erfassung der Entomofauna in Kiefernforsten Brandenburgs: Inhalte und Ergebnisstand _____	31
H. Delb	Die Schwammspinner-Massenvermehrung 1993 und 1994 im Bienwald und ihre Folgen für Naturwaldreservate _____	40
 <i>Schwerpunkt Borkenkäfer</i>		
<i>Bayerischer Wald</i>		
O. Schmidt	Borkenkäferproblematik in bayerischen Naturwaldreservaten _____	47
A. Weißbacher	Situation und Entwicklung der Borkenkäferpopulation im Nationalpark Bayerischer Wald _____	53
 <i>Schwarzwald</i>		
H. Schröter	Ausbreitung des Borkenkäferbefalls in Bannwäldern Baden-Württembergs _____	63
Th. Becker	Zunehmender Borkenkäferbefall in zwei fichtenreichen Bannwäldern Baden-Württembergs _____	80

	Seite
<i>Sächsische Schweiz</i>	
J. Grunwald	Praktische Erfahrungen bei der Behandlung von Buchdrucker-Stehendbefall im Nationalpark „Sächsische Schweiz“ _____ 101
<i>Harz</i>	
B. Ulrich	Eine ökosystemare Sicht auf den Nationalpark Harz _____ 111
H. Niemeyer	Borkenkäfer im Nationalpark Harz _____ 119
G. Veldmann	Zur Borkenkäferproblematik im Nationalpark Hochharz aus der Sicht des Waldschutzes _____ 130
	Diskussion _____ 142
	Teilnehmerverzeichnis _____ 150

CONTENTS		Page
A. Wulf	Preface _____	7
	Programme _____	8
<i>Diverse subjects</i>		
K.-F. Sinner	Problems of forest protection in national parks _____	10
M. Petrak	Integration of ungulates in national parks _____	13
K. Möller	Monitoring of the entomofauna of pine forests in Brandenburg: Contents and state of results _____	31
H. Delb	The gypsy moth outbreak 1993 and 1994 in the Bienwald and its consequences for forest nature reserves _____	40
<i>Bark Beetles</i>		
<i>Bavarian Forest</i>		
O. Schmidt	Problems with spruce bark beetles in Bavarian strict forest reserves _____	47
A. Weißbacher	Situation and development of the population of spruce bark beetles in the Bavarian Forest National Park _____	53
<i>Black Forest</i>		
H. Schröter	The spread of bark beetles infestation in strict forest reserves in Baden-Württemberg _____	63
Th. Becker	The increasing infestation of spruce bark beetles in two strict forest reserves of Baden-Württemberg _____	80

	Page
<i>„Sächsische Schweiz“</i>	
J. Grunwald	Practical aspects of control measures against Spruce bark beetle damage in the „Sächsische Schweiz“ National Park _____ 101
<i>Harz Mountains</i>	
B. Ulrich	An evaluation of the ecosystem functions of the Harz National Park _____ 111
H. Niemeyer	Bark beetles in the Harz National Park _____ 119
G. Veldmann	Spruce bark beetles in the „Hochharz“ National Park - problems in terms of forest protection _____ 130
	Discussion _____ 142
	List of participants _____ 150

Vorwort

Es gibt nur wenige forstliche Problemfelder, die so brisant sind und so hitzig diskutiert werden, wie Kontroversen zwischen Forstschutz und Naturschutz. Ein prominentes und aktuelles Beispiel für diesen Konfliktbereich ist die Entwicklung der Borkenkäfer-Kalamität im Nationalpark "Bayerischer Wald". Hier ist lange darüber gestritten worden, ob und wie die Massenvermehrung ohne Gegenmaßnahmen natürlich zusammenbricht. Die zunehmende und anhaltende Kalamitätsentwicklung, im Trend gegenläufig zur Situation im übrigen Bundesgebiet, hat diese Frage weitgehend beantwortet und so auch ein aus Sicht des Waldschutzes hochinteressantes Forschungsobjekt beschert.

Von großer Bedeutung und ebenso strittig ist nun die Bewertung der durch die Borkenkäfer bedingten Veränderung der Wälder im Nationalpark. Je nach Blickwinkel kann die Entwicklung als großflächige Waldvernichtung gesehen werden, die für Anwohner schmerzliche Veränderungen des Heimatbildes mit sich bringt, oder als überraschend rasanter natürlicher Umbau in Richtung besser standortsangepaßter Wälder, wobei der Borkenkäfer nur ein sehr konsequenter und effektiver Initialfaktor einer gewünschten Sukzessions-Entwicklung ist. Dieser Konfliktbereich ist in der jüngsten Zeit bis in höchste politische Ebenen getragen worden. Er beschränkt sich dabei keineswegs auf die Situation im Nationalpark "Bayerischer Wald", sondern gilt in ähnlicher Weise für die fichtenreichen Nationalparke "Harz" und "Hochharz" in Norddeutschland.

Vor diesem Hintergrund ist das Symposium organisiert worden, zu dem der Tagungsband nunmehr vorgelegt werden kann. Die Initiatoren waren bei den Vorbereitungen von der Absicht geleitet, kontroverse Standpunkte durch Informationsaustausch und direkte Diskussion im gemeinsamen Interesse einander näher zu bringen. Dafür ist es gelungen, die Verantwortlichen aus den genannten Nationalparks sowie die Forstschutz-Dienststellen der Bundesrepublik Deutschland an einen Tisch zu bringen (vgl. Teilnehmerliste). Eine Beteiligung aus Reihen des institutionalisierten Naturschutzes war allerdings trotz intensiver Bemühungen und entsprechender Einladungen leider wiederum nicht zu erreichen.

Bei Durchsicht des Bandes, insbesondere des Diskussionsteils, wird deutlich, daß die Positionen gar nicht so weit voneinander entfernt liegen. Anders als die in jüngster Zeit zum Thema erschienen buntbebilderten Beiträge von Wissenschafts-Magazinen, deren einseitige Darstellung eine weitere Polarisierung eher fördert, ist die hier vorgelegte Dokumentation hoffentlich besser geeignet, durch wissenschaftliche Aufarbeitung des Themas verbindend zu wirken.

Den Referenten sei an dieser Stelle für die Ausarbeitung der Manuskripte gedankt. Ein Beitrag von Prof. Bernhard Ulrich ist wegen der Nähe zur Thematik noch zusätzlich in den Tagungsband aufgenommen worden. Besonderer Dank gebührt Uta Scheidemann für ihre mittlerweile professionelle Redaktionsarbeit. Sie hat noch eine Reihe von Manuskriptfehlern der Korrektur zugeführt und einige Stilblüten (z. B. lebendes Totholz) gepflückt.

Braunschweig, Mai 1999

Alfred Wulf
Institut für Pflanzenschutz im Forst der BBA

Symposium
„Forstschutzprobleme in Nationalparks und Naturschutzgebieten“
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz im Forst, Braunschweig
am 12. und 13. Mai 1998

Beginn: Dienstag 10:00 Uhr

Ende: Mittwoch 14:00 Uhr

Tagesordnung
Dienstag, 12. Mai 1998

10:00 – 10:15 Uhr **Begrüßung und Einführung**
 A. Wulf, Braunschweig

Verschiedene Themen

10:15 – 10:50 Uhr **Zum Konfliktpotential Forstschutz/Naturschutz**
 K.-F. Sinner, Grafenau

10:50 – 11:10 Uhr **Integration des Schalenwildes in den Nationalparks**
 M. Petrak, Bonn

11:10 – 11:30 Uhr **Erfassung der Entomofauna in Kiefernforsten Brandenburgs:
 Inhalte und Ergebnisstand**
 K. Möller, Eberswalde

11:30 – 11:50 Uhr **Die Schwammspinner-Massenvermehrung 1993/94 im Bienwald und
 ihre Folgen für Naturreservate**
 H. Delb, Hagenbach

11:50 Uhr **Diskussion und Mittagspause**

Schwerpunkt Borkenkäfer

14:00 – 14:30 Uhr **Statements aus dem Auditorium und Diskussion zum Thema
 „Borkenkäfer-Kalamitäten – Indizien für waldbauliche Fehler?“**

Bayerischer Wald

- 14:30 – 14:50 Uhr **Borkenkäferproblematik in bayerischen Naturwaldreservaten**
O. Schmidt, Freising
- 14:50 – 15:10 Uhr **Situation und Entwicklung der Borkenkäferpopulation im Nationalpark Bayerischer Wald**
A. Weißbacher, Freising

Schwarzwald

- 15:10 – 15:30 Uhr **Ausbreitung des Borkenkäferbefalls in Bannwäldern Baden-Württembergs**
H. Schröter, Freiburg
- 15:30 – 15:50 Uhr **Zunehmender Borkenkäferbefall in vier fichtenreichen Bannwäldern des Schwarzwaldes**
Th. Becker, Freiburg
- 15:50 – 16:40 Uhr **Diskussion und Pause**

Sächsische Schweiz

- 16:40 – 17:00 Uhr **Praktische Erfahrungen bei der Behandlung von Buchdrucker-Stehendbefall im Nationalpark Sächsische Schweiz**
J. Grunwald, J. Schreiber, L. F. Otto, Sachsen

Harz

- 17:00 – 17:20 Uhr **Borkenkäfer im Nationalpark Harz**
H. Niemeyer, Göttingen
- 17:20 – 17:40 Uhr **Borkenkäferprobleme im Hochharz**
G. Veldmann, Flechtingen
- 17:40 Uhr – offen **Abschlußdiskussion**

Mittwoch, 13. Mai 1998

Exkursion in den Nationalpark Harz

Karl Friedrich Sinner

Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Grafenau

Forstschutzprobleme in Nationalparks

Problems of Forest Protection in Nationalparks

Zusammenfassung

Die Notwendigkeit eines Borkenkäfer-Managements in Randbereichen auf 25 % der Fläche des Nationalparks Bayerischer Wald zum Schutz benachbarter Wälder wird dargelegt. Das bedeutet, daß sich 75 % des Nationalparks im Zentralbereich unbeeinflußt von entsprechenden Eingriffen natürlich weiterentwickeln können. Die drastischen, schnellen Veränderungen des gewohnten Waldbildes durch die ungestörte Massenvermehrung und die damit verbundenen schwerwiegenden emotionalen Probleme bei Anwohnern und Touristen bedürfen einer gezielten Öffentlichkeitsarbeit.

Stichwörter: Nationalpark Bayerischer Wald, Borkenkäfer-Management, Randzonen-Behandlung

Abstract

The article discusses the necessity for bark beetle management on 25 % of the Bavarian Forest National Park area in order to protect adjacent forests. This means that the central 75 % of the national park area are allowed to develop naturally without any disturbances. The drastic, rapid changes in the appearance of forests caused by the mass outbreak of bark beetles and the ensuing emotional problems with residents and tourists require specific public relations work.

Key words: Bavarian Forest National Park, bark beetle management, treatment of adjacent forests

Das Thema, das mir gestellt wurde, ist nicht einfach zu behandeln, denn es ist ein Widerspruch in sich.

Nationalparke haben den Auftrag, natürliche Ökosysteme zu schützen. Für den Nationalpark Bayerischer Wald heißt dies, daß sich die in ihm befindlichen unterschiedlichen Waldökosysteme, aber auch die anderen Ökosysteme, wie die Moore, Bäche, Seen und Freiflächen, ohne menschliche Einflußnahme nach ihren eigenen Gesetzen entwickeln können.

Für Wälder heißt dies, daß alle natürlichen Störungen, wie Windwurf, Schneebruch, Massenvermehrungen von Insekten Elemente der natürlichen Waldentwicklung sind und keiner regulierenden und steuernden Eingriffe des Menschen bedürfen, es sei denn, benachbarte Gebiete werden gefährdet.

Die internationalen Richtlinien für Schutzgebiete der Kategorie II (Nationalparke) sehe daher vor, daß auf mindestens 75 % der Fläche keinerlei menschliche Eingriffe zur Steuerung der natürlichen Entwicklung durchgeführt werden, auf 25 % der Fläche, in einer sogen. Managementzone, alle geeigneten und notwendigen Maßnahmen getroffen werden, um benachbarte Gebiete vor negativen Auswirkungen der natürlichen Waldentwicklung zu schützen. Diese internationalen Vorgaben sind durch nationale Gesetzgebung und insbesondere durch die Rechtsverordnung des Nationalparks Bayerischer Wald vom 22.7.97 umgesetzt worden.

Die Abgrenzung der Managementzone und die darin durchzuführenden notwendigen und wirksamen Maßnahmen ist darüber hinaus durch ein internationales Expertengremium, dem auch Experten der IUNC für Nationalparkfragen angehörten, geprüft und abgesichert worden.

So stellt sich die Frage einer Borkenkäferbekämpfung im Nationalpark in ganz anderer Weise als in einem Wirtschaftswald, der grundsätzlich einer anderen Aufgabenstellung unterliegt und in dem als wesentlicher Punkt die Erfüllung der ihm gestellten ökonomischen Interessen der jeweiligen Eigentümer erforderlich ist.

All dies trifft für Wälder in Nationalparks nicht zu, da hier – wie dargelegt – auch Massenvermehrung von Insekten als Elemente der natürlichen Waldentwicklung verstanden werden.

Borkenkäferbekämpfungsmaßnahmen im Randbereich des Parkes haben daher nicht das Ziel, Waldentwicklung und Wald innerhalb des Parkes zu schützen, sondern sie dienen dazu, benachbarte Wälder vor einem Übergreifen des Käfers zu bewahren. Hierin liegt der entscheidende Unterschied in der Zielsetzung, die Bekämpfungsmaßnahmen selbst unterscheiden sich nicht mit Ausnahme des Verbotes der Gifتانwendung und des Einsatzes von Harvestern.

Borkenkäferbefall in den Wäldern des Nationalparkes ist ein Element natürlicher Waldentwicklung, hat jedoch ganz andere, tiefgreifendere Konsequenzen. Eine ungestörte Massenvermehrung (Totholzfläche im Nationalpark Juli 1997 1.600 ha, Juli 1998 2.148 ha) führt mit diesen dramatischen, drastischen und schnellen Veränderungen eines gewohnten Waldbildes zu schweren emotionalen Problemen bei den Bewohnern der Region und auch bei einem Teil der Touristen, die den Nationalpark besuchen.

Der Verlust des gewohnten, über Generationen bekannten Bildes der Heimat bzw. der über Jahre gewohnten Kulturlandschaft läßt viele Menschen an der Sinnhaftigkeit der Nationalparkidee zweifeln, Schmerz über den Verlust schlägt in Verbitterung, Ablehnung, ja persönlichen Haß um.

Es ist daher eine zentrale Aufgabe der Nationalparkverwaltung, sich dem Phänomen dieser durch den Borkenkäfer ausgelösten natürlichen Waldentwicklung gemeinsam mit den Einheimischen und Touristen zu nähern, in einem gemeinsamen Lernprozeß diese Entwicklung

zu verarbeiten und zu verstehen zu suchen. Das Annehmen und Erstnehmen der Ängste und Fragen der Betroffenen sind dabei eine ebenso wichtige Grundvoraussetzung, wie die zielgerichtete und effektive Bekämpfung des Käfers im Randbereich des Parkes zum Schutz der angrenzenden Wälder.

Je besser die Lösung der letztgenannten Aufgabe gelingt, um so leichter kann der Weg zu einer Akzeptanz der Nationalparkidee „Natur *Natur sein lassen*“ gefunden werden in stetigem Dialog mit den Menschen der Region.

Die Borkenkäferbekämpfung im Randbereich des Nationalparks Bayerischer Wald wird damit als ein „Forstschutzproblem“ ganz eigener Art bei erfolgreicher Lösung dieser Aufgabe zum besten Schutz einer ungestörten Waldentwicklung im Inneren des Parkes, auf 75 % seiner Fläche.

Dies garantiert auch für die weitere Zukunft die Entwicklung der Nationalparkwälder zu einer neuen Waldwildnis, zu dem von Staatsminister Dr. Hans Eisenmann visionär vorausgesehenen Urwald für unsere Kinder und Enkel. Bereits heute übt dieser wilde Wald eine unvergleichliche Faszination auf viele Besucher aus, die sich von der Einzigartigkeit dieser neuen ungestörten Entwicklung zum größten Urwaldgebiet Deutschlands begeistern lassen.

Michael Petrak

Forschungsstelle für Jagdkunde und Wildschadenverhütung Bonn in der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten/Landesamt für Agrarordnung des Landes NRW

Integration des Schalenwildes in den Nationalparks

Integration of ungulates in national parks

Zusammenfassung

Nahrungsverhalten (Abb. 1), die in den Verbreitungsarealen der Wildarten dokumentierte Anpassungsfähigkeit (Abb. 2), saisonaler Lebensraumwechsel, ökologische Nischenbreite (Abb. 3) und das Verhalten setzen die Rahmenbedingungen zur Integration des Wildes in den Nationalparks. Eine zentrale Rolle kommt dem Nahrungsverhalten zu, wobei die Beäsung der Waldbäume um den Faktor 3 in Abhängigkeit von Störungen schwanken kann. Die Übersicht der Nationalparke in Deutschland zeigt, daß diese in der Regel nur Teillebensräume im Gesamtlebensraum der Populationen der größeren Arten abdecken, so daß eine Integration des Schalenwildes in den Nationalparks stets auch das Umfeld einbeziehen muß. Dort, wo ein saisonaler Lebensraumwechsel fehlt, kann auch langfristig auf eine Jagd in den Nationalparks und zum Teil auch in der Kernzone nicht verzichtet werden. Weitere Maßnahmen sind ein Monitoring zu den Wechselbeziehungen zwischen Wild und Vegetation in den Nationalparks und eine Anpassung der Jagd an die Zielsetzung der Nationalparke und eine großräumige Lebensraumberuhigung, die alle Aktivitäten im Park einschließen muß.

Stichwörter: Huftiere, Schalenwild, Wiederkäuer, Lebensraumberuhigung, ökologische Nische, Feindverhalten, Integration des Umfeldes, Jagd in den Nationalparks.

Abstract

The general conditions for the integration of ungulates in the national parks are analysed. Based on the situation in the national parks in Germany conclusions are drawn for an improvement in the relationship between the demands of wildlife and the management of the parks. Feeding demands (fig. 1), adaptability to different habitat conditions, as documented in the distribution maps of the species (fig. 2), seasonal habitat change, niche size and niche overlap (fig. 3) and the behaviour determine the integration of large wildlife species in the national parks. Feeding behaviour has a key position because of its function for the vegetation development. Feeding on young trees and thus the influence of the regeneration of forest can be trebled by disturbance. The survey for the national parks in Germany shows, that national parks normally cover only parts within the larger population areas and include mostly only seasonal habitats, so that the integration of cloven-hoofed games has always to include the surroundings. If there is no seasonal habitat change, so that the population regulation is possible outside the parks hunting as a management technique will be necessary within the

parks – sometimes even in zone 1 – in the long run. The technique of hunting has to be adapted to the demands of the national parks. Further needs are a monitoring and a management of all human activities in the park.

Key words: Ungulates, ruminants, niches size, niche overlap, enemy behaviour, integration of the surroundings, hunting as a management technique in national parks.

1. Einleitung

Wildtiere setzen sich mit ihrer Umwelt über ihr Verhalten auseinander. Unter Verhalten verstehen wir den Rahmen der stammesgeschichtlich gewachsenen Antwortmöglichkeiten auf eine sich ständig ändernde, vom Menschen bewußt oder unbewußt manipulierte Umwelt (SPRANKEL 1982). In Verbindung mit Nationalparks wird die Integration des Schalenwildes häufig im Sinne einer Reduzierung der Bestände interpretiert. Strategien zur Integration des Schalenwildes in den Nationalparks müssen jedoch an der Einsicht ansetzen, daß es keine linearen Beziehungen zwischen dem Einfluß der in Frage stehenden Wildtiere auf den Lebensraum und der Bestandeshöhe gibt und andererseits Kriterien für die Nationalparke zweifellos auch sind, inwieweit Wildtiere hier in der Lage sind, ihre stammesgeschichtlich gewachsenen Lebensansprüche auch zu realisieren. Eine Schlüsselrolle kommt hier der Raumordnung zu, sowohl für die Integration des Wildes als auch als Prüfgröße für das praktische Nationalparkmanagement. So werden auch scheinbar widersprüchliche Befunde und Einschätzungen erklärbar, nach denen einerseits das Schalenwild vielfach als Problem für die Nationalparkentwicklung gesehen wird (FÖNAD 1997), während andererseits ein positiver Einfluß sowohl für die Entwicklung der von Mensch und Tier geprägten Heiden und Rasen als auch die Waldverjüngung dokumentiert ist (KRÜSI et al. 1998).

2. Material und Methode

Die Integration des Schalenwildes in den Nationalparks wird überwiegend anhand ausgewählter Fallbeispiele erläutert und interpretiert. Grundlage hierzu sind neben eigenen Beobachtungen in den Nationalparks Bayerischer Wald und Berchtesgaden und Erfahrungen aus der Beratung in den Nationalparks Harz und Hochharz Befunde zur Ökologie und Verhalten der in Frage stehenden Wildarten, insbesondere auch zu den Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Wildtier sowie der Vegetation. Die Überlebensstrategien der Wildtiere sind Grundlage auch für die Integration in Nationalparklebensräume.

3. Überlebensstrategien der Wildtiere - Funktionen im Ökosystem

Der Begriff Schalenwild aus der Jägersprache bezeichnet zoologisch die Paarhufer, wobei hier die Wiederkäuer Rothirsch, Reh und Gemse und Allesfresser das Schwarzwild im Vordergrund stehen. „Strategie“ bedeutet in der Biologie einen genetisch bestimmten Verhaltensrahmen. Das Verhalten kann seine Funktion für das Überleben erst in Verbindung mit den

Anpassungen im Körperbau entfalten, wie am Beispiel der Wildwiederkäuer exemplarisch erläutert wird.

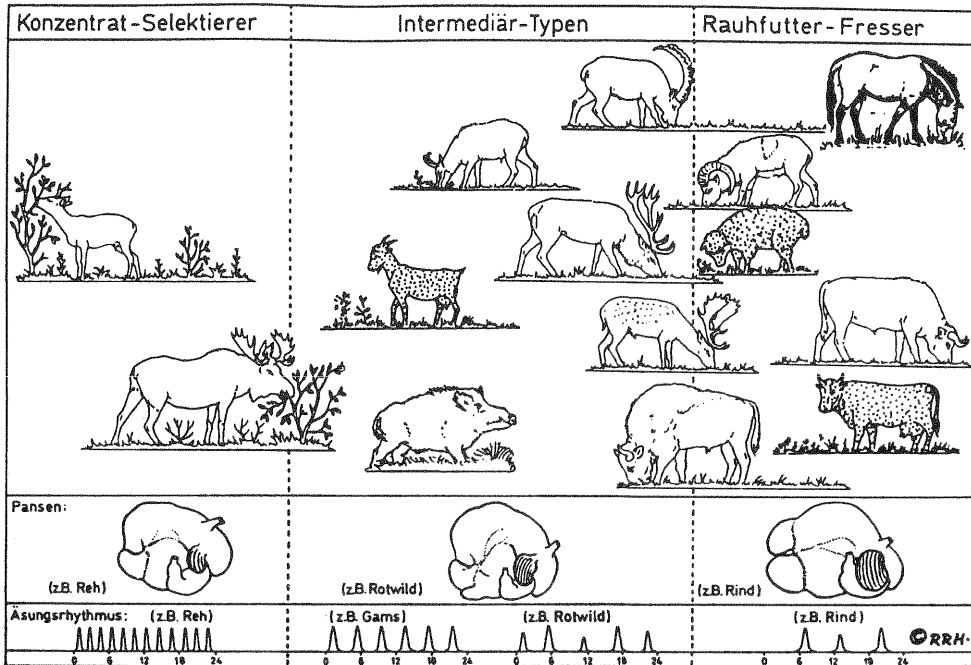


Abb. 1: Wildwiederkäuer Äsungstypen (HOFMANN 1982/1995)

Das Schema der Wildwiederkäuer-Äsungstypen (Abb.1) (v.l.n.r.: Reh, Elch, Gams, Steinbock, Damhirsch, Wisent, Mufflon, Auerochse), deren Anpassungsbreite durch die Länge der Grundfläche angedeutet ist, zeigt deutliche Unterschiede in den Strategien der Nahrungswahl. Das Reh steht am linken, der Auerochse am rechten Ende des Spektrums; Rehwild kann auch ersatzweise alleine von rohfaserreicher Äsung nicht existieren, das Rind geht ohne Rohfutter ein. Die Intermediärtypen, insbesondere Gams und Rotwild, sind jahreszeitlich-regional besonders anpassungsfähig. Pansenstruktur und Äsungsrhythmus bedingen einander. Darüber hinaus kommt dem Pansen eine wesentliche Funktion bei der Feindvermeidung zu. Der Pansen ermöglicht eine wesentliche Verkürzung der zur Nahrungsaufnahme im offenen Gelände benötigten Zeit. Das Wildschwein als Allesfresser nimmt mit seiner Fähigkeit zum auch großflächigen Umbrechen geschlossener Vegetationsdecken eine Sonderrolle ein.

In Verbindung mit Nationalparks und Wildbeständen werden meist die aus der Nahrungswahl resultierenden Wechselwirkungen diskutiert. Wichtige Faktoren, die die Beäusungsintensität einer bestimmten Pflanzenart zu einer definierten Zeit bestimmen, sind neben der Be-

liebtheit der betreffenden Pflanze ihr phänologischer Zustand zum Zeitpunkt der Beäsung, das Artenspektrum der Pflanzengemeinschaft, die angrenzenden Pflanzengemeinschaften und aus Sicht des Wildtieres Sozial- und Altersklasse, Kondition und Konstitution sowie die Jahreszeit und das davon abhängige Gesamtnahrungsangebot des Lebensraumes sowie die Tageszeit und der Einfluß des Menschen.

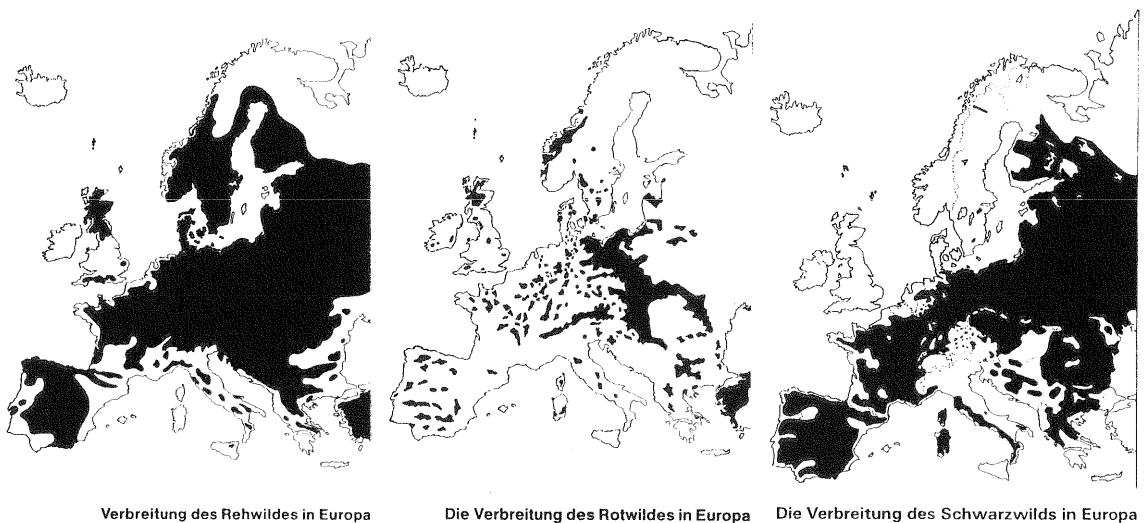


Abb. 2: Verbreitungsareale von Reh, Rothirsch und Wildschwein (nach F. MÜLLER 1982, 1984, 1986)

3.1 Verbreitungsareale - Hinweise auch für Nationalparke

Die Verbreitungsareale der Wildarten (Abb. 2) zeigen deutlich die Anpassungsmöglichkeiten der Wildarten sowohl an die naturräumlichen Voraussetzungen als auch die vom Menschen geschaffenen Rahmenbedingungen. Das Verbreitungsgebiet des Schwarzwildes entspricht demjenigen der Eiche und dem des Hafers. Reh- und Rotwild sind hinsichtlich der von ihnen besiedelten Klimazonen sehr anpassungsfähig. Für das Rehwild ist charakteristisch, daß es während des gesamten Jahres in seinem Lebensraum verbleibt, während für das Rotwild saisonale Lebensraumwechsel charakteristisch sind.

3.2 Saisonaler Lebensraumwechsel - Schlüssel zum Verständnis des Wildeinflusses in Nationalparks am Beispiel des Rotwildes

Für das Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen dem Rotwildbestand und den Pflanzengemeinschaften unter ursprünglichen Rahmenbedingungen kommt dem saisonalen Lebensraumwechsel eine Schlüsselrolle zu. Der paläoökologische Befund, daß die Gattung *Cervus* im Unterschied zu anderen Arten wie z.B. Mammut, Rentier, Polarfuchs, Wildschwein und Waldelefant sowohl in den Tiergesellschaften der Kältesteppen als auch der Waldgesellschaften als wesentlicher Bestandteil vorkam (PETRAK 1982, WAGENKNECHT 1981), spiegelt die hohe ökologische Valenz der damaligen Formen des Rothirsches wider und gibt auch einen Hinweis auf die Anpassungsfähigkeit des rezenten Rothirsches an verschiedene Ökosysteme.

Genauso wie die Rothirschvorfahren, die die Eiszeiten in den großen Flußtälern überlebt haben, weicht das Rotwild auch heute noch - wo dies durch den Menschen nicht verhindert wird - aus den Hochlagen in die tieferen Lagen aus. Dabei werden bevorzugt Höhenlagen zwischen 200 und 300 m bzw. darunter aufgesucht. Dieser saisonale Lebensraumwechsel entlastet im Winter die Klimaxgesellschaften von der Nahrungsaufnahme und bedeutet im Hinblick auf die Regenerationsfähigkeit und das Vorkommen zahlreicher Pflanzenarten wie Weide etc. in den Auwaldgesellschaften eine wechselseitige Optimierung zwischen den Gliedern des Ökosystems und den Wildbeständen.

Die Bedeutung der winterlichen Talwanderungen im Zuge der saisonalen Lebensraumwechsel läßt sich auch außerhalb der Nationalparke heute noch gut beobachten, so z.B. im deutsch-belgischen Grenzgebiet in dem 4000 ha großen Naturschutzgebiet des Hohen Venns (DREZE & SCHUMACHER 1986) und der benachbarten Wälder, wo das Rotwild im Winter aus den Hochlagen von über 600 m NN in die tieferen Lagen im Bereich von Eupen von rd. 200 bis 300 m zieht.

Wie wichtig dieser saisonale Lebensraumwechsel für das Verständnis ist, zeigen anschaulich die Diskussionen um den Schweizer Nationalpark, der bis heute ein saisonaler Aufenthaltsraum für das Rotwild geblieben ist, dessen Bestände außerhalb des Nationalparks reguliert werden. Der saisonale Aspekt wurde auch hier in der zunächst von forstwirtschaftlichen Aspekten geprägten Diskussion nicht berücksichtigt, so daß das Ansteigen der Rotwildbestände als Problem gesehen wurde. Systematisch durchgeführte Untersuchungen über einen langen Zeitraum haben jedoch gezeigt, daß auch ein hoch scheinender Rotwildbestand in der Größenordnung von 10 - 20 Stück Rotwild je 100 ha sowohl die Pflanzengemeinschaften der anthropo-zoogenen Heiden und Rasen als auch der Waldgesellschaften gefördert hat.

Nach der Gründung des 170 km² Schweizerischen Nationalparks im Jahr 1914 hat die Zahl der Rothirsche, die sich im Sommer im Park aufhalten, stark zugenommen. Seit den 60er Jahren wurde daher befürchtet, die subalpinen und alpinen Weiden würden übernutzt, sie würden biologisch verarmen und längerfristig der Erosion zum Opfer fallen. Tatsächlich wird nur ein kleiner Teil der subalpinen Weiden im Park von den Hirschen intensiv genutzt und in der alpinen Stufe gibt es praktisch keine Dauerkurzweiden. Daten aus Langzeitbeobachtungsflächen

zeigen, daß in diesen intensiv beästen Bereichen die Artenzahl in den Pflanzengesellschaften in den letzten 50 bis 80 Jahren nicht ab-, oft aber stark zugenommen hat: In den intensiv beästen Bereichen von Alp Stabelchod z.B. hat sich bis 1994 die Zahl der Gefäßpflanzenarten im Mittel auf den Dauerbeobachtungsflächen seit 1941 mehr als verdoppelt (KRÜSI et al. 1998).

Darüber hinaus haben dendrochronologische Untersuchungen in den waldrandnahen Weidebereichen belegt, daß eine mäßige sommerliche Hirschkichte die Ausdehnung des Waldes deutlich mehr fördert als behindert: Zwischen 1930 und 1970 haben sich im Durchschnitt pro Jahr etwa doppelt so viele Bergföhren etabliert, wie zwischen 1914 und 1930 als die Alp weder bewirtschaftet noch von Hirschen genutzt wurde (KRÜSI et al. 1998).

3.3 Rothirsch und Reh im Jahresverlauf - Ökologische Nischenbreite

Realisierung der Nahrungsansprüche ist aktiv genutztes Spektrum an Pflanzengemeinschaften („Kehrwert der Spezialisierung“). Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage der in den einzelnen Pflanzengemeinschaften bei der Nahrungswahl beobachteten Wildtiere. Der Jahresgang der Nischenbreite steht bei Rot- und Rehwild in enger Beziehung zu dem jahreszeitlich wechselnden Nahrungsangebot und der Jahresperiodik des Verhaltens (Abb. 3). Das zur Realisierung der Stoffwechselansprüche genutzte Ressourcenspektrum ist umgekehrt proportional dem Angebot. Das Ansteigen der Nischenbreite zu einem Maximum im Winter von 2,227 für das Rotwild und 1,794 für das Rehwild bedeutet eine Erweiterung des zur Realisierung der Lebensansprüche genutzten Ressourcenspektrums bzw. eine Abnahme der Selektivität in der Annahme der Pflanzengemeinschaften bei sinkendem Angebot. Das Minimum der Nischenbreite fällt jeweils in die entsprechend den Nahrungsansprüchen günstigste Jahreszeit, für den Rothirsch mit 0,450 in den Frühsommer. Das relative Minimum im Vollherbst (1,539) beim Rotwild resultiert aus der Synchronisation und Synlokalisierung der Population im Zuge der Brunft. Die beim Rotwild mit 1,777 deutlich höhere Amplitude der Nischenbreite gegenüber einem Vergleichswert von 0,619 für das Rehwild reflektiert die wesentlich größere Anpassungsfähigkeit des Rotwildes im trophischen System entsprechend seiner Zugehörigkeit zu den Wiederkäuern vom Intermediärtyp im Vergleich zum Konzentratselektierer Rehwild. Die Befunde unterstreichen auch, daß die Nutzung des Lebensraumes durch das Rotwild das Nahrungsangebot für die Rehe einschränkt. Die mit Werten zwischen 0,22 und 0,88 (bei einem theoretischen Maximum von 1,0) insgesamt geringen Nischenüberlappung kommt im Sinne einer komplementären Nutzung des Lebensraumes der Tragfähigkeit der Habitate entgegen, insbesondere auch vor dem Hintergrund, daß zur Zeit der Äsungsverknappung im Winter und Vorfrühling die Werte nur bei 0,58 bzw. 0,48 liegen (PETRAK 1993).

Unterschiedliche Lebensraummuster sind Grundlage auch für die einander ergänzende, komplementäre Lebensraumnutzung durch verschiedene Schalenwildarten im Hochgebirge (NP Berchtesgaden 1994).

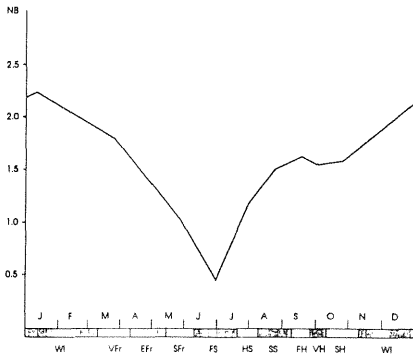


Abb. 3: Jahresgang der Nischenbreite (NB) bei der Nahrungswahl des Rotwildes

(Wi = Winter, Vfr = Vorfrühling, Efr = Erstfrühling, Vfr = Vollfrühling, FS = Frühsommer, HS = Hochsommer, SS = Spätsommer, FH = Frühherbst, VH = Vollherbst, SH = Spätherbst, Wi = Winter)

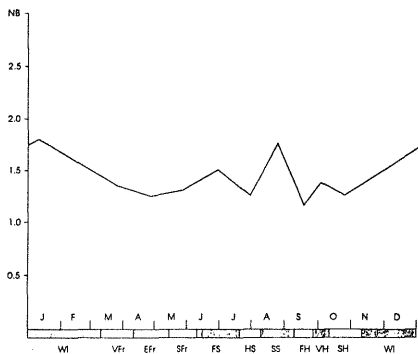


Abb. 3a: Jahresgang der Nischenbreite (NB) bei der Nahrungswahl des Rehwildes

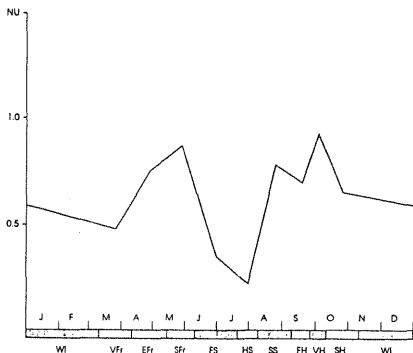


Abb. 3b: Nischenüberlappung bei der Nahrungswahl von Reh- und Rotwild

4. Funktionskreise des Verhaltens

Aus den verhaltensbestimmenden Lebensansprüchen, d.h. den Ansprüchen, die ein Wildtier oder auch der Mensch an seine Umwelt stellen muß, werden die Funktionskreise des Verhaltens abgeleitet. Der Begriff „Funktionskreis“ charakterisiert in Orientierung an den Umweltanforderungen Ursachen und Wirkungen des Verhaltens. Wichtige Funktionskreise sind: Stoffwechselbedingtes Verhalten (Nahrungsaufnahme, Stoffabgabe), Feindverhalten, Körperpflege und Fortbewegung.

Die Bedeutung des Feindverhaltens im Gesamtverhalten resultiert aus seiner ständigen Aktivierung, über die das gesamte Raum-Zeit-System und alle übrigen Verhaltensäußerungen wesentlich beeinflusst werden. Im Unterschied zu anderen Verhaltensweisen, z.B. Äsen, Wiederkauen und Spielen, kann das Feindverhalten nicht aufgeschoben werden.

Das Feindverhalten umfaßt das Meideverhalten vor der „Wahrnehmung“ einer möglichen Gefahrenquelle sowie das Fluchtverhalten danach.

Die Feindvermeidung ist in Verbindung mit den Nationalparks für die Lebensraumnutzung von zentraler Bedeutung. Störungen beeinflussen sowohl die zeitliche als auch die räumliche Organisa-

tion des Verhaltens. Neben der Möglichkeit zu einem saisonalen Lebensraumwechsel ist die weitgehende Störfreiheit des Verhaltens wesentliche Voraussetzung zu optimalen Integration des Rotwildes im Schweizer Nationalpark.

Mit zunehmender Frequentierung seines Lebensraumes durch den Menschen steigt der Zeitaufwand des Rotwildes für die Feindvermeidung erheblich an. Der Zeitanteil für das spontane Sichern, d.h. die routinemäßige Überprüfung der Umgebung auf Feinde steigt von bis zu 3 % in ruhigen Lebensräumen auf über 20 % der Gesamtzeit an. Störungen führen nicht nur zu einer Verschiebung des Anteils einzelner Verhaltenselemente an der Aktivitätsperiode, sondern auch zu einer Verschiebung der Tagesperiodik. Starke Störungen führen zu einer Konzentration der Nahrungsaufnahme auf die Nachtstunden und tagsüber das Ausweichen in sichtdichte, aber nahrungsarme Bestände, so daß das erhöhte Beäsen von Bäumen und das Schälen von Baumrinde unmittelbare Folge der Verschiebungen der Aktivitätsperiodik sind. Neben den Einflüssen auf die zeitliche Organisation des Verhaltens führen Störungen zu Änderungen in der Raumnutzung, die am Beispiel des Rotwildes erläutert werden: Durch einen Vergleich der Verteilung der äsenden Rothirsche in der Nacht mit derjenigen am Tage wird dies besonders deutlich. Die Verdrängung des Rotwildes von den als Äsungsflächen beliebten Talwiesen am Tage hat eine Entsprechung in der durch Störungen erhöhten Verbißbelastung um den Faktor 3 bei jungen Waldbäumen durch Rotwild. Schältschäden schwanken sogar um den Faktor 10 in Abhängigkeit von der Störlast, wobei unter den Gesichtspunkten der Nationalparkentwicklung Schältschäden in standortfremden Fichtenbeständen im Unterschied zu üblichen forstlichen Betrachtung nicht als Schaden bewertet werden können, sondern eher als Steuerungselement zum angestrebten Ziel.

In Verbindung mit der Bedeutung des Feindverhaltens in Nationalparks stellt sich natürlich auch die Frage nach den natürlichen Feinden und inwieweit der Mensch diese nicht nur ersetzt: Im Unterschied zu den natürlichen Feinden des Rotwildes hat der Mensch kein Feindverhalten, das die Tiere eindeutig als solches erkennen können, so daß der Feindreiz durch die Tatsache, daß der Mensch der einzige Feind in unserer Kulturlandschaft ist und sich zudem unspezifisch verhält, seine Bedeutung erheblich gesteigert wird. Natürliche Feinde wie Wolf und Bär sind nicht gleichzeitig und überall. Wenn sie auftauchen, bleibt nur die Flucht oder prophylaktisch das großräumige Meiden von Lebensräumen. Während als Anpassungen an den Menschen Verschiebungen der Aktivitätsperiodik effektiv sind, nützen diese, z.B. eine Verlagerung der Aktivität in die Nachtstunden gegenüber dem Luchs nicht, so daß auch diese Verlagerung auf die Nachtstunden unterbleibt. Eine Schlüsselrolle für die Entwicklung des Feindverhaltens gegenüber dem Menschen nimmt die Jagd ein, wie das Beispiel des Schweizer Nationalparks mit den im Park sehr vertrauten und auch für die Besucher erlebbaren Wildbeständen zeigt. Im Unterschied hierzu ist das Verhalten derselben Tiere in den an den Park grenzenden Randzonen, in denen die Regulierung der Bestände erfolgt, vom Feindverhalten dominiert, so daß die Beobachtbarkeit wesentlich geringer ausfällt.

5. Nationalparke in Wildlebensräumen - ein Schritt zur raum-zeitlichen Dynamik

Tabelle 1 faßt für die Nationalparke in der Bundesrepublik Deutschland Angaben zur Größe, den Lebensräumen, und den dort lebenden Wildarten zusammen. In Abb. 4 (FÖNAD 1997) sind darüber hinaus die vorgeschlagenen Nationalparke enthalten.

Die Übersicht macht deutlich, daß alle Nationalparke aus Sicht der großen Wildtiere unvollständige Lebensräume sind, so daß sich der Ausgleich zwischen den Wildbeständen und dem Lebensraum nur durch die Integration auch der Randbereiche bzw. der angrenzenden Gebiete erreichen läßt.

So hat die im Bayerischen Wald zunächst als Provisorium für rd. 10 Jahre gedachte Einführung der Wintergatter dazu geführt, daß vor der Öffnung der tschechischen Grenze die zunächst in die Gatter ziehende Teilpopulation aus dem Bayerischen Wald eingesperrt wurde und angesichts eines insgesamt hoch erscheinenden Rotwildbestandes im Zuge der Bestandsregulierung weitgehend eliminiert wurde, während zu gleicher Zeit im Winter Rotwild aus den Hochlagen, d.h. dem Grenzgebiet zwischen Bayerischem Wald und Böhmer Wald nachwanderte. Damit wurde das ursprüngliche Raumnutzungsmuster des Rotwildes im Bayerischen Wald zerstört. Seit der Öffnung der Grenze und dem Wegfall des Zaunes in den Hochlagen wird die Problematik gerade in der Kernzone des Nationalparkes Bayerischer Wald dadurch verschärft, daß dort die Rotwildichte erheblich zugenommen hat und in Verbindung mit einer nachhaltigen Störung des ursprünglichen Raumnutzungsmusters und dem Fehlen eines länderübergreifenden Konzeptes für das Rotwildmanagement der Einfluß des Rotwildes auf die Waldvegetation als erheblich zu stark eingeschätzt wird.

Wenn auch formal mit dem Aussetzen der Jagd in der Kernzone nach 20 Jahre die IUCN-Kriterien erfüllt werden, so ist dies unter funktionellen Gesichtspunkten eindeutig nicht der Fall. Eine zielorientierte Nationalparkentwicklung muß immer auch das Verhalten von großräumig lebenden Wildarten in Rechnung stellen. Daß dies bedauerlicherweise nicht gelungen ist, belegen auch jüngste Überlegungen Haustiere zur Vegetationssteuerung in den NP einzuführen.

Wintergatter bedeuten immer das Ausschalten der für die natürliche Dynamik zwischen Wildbestand und Lebensraum notwendigen Raumnutzung, das Zerstören der örtlichen Traditionen im Wildbestand, darüber hinaus Änderungen der Raumnutzung auch im Sommer, da die Gatter im Frühjahr - auf Grund der verzögerten Vegetationsentwicklung gerade in den Hochlagen - zu spät geöffnet werden und werfen darüber hinaus durch das provozierte Setzen in ungeeigneten Einstandsbereichen, z.B. sogar noch im Wintergatter, Tierschutzprobleme auf. Wintergatter sind als Instrument zur Integration des Wildes in Nationalparks untauglich. Angesichts der Unvollständigkeit der Nationalparke unter den Gesichtspunkten Funktion als Lebensraum für große Wildtiere ist ein nationalparkübergreifendes Managementkonzept in allen Fällen erforderlich. Die Jagd im Sinne einer zielorientierten Regulierung des Wildeinflusses in den Nationalparks ist auch langfristig in den Kernzonen nur in den Fällen verzichtbar, in denen

Tabelle 1: Voraussetzungen zur Integration des Schalenwildes in den Nationalparks der Bundesrepublik Deutschland

Name/Jahr der Einrichtung	Heimische Schalenwildarten		Größe km ² (gerundet)	Lebensraumqualität	Einbindung in das Umfeld
	Ursprüngliche Wildarten	Eingebürgerte Arten			
Jasmund 1990	ROW, REH, WS	MW, DAW	30	Ganzjahreslebensraum	Isolierte Lage
Vorpommersche Boddenlandschaft 1990	ROW, REH, WS	DAW, MW	805	Ganzjahreslebensraum	Isolierte Lage
Müritz-Nationalpark 1990	ROW, REH, WS	DAW, MW	318	Ganzjahreslebensraum	Einzigster Nationalpark mit vollständigem Ganzjahresaktionsraum, Wechselbeziehungen zu Umfeld (Fernwechsel), großräumige Abstimmung erforderlich
Unteres Odertal 1995	ROW, REH, WS	DAW	106	Ganzjahreslebensraum	Wechselbeziehungen zum Umfeld, Abstimmung erforderlich
Harz 1994	ROW, REH, WS	MW	158	Überwiegend Sommerlebensraum	Wechselbeziehungen zum Umfeld, Abstimmung erforderlich
Hochharz 1990	ROW, REH, WS	MW	59	Sommerlebensraum	Wechselbeziehungen zum Umfeld, Abstimmung erforderlich
Hainich 1997	ROW, REH, WS	DAW	76	Ganzjahreslebensraum	Wechselbeziehungen zum Umfeld, Abstimmung erforderlich
Sächsische Schweiz 1990	ROW, REH, WS	DAW, WS	93	Sommerlebensraum/ Ganzjahreslebensraum	Wechselbeziehungen zum Umfeld, Abstimmung erforderlich
Bayerischer Wald 1970	ROW, REH, WS	keine	243	Sommerlebensraum	Wechselbeziehung zu Umfeld, Verlassen des NP für ROW im Winter nicht möglich, grenzüberschreitende Abstimmungen erforderlich, Regulierung des Rotwildbestandes im Wintergatter in der Notzeit als Provisorium eingeführt, Integration von zwei Teilpopulationen nicht gelungen.
Berchtesgaden 1978	ROW, REH, GAMS	keine	207	Sommerlebensraum	Wechselbeziehungen zu Umfeld, Abstimmung erforderlich

ROW = Rothirsch, REH = Reh, WS = Wildschwein, GAMS = Gemse, MW = Muffelwild, DAW = Damwild

der saisonale Lebensraumwechsel so ausgeprägt ist, daß die Wildbestände außerhalb der Kernzonen ausreichend reguliert werden können und die Akzeptanz für das Auswandern des Wildes auch außerhalb des Parks gegeben ist. Die Kriterien sind am ehesten für das Wildschwein erfüllt.

Das Verbreitungsareal des Schwarzwildes zeigt deutlich, daß die Wildschweine länger anhaltenden Schneelagen mit Verharschungsgefahr durch großräumiges Auswandern ausweichen. Dies bietet allen Nationalparks in den Mittel- und Hochgebirgen die Chance, daß die Wildschweine die Kernzone im Winter verlassen und außerhalb bejagt werden können. In den Tieflandbereichen muß die Bejagung der Wildschweine jedoch auch in den Kernzonen eingeplant werden.

6. Natürliche Dynamik - Ansatzpunkte in den Nationalparks

Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und großen Wildtieren sind äußerst kompliziert und vielschichtig, so daß sich im Unterschied zu den Zeigerpflanzen für die Boden- und Klimafaktoren keine „Weiserpflanzen“ für die Wilddichte angeben lassen. Die Frage, welche Bestandesgröße die ökologisch richtige ist, wird durch die Bezugsgröße „Lebensraumkapazität“ bestimmt. Die untere Dichtegrenze wird durch das Fortpflanzungsminimum, bei dessen Unterschreitung die Population erlischt, bestimmt, die mögliche Bestandeshöhe wird durch die Umweltkapazität bestimmt, d.h. die aus Sicht des Wildbestandes und des Lebensraumes mögliche Maximaldichte. In Verbindung mit den Nationalparks muß eine Beurteilung dieser Zusammenhänge berücksichtigen, daß nicht nur die Großräuber wie Bär, Wolf und Luchs fehlen, sondern auch große Pflanzenfresser wie Auerochse und Wisent und der Elch frühzeitig vom Menschen eliminiert wurden und so heute fehlen. Die großen Wildtiere leben alle in Rudelverbänden, so daß sie in der ursprünglichen Naturlandschaft nicht in gleichmäßig geringer Dichte über die ganze Fläche verteilt waren, sondern stets Gebiete mit örtlich höherer Dichte neben Räumen mit wesentlich geringerer Dichte vorkamen. In die Entwicklung von Waldgesellschaften nach dem Mosaik-Zyklus-Konzept (REMMERT 1991) sind die unterschiedlichen Schalenwildarten mit ihren Lebensansprüchen optimal eingepaßt. Die Freiflächenstadien wurden im Sinne einer wechselseitigen Optimierung auch durch den Schalenwildverbiß wesentlich gefördert und sind Voraussetzung für das Überleben der an offene Strukturen angepaßten Arten gewesen. REMMERT führt hierzu aus: „An den derzeitigen nordamerikanischen und eurasiatischen Wirtschaftswäldern verursachen die vorkommenden Großwildrelikte sehr erhebliche Schäden. Das hat zur Annahme außerordentlich niedriger natürlicher Dichten des Großwildes geführt. Geht man jedoch davon aus, daß z.B. aus den europäischen Wäldern Wildpferd, Auerochse, Wisent und Elch verschwunden sind, und rechnet man mit den üblichen Werten (0,5 - 1 Stück Großwild je km²) so kommt man bei 6 Großwildarten (Wildschwein, Rothirsch, Elch, Wisent, Auerochse, Pferd) auf etwa 1 Stück jeder Art pro 10 km². Dieser rechnerische Wert ist nach dem Sozialverhalten dieser Tiere unwahrscheinlich; in einem natürlichen Urwald wird man mit höherer Dichte rechnen müssen. Bei Annahme von Mosaikstrukturen sind höhere Dichten möglich bei geringsten Verbißschäden. Allerdings wäre keine gleichmäßige, sondern eine extrem ungleichförmige Verteilung der Großtiere vorher-

zusagen. Sie würde besonders zahlreich an und in den Wiesen und Weichholzbereichen vorkommen, die in jedem Mosaikzyklus auftreten; dagegen würden sie in den Stadien der Optimalphase kurz vor dem Zusammenbruch praktisch völlig fehlen.“ Weiser für einen ökologisch passenden Einfluß des Schalenwildes auf die Vegetation ist damit stets der Zustand der Gesamtvegetation und der Anteil der Pflanzen, die in dem auch von Natur aus bevorzugten Mosaikphasen besonders verbreitet wären.

Entscheidend ist hierbei, daß sich einzelne Lebensgemeinschaften bzw. Mosaikphasen auch wechselweise beeinflussen (PETRAK 1982, REIMOSER, 1995 SCHULZE 1998) wie am Beispiel der Pflanzengemeinschaften aus einem konkreten Untersuchungsgebiet aus der Nordwesteifel deutlich wird. Äsungslose Pflanzengemeinschaften, in dem Fall bestimmte Fichtenbestände erhöhen nachhaltig die Äsungsbelastung für benachbarte Pflanzengemeinschaften, z.B. naturnahe Waldgemeinschaften. Die Nationalparke Harz und Hochharz zeigen dies in eindrucksvoller Weise. Der Einfluß des Rotwildes auf die Pflanzengemeinschaften wird dabei wesentlich durch die Strukturmerkmale des Lebensraumes modifiziert: So ent wachsen die als Nahrungspflanzen besonders beliebten Ebereschen dem Äser des Rotwildes sowohl am Quitschenberg im NP Harz als auch an den Hohneklippen im NP Hochharz, Bereiche, in denen die Dynamik in den Fichtenbeständen durch großflächige Sturmwürfe und Borkenkäfer nachhaltig angestoßen wurde, während im gleichen Gebiet im Harz die Pflanzung von Eberesche vor 20 Jahren nicht zum Erfolg führte. Diese Beobachtung zur Bedeutung der Struktur für die Wechselbeziehungen zwischen großen Wildtieren und Waldlebensraum steht in Übereinstimmung zu Befunden z.B. aus der Norddeutschen Tiefebene, wo der Unterbau von Kiefernbeständen mit Eiche dort gelingt, wo diese vom Eichelhäher eingebracht werden, dagegen der Unterbau durch Pflanzung bei gleichem Wildbestand in diesen Lebensräumen ohne besonderen Schutz vielfach nicht gelingt.

7. Konfliktbereiche und Aufgabenfelder für die Integration des Schalenwildes

Die unterschiedlichen Lebensansprüche der einzelnen Arten, die Unterschiedlichkeit der Lebensräume, Besonderheiten im Verhalten und Lebensraumeinpassung zeigen für die einzelnen Wildarten unterschiedliche Aufgabenfelder auf, wenn es um die Integration in dem Nationalpark geht. Eine zielorientierte und funktionsorientierte Betrachtung setzt an den Funktionen der Wildarten im Lebensraum an. Angesichts der notwendigen Kooperation über die Nationalparkgrenzen hinaus ist es hilfreich, wenn die Bedeutung von allochthonen Arten, die nach dem Gesetz jedoch heimisch sind, vorurteilsfrei geprüft wird auch unter dem Gesichtspunkt, daß früher besetzte Planstellen aus dem Wiederkäuerspektrum eliminiert sind. Dies ist selbstverständlich kein Plädoyer für das Aussetzen von Wildarten.

Die Integration des Schalenwildes erfordert in den Nationalparks darüber hinaus ein langfristiges angelegtes Monitoring, das auch über die Nationalparkgrenzen hinausreicht.



Abb. 4: Nationalparksystem für Deutschland

7.1 Weisergatter und Streifgebietskartierung

Im Hinblick auf den Einfluß des Wildes auf die Vegetationsentwicklung ist die Etablierung eines Systems von Weisergattern, d.h. unmittelbar vergleichbar und paarig angelegter Flächen zur Beobachtung des Wildeinflusses auf die Vegetation notwendig. Für die langfristige Aussagefähigkeit ist es entscheidend, daß die hier zu erarbeitenden Kriterien auch berücksichtigt werden. Dies sind vor allem die Auswahl nebeneinanderliegender - jedoch nicht zu dicht nebeneinander wegen des Zauneffektes - standörtlich und vegetationskundlich vergleichbarer Flächen, die wilddichte Einzäunung, die unmittelbare Aufnahme zu Beginn der Flächeneinrichtung und die Aufnahme der Vegetation - nicht nur der Bäume! - in den Folgejahren. Bewährt haben sich quadratische Einzäunungen von 12,5 m x 12,5 m. Quadratische Aufnahmeflächen bieten hier den Vorteil, daß die Aufnahme bei der unterschiedlich hochwachsenden Vegetation langfristig ohne großen Zusatzaufwand möglich ist. Im Unterschied hierzu entsprechen die in der Forsteinrichtung üblichen Probekreise dem Ideal minimaler Randlinien in Relation zur Fläche, erfordern jedoch bei stärker strukturierten Flächen, d.h. sehr unterschiedlichem Wachstum der Gehölze höheren Aufwand bei der Aufnahme im Verlauf der Entwicklung. Die Lage der Probeflächenpaare kann sich an den Knotenpunkten eines 1 km x 1 km Rasters orientieren. Darüber hinaus empfiehlt sich eine Streifgebietskartierung zur Erfassung des Wildeinflusses mit der Intention einer entsprechenden Schwerpunktsetzung bei der Bejagung. Geringer oder fehlender Wildeinfluß bedeutet, daß in diesen Streifgebieten, d.h. aus Sicht des Wildes abgrenzbaren Wohnraumeinheiten die Bejagung ruht, in den Gebieten mit mittlerem Einfluß eine mittlere Intensität der Bejagung gewählt wird und in den Räumen mit starkem Wildeinfluß vermehrt gejagt wird. Zur Streifgebietskartierung können die in die Netzknoten eingepaßten Probeflächenpaare durch Transekte verbunden werden (vgl. BARTH 1994), wie dies im NP Harz realisiert ist.

7.2 Nationalparke müssen beim Wildtiermanagement das Umfeld integrieren

Die Jagd bleibt überall da in den Nationalparks, d.h. auch in den Kernzonen notwendig, wo eine Regulation der Bestände außerhalb der Kernzonen bzw. außerhalb der Nationalparks nicht möglich ist. Das Management der Wildarten muß der Tatsache Rechnung tragen, daß die Nationalparke nur Teilbereiche aus dem Gesamtlebensraum der Wildarten abdecken, so daß ein umfassendes Konzept stets auch außerhalb gelegene Gebiete als wesentliche relevante Randbedingungen einbeziehen muß. Dies bedeutet auch, daß ein fachlich gutes Konzept im gesamten Umfeld überzeugend vermittelt werden muß.

7.3 Wildtiergerechte Jagd

Angesichts der Bedeutung von Störwirkungen für die Balance zwischen Wildbestand und Lebensraum muß sich die Jagd selbst an den Kriterien Effizienz, Störungsarmut und Wildtiergerechtigkeit, d.h. Tierschutzgerechtigkeit orientieren. Dies bedeutet konkret eine drastische Verkürzung der Jagdzeit im Sinne eines Bejagungskalenders, in jedem Fall ein Ende der Bejagung vor der winterlichen Notzeit und den Verzicht auf störungsintensive Jagdformen.

7.4 Sicherung ausreichend großer beruhigter Räume

Eine besondere Bedeutung hat die Sicherung ausreichend großer Lebensbereiche für Wildtiere. Für das Rotwild muß eine Reichweite der Störgröße Mensch von 300 bis 500 m zugrunde gelegt werden (vgl. PETRAK 1996). Daraus folgt konkret, daß bei Wegesystemen in Nationalparks auf Abstände zwischen den Wegen von mindesten 1 bis 1,5 km - je nach Geländestruktur sind hier auch Abweichungen möglich - geachtet werden muß. Eine Besucherlenkung, die dem Wild mindestens die Hälfte des Lebensraumes in beruhigter Form zur Verfügung stellt, erfordert eine gemeinsame Abstimmung mit allen unmittelbar Betroffenen und Beteiligten, d.h. den für den Nationalpark zuständigen Verwaltungen, den Kommunen, den Verbänden aus Naturschutz, Sport und Erholung sowie Tourismus (PETRAK 1992).

7.5 Wildtierspezifische Besonderheiten

7.5.1 Rothirsche

Für das Rotwild gilt es zunächst, den saisonalen Lebensraumwechsel auch in die angrenzenden Bereiche größtmöglich zu gewährleisten. Dies erfordert eine sehr großräumige Abstimmung, die sowohl verhindern muß, daß das Rotwild beim Auswandern aus den Hochlagen bzw. Verlassen des Parks in bestimmten Teilzonen durch Winterfütterungen gebunden wird als auch wegen eines außerhalb zu hohen Jagddruckes im Gebiet des Nationalparks künstlich konzentriert wird. Bei unvollständigen Lebensräumen für das Rotwild in den Nationalparks einschließlich der Randbereiche, d.h. dort, wo das Rotwild im Winter nicht in geeignete saisonale Lebensräume abwandern kann, ist eine Erhaltungsfütterung notwendig, die nach Möglichkeit in den unmittelbar angrenzenden Bereichen erfolgen sollte, dort jedoch, wo diese nicht zur Verfügung stehen, auch im Randbereich des Nationalparks vorgenommen werden muß. Im Hinblick auf die Integration des Rotwildes in die Nationalparke ist eine großräumig abgestimmte Fütterung mit dem Umfeld als Krücke für den Mangel an Teillebensräumen in der Kulturlandschaft sicher weniger künstlich als die vielfältigen anthropogenen Einflüsse im Umfeld eines Nationalparks oder das Zerschlagen der Sozial- und Raumnutzungsstrukturen.

7.5.2 Reh

Für das Reh als Wiederkäuer vom Typ des Konzentratelektierers mit einer durch seine Zugehörigkeit zum Schlüpfertyp charakterisierten kleinräumigen, saisonal territorialen Lebensweise ist die kleinräumige Beruhigung im Lebensraum entscheidend. Rehe überwintern gewissermaßen an Ort und Stelle. Dies bedeutet für Nationalparke, daß ein Managementkonzept für Rehwild einschließlich der Bejagung, wo diese wegen der Einflüsse auf die Vegetationsentwicklung angezeigt ist, das gesamte Parkgebiet umfassen muß.

7.5.3 Wildschwein

Die höher gelegenen Nationalparke liegen alle außerhalb der optimalen Schwarzwildlebensräume im Winter. Charakteristisch für das Schwarzwild ist das Verlassen der Hochlagen zu Beginn des Winters. Zeitweilige Ansiedlungen von Schwarzwild in den Hochlagen gehen beinahe ausschließlich auf gezieltes Füttern in den vergangenen Jahren zurück. Unter Berücksichtigung der Entwicklungen in den Nationalparks und des Tierschutzes müssen die Traditionen im Schwarzwildbestand wieder mittelfristig geändert werden durch ein sukzessives Auflassen der Fütterungen in den höheren Lagen und damit die Förderung der natürlichen Wanderungen des Schwarzwildes in die tieferen Lagen. Hier sind nationalparkübergreifende Konzepte gefragt. Angesichts der Bedeutung der Traditionen im Schwarzwildbestand muß die Umstellung über mehrere Jahre erfolgen. Ein Schwarzwildbestand, der vollständig auswandert, läßt sich auch außerhalb des Parks bzw. der Kernzone jagdlich regulieren.

Nationalparke in den tieferen Lagen bzw. der Tiefebene müssen der Tatsache Rechnung tragen, daß die Lebensräume hier optimal für das Schwarzwild sind und in Wechselbeziehung zur umgebenden Kulturlandschaft extrem hohe Dichten gewissermaßen als Folge der Außenstörungen aus Sicht des NP möglich sind, so daß hier auf eine Bejagung nicht verzichtet werden kann.

8. Ausblick

Ein Nationalpark, der die Kriterien der Entwicklung und des Prozeßschutzes erfüllen will, muß dies auch für die Integration des Wildes erreichen. Angesichts der Komplexität des Verhaltens sind die großen Wildtiere in die Planung positiv zu integrieren. Dabei muß auch berücksichtigt werden, daß die Nationalparke in der Regel nur Teilbereiche aus dem Gesamtlebensraum der Populationen abdecken, so daß ein umfassendes Konzept stets auch außerhalb gelegene Gebiete als wesentliche relevante Randbedingungen einbeziehen muß. Hierbei werden hohe Anforderungen an praktikable Lösungen und die Überzeugungsarbeit vor Ort gestellt. Ein Verzicht auf das Management großer Wildarten in Nationalparks bedeutet nicht mehr Naturnähe, sondern angesichts der Randeffekte eher einen künstlichen Zustand, wie Konzentrationen in ganzjährig und langfristig absolut ruhigen Zonen inmitten eines bejagten Umfeld oder aber wildleere Räume. Sowohl im Hinblick auf die Funktionssteuerung im Nationalpark - im Sinne des Prozeßschutzes - als auch unter dem Gesichtspunkt des Bildungsauftrages ist das beobachtbare Wild zumindest im Sommer oder zu Ausgang des Winters ein entscheidendes Kriterium für die gelungene Integration der noch vorhandenen großen Wildarten in den Nationalparks, die auch der Bedeutung der großen Herbivoren für die Vegetation Rechnung trägt.

Literatur

- BARTH, W.E., (1994): Naturschutz: Das Machbare. Praktischer Umwelt- und Naturschutz für alle. Ein Ratgeber Hamburg, Parey
- DREZE, A., SCHUMACHER, R., (1986): Faniae - Reserve Naturelle des Hautes Fagnes. Edité sous le parreinage du WWF et de la Générale de Banque
- FÖDERATION DER NATUR- UND NATIONALPARKE EUROPAS, SEKTION-DEUTSCHLAND E.V. (FÖNAD), (1997): Studie über bestehenden und potentielle Nationalparke in Deutschland. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 808 01 134 des Bundesamtes für Naturschutz. Bearb.von H. BIEBELRIETHER und Mitarb. von U. DIEPOLDER und B. WIMMER, Bundesamt für Naturschutz, Bonn (Hrsg.), Münster-Hiltrup, Landwirtschaftsverlag
- HERZOG, A., HOFMANN, R. R. unter Mitarb. von NERL, W., (1978): Zur Entwicklung und Regulierung der Wildbestände im Nationalpark Berchtesgaden Schrft. AKW 4, Gießen
- HOFMANN, R. R., (1995): Zur Evolution der großen Pflanzenfresser und ihre nahrungsökologische Einnischung in der heutigen Kulturlandschaft - eine neue Chance für europäische Großsäuger nach 5000 Jahren? Sber.Ges. Naturfr.**34**, 167-190
- KRÜSI, B.O., SCHÜTZ, M., BIGLER, C., GRÄMIGER, H., ACHERMANN, G. (1998): Huftiere und Vegetation im Schweizerischen Nationalpark von 1917 bis 1997: Einfluß auf das Wald-Freilandverhältnis. In R. Cornelius (Hrsg.), Extensive Haltung robuster Haustierrassen, Wildtiermanagement, Multi-Spezies-Projekte. Neue Wege in Naturschutz und Landschaftspflege. Ergebnisse eines Workshops im Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin am 25./26.03.1998
- KRÜSI, B.O., SCHÜTZ, M., GRÄMIGER, H. ACHERMANN, G., (1998): Huftiere und Vegetation im Schweizerischen Nationalpark von 1917 bis 1997: Einfluß auf die botanische Vielfalt der subalpinen Weiden. In R. Cornelius (Hrsg.), Extensive Haltung robuster Haustierrassen, Wildtiermanagement, Multi-Spezies-Projekte. Neue Wege in Naturschutz und Landschaftspflege. Ergebnisse eines Workshops im Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin am 25./26.03.1998
- KUITERS, A.T., MOHREN, G.M.J. und VAN WIEREN, S.E. (ed), (1996): Ungulates in temperate forest ecosystems. Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Shannen, Tokio, Elsevier
- MÜLLER, F. (1982): Das Rehwild. In Jagd+Hege-Ausbildungsbuch V in F. MÜLLER Wildbiologische Informationen für den Jäger, Stuttgart, Ende, 165-174 (Quelle auch der Verbreitungskarte)
- MÜLLER, F., (1984): Das Rotwild. In Jagd+Hege-Ausbildungsbuch VII in F. MÜLLER Wildbiologische Informationen für den Jäger, Stuttgart, Enke, 9-26 (Quelle auch der Verbreitungskarte)
- MÜLLER, F., (1986): Das Schwarzwild. In Jagd+Hege-Ausbildungsbuch IX in F. MÜLLER Wildbiologische Informationen für den Jäger, 9-23 (Quelle der Verbreitungskarte)
- NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN, (1994): Forschungsbericht 28. Zur Situation des Schalenwildes im Nationalpark Berchtesgaden mit Beiträgen von W. BERBERICH und V. RIECHERT: Raumnutzung des Rotwildes (*Cervus elaphus*) im

- Nationalpark Berchtesgaden, B. MÜLLER: Habitatnutzung des Rehes (*Capreolus capreolus*) im Biosphärenreservat Berchtesgaden und A. DAVID: Zur Ökologie und Einbürgerung des Alpensteinbocks (*Capra ibex ibex*) in den Berchtesgadener Alpen
- PETRAK, M. (1982): Etho-ökologische Untersuchungen an einer Rothirschpopulation (*Cervus elaphus* Linné, 1758) der Eifel unter besonderer Berücksichtigung des stoffwechselbedingten Verhaltens. Schrft. AKWJ-JLU 10, Stuttgart, Enke
- PETRAK, M., (1992): Pilotprojekte und flankierende Maßnahmen zur Lebensraumberuhigung. Integrierte Konzepte zur Schalenwildbewirtschaftung in Nordrhein-Westfalen. AFZ 47, 6, 285-287
- PETRAK, M., (1993): Nischenbreite und Nischenüberlappung bei der Nahrungswahl von Rothirsch (*Cervus elaphus* Linné, 1758) und Reh (*Capreolus capreolus* Linné, 1758) in der Nordwesteifel. Z.Jagdwiss. 39, 3, 161-170
- PETRAK, M., (1996): Der Mensch als Störgröße in der Umwelt des Rothirsches (*Cervus elaphus* L. 1758). Z.Jagdwiss. 42, 4, 180-194
- REIMOSER, F., (1995): Alpine Umweltprobleme Teil XXXI Integrales Schalenwild- und Habitatmanagement am Beispiel des FUST-Projektes - Tirol. Ergebnisse des Forschungsprojekts Achenkirch. Beiträge zur Umweltgestaltung Bd. A 133. Berlin. Erich Schmidt, 69-120
- REIMOSER, F., 1995: Alpine Umweltprobleme Teil XXXII Veränderungen am System „Wald-Reh“ als Ursache für Verbißschäden. Ergebnisse des Forschungsprojekts Achenkirch. Beiträge zur Umweltgestaltung Bd. A 133. Berlin. Erich Schmidt, 121-149
- REMMERT, H., (1980): Ökologie ein Lehrbuch. 2. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York, Springer
- REMMERT, H., (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz - Eine Übersicht. Laufener Seminarbeiträge, ANL, Laufen/Salzach Nr. 5
- SCHULZE, K. (1998): Wechselwirkungen zwischen Waldbauform, Bejagungsstrategie und der Dynamik von Rehwildbeständen. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Göttingen. Reihe A. Bd. 150
- WOTSCHIKOWSKY, U., (1981): Rot- und Rehwild im Nationalpark Bayerischer Wald. Nationalpark Bayerischer Wald H. 7, Grafenau, Nationalparkverwaltung

Katrin Möller

Landesforstanstalt Eberswalde, Eberswalde

Erfassung der Entomofauna in Kiefernforsten Brandenburgs: Inhalte und Ergebnisstand

Monitoring of the entomo fauna of pine forests in Brandenburg: Contents and state of results

Zusammenfassung:

Seit 1994 werden entomo-faunistische Untersuchungen in Kiefernforsten Brandenburgs durchgeführt. Am Beginn standen Fragen zum Einfluß luftapplizierter Pflanzenschutzmittel auf Nicht-Ziel-Organismen. Infolge dessen wurde sichtbar, daß nur unzureichende Kenntnisse zur Faunenausstattung (Arthropoden) in Kiefernforsten und -wäldern vorhanden sind. Zur Zeit werden neben Kiefernforsten unterschiedlichen Alters, die als Vergleichsflächen genutzt werden sollen, auch Naturwaldreservate untersucht.

Stichwörter: Arthropoden, Kiefernforste, Insektizide, Coleoptera, Hymenoptera

Abstract:

Since 1994 entomo faunistic investigations in pine forests have been carry out in Brandenburg. At the beginning were questions about the influence of insecticides treated in forests by air on non target organism. The results showed that there exists only a insufficient knowledge about the entomo fauna in pine forests and woods. At this time behind pine forests of several age, that should be use as comparison sites, natural wood reservates are be observed.

Key words: arthropods, pine forest, insecticides, Coleoptera, Hymenoptera

Einleitung

Inhalt der vor dem Hintergrund verschiedener Fragestellungen angelegten Versuche ist es, mittels ausgewählter Fang- und Boniturverfahren in ausgewählten Kiefernbeständen Brandenburgs tiefere Einblicke in die entomo-faunistische Ausstattung dieser Waldökosysteme zu erhalten. Die Auswertung soll die Diversität in der Arthropodenausstattung der einzelnen Flächen auf möglichst niedriger taxonomischer Ebene einbeziehen. Die Tab. 1 gibt neben den Zielstellungen einen Überblick zu Untersuchungsgebieten (UG), Fangmethoden und Fangzeiträumen der bisher durchgeführten und laufenden Projekte. Entsprechend den finanziellen Möglichkeiten wurden Mitarbeiter des Deutschen Entomologischen Instituts Eberswalde e.V. (DEI) in die Determinationsarbeiten einbezogen.

Tab. 1: Erfassung der Insektenfauna in Kiefernforsten und -wäldern des Landes Brandenburg durch die Landesforstanstalt Eberswalde (AfF-Ämter für Forstwirtschaft, Obf.-Oberförsterei, Rev.-Revier, DBF-Dauerbeobachtungsfläche)

Ziel	Beschreibung der Arthropodenfauna in Kiefernforsten (Vergleichsdaten)	Bewertung faunistischer Verhältnisse als Faktor der ökologischen Verhältnisse in Gradationsgebieten	Bewertung des Einflusses von Pflanzenschutzmitteln auf die Nicht-Ziel-Organismen	Bestandsaufnahmen als Grundlage langfristiger Beobachtungen in Naturwaldreservaten (NWR)
UG	AfF Eberswalde, Obf. Eberswalde, Rev. Schönholz (3 Flächen)	AfF Müllrose, Obf. Lieberose, Rev. Trebitz (DBF Waldschutz)	AfF Doberlug-Kirchhain, Obf. Hohenbucko, Rev. Hohenbucko	AfF Groß Schönebeck, Obf. Grimnitz, Rev. Kienhorst, NWR „Kienhorst“
Zeit	seit 1995	seit 1997	1994/1996	1997
Methoden	Baum- und Totholzelektor, Boden-, Prallfallen, Farbschalen, Keschern	Baum- und Totholzelektor, Boden-, Prallfallen, Farbschalen, Keschern	Boden-, Prallfallen, Keschern, Kronenbehandlung	Baum- und Totholzelektor, Boden-, Prallfallen, Farbschalen, Keschern
Umfang	1344 h/Jahr u. Fläche März-Okt.: 1 Woche/Monat	1344 h/Jahr März-Okt.: 1 Woche/Monat	504 h/Jahr Mai-Sept.: 3 x 1 Woche	1008 h/Jahr Mai-Okt.: 1 Woche/Monat

Die Versuche im Eberswalder Raum wurden als Parallelen zu den 1992 in den Berliner Forsten durch das Pflanzenschutzamt Berlin begonnenen Untersuchungen angelegt. Bei Beginn der Versuche wurde von einem für faunistische Untersuchungen üblichen Beprobungszeitraum von 4 Jahren (DOROW et al. 1992) ausgegangen. Die Förderung für dieses Projekt durch das Land Berlin wurde aber leider zum 31.12.1996 beendet. 1997 wurden die Flächen durch Studenten des Fachbereiches Forstwirtschaft der FH Eberswalde betreut.

Von breitem Interesse sind die in Tab. 1 ausgewiesenen Versuche zur ökotoxikologischen Wirkung von Pflanzenschutzmitteln. Die Versuchsflächen wurden 1994 aus aktuellem Anlaß - der Massenvermehrung des Kiefernspinners, *Dendrolimus pini*, und den damit verbundenen Diskussionen um die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln im Wald - mit einem Minimalprogramm beprobt. Die bisherigen Auswertungen haben die in einer für das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg erarbeiteten Studie (MÖLLER & MAJUNKE 1996) herausgestellten Lücken in der Beschreibung der Arthropodenfauna von Kiefernforsten bestätigt. Seit 1997 werden deshalb auf der mit einer automatischen Witterungsstation ausgerüsteten Dauerbeobachtungsfläche (DBF) der Abt. Waldschutz in der Obf. Lieberose neben waldschutzrelevanten Datenerhebungen Erfassungen der Arthropodenfauna durchgeführt. Die Fläche soll, langjährig betreut, für spezifische Fragestellungen als Vergleichsfläche dienen und, da in einem Hauptschadgebiet von Kieferninsekten gelegen, Fragen der für diese ökologischen Verhältnisse typischen und sich mit einer Gradation verändernden faunistischen Verhältnisse beantworten.

Seit 1997 wird im Rahmen der bundesweiten wissenschaftlichen Untersuchung von Naturwaldreservaten (WINTER et al. 1998) jährlich eine solche Fläche in das Untersuchungsprogramm einbezogen. Für uns bietet sich der Vergleich der Daten von Kiefernforst und Kiefernwald an. Hier kann der Ergebnisstand der Untersuchungen im NWR „Kienhorst“ im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin vorgestellt werden.

Ergebnisstand

Beschreibung der Arthropodenfauna in Kiefernforsten (Vergleichsdaten)

1995 wurden auf 3 Versuchsflächen insgesamt ca. 16.000, 1996 ca. 11.000 Individuen der Ordnungen Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera und Thysanoptera gesammelt. Bei den Flächen handelt es sich im einzelnen um: Abt. 5 a (Kiefernaltholz, 95 Jahre, mit Unterwuchs von Stieleiche, Rotbuche und Traubenkirsche); Abt. 15 a (Kiefernreinbestand, 31 Jahre); Abt. 57 a (Kiefernreinbestand, 51 Jahre).

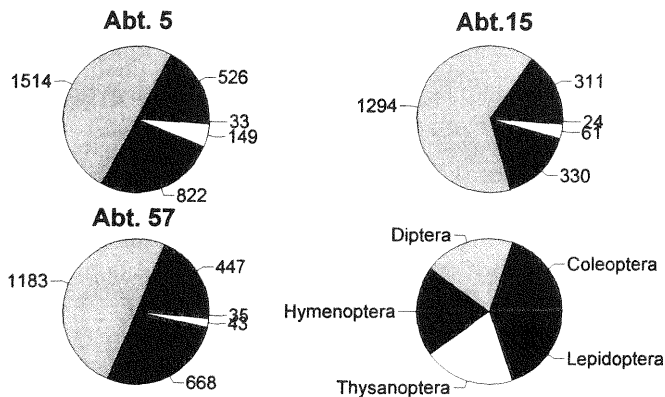


Abb. 1: Übersicht zu den Gesamtfängen der untersuchten Insektenordnungen der einzelnen Versuchsflächen (Rev. Schönholz 1995)

In der Abb. 1 sind die Anteile und die absoluten Individuenzahlen der untersuchten Ordnungen für jede Versuchsfläche dargestellt. Voraussetzung für die Zuordnung in ökologische Gruppen ist zumeist die Determination bis zur Familien- bzw. Gattungs- oder Artebene. Für die Fänge der Schönholzer Flächen wurden diese Arbeiten durch Mitarbeiter des DEI durchgeführt. Die Abb. 2 zeigt beispielhaft für die Käfer, daß auch Kiefernreinbestände entgegen der häufigen Meinung über eine dort herrschende Formenarmut eine Vielzahl von Familien beherbergen. Bisher wurden 39 der 139 in Mitteleuropa vorkommenden Käferfamilien registriert.

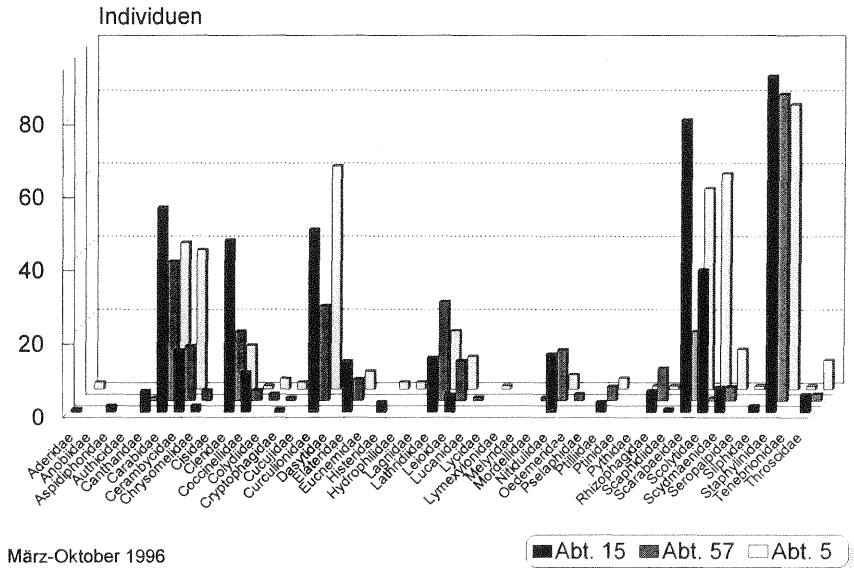


Abb. 2: Individuenzahlen der nachgewiesenen Käferfamilien 1996, Rev. Schönholz (Leerstellen: Nachweis 1995)

Für die ökologische Bewertung der Bestände sind aus Waldschutzsicht die als forstschädlich geltenden Insekten besonders interessant. Die größte Artenzahl phyllo- und xylophager Insekten wurde im älteren Kiefernreinbestand in Abt. 57 festgestellt. Die dort vorliegende Altersklasse wird von den meisten der determinierten Arten (Nonne, Kiefernspanner, Forleule, Kiefernbuschhornblattwespen, eine Vielzahl rinden- und holzbrütender Käfer) bevorzugt.

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist die Herausstellung der gefährdeten Arten, sowie der nach Bundesartenschutzverordnung geschützten Arten von Interesse. Die Tab. 2 zeigt die 1995 und 1996 registrierten geschützten Arten, sowie deren Zuordnung in die Rote Liste gefährdeter Tierarten des Landes Brandenburg. Wichtig für die Bewertung der Bestände ist die Zuordnung als für das Habitat typisch, wie hier die Sandbiene, *Andrena lapponica*, oder als „Gast“, wie die Kurzflügler-Schmalbiene, *Lasioglossum brevicorne*, die typisch für Sandgebiete, Heiden und Ruderalstellen ist. In Tab. 2 sind als Vergleich die nach einem Fangjahr im NWR „Kienhorst“ ermittelten geschützten Arten gegenübergestellt

Bewertung des Einflusses von Pflanzenschutzmitteln auf Nicht-Ziel-Organismen

Tab. 3 gibt einen Überblick zu den 1994 durchgeführten Versuchen nach dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im südbrandenburgischen Amt für Forstwirtschaft Doberlug-Kirchhain.

Tab. 2: Übersicht zu 1995 und 1996 gefundenen geschützten Arten (nach BArtSchV) in Kiefernforsten im Vergleich zum NWR „Kienhorst“ (Aufnahme 1997)

Ordnung	Familie	Art	NWR	Kiefernforst (Alter)			Rote Liste Brandenburg
				95	31	51	
Hymenoptera	Formicidae	<i>Formica polyctena</i>		x	x		
	Formicidae	<i>Formica sanguinea</i>	x	x	x	x	
	Formicidae	<i>Formica rufa</i>	x	x			
	Formicidae	<i>Formica pratensis</i>	x				
	Formicidae	<i>Formica truncorum</i>	x				
	Apidae	<i>Psithyrus campestris</i>		x			
	Apidae	<i>Andrena lapponica</i>	x	x		x	3
	Apidae	<i>Andrena nigroaenea</i>		x			
	Apidae	<i>Bombus bohemicus</i>	x	x	x	x	
	Apidae	<i>Bombus terrestris</i>	x	x	x	x	
	Apidae	<i>Bombus lucorum</i>		x		x	
	Apidae	<i>Bombus lapidarius</i>	x	x			
	Apidae	<i>Bombus pascuorum</i>			x		
	Apidae	<i>Bombus pratorum</i>	x				
	Apidae	<i>Bombus sylvestris</i>				x	
	Apidae	<i>Lasioglossum brevicorne</i>				x	1
	Apidae	<i>Hylaeus confusus</i>				x	
	Apidae	<i>Nomada bifida</i>		x			
	Apidae	<i>Nomada flava</i>		x			
	Apidae	<i>Nomada goodeniana</i>		x			
Vespoidea	<i>Vespula rufa</i>			x			
Coleoptera	Carabidae	<i>Carabus arvensis</i>		x	x		4
	Carabidae	<i>Carabus nemoralis</i>		x	x		
	Carabidae	<i>Carabus violaceus</i>	x				

1 - vom Aussterben bedroht 3 - gefährdet 4 - potentiell gefährdet

Die Versuchsflächen liegen innerhalb größerer Applikationsgebiete. In Brandenburg wurden 1994 insgesamt 56.831 ha Waldfläche mit Pflanzenschutzmitteln behandelt.

Den bisherigen Erkenntnissen voranzustellen ist, daß die vorliegenden Ergebnisse nur den Beginn notwendiger umfangreicherer Untersuchungen dokumentieren können, da Waldökosysteme, die ein sehr komplexes Untersuchungsobjekt darstellen, mit der hier verwendeten Methodik nur unvollständig charakterisiert werden können. Bei alleiniger quantitativer Betrachtung bezogen auf die Gesamtindividuenzahlen konnte weder ein akuter noch ein langfristiger Einfluß der Pflanzenschutzmittel nachgewiesen werden (MÖLLER & MAJUNKE 1997).

Interessanter ist die Frage, ob Veränderungen der Faunenstruktur entstehen. Abb. 3 veranschaulicht die Anteile der häufigsten Insektenordnungen und Arachniden über den Versuchszeitraum. Auf Grund der Ähnlichkeit der Bilder für Kontroll- und Forayfläche scheinen nähere Betrachtungen insbesondere für Dimilin und Fastac notwendig. Problematisch sind solche

Tab. 3: Überblick über Lage und Größe der Versuchsbestände mit Art, Applikationsform und -zeit der Pflanzenschutzmittel

Revier, Abteilung (behandelte Fläche)	Anwendungsbereich (Populationsdichte)	Mittel (Wirkstoff, Mittelgruppe)	Mittelaufwandsmenge (Applikation)	Datum der Applikation
Hohenbucko, 3031 (26 ha)	Nonne (180 Raupen/Krone)	Foray 48 B (<i>Bacillus thuringiensis</i> , Biopräparat)	4 l/ha (aviotechnisch)	31.05.94
Hohenbucko, 3030 (20 ha)	Nonne (110 Raupen/Krone)	Dimilin 25 WP (Diflubenzuron, Häutungshemmer)	300 g/ha (aviotechnisch)	31.05.94
Weidmannsruh, 7112 (20 ha)	Kiefernspinner (612 Raupen/Krone)	Fastac Forst (α -Cypermethrin, Kontaktinsektizid)	750 g/ha (aviotechnisch)	19.-23.04.94
Hohenbucko, 3042	keine kritischen Raupendichten	Ohne (Kontrolle)	-	-

verallgemeinernden Abbildungen z. B. durch einzelne Massenfänge von Pilzmücken oder juvenilen Zikaden.

Eine Bewertung, die auch die Biologie und Ökologie der Formengruppen berücksichtigt, erfordert die Betrachtung auf Familien-, Gattungs- oder Artebene. Die Abb. 4 zeigt erste Ergebnisse für die Coleoptera. Die größten Abweichungen in der Familien-Dominanz ergeben sich auf der Foray-Fläche, die auch die niedrigsten Individuenzahlen aufweist. Bei Betrachtung der Hymenopteren ergibt sich augenscheinlich kein negativer Einfluß auf eine bestimmte Gruppe (Abb. 5). Auffällig ist hier, daß die Kontrollfläche 1994 die durchgängig niedrigsten Individu-

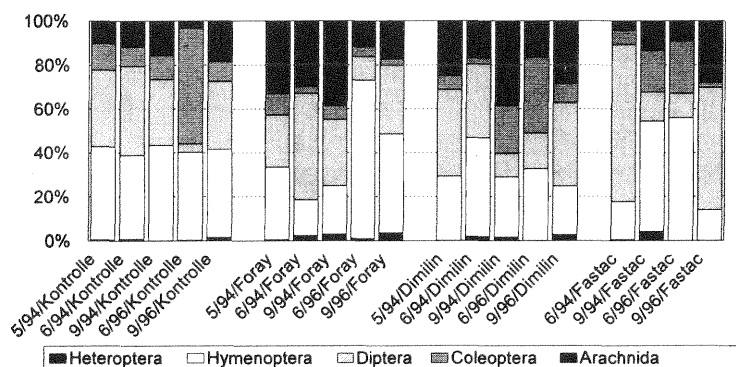


Abb. 3: Anteile der häufigsten Insektenordnungen und Arachniden an den Gesamtfängen für die einzelnen Versuchsflächen über den Versuchszeitraum (5/94: vor PSM-Einsatz)

enzahlen aufweist und keine Ichneumonidae nachgewiesen wurden. Damit wird auf der einen Seite die Problematik der Vergleichbarkeit der Flächen deutlich. Vermutlich spielen deren Vegetationsstruktur, die Charakteristik der Nachbarbestände und klein-klimatische Einflüsse auch bei einer augenscheinlich als vergleichbar anzusehenden Bestandesstruktur eine nicht zu unterschätzende Rolle, die eventuell den nachweisbaren Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf das Arteninventar überdecken. Andererseits könnte auch die hohe Phytophagendichte auf den für eine PSM-Behandlung vorgesehenen Flächen durch die Förderung des Gegenspieler-Komplexes eine direkte Ursache für diese Differenzen sein. Ein solcher Nachweis läßt sich nur über eine, bisher nicht mögliche, Determination wirtsspezifischer Parasiten und Prädatoren führen.

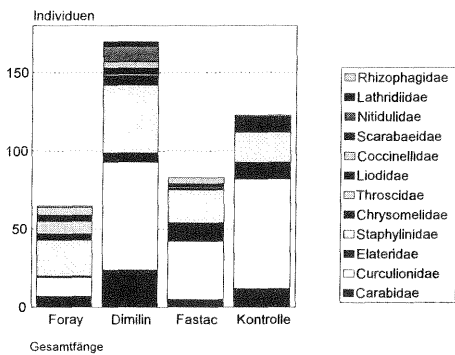


Abb. 4: Individuenzahlen der häufigsten Käferfamilien auf den Versuchsflächen, 2 Jahre nach PSM-Applikation

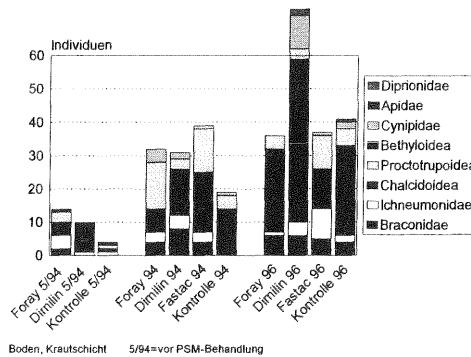


Abb. 5: Individuenzahlen der Hymenoptera (außer Formicidae) auf den Versuchsflächen (vor PSM-Behandlung: 5/1994, nach PSM-Behandlung: Gesamtfänge 1994, 1996)

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, daß ein zu erwartender Einfluß der untersuchten Pflanzenschutzmittel auf die Nicht-Ziel-Arthropoden mit den hier vorliegenden Ergebnissen nicht eindeutig nachweisbar ist. Auffällig ist auch, daß sich die Fangergebnisse nicht mit der unterschiedlichen Selektivität der hier untersuchten Wirkstoffe in Beziehung setzen lassen.

Bestandsaufnahmen als Grundlage langfristiger Beobachtungsreihen in Naturwaldzellen

Der in den Kiefernforsten beobachtete Arten- und Individuenreichtum, der sicher über dem allgemeinen Erwartungswert liegt, wird aber durch die Artenvielfalt im NWR „Kienhorst“ übertroffen werden. Die bisherige Auswertung weist darauf hin.

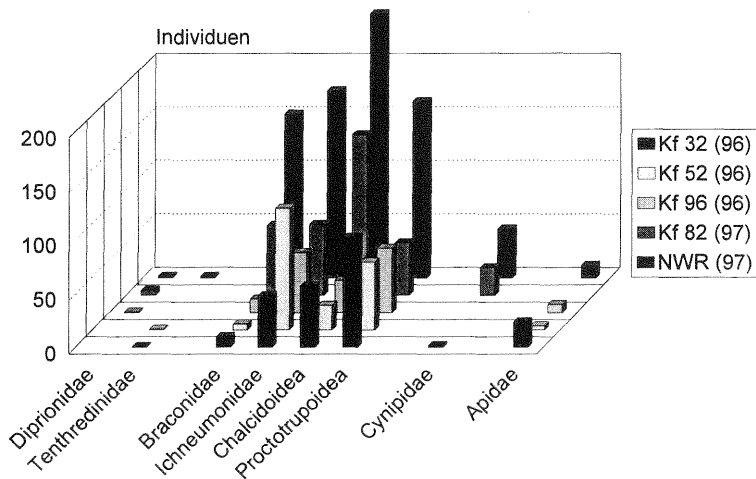


Abb. 6: Individuenzahlen der registrierten Hymenopteregruppen in untersuchten Kiefernbeständen [Legende: Kf Alter (Aufnahmejahr), UG: Schönholz (32, 52, 96 Jahre), Trebitz (82 Jahre), NWR]

Abb. 6 zeigt die Individuenzahlen der registrierten Hymenopteregruppen im NWR im Vergleich zu denen verschiedener Kiefernforste. Es wird trotz der Einschränkung unterschiedlicher Aufnahmejahre eine wesentlich höhere Dichte im NWR deutlich, wobei dort sicherlich hohe Totholzanteile ursächlich eine Rolle spielen. Auch bei Betrachtung der Staphyliniden

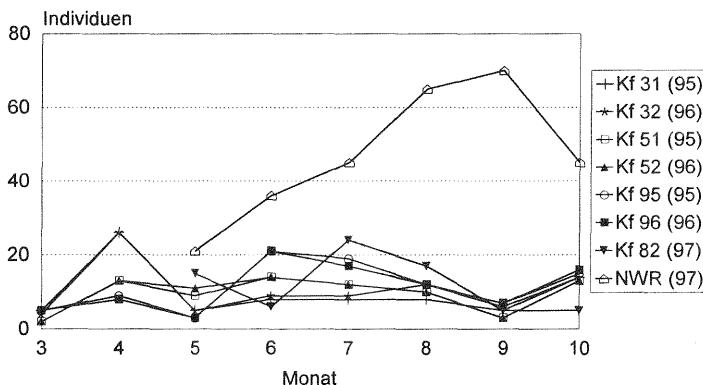


Abb. 7: Fangzahlen der Staphylinidae in unterschiedlichen Kiefernforsten (Kf + Altersangabe) und einem Kiefernwald (NWR „Kienhorst“); UG: Schönholz (31/32, 51/52, 95/96 Jahre), Trebitz (82 Jahre), NWR, mit Angaben zum Untersuchungsjahr

fallen wesentlich höhere Dichten im NWR auf. Interessant ist aber, daß die höheren Individuenzahlen zumindest bei dieser Gruppe mit der Einschränkung der im NWR fehlenden Frühjahrsfänge wahrscheinlich nicht auf höheren Artzahlen beruhen (Tab. 4).

Tab. 4: Artzahlen der Staphylinidae auf unterschiedlichen Versuchsflächen, UG: Schönholz (31/32, 51/52, 95/96 Jahre), Trebitz (82 Jahre), NWR, mit Angaben zum Untersuchungsjahr

Fläche, Alter Aufnahmejahr	Kf 31 (95)	Kf 32 (96)	Kf 51 (95)	Kf 52 (96)	Kf 95 (95)	Kf 96 (96)	Kf 82 (97)	NWR (97)
	Schönholz						Trebitz	Kienhorst
Artzahl	24	25	28	29	28	27	nicht det.	26

Ausblick

Alle hier vorgestellten Ergebnisse sind als Zwischenstand zu betrachten. Es liegen bereits umfangreiche Daten zur Arthropodenfauna in Kiefernforsten vor, die, weiter aufgearbeitet und vervollständigt, bei der Bewertung der Faunenausstattung und der Stabilität von Waldökosystemen genutzt werden sollen, sowie Grundlage für zu erarbeitende Empfehlungen zum Schutz und zur Förderung ökologisch stabiler Arthropodengemeinschaften sein können. Die Ergebnisse können ebenso Bestandteil zukünftiger Entscheidungsgrundlagen beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sein.

Literatur

- DOROW, W. H. O.; FLECHTNER, G.; KOPELKE, J.-P. (1992): Naturwaldreservate in Hessen, 3: Zoologische Untersuchungen - Konzept. Mittlg. der Hessischen Landesforstverwaltung, Bd. 26.
- MÖLLER, K.; MAJUNKE, C. (1996): Untersuchungen zu ökosystemaren Veränderungen in von Insektengradationen betroffenen Kiefernforsten nach Pflanzenschutzmitteleinsatz bzw. nach flächigem Absterben der Kiefern infolge Kahlfraß bei Nichtbehandlung. Studie im Auftrag des MUNR des Landes Brandenburg.
- MÖLLER, K.; MAJUNKE, C. (1997): Untersuchungen zum Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die Arthropodenfauna in Kiefernforsten. Mittlg. DGaE. Bd. 11, H. 1-6.
- WINTER, K. et al. (1998): Programm zur Untersuchung der Fauna in Naturwäldern. Projektgruppe Fauna des Arbeitskreises Naturwälder. unveröffl.

Horst Delb

Forstamt Hagenbach

Die Schwammspinner-Massenvermehrung 1993 und 1994 im Bienwald und ihre Folgen für Naturwaldreservate

The gypsy moth outbreak 1993 and 1994 in the Bienwald and its consequences for forest nature reserves

Zusammenfassung

Im Bienwald kam es in den Jahren 1993 und 1994 zu einer beachtlichen Massenvermehrung des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.), gefolgt von einem Mehltaubefall (*Microspheera alphitoides* Grif. & Maubl.). Nachdem im ersten Jahr 1.550 ha der Eichenmischwälder befallen wurden, ergab eine Prognose für das Folgejahr eine Fraßgefährdungsfläche von 3.000 ha. Die Behandlung der bedrohten Bestände mit Pflanzenschutzmitteln auf 1.545 ha konnte 1994 das Ausmaß des Kahl- und starken Lichtfraßes auf 1.575 ha beschränken. Im Anschluß entstanden 1995 erhebliche Folgeschäden, die sich auf 1994 ungeschützte und zweimalig befallene Eichenwälder auf nassen Standorten konzentrierten. Auch in den Naturwaldreservaten „Mörderhäufel“ und „Stuttpferch“ starben insbesondere auf den feuchteren Standorten bis zur Hälfte der Eichen ab oder waren stark geschädigt. Zudem fiel in den Folgejahren eine erhebliche Zahl der geschwächten Bäume dem Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus* F.) zum Opfer. In der Folge sind die Wälder aufgrund der starken Auflichtung sehr vernäbt und vergrast. Die künftige Waldbauforschung in den betroffenen Naturwaldreservaten des Bienwaldes wird die Fragen beantworten, ob sich auf diesen Katastrophenflächen von Natur aus wieder ein Stieleichen-Hainbuchenwald entwickeln wird, welche Zwischenstadien entstehen und welcher Zeitraum dazu in Anspruch genommen wird.

Die seit etwa dreißig Jahren sich selbst überlassenen und naturnahen Stieleichen-Hainbuchenwälder der Naturwaldreservate besaßen offensichtlich keine wirksamen Schutzmechanismen, um eine Massenvermehrung zu vermeiden. Sie waren jedoch nicht Ausgangspunkt der Schwammspinner-Massenvermehrung. Auch gegenüber den Folgeschädigungen zeigten sie keine größere Resistenz als vergleichbare Wirtschaftswälder des Bienwaldes. Die Massenvermehrung des Eichenprachtkäfers und die der darauf folgenden holzbrütenden Borkenkäfer (*Xyleborus spec.*) blieb bis 1997 auf die Schadflächen und somit auch auf die Naturwaldreservate beschränkt. Erst 1998 wurde beobachtet, daß auch geschwächte Eichen in den diesen Flächen benachbarten Bereichen befallen wurden.

Stichwörter: Schwammspinner, Eichenmehltau, Eichenprachtkäfer, holzbrütende Borkenkäfer, Naturwaldreservate

Abstract

In 1993 and 1994 the oak stands of the Bienwald, a forest located in the northern Upper Rhine Valley, were seriously defoliated by gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) caterpillars followed by mildew contamination (*Microsphaera alphitoides* Grif. & Maubl.). An area of 1.550 ha was defoliated in 1993, and a prognosis revealed that 3.000 ha of the oak stands were 1994 in danger again. The endangered forest was treated on an area of 1.545 ha, so that the predicted defoliation could be restricted to 1.575 ha. As a result of the defoliation, many oaks died or declined in 1995. The damages concentrated at moist sites influenced by ground and stagnant water which were not treated in 1994 and defoliated in both years. The primary mortality and decline was apparently caused by a physiological water stress of oaks, mainly due to fine-root losses caused by anaerobic conditions and the reduced development of early wood. Because of the defoliation and the sudden damage in 1995, some secondary invaders profited from the resulting open stand conditions. Since summer 1995 *Agrilus biguttatus* F. became the main threatening factor. In addition to this, heartwood destroying beetles (e.g. *Xyleborus spec.*) infested declining oaks.

Both the nature forest reserves located in the Bienwald, „Mörderhäufel“ and „Stuttpferch“, also suffered damages in particular at moist sites. As an effect of the tree loss, the forests opened up and the ground became waterlogged and overgrown by dense grass. Future silvicultural research in these nature forest reserves will give an answer, whether the original pendunculate oak hornbeam forests will naturally develop again. The nature forest reserves neither were starting-points of the gypsy moth outbreak nor could it be prevented considering the close-to-nature state. In relation to the resulting damages, the oaks of the nature reserve did not show a higher resistance compared to commercial forests. Until 1997 the gradation of *Agrilus biguttatus* F. and the following *Xyleborus spec.* was mainly restricted to the primary damaged areas. But in summer 1998, it was unfortunately observed that declined oaks were infested in neighboring stands too.

Key words: gypsy moth, mildew, oak borer, heartwood destroying beetles, nature forest reserves

1. Die Schwammspinner-Massenvermehrung 1993/94 im Bienwald

Wie auch in anderen Teilen des Bundesgebietes (WULF & BERENDES 1993 und 1996) kam es im Bienwald, einem in der Nördlichen Oberrheinischen Tiefebene gelegenen ca. 12.000 ha großen und geschlossenen Waldgebiet im Südosten von Rheinland-Pfalz, 1993 und 1994 in einem bis dahin nicht gekannten Ausmaß zu einer Schwammspinner-Massenvermehrung. Davon waren vorwiegend Eichenbestände mit Hainbuchenunterstand betroffen, die größtenteils auf Grund- und Stauwasserböden stocken. Diese Standorte sind oft aus basenarmen, teilweise aber auch aus karbonathaltigen Flußablagerungen entstanden. Im Jahr 1993 trat auf 1.550 ha erstmals ein starker Licht- bis Kahlfraß durch Raupen des Schwammspinners auf. Eine darauffolgende Prognose für 1994 ergab eine Fraßgefährdungsfläche von 3.000 ha. In vielen Beständen drohte somit ein wiederholter Kahlfraß.

Über die Folgen eines zweimaligen Kahlfraßes gab es aufgrund fehlender Kenntnisse über Schwammspinnerschäden in Mitteleuropa erhebliche Meinungsunterschiede. Dementsprechend waren die geplanten Bekämpfungsmaßnahmen vor allem bei den Naturschutzverbänden umstritten (bspw. KLEIN 1994). Schließlich wurde in enger Zusammenarbeit der rheinland-pfälzischen Forstverwaltung und der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg ein Kriterienkatalog für zu schützende Bestände festgelegt, der im wesentlichen das Alter der Bestände und Vorschädigungen berücksichtigte. Zweck der Bekämpfung war es, den sich bis zum erwarteten Zusammenbruch der Population vollziehenden Raupenfraß im Rahmen eines Objektschutzes in älteren und vorgeschädigten Beständen gezielt zu verhindern.

Auf einer Fläche von 1.545 ha wurden kahlfraßgefährdete Eichenbestände aus der Luft überwiegend mit *B.t.k.* (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*) behandelt. In nicht geschützten Flächen trat 1994 auf 1.575 ha erneut starker Licht- und Kahlfraß auf. Zudem wurden die reduzierten Neuaustriebe der Eichen in beiden Jahren vom Eichenmehltau (*Microsphaera alphitoides* Grif. & Maubl.) befallen. Da in Naturwaldreservate nicht mehr eingegriffen werden soll, wurden auch die beiden im Bienwald befindlichen Naturwaldreservate "Mörderhäufel" und "Stuttperch" 1994 nicht behandelt und deshalb sowohl 1993 als auch 1994 kahl gefressen. Bei der Behandlung benachbarter Eichenbestände wurde ein Sicherheitsabstand von 50 m zu den Naturwaldreservaten eingehalten.

2. Naturwaldreservate im Bienwald

Die Naturwaldreservate repräsentieren für ein Wuchsgebiet typische Standorte sowie gebiets-typische Waldgesellschaften. Die wichtigsten Ziele sind die Waldökosystem- und die angewandte Waldbauforschung. Aus den Untersuchungsergebnissen sollen insbesondere Erkenntnisse zum naturnahen Waldbau in Wirtschaftswäldern abgesichert und Fragen zur Waldverjüngung und Waldpflege geklärt werden. Der naturnahe Waldbau hat zum Ziel, das Selbstregulationsvermögen der Waldlebensgemeinschaften zu nutzen, wozu gründliche Kenntnisse der natürlichen Lebensvorgänge wichtig sind. Damit die Forschungsergebnisse in dieser Hinsicht verwertet werden können, sollen die Naturwaldreservate mit Wirtschaftswäldern vergleichbar sein (BALCAR 1997).

Beide im Bienwald befindlichen Naturwaldreservate vertreten als heutige potentielle natürliche Vegetation (hpnV) im wesentlichen Stieleichen-Hainbuchenwälder (BALCAR 1997). Das Naturwaldreservat "Mörderhäufel" im Forstamt Hagenbach, das zu den ersten in Rheinland-Pfalz gehörte, wurde aufgrund seiner Naturnähe bereits 1967 ausgewiesen. In der Kernfläche handelt es sich um einen 200 bis 340-jährigen Stieleichen-Hainbuchenwald mit Schwarzerlen, Buchen und Flatterulmen. 1996 wurde die Fläche auf über 100 ha erweitert. Das Naturwaldreservat "Stuttperch" im Forstamt Schaidt wurde 1972 auf 26 ha ausgewiesen. Auch hier ist der Stieleichen-Hainbuchenwald in der Kernfläche mit Schwarzerlen und Ulmen gemischt. Beide Waldflächen liegen auf einer Höhe von etwa 130 m ü. NN und sind leicht nach Osten geneigt. Die durchschnittlichen Niederschläge betragen etwa 700 mm, die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei etwa 9,5 °C. Die Standorte liegen auf der Niederterasse des nördlichen

Oberreintales, die aus pleistozänen Ablagerungen der Lauter und des Rheins mit vorwiegend Kiesen und Sanden unterschiedlicher Zusammensetzung besteht. Den Untergrund bilden tertiäre Ablagerungen aus Mergeln und Kalken. Die Standortseigenschaften werden maßgeblich vom Wasserhaushalt bestimmt. Der mittlere Grundwasserstand schwankt zwischen 20 und 200 cm unter der Geländeoberfläche. Insbesondere im Frühjahr stehen nach starken Regenfällen weite Bereiche dieser Waldflächen kurzzeitig unter Wasser. Die Böden bestehen in flachen Mulden überwiegend aus Gleyen und auf höher gelegenen Stellen aus Podsol-Gleyen. Der Wasserhaushalt dieser Böden ist neben dem Grund- und Stauwasser außerdem von Wasserläufen und angelegten Entwässerungsgräben geprägt. Als natürlich vorkommende Waldgesellschaften (hpnV) sind in den feuchteren Lagen Stieleichen-Hainbuchenwälder und in trockeneren Bereichen bodensaure (Eichen-) Buchenwälder zu erwarten (BALCAR 1997).

3. Folgen der Schwammspinner-Massenvermehrung für die Naturwaldreservate

In den Naturwaldreservaten "Mörderhäufel" und „Stuttpferch“ starben im Anschluß an die Kalamität im Frühjahr 1995 etwa ein Drittel bzw. die Hälfte der Alteichen ab. Im gesamten Bienwald wurde zu diesem Zeitpunkt ein beträchtliches Ausmaß von Schwammspinner-Folgeschäden festgestellt. Auf 550 ha der befallenen Flächen waren Eichen aller Altersklassen und Mischungsformen abgestorben oder stark geschädigt (DELB 1996). Die Schäden fanden sich vorwiegend in 1994 ungeschützten und zweimalig befallenen Flächen und konzentrierten sich deutlich auf nasse Standorte.

Das Absterben und die erhebliche Schwächung zahlreicher Eichen hatte offensichtlich mehrere Ursachen. Hohe Winter- und Frühjahrsniederschläge sowie starke sommerliche Gewitterregen führten 1994 zu hoher Wassersättigung der ohnehin zur Vernässung neigenden Böden, wie dies im Bienwald immer wieder vorkommt. Gleichzeitig war die Transpiration der Eichenbestände aufgrund der Entlaubung durch Schwammspinnerfraß und Mehltaubefall anhaltend und stark eingeschränkt. Zusätzlich dürfte die Zersetzung großer Mengen Raupenkot und abgestorbener Raupen im Sommer 1994 in Zusammenhang mit verhältnismäßig hohen Temperaturen dem Boden Sauerstoff entzogen haben. Durch das Zusammenwirken dieser Gegebenheiten sind im Boden wahrscheinlich anaerobe Bedingungen entstanden, mit der Folge eines vermehrten Absterbens der Feinwurzeln. In den Fraßjahren 1993 und 1994 fehlte den befallenen und anschließend mit Mehltau befallenen Eichen nahezu über die gesamte Vegetationszeit ein Großteil ihrer assimilierenden Blattmasse. Dies führte in beiden Jahren aller Wahrscheinlichkeit nach zu einer stark verminderten Bildung der für die Frühholzbildung im Folgejahr wichtigen Reservestoffe (BREDA & GRANIER 1996). Bei Eichen ist das jährlich aktuelle Frühholz für die Wasserleitung jedoch von entscheidender Bedeutung, da sie nicht in dem Maße wie andere Baumarten auf früher gebildetes Holz zurückgreifen können. Daher bedeutete dies eine einschneidende physiologische Schwächung der Eichen, die sich für den Wasserhaushalt der Eichen besonders ungünstig auswirkt (BLANK 1997). Zusammen mit dem Verlust an Feinwurzeln führte die verminderte Frühholzbildung offensichtlich zu einem „physiologischen Wassermangel“ der Eichen. Inwiefern wurzelpathogene Pilze eine wesentliche Rolle spielten (BLASCHKE & JUNG 1996), ist nicht hinreichend geklärt.

Die seit dem Fraßbeginn 1993 anhaltende Auflichtung der Bestände hat in Zusammenhang mit der großen Anzahl geschwächter Eichen als bruttaugliches Material zu einer besonders bedrohlichen Vermehrung der Eichenprachtkäfer (*Agrilus spec.*) geführt. Offensichtlich gehen die seit Sommer 1995 bis heute eingetretenen Absterbeprozesse weitgehend auf das Konto des Zweipunktigen Eichenprachtkäfers (*Agrilus biguttatus* F.). Zudem dürfte in diesen angeschlagenen Beständen der Befall durch Hallimasch (*Armillaria spec.*) im Wurzelraum und rindenbesiedelnde Ascomyceten im Kronenbereich eine Erholung der Eichen mit starken Kronenschäden erschwert haben.

Infolge des Absterbens zahlreicher Eichen bis hin zum flächigen Ausfall wurden beide Naturwaldreservate sehr aufgelichtet (Abb.1). Dadurch kam es zur Vergrasung dieser Wälder, insbesondere durch Pfeifengras (*Molinia caerulea* L.), Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa* L.) und Seggengräser (*Carex spec.*). Darüber hinaus sind die Naturwaldreservate durch die fehlende Transpiration der abgestorbenen und stark geschädigten Eichen zunehmend vernäßt.



Abb. 1: Infolge eines zweimaligen Kahlfraßes 1993 und 1994 bis zum September 1997 nahezu flächig abgestorbene Stieleichen am Westrand des Naturwaldreservates „Stuttpferch“

4. Diskussion

Die seit etwa dreißig Jahren sich selbst überlassenen und naturnahen Stieleichen-Hainbuchenwälder in den Naturwaldreservaten des Bienwaldes besaßen offensichtlich keine wirksamen Schutzmechanismen, um eine Massenvermehrung zu vermeiden. Sie waren jedoch nicht Ausgangspunkt der Schwammspinner-Kalamität im Bienwald, da sich in den benachbarten Eichenwäldern die Kalamität zeitgleich entwickelte (DELB 1996). Auch zeigten sie gegenüber den Folgeschädigungen keine größere Resistenz als vergleichbare Wirtschaftswälder des Bienwaldes.

Die Massenvermehrung des Zweipunktigen Eichenprachtkäfers (*Agrilus biguttatus* F.) blieb im gesamten Bienwald bis 1997 auf die geschädigten Eichenbestände und somit auch auf die Naturwaldreservate weitgehend beschränkt. Demnach entstand hiervon bisher kein Infektionsdruck auf die übrigen Wirtschaftswälder. Seit dem Sommer 1998 wird allerdings beobachtet, daß sich der Eichenprachtkäferbefall ausgehend von den geschädigten Flächen auch in benachbarte Randbereiche bewegt, die der Sonneneinstrahlung verstärkt ausgesetzt sind. Dadurch ergibt sich die Gefahr weiterer chronischer Schäden und der langsamen Ausweitung der Schadflächen.

Im Naturwaldreservat „Stuttperch“ wurden in den achtziger Jahren bereits Anzeichen eines Eichenprachtkäferbefalls beobachtet (mündl. Mitt. BLOCK 1995). Es liegen jedoch keine Hinweise darauf vor, daß sich die Massenvermehrung des Eichenprachtkäfers in Naturwaldreservaten rascher ausbreitete als in Wirtschaftswäldern oder sogar von dort ausging.

Infolge der Absterbevorgänge wurden die Eichen im Bienwald durch kernholzentwertende Insekten befallen. Dabei waren vor allem die Borkenkäfer *Xyleborus monographus* F. und *X. peregrius* EGG. beteiligt. In Wirtschaftswäldern wurden dadurch erhebliche finanzielle Verluste verursacht. Wie beim Eichenprachtkäfer, blieb der Befall weitgehend auf die geschädigten Flächen beschränkt. Allerdings muß befürchtet werden, daß die Borkenkäfer dem sich ausweitenden Eichenprachtkäferbefall folgen.

Aufgrund der hohen Absterberaten entstanden durch die resultierende Vernäbung und Vergrasung in den Naturwaldreservaten Verhältnisse, die sowohl standörtlich als auch vegetationskundlich vermutlich über Jahrzehnte nicht mehr mit geschlossenen Stieleichen-Hainbuchen-Wirtschaftswäldern vergleichbar sind. Der langsame Übergang von der Optimalphase in die Alterungsphase bis hin zu einer Plenterphase in einem Naturwald kann anhand dieser Waldfläche nicht mehr erforscht werden. Anstelle dessen tritt die Entwicklung nach Eintritt einer raschen Zerfallsphase, die einen Zusammenbruch der vorhandenen Waldstruktur auf größerer Fläche darstellt. Dabei muß eine natürliche Eichenverjüngung nach den bisherigen Erkenntnissen mittelfristig in Frage gestellt werden, da die bisher vorhandene Verjüngung offenbar vom Schwammspinnerfraß geschädigt wurde, die Samenbäume weitgehend ausgefallen und die Standorte vernäbt und vergrast sind. Obwohl sich bis zum Eintreffen der „Schwammspinner-Katastrophe“ durchaus junge Eichen natürlich etablieren konnten, zeigen die jüngsten Verjüngungsaufnahmen 1995 bzw. 1996 in den Kernzonen beider Naturwaldreservate seither keine Eichenverjüngung mehr auf (BALCAR 1997). Neben interessanten Aspekten für den

Naturschutz wird bei der Waldbauforschung zukünftig die Frage im Vordergrund stehen, ob sich auf diesen mehr oder weniger kahlen Katastrophenflächen von Natur aus wieder ein Stieleichen-Hainbuchenwald entwickelt, der dort als heutige potentielle natürliche Vegetation gesehen wird (BALCAR 1997). Die entstehenden Zwischenstadien und der Zeitraum bis sich diese Waldgesellschaft einstellt sind dabei von besonderem Interesse.

Literatur

- BALCAR, P. (1997): Untersuchungen an Naturwaldreservaten im Bienwald. - In KÖHLER, J. & HAHN, H.J. (Hrsg.): Der Bienwald - Bedeutung, Gefährdung, Entwicklung. BUND Rheinland-Pfalz e.V., Mainz: S. 27-41.
- BLANK, R. (1997): Ringporigkeit des Holzes und häufige Entlaubung durch Insekten als spezifische Risikofaktoren der Eichen. Forst und Holz, 52. Jg., Nr. 9, S. 235-242.
- BLASCHKE, H. & JUNG, T. (1996): Symptome und Nachweis eines Phytophthora-Befalls an Eichen. In WULF, A. & KEHR, R. (Hrsg.): Eichensterben in Deutschland. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 318, Parey Buchverlag Berlin Dahlem, S. 61-78.
- BREDA, N. & GRANIER, A. (1996): Intra- and interannual variations of transpiration, leaf area index and radial growth of a sessile oak stand (*Quercus petraea*). Ann Sci For 53, pp. 521-536.
- DELB, H. (1996): Untersuchung der Folgeschäden nach Fraß durch Schwammspinner (*Lymantria dispar*) im Bienwald 1993/94 - Konzept und erste Ergebnisse. In WULF, A. & BERENDES, K.H. (Hrsg.): Massenvermehrungen von Forstschnettlingen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 322, Parey Buchverlag Berlin Dahlem, S. 52-64.
- KLEIN, H. (1994): Der Schwammspinner: Forstschnettling oder Bioindikator? In BUNDkommentare, Hrsg.: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (Bonn), 28 S.
- WULF A. & BERENDES K.-H. (Hrsg.) (1993): Schwammspinner-Kalamität im Forst. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 293, Parey Buchverlag Berlin Dahlem, 288 S.
- WULF A. & BERENDES K.-H. (Hrsg.) (1996): Massenvermehrungen von Forstschnettlingen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 322, Parey Buchverlag Berlin Dahlem, 253 S.

Olaf Schmidt

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, SG V Waldökologie und Waldschutz,
Freising

Borkenkäferproblematik in bayerischen Naturwaldreservaten

Problems with spruce bark beetles in Bavarian Strict forest reserves

Zusammenfassung

In Naturwaldreservaten finden keine aktiven forstlichen Eingriffe mehr statt. Von den 149 Naturwaldreservaten in Bayern besitzen 57 Reservate höhere Fichtenanteile. Nach einer standardisierten Umfrage durch die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft wurde in den letzten Jahren in 44 Naturwaldreservaten Buchdruckerbefall festgestellt. Dort bietet sich die Möglichkeit, die nach Borkenkäferbefall ablaufenden natürlichen Prozesse der Verjüngung zu beobachten und zu dokumentieren. Eine Gefährdung angrenzender Wirtschaftswälder, besonders nichtstaatlicher Wälder, ist vor Ort zu prüfen und durch laufende Kontrollen und entsprechende Bekämpfungsmaßnahmen auszuschließen.

Stichwörter: Naturwaldreservate in Bayern, Borkenkäfer, *Ips typographus*, Waldschutz, Waldökologie.

Abstract

Strict forest reserves aren't managed by forestry anymore. Of 149 Bavarian reserves 57 have a high percentage of Norway spruce. A standardized inquiry of the Bavarian State Institute of Forestry showed that 44 showed damage by *Ips typographus*. In those reserves forest research has the opportunity to monitor the natural process of rejuvenation. The hazard of bark beetle in neighbouring managed forests, mainly private forests, has to be minimized by biological and mechanical control.

Key words: Strict forest reserves in Bavaria, spruce bark beetle, forest protection.

Einleitung

In Naturwaldreservaten finden keine aktiven forstlichen Eingriffe mehr statt. Der Mensch zieht sich als Wirtschaftler aus diesen Flächen in die Rolle des Beobachters zurück. In den Naturwaldreservaten soll die natürliche Dynamik, das Entstehen, Leben und Vergehen des Waldes, langfristig beobachtet werden. Allerdings sind unsere Naturwaldreservate keine "Urwaldreste", sondern ehemalige Wirtschaftswälder.

Naturwaldreservate in Bayern

Naturwaldreservate bleiben ihrer natürlichen Entwicklung überlassen. Um eine natürliche Entwicklung nicht zu stören, darf in Naturwaldreservaten kein Holz geschlagen werden. Abgestorbene Bäume sollen vor Ort verrotten. Über Jahrzehnte und Jahrhunderte sollen hier wieder urwaldähnliche Strukturen und damit "Urwälder aus zweiter Hand" entstehen.

Ein besonders wichtiges Anliegen ist es in Naturwaldreservaten, diese natürlichen Entwicklungen von unbeeinflussten Waldlebensgemeinschaften zu erforschen. Allerdings sind Forstwissenschaftler und Biologen in Naturwaldreservaten nur als stille Beobachter zugelassen, die in die natürlichen Abläufe nicht eingreifen dürfen.

In der waldökologischen Forschung spielt die Erfassung der Standorte, der Fauna und Flora sowie die waldkundlichen Aufnahmen die wichtigste Rolle. Reife Naturwaldreservate sind ideale Weiserflächen für Naturnähe. Darüber hinaus lassen sich durch die Beobachtung auch waldbauliche Strategien ableiten.

Gesetzliche Grundlagen

Am 20. Februar 1978 wurden in Bayern 135 Naturwaldreservate mit über 4.400 ha durch eine Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ausgewiesen. Im Jahr 1982 erfolgte die Verankerung im Waldgesetz für Bayern (Art. 18 Abs. 3).

"Im Staatswald, der im Alleineigentum des Freistaates Bayern steht, können natürliche oder naturnahe Wälder als Naturwaldreservate eingerichtet werden. Sie dienen der Erhaltung und Erforschung solcher Wälder. Abgesehen von notwendigen Maßnahmen der Forstschutzes und der Verkehrssicherung findet in Naturwaldreservaten keine Bewirtschaftung und keine sonstige Holzentnahme statt".

Unterdessen existieren 149 Naturwaldreservate mit einer Fläche von 6.123 ha (Stand 01.01.1998).

Das Waldgesetz für Bayern wurde mit Wirkung zum 01. Januar 1998 geändert. Nunmehr können auch Körperschaften auf eigenen Wunsch Naturwaldreservate einrichten. (Art. 19 Abs.1 Bay-WaldG).

Natur- und Prozeßschutz

Naturwaldreservate erfüllen unmittelbar wichtige Naturschutzaufgaben im Wald. Die Forderung, natürliche Prozesse zu sichern, kann auf anderen Flächen kaum so gut erfüllt werden wie in Naturwaldreservaten. Ein v.a. aus forstpolitischer Sicht nicht zu unterschätzender Gesichtspunkt ist eben die Sicherung des Prozeßschutzes in Naturwaldreservaten.

Borkenkäferbefall in Naturwaldreservaten

Bei der Auswahl der Naturwaldreservate wurde in Bayern auf eine naturnahe Baumartenverteilung besonderer Wert gelegt. Trotzdem finden sich in Naturwaldreservaten immer wieder große Fichtenanteile auch in Bereichen, in denen diese Baumart von Natur aus bestandesweise nicht vorkommen würde. Da Borkenkäfer in Fichtenwäldern zur natürlichen Artenausstattung gehören, bergen Fichtenbestände immer die Problematik des massenhaften Auftretens von rindenbrütenden Borkenkäfern, wie Buchdrucker und Kupferstecher, in sich.

Sehr rasch können sich aus örtlichen Borkenkäferpopulationen bei geeigneten Witterungsbedingungen und erhöhtem Brutraumangebot Massenvermehrungen entwickeln.

Erfahrungen in anderen Bundesländern

In anderen Bundesländern, z.B. in Niedersachsen im Harz (NIEMEYER et al. 1995) und in Baden-Württemberg im Schwarzwald (AHRENS 1998, WESLIEN & SCHRÖTER 1996) wurden von Menschen unbeeinflusste Massenvermehrung des Buchdruckers z.T. bereits über mehrere Jahre beobachtet und der Schadensfortschritt dokumentiert.

Im Bannwald "Wilder See-Hornisgrinde" (84 ha) wurden innerhalb weniger Jahre 21 ha (= 25%) Fichtenwald zum Absterben gebracht. Bis 1991 lagen die Borkenkäferbefallsflächen unter 1% der Gesamtfläche dieses Bannwaldes. (Bannwald in Baden-Württemberg entspricht den Bayerischen Naturwaldreservaten).

Umfrage bei den bayerischen Forstämtern

Im Herbst 1997 wurde durch die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft eine standardisierte Telefonumfrage bei den bayerischen Forstämtern und Forstdienststellen durchgeführt, die Naturwaldreservate mit erheblichem Fichtenanteil besitzen. Von den insgesamt 57 abgefragten Naturwaldreservaten bleiben 13 von Borkenkäferbefall verschont. Meist wurde in den 44 vom Buchdrucker betroffenen Naturwaldreservaten Windwurf und Schneebruch als Ursache angegeben. Allerdings handelte sich meist um punktuellen Borkenkäferbefall. Zu einem flächigen Absterben der Bestände kam es in 3 Naturwaldreservaten.

- NWR "Seebuchet" (12,2 ha) Forstamt Starnberg
Buchen-Fichtenbeständen auf Drumlin der Oberbayerischen Jungmoräne
- NWR "Geige und Seewand" (129,8 ha) Forstamt Bodenmais
Fichten-Tannen-Buchenwald in Steillagen des Inneren Bayerischen Waldes
- NWR "Dürerbühl" (60,2 ha) Forstamt Kempten
Spirkenhochmoor, Fichtenmoorrandwald und Schwarzerlenbruch

In 41 Reservaten führte Borkenkäferbefall zu gruppen- bis horstweisen Ausfall der Fichte und zu truppweisen Ausfall oder Absterben einzelner Fichten. Je nach Bestandesstruktur bzw. Verteilung der Fichten im Bestand konnte in 11 Fällen beides beobachtet werden. (s. Tab. 1).

Zu maßgeblichen Strukturveränderungen in den Naturwaldreservaten aufgrund Borkenkäferbefall und dem damit einhergehenden Ausfall der Fichte bzw. Spirke kam es in 10 Fällen. Davon fiel in 5 Naturwaldreservaten die Fichte gruppen- bis horstweise so aus, daß die Bestände durchbrochen bzw. lückig wurden. In fast allen Naturwaldreservaten hat sich in den "Käferlöchern" Naturverjüngung verschiedener Baumarten eingestellt.

In 19 Naturwaldreservaten wurden Borkenkäferbekämpfungen durchgeführt. Dabei wurde etwa ein Drittel der befallenen Bäume gefällt und weitere ca. 24% entrindet. Ein Teil (13%) dieser Bäume wurde aufgearbeitet und entweder im Wald belassen oder abgefahren.

Tab.1: Anzahl der NWR mit unterschiedlichen Befallsgraden durch Borkenkäfer; Bestände großflächig abgestorben (1), Bestände von Auflösung bedroht (2), Gruppen- bis horstweiser Ausfall der Fichte (3), Truppweiser Ausfall oder nur einzelne Fichten abgestorben (4).

Schadstufe	1	2	3	4	3 + 4
Forstdirektion					
Oberbayern	1	-	5	7	3
Niederbayern/Oberpfalz	1	-	7	4	4
Schwaben	1	-	2	2	2
Oberfranken	-	-	1	2	2
insgesamt	3	-	15	15	11

Situation im Naturwaldreservat Dürrerbühl

Das flächige Absterben im Naturwaldreservat Dürrerbühl soll hier näher dargestellt werden. Durch die genauen Beobachtungen des Forstamtes Kempten ist die Entwicklung der Borkenkäferflächen und der Schadholzmengen sehr gut dokumentiert. Ausgang nahm die Borkenkäfermassenvermehrung im Naturwaldreservat Dürrerbühl nach den Stürmen 1990. Die Stürme der Jahre 1990/91 warfen ca. 140 fm im Naturwaldreservat Dürrerbühl. Ab 1992 kam es zu einer Borkenkäfermassenvermehrung die ihren Höhepunkt im Jahr 1993 erreichte. Insgesamt fielen in den Jahren 1992 - 1995 rund 490 fm durch Borkenkäfer abgetötete Bäume an.

Ähnlich verlief die Entwicklung in der benachbarten Abteilung Dürrerbühl. Hier wurden ausgehend vom Jahr 1990 rd. 2.587 fm vom Sturm geworfen, während ab 1992 5.190 fm Schadholz durch Borkenkäferfraß anfielen. (s. Tab.2).

Tab. 2: Schadholzmengen NWR und Abt. Dürrerbühl, nach Angaben des Forstamtes Kempten

Abt. Dürrerbühl	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Sa.
Sturm (fm)	987	1026		142	431				2587
Schnee (fm)					399				399
Sa. (fm)	987	1026		142	830				2986
Borkenkäfer (fm)			2617	1527	614	400		30	5190
Sa.	987	1026	2617	1569	1444	400		30	8176
NWR Dürrerbühl (fm geschätzt)									
Sturm	120	20							140
Borkenkäfer			150	300	30	10			490

Buchdruckerbefall an Spirken

Die Spirke, die aufrechte Form der Latsche oder Krummholzkiefer, ist eine Besonderheit bayerischer Moore. Sie gilt als seltene und gefährdete Baumart. Im Naturwaldreservat Dürrerbühl wurden ebenfalls Spirken, deren Rindenbild der der Fichte ähnelt, vom Buchdrucker zum Absterben gebracht (SCHMIDT, 1993). Ebenso kam es beim massenhaften Auftreten des Buchdruckers im Naturwaldreservat und Naturschutzgebiet "Fichtelseemoor" (57,0 ha) im Fichtelgebirge zu einem Befall der Spirken. Dort wurde dem Schutzzweck der Naturschutzgebietsverordnung folgend eine mechanische Borkenkäferbekämpfung durchgeführt, um die Spirken zu erhalten. Die gefälltten Bäume wurden entrindet und als Totholz in den Beständen belassen. Ähnliche Erfahrungen durch Befall von Buchdrucker an Spirken liegen auch aus Mooren des Schwarzwaldes vor.

Gefährdung umliegender Wälder

Die befragten Forstämter sahen bei 10 Naturwaldreservaten die Gefahr gegeben, daß der Borkenkäferbefall auf angrenzende Wälder übergreift. Gerade in fichtenreichen Mittelgebirgslagen darf diese Gefährdung, v.a. in Gemengelage von Staatswald und nichtstaatlichen Wäldern, nicht unterschätzt werden. Probleme mit angrenzenden Privatwaldbesitzern gab es in 5 Fällen. Hier wurden in den Naturwaldreservaten Bekämpfungen durchgeführt.

Schlußfolgerungen

Bei massenhaftem Buchdruckerbefall in Naturwaldreservaten sollte die Sukzession und Verjüngung beobachtet und dokumentiert werden. Es bietet sich hier die Möglichkeit, die nach Borkenkäferbefall natürlichen Prozesse des Absterbens und der Verjüngung zu beobachten und evtl. Waldbaustrategien abzuleiten.

In autochthonen Bergfichtenwäldern ist der Buchdrucker zusammen mit Stürmen wahrscheinlich der wichtigste Faktor der natürlichen Regeneration dieser Wälder. Notwendige Borkenkäferbekämpfungsmaßnahmen, um benachbarte Wirtschaftswälder zu schützen, sollten sich auf den Randbereich des Reservates beschränken. Weiter muß bei Neuausweisung von fichtenreichen Naturwaldreservaten die mögliche Waldschutzproblematik mit beachtet werden.

Aus der Sicht des Waldschutzes kann aus den Beobachtungen in den Naturwaldreservaten und einer ungebremsen Borkenkäferentwicklung für den Wirtschaftswald der Schluß gezogen werden, daß ohne Gegenmaßnahmen diese vom Buchdrucker befallenen Bestände innerhalb weniger Jahre abgetötet werden. Für den Wirtschaftswald bleibt das Prinzip "der sauberen Wirtschaft", das heißt umgehende Aufarbeitung und Abfuhr befallener Stämme unabdingbar. Es ist die wichtigste Voraussetzung, um eine Ausbreitung des Buchdruckers einzugrenzen.

Besonders eine Gefährdung angrenzender nichtstaatlicher Wälder ist vor Ort zu prüfen und durch laufende Kontrollen (Bohrmehlkontrolle!) und entsprechende Bekämpfungsmaßnahmen auszuschließen. Wo es die Flächengröße des Naturwaldreservates erlaubt, sollten Eingriffe in zentrale Reservatsflächen möglichst vermieden werden.

Literatur

- AHRENS, W. (1998): Bannwälder - 25 Jahre ungestörte Bestandesentwicklung, FVA - Einblick 1, Freiburg, S. 4-5
- NIEMEYER, H.; ACKERMANN, J.; WATZEK, G. (1995): Eine ungestörte Massenvermehrung des Buchdruckers (*Ips typographus*) im Hochharz, Forst und Holz 8, S. 239-243
- SCHMIDT, O. (1993): Buchdruckerbefall an Spirke, Allg. Forstzeitschrift Nr. 11, S. 548
- SCHMIDT, O. (1998): Borkenkäferproblematik in Naturwaldreservaten - Ergebnisse einer LWF-Umfrage, LWF-aktuell Nr. 14, S. 5-6
- WESLIEN, J. & SCHRÖTER, H. (1996): Natürliche Dynamik des Borkenkäferbefalls nach Windwurf - Totholzmenge, Verteilung und Ausbreitung des Befalls im Bannwald "Napf", AFZ/Der Wald 19, S. 1052-1055

Angelika Weißbacher

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, SG V Waldökologie und Waldschutz,
Freising

Situation und Entwicklung der Borkenkäferpopulation im Nationalpark Bayerischer Wald

Situation and development of the population of spruce bark beetles in the Nationalpark Bayerischer Wald

Zusammenfassung

Seit 1992 erlebt der Nationalpark Bayerischer Wald eine Massenvermehrung des Großen Buchdruckers *Ips typographus*. 1996 hatte der Käfer bereits 1560 ha abgetötet. 1997 durchgeführte Untersuchungen ergaben, daß die Käferpopulation nach wie vor vital ist und prognostizierten auch für 1998 bei günstiger Witterung ein erneutes Anwachsen der Totholzflächen.

Stichwörter: Nationalpark Bayerischer Wald, Massenvermehrung, Borkenkäfer, *Ips typographus*, Waldschutzzone.

Abstract

Since 1992, an outbreak of the spruce bark beetle has occurred in the Bavarian Forest National Park, killing 1560 ha of forests up to 1996. Investigations carried out in 1997 revealed that the beetle population is still rigorous, leading to the assumption of a further increase in forest loss, depending on weather conditions.

Key words: Bavarian Forest National Park, outbreak, spruce bark beetle, *Ips typographus*, forest protection aerea

Einleitung

Seit 1992 erlebt der Nationalpark Bayerischer Wald eine Massenvermehrung des Buchdruckers *Ips typographus*. Dieser Gradation sind 1997 bereits 2148 ha Fichtenwald zum Opfer gefallen. Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft wurde 1997 vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten beauftragt, Untersuchungen zur Vitalität des Käfers durchzuführen, die eine Einschätzung des künftigen Befallsfortschrittes ermöglichen sollten.

Lage und Standort

Der Nationalpark Bayerischer Wald liegt im Osten Bayerns, im Landkreis Freyung-Grafenau, und erstreckt sich entlang der bayerisch-böhmischen Grenze. Er ist Eigentum des Freistaates Bayern, ausnahmsweise der Enklaven Waldhäuser und Guglöd, zweier Ortschaften inmitten des Park-Gebietes.

Ausgangsgesteine sind Granit und Gneis. Die Höhenlagen erstrecken sich von 700 m bis 1453 m ü. NN (Rachelgipfel). Geländebedingt kommen hier drei Haupt-Waldgesellschaften vor: In den Hanglagen zwischen ca. 800 m und 1200 m ü. NN Bergmischwald, in den Hochlagen und in Talsenken, den sogenannten "Auen", in denen sich die vom Berg abfließende Kaltluft staut, wachsen aufgrund der klimatischen Verhältnisse natürliche Fichtenreinbestände, die naturgemäß besonders vom Borkenkäfer betroffen sind.

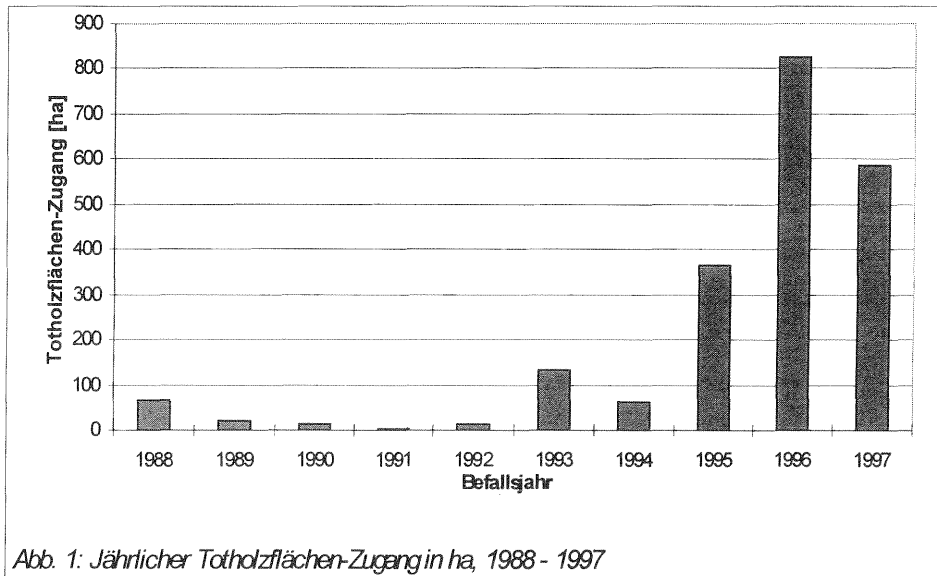
Gegründet wurde der Nationalpark Bayerischer Wald 1970 auf 13.300 ha. 1997 wurde er mit den Flächen des ehemaligen Forstamtes Zwiesel erweitert, das im Westen an das alte Gebiet anschließt. Der Nationalpark umfaßt nun 24.250 ha, gemeinsam mit dem im Norden anschließenden Nationalpark Šumava auf tschechischer Seite hat das Schutzgebiet eine Größe von insgesamt 92.250 ha.

Situation

Im alten Nationalparkgebiet wird gemäß dem Leitsatz "Natur Natur sein lassen" keine Borkenkäferbekämpfung durchgeführt. Eine Ausnahme bildet die sogenannte "Waldschutzzone" im Randbereich und rings um die Enklaven, die zum Schutz des Privatwaldes eingerichtet wurde. Im Erweiterungsgebiet findet laut einer Übergangsregelung bis ins Jahr 2017 Käferbekämpfung statt.

Von 1995 bis 1996 hat sich der jährliche Totholzflächenzugang, verursacht durch Käferfraß, mehr als verdoppelt, auf insgesamt 12,3 % der alten Nationalparkfläche. 1997 betrug der Totholzflächenzuwachs 69 % des Vorjahres, d.h. 16,9 % des Altgebietes sind abgestorbene Bestände. Dies ist das Ergebnis der seit 1988 jeweils Ende Juli/Anfang August stattfindenden Befliegung des Nationalparkgebietes (siehe Abb. 1). Die Luftbilder werden durch die LWF ausgewertet und geben in erster Linie den Stand des Vorjahres wieder. Frisch abgestorbene Bäume können nicht als solche erkannt werden, da sie noch nicht völlig ihre Nadeln verloren haben. Besonders dramatisch ist die Situation in den Hochlagen. Hier sind 1997 mittlerweile 58,1 % der Bestände abgestorben (über 1319 ha). In den Hanglagen beträgt der Anteil der toten Bestände 6,5 % (= 829 ha).

In den Hochlagen sind große zusammenhängende Totholzkomplexe von mehreren 100 ha Größe entstanden. 1997 führte der Buchdrucker in den neu befallenen Hochlagen-Flächen auch Notfraß an älterer Fichtenverjüngung ab ca. 2 m Höhe durch. Eine Brutentwicklung in diesen Stämmchen war aber nicht möglich. Ungefähr 10 % dieser Verjüngung war davon betroffen.



Ursachen

Brutraumangebot

Zwei Jahre nach Gründung des Nationalparks, also 1972, wurde die forstwirtschaftliche Nutzung in den Hochlagen auf ca. 2300 ha eingestellt und der Wald der Natur überlassen. Dieses sogenannte "Reservat" wurde sukzessive bis 1990 auf zwei Drittel der alten Nationalparkfläche ausgedehnt. Während dieser Zeit entstand ständig Brutraum für *Ips typographus*. Die Fichte kann in dieser Region von vielen möglichen Schadereignissen betroffen werden, wie z.B. Eis- und Duftbruch, Blitzschlag, Windwurf und -bruch, etc. Wie Tab. 1 zeigt, haben sich in den letzten Jahren jährlich mehrere Windwürfe, zumeist kleineren Umfangs, ereignet.

Bereits 1983/84 wurde das Konzept des "Nicht-Eingreifens" auf eine harte Probe gestellt. Im August '83 fiel ein Gewittersturm 87 ha und im Oktober '84 ein Herbststurm - vorwiegend in den höheren Lagen - 170 ha. Dieses Windwurfholz wurde im Reservat nicht aufgearbeitet, die folgende Buchdruckergradation wurde beobachtet. Die Ereignisse der ersten Jahre stimmten zuversichtlich: die Gradation nahm 1984 ihren Lauf, hatte 1986/87 ihren Höhepunkt und ebte dann wieder ab. Der jährliche Totholzflächenzugang verringerte sich ab 1988 beständig, bis er 1991 fast zum Erliegen kam. Dann aber, ab 1992, nahm dieser wieder drastisch zu bis auf ein unerwartetes Ausmaß in den letzten Jahren (Abb. 1).

Tabelle 1: Witterungsbedingungen, Windwurfereignisse und jährlicher Totholzflächenzugang, 1988 - 1997.

Jahr	Sommertage	Tage > 16,5 °C	Jahresdurchschnittstemp.	Niederschläge	Sturmwürfe (≥ 8 Bft.)	Totholzflächenzugang
	(Mittel: 7)	(1.-15.5.)	(5,9 °C)	(Mittel)	Anzahl	im Vgl. z. Vorjahr
97	k.A.	8	k.A.	k.A.	bis Anf. Mai: 6	↘ (0,7)
96	7	4	<		7	↗ (x 2,2)
95	13	5	>		2	↗ (x 5,8)
94	24	3	>	<	8	↘ (x 0,5)
93	8	9	>		9	↗ (x 9,5)
92	17	4	>	<	8	↗ (x 2,8)
91	6	-	<		4	↘ (x 0,3)
90	7	12	>	<	14	↘ (x 0,7)
89	3	2	>			↘ (x 0,3)
88	5	8	>			ja

(Mittelwerte beziehen sich auf den

Zeitraum 1972 - 96)

Daten der Wetterstation Waldhäuser,
NP Bayer. Wald

> = über dem Mittel

< = unter dem Mittel

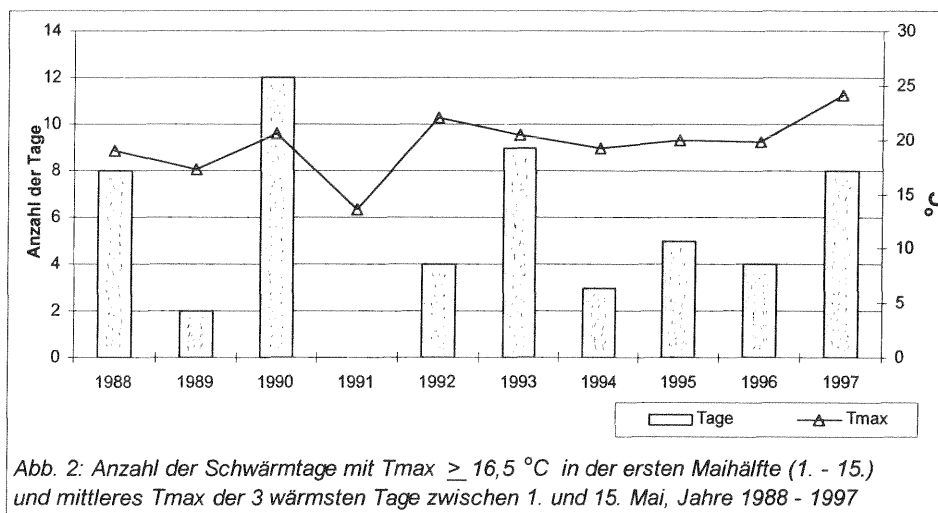
Die Bedeutung des Brutraumangebots zeigt Abb. 3. Hier wird die reale Totholzfläche pro 1000 ha Hochlage im alten Nationalparkgebiet mit einer aus dem Käferholzeinschlag im Erweiterungsgebiet, dem ehemaligen Forstamt Zwiesel, ermittelten Fläche gegenübergestellt. Die Käferbekämpfung in Zwiesel führte dazu, daß die errechnete Totholzflächenentwicklung sich auf einem wesentlich niedrigeren Niveau bewegt als der Befallsfortschritt im Alt-Gebiet. 1993 war die Totholzfläche pro 1000 ha im alten Nationalpark um ein 5,4 faches höher als im Forstamt Zwiesel. 1995 betrug sie bereits das 26fache.

Witterung

Ips typographus braucht im wesentlichen zwei Bedingungen, um eine Massenvermehrung durchzuführen: Brutraum und günstige Witterung, vor allem während der ersten Schwärmperiode, die im Bayerischen Wald hauptsächlich in der ersten Maihälfte stattfindet. Abb. 2 und Tab. 1 weisen für die letzten Jahre bezüglich Brutraum und günstige Witterung überwiegend optimale Bedingungen auf. Ab 1992 lag die Zahl der Sommertage (> 16 °C) meist deutlich über dem Mittelwert und im Mai waren potentielle Schwärmtage fast immer ausreichend vorhanden. Die

Abhängigkeit des Schwärmverhaltens von der Temperatur wird besonders deutlich im Jahr 1991, als der Totholzflächenzuwachs fast stagnierte. In diesem Jahr blieb die Temperatur in der ersten Maihälfte unter dem Schwellenwert von 16,5 °C (LOBINGER 1994), die Jahresdurchschnittstemperatur blieb unter dem 25jährigen Mittel von 5,9 °C.

Generell kann eine Population ab einer gewissen Dichte dann erfolgreich Stehendbefall durchführen, wenn sie massiert ausfliegen kann. Dafür braucht sie mindestens drei, vier optimale Schwärmtage in Folge (über 20 °C, ohne Niederschläge). Bei ungünstiger Witterung findet nur ein verzettelter Schwärmflug statt, die Gefahr von Stehendbefall sinkt - je nach Ausgangsdichte der Population. Anflüge von 200 Käfern innerhalb von 2 - 3 Stunden sind für eine Fichte akut gefährlich.



Immissionsschäden

Die Problematik von Immissionen, die in der Diskussion um den Grund dieses großflächigen Absterbens immer wieder ins Spiel gebracht wird, spielte damals keine Rolle. Auch heute sind sie nicht die Ursache der Kalamität. Der Borkenkäfer benötigt Brutraum und günstige Witterung und wenn diese beiden Faktoren gegeben sind, hat er die besten Vermehrungsbedingungen, unabhängig von Immissionen, Schädigung oder Autochtonie der Bestände. Im Bayerischen Wald ereignen sich ständig kleinere und größere Windwürfe, die für steten Brutraumnachschub sorgen. Auch in sogenannten Reinluftgebieten wie z.B. Kanada spielen sich immer wieder Borkenkäferkalamitäten beeindruckenden Ausmaßes ab.

Verschiedenste Untersuchungen ergaben bisher keinen Hinweis auf eine besondere Disposition immissionsgeschädigter Fichten für Borkenkäferbefall. Nach Untersuchungen von BAIER (1995) bleiben die Abwehrreaktionen von geschädigten Fichten noch intakt. Gesunde und geschädigte Bäume zeigten auf den Versuchsflächen keine Unterschiede bezüglich der Dichte und Größe der Harzkanäle. Der Wasserhaushalt spielt eine zentrale Rolle in der Abwehrreaktion, denn er

beeinflusst den Harzfluß. Offensichtlich kommen aber Bäume mit Symptomen der neuartigen Waldschäden allein durch diese nicht in Wasserstreß. BAIER stellte außerdem eine geringere Nahrungsqualität des Bastes geschädigter Fichten fest und demzufolge einen signifikant geringeren Bruterfolg (BAIER, 1996).

Die Auswertung von Farbinfrarotluftbildern, nach Totholzflächen einerseits und neuartigen Waldschäden nach Schadstufen und Chlorosen andererseits, ließ keine Korrelation zwischen Käferbefall und Schädigung im NP-Gebiet erkennen (KÖHLER & GRAD, 1993).

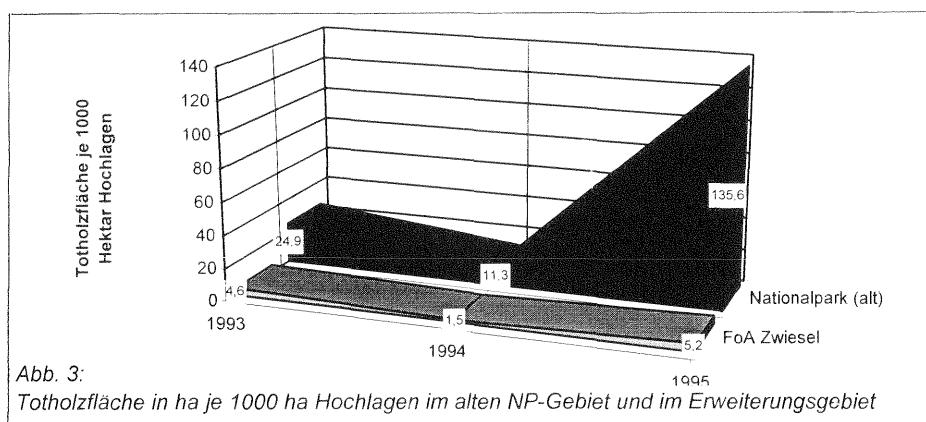


Abb. 3:
Totholzfläche in ha je 1000 ha Hochlagen im alten NP-Gebiet und im Erweiterungsgebiet

Forstgeschichte

Ein Blick in die Geschichte zeigt, daß Borkenkäferkalamitäten im Bayerischen Wald immer wieder vorkamen. Ihr Ausgangspunkt waren stets Windwürfe und Sturmkatastrophen, die sich immer wieder ereigneten. Allein von Mitte des 18. Jahrhunderts bis zum Jahre 1970, also für einen Zeitraum von 220 Jahren, wurden 86 größere Sturmereignisse genauer beschrieben, d.h. statistisch gesehen kamen größere Stürme alle zweieinhalb Jahre vor, neben vielen kleinen ungenannten Geschehnissen. Der Mindest-Anfall dieser Vorkommnisse wird auf insgesamt über 1,6 Mio. fm geschätzt. Auch Schnee-, Eis-, und Duftbruch schädigten die Bestände und v.a. die Fichte immer wieder.

Die größten beschriebenen Sturmkatastrophen mit anschließender Borkenkäferkalamität ereigneten sich 1868/70 und 1925/29. Vom Sturm 1868/70 waren 2025 ha betroffen, 1577 ha wurden davon holzleer, das entspricht 12 % der alten Nationalparkfläche. Es fielen insgesamt über 607.000 fm an. Die Schadensfläche von 1925/29 betrug 900 ha = 7 % der alten NP-Fläche. Die damaligen Schadensflächen decken sich zum Teil mit den jetzigen. Nach Untersuchungen von KÖHLER und GRAD (1993) liegen die Befallsschwerpunkte 1993 im Nordosten des NP und in den Hochlagen in den damaligen Befallsflächen von 1868/70, die im Westteil des NP decken sich überwiegend mit den Befallsflächen von 1925/29.

Beobachter der Kalamität nach dem Windwurf von 1868/70 wiesen damals schon auf einige wichtige Punkte hin:

- die Kalamität konnte 1876 nach 8 Jahren nur mit menschlichem Einsatz gestoppt werden
- hätte man sich auf die Selbsthilfe der Natur verlassen, wäre zweifellos noch eine große Zahl an Beständen vernichtet worden
- die natürlichen Feinde des Käfers waren nicht in der Lage, die Kalamität zu diesem Zeitpunkt zu stoppen (BÜTTNER, 1927)
- Grund der schweren Borkenkäferkatastrophe waren die verspätete Aufarbeitung der Windwürfe 1868 und der erneute Windfall 1870
- der Buchdrucker befahl während der Kalamität äußerlich völlig gesunde Bestände und oft junge, kaum dreißigjährige Bestände (FLEISCHER, 1877)

ESCHERICH hält 1923 in seinem Werk "Die Forstinsekten Mitteleuropas" fest: "...Greift der Mensch überhaupt nicht oder nur ungenügend ein und bleibt die Witterung einigermaßen günstig, so kann der Todeszug unentwegt weitergehen über ganze Wälder von riesenhafter Ausdehnung."

Ausbreitung der Population

Die Karten über die Entwicklung des Befallsfortschritts (NÜBLEIN 1997), die aus den Befliegungsdaten mittels GIS erstellt wurden, zeigen die Art und Weise der Ausbreitung der Käferpopulation: Sie verläuft in erster Linie frontartig, entlang von Befallslinien. Dies wurde auch schon während Kalamitäten in Dänemark (RAVN 1985, BUTOVITSCH 1941) und 1992/93 im Ebersberger Forst (SKATULLA, mdl. Auskunft) beobachtet und nicht durch längere Überflüge von Populationsteilen. Viele einzelne über das Nationalpark-Gebiet verteilte Käfernester lokaler Populationen haben sich im Laufe der Jahre vergrößert und sind vor allem in den Hochlagen zu großen Flächen zusammengelaufen. Bereits 1993 waren viele kleine Käfernester (< 0,1ha) vorwiegend in den höheren Lagen auffällig (KÖHLER & GRAD 1993).

Während einer Kalamität befällt der Buchdrucker in unmittelbarer Nachbarschaft stehende Bäume. Aufgrund ihrer hohen Populationsdichte schaffen sich Kalamitätspopulationen ihre Wirtsbäume selbst. Durch zeitlich komprimierten Massenbefall wird die Abwehrkraft der Bäume durch Unterbindung des Harzflusses ausgeschaltet. Es kommt großflächig zu Stehendbefall. In der Latenzphase muß der Käfer größere Strecken zurücklegen, da er dann nur anbrüchiges Holz besiedeln kann, das die Fähigkeit zum Harzen verloren hat. Einzelne Käfer fliegen auch bei Kalamitäten sicherlich weiter als in die unmittelbare Nachbarschaft. Mit zunehmender Entfernung vom Ursprungsort wird die Käferdichte immer dünner und erlaubt keinen Stehendbefall mehr.

Vitalität der Population

1997 wurden Untersuchungen zur Vitalität des Buchdruckers im Nationalparkgebiet durchgeführt. Im Erweiterungsgebiet wurden in drei Höhenstufen computergesteuerte Meßgeräte installiert (SKATULLA et al., 1992). Diese Meßgeräte sind gekoppelt mit einem Sensor in einer Flachtrichterfalle, der jeden Käferanflug meldet. Zeitgleich dazu können mit weiteren Sensoren verschiedene andere Parameter erhoben werden, wie z.B. Niederschlagsereignisse, Luft - und

Bodentemperatur, usw. Schwärmverlauf und Schwärmtintensität lassen sich lückenlos darstellen und rekonstruieren (Abb. 4). Die zumindest wöchentliche Auswertung der Fänge nach Jung- und Altkäferanteilen geben Aufschluß darüber, ob es sich bei den einzelnen Schwärmwellen um den erneuten Ausflug der Elternkäfer zur Anlage von Geschwisterbruten handelt oder um den Ausflug von Folgegenerationen.

Die Meßstationen wurden auf aktuellen Käferbekämpfungsflächen in Fichtenaltholzkomplexen auf 680 m (Fläche c, Tallage), 770 m (Fläche b, Hanglage) und 1170 m (Fläche a, Hochlage) errichtet. Abb. 4 weist im Juli/August rege Schwärmtätigkeit auf Fläche c aus. Diese kennzeichnet den Ausflug der 1. Generation. Am 5.8. wurden hier knapp 1000 Käfer gefangen. 1000 Käfer pro Falle und Tag lassen Stehenbefall im angrenzenden Bestand erwarten. Obwohl auf den drei Flächen vor Installation der Fallen Käferbekämpfung durchgeführt wurde sind die Anflugzahlen Ende Juli / Anfang August noch relativ hoch, was zum einen ein Vitalitätskriterium ist und zum anderen auf eine hohe Populationsdichte im Gebiet schließen läßt. Abb. 4 verdeutlicht auch die Abhängigkeit der Tagesanflüge von der Lufttemperatur. Bei Temperaturen unter dem Schwellenwert von 16, 5 °C (LOBINGER 1994) wurden keine Anflüge registriert, ebenso bei Regen. Neben den teilweise hohen Fangzahlen wurden weitere Vitalitätszeiger gefunden: Die Brutbilder waren überwiegend dreiarmig. Dies läßt auf einen erhöhten Weibchenanteil in der Population schließen. Das Geschlechterverhältnis der Jungkäfer der 1. Generation im Brutbild war ebenfalls leicht zugunsten der Weibchen erhöht und betrug zwischen 1:1,1 und 1:1,3 ♂♂ zu ♀♀. Die Eizahl pro ♀ betrug durchschnittlich 50 - 60 Stück. Bei Latenzpopulationen wird von zarmigen Brutbildern, 40 - 50 Eiern pro ♀ und nahezu ausgeglichenem GV (1:1) im Brutbild ausgegangen. Der erste Schwärmflug der Elterngeneration fand gleichzeitig in allen Höhenlagen Mitte Mai statt (12.-16.5.97). Naßkalte Witterung im Frühsommer verzögerte die Entwicklung. Mitte Juli wurden noch keine Jungkäfer unter der Rinde gefunden, lediglich Larven und Puppen. Es kam nur eine Generation zum Ausflug.

Die Fangzahlen und die biologischen Parameter deuten also auf eine weiterhin vitale Buchdrucker-Population hin und deshalb wurde für 1998 bei günstiger Witterung ein Fortschreiten des Befallsgeschehens prognostiziert.

Schutz des angrenzenden Privatwaldes

Um ein Übergreifen der Käferpopulation im Nationalpark auf angrenzende Privatwälder zu verhindern, wurde eine sogenannte "Waldschutzzone" eingerichtet, die zwischen Privatwald und dem Kerngebiet des Nationalparks liegt. Hier findet mechanische Borkenkäferbekämpfung statt, also Brutraumzug mittels Einschlag befallener Bäume und deren Entrindung bzw. Abtransport. Je nach Gefährdungsgrad des Privatwaldes ist diese Zone zwischen 500 und 1000 m breit. Dies wird von Experten als ausreichend erachtet, um ein Übergreifen des Käfers zu verhindern (LWF 1998), wenn hier intensive Bohrmehlkontrollen und rechtzeitige und saubere Aufarbeitung durchgeführt werden. Auf diesen Flächen dürfen auch Schlagabraum und Brennholzganter nicht zurückbleiben. Je größer die Waldschutzzone ist, desto höher ist auch der Arbeitsaufwand bezüglich Überwachung und Bekämpfung. Die Effektivität der Zone ist aber abhängig von der Intensität der Überwachung und Aufarbeitung, deshalb sind schmalere Zonen (500 m) generell effektiver als breitere (LWF 1998). Im alten NP-Gebiet beträgt die Waldschutzzone 25 % der

Fläche (= 3500 ha). Im Erweiterungsgebiet wird bis zum Jahr 2017 auf ganzer Fläche Borkenkäferbekämpfung durchgeführt (Übergangsregelung).

Befall im Privatwald kann aber allein mit Hilfe der Waldschutzzone nicht verhindert werden. Die Privatwaldbesitzer selbst müssen intensiv und genau überwachen und ggf. aufräumen, denn Brutmaterial in Verbindung mit günstiger Witterung läßt jede lokale Latenzpopulation schnell zur Kalamitätsstärke gelangen. Deshalb wurde 1998 eine Bekämpfungsanordnung für die angrenzenden Privatwälder erlassen. Betreuung und Beratung der Privatwald-Besitzer durch die Forstbehörden vor Ort ist nötig, um die Effizienz der Maßnahmen sicherzustellen. Ebenso unerlässlich ist ein Informationsfluß zwischen Bevölkerung und Nationalparkverwaltung unter dem Gesichtspunkt "Vertrauen schaffen, Einblicke fördern", der beide Parteien zur Zusammenarbeit motiviert. Dies ist unabdingbar für den Erfolg einer jeden Schutzgebiets-Zielsetzung, denn unterstützt und akzeptiert wird nur, was verstanden wird.

Fazit

Fichte und Buchdrucker gehören zusammen. Jeder Fichtenwald, den man sich selbst überläßt, ist grundsätzlich durch den *Ips typographus* gefährdet. Der Buchdrucker braucht nur zwei Bedingungen um aus der Latenz in eine Gradation zu kommen: Brutraum und günstige Witterung. Diese Voraussetzungen waren in den letzten Jahren im Nationalpark gegeben und sind ursächlich für die gegenwärtig ablaufende Entwicklung. Kalamitäten betreffen nicht nur künstliche, standortswidrige oder geschädigte Fichtenforsten, sondern auch naturnahe Fichtenwälder.

Es drängt sich daher der Gedanke auf, ob Borkenkäferkalamitäten nach Schadereignissen speziell im natürlichen Fichtenwald nicht generell die wichtigsten Faktoren darstellen, die einen Wald großflächig verjüngen; Kalamitäten als natürliches Waldverjüngungsregulativ im Urwald.

Die bereits vorhandene Fichtenverjüngung kann vom plötzlichen Lichtgenuß nach Absterben des Altbestandes profitieren, wenn keine großflächigen biotischen oder abiotischen Schadereignisse eintreten. Sie muß nicht mehr im Schatten der Altbäume dahinvegetieren und kann sich gegen eventuelle Konkurrenzbaumarten wie Buche und Tanne großflächig durchsetzen.

Für ein Totalreservat mit dem Anspruch des Prozeßschutzes ist eine Borkenkäfermassenvermehrung kein Problem. Für den Wirtschaftler im Fichtenwald schon. Doch kann er dieses Gefahrenpotential mittels sauberer Forstwirtschaft, also Brutraumzug, verringern. Schwer zu akzeptieren für einen Teil der Bevölkerung ist die Entwicklung im Nationalpark und die Veränderung des Landschaftsbildes. Problematisch ist die Kalamität für angrenzende Fichtenwirtschaftswälder. Hier muß versucht werden, ein Übergreifen der Käferpopulation zu verhindern.

Der Wald im Nationalpark wird auf großer Fläche vom Buchdrucker umgestaltet und man darf gespannt sein auf die Prozesse, die dort in den nächsten Jahrzehnten ablaufen werden sowie den Wandel des Landschaftsbildes.

Literatur

- BAIER, P. (1995): Auswirkungen von Vitalität und Brutbaum-Qualität der Europäischen Fichte, *Picea abies*, auf die Entwicklung der Borkenkäfer-Art *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae). Entomol. Gener. 21 (1/2), 27 - 35.
- BAIER, P. (1996): Defence reactions of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) to controlled attacks of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in relation to tree parameters. J. Appl. Ent. 120, 587 - 593 (1996).
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (1998): Borkenkäferproblematik im Nationalpark Bayerischer Wald, LWF 1 - 47.
- BÜTTNER. (1927): Forstamtsgeschichte Zwiesel-Ost. Archiv NPV Zwiesel, 1 - 59.
- ELLING, W., BAUER, E., KLEMM, G., KOCH, H. (1987): Klima und Böden - Nationalpark Bayerischer Wald. Schriftenreihe des Bay. Staatsministeriums für ELF, Heft 1/1987, 122 - 150.
- ESCHERICH, K. (1923): Die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. II. Verlag Paul Parey, Berlin, 575-593.
- FLEISCHER, A. (1877): Der Fichtenborkenkäfer "*Bostrychus typographus*" im Böhmerwald, seine Mithelfer an dem Zerstörungswerke und seine Feinde aus der Klasse der Insekten. Separat-Abdruck aus der Vereinsschrift für Forst-, Jagd- und Naturkunde des böhmischen Forstvereines, 3/1877, 1 - 42.
- KÖHLER, U., GRAD, M. (1993): Untersuchungen zur Populationsdynamik der Borkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald. Schlußbericht V 12, Lehrstuhl für angewandte Zoologie, Forstwissenschaftliche Fakultät, Freising.
- LOBINGER, G. (1994): Die Lufttemperatur als limitierender Faktor für die Schwärmaktivität zweier rindenbrütender Fichtenborkenkäferarten, *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). Anz. Schädlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz 67, 14 - 18.
- NÜBLEIN, S. (1997): Wie wirksam ist die Borkenkäferbekämpfung? Forstinfo 5/97, Bayerische Staatsforstverwaltung.
- NÜBLEIN, S. (1997): Totholzflächen und Waldstrukturdaten im Nationalpark Bayerischer Wald 1996/1997. Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1 - 18.
- NÜBLEIN, S. (1998): Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald 1998. Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 1 - 24.
- RAVN, H. P. (1985): Expansion of the populations of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) and their local dispersal following gale disaster in Denmark, Z. Ang. Ent. 99, 26-33.
- SKATULLA, U., FEICHT E. (1992): Untersuchungen zum Anflugverhalten des Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus* L.) und einiger Beifänge an Pheromonfallen mit Hilfe eines neuartigen elektronischen Meßgerätes. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 65, 7 - 11.

Hansjochen Schröter

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg, Abt. Waldschutz, Freiburg i. B.

Ausbreitung des Borkenkäferbefalls in den Bannwäldern Baden-Württembergs

The spread of bark beetle infestation in strict forest reserves in Baden-Württemberg

Zusammenfassung

Die in Baden-Württemberg ausgewiesenen fichtenreichen Bannwälder (BW) ermöglichen Untersuchungen zur natürlichen Ausbreitungsdynamik von Borkenkäferbefall und deren Auswirkungen auf die umliegenden Wirtschaftswälder. Eine Besonderheit bilden die nach den Orkanen 1990 ausgewiesenen "Sturmwurf-BW", in denen das Schadholz nur teilweise oder gar nicht aufgearbeitet wurde. Von diesen "Sturmwurf-BW" werden die Befunde der Untersuchungen von 1991 bis 1996 auf zwei Beispielflächen, dem BW "Bayrischer Schlag" (Fbz. Bad Waldsee) und BW "Fohlenhaus" (Fbz. Langenau) dargestellt.

Beide Flächen unterscheiden sich in ihrer Ausgangssituation: Der BW "Fohlenhaus" wies eine höhere Schadholzmenge und trockenere Standortverhältnisse auf als der BW "Bayrischer Schlag". Diese Unterschiede schlugen sich in einer unterschiedlichen Besiedelung der liegenden Stämme und in unterschiedlichen Mustern der Befallsausbreitung nieder. Während im BW "Fohlenhaus" alle Fichten dem Sturm oder dem Borkenkäfer zum Opfer fielen, sind auf der Fläche "Bayrischer Schlag" größere Bestandesteile vom Borkenkäferbefall verschont geblieben. Die Befallsausbreitung im umgebenden Wirtschaftswald verlief bei beiden BW unterschiedlich. Die Gründe hierfür werden diskutiert.

Stichwörter: Bannwälder, Baden-Württemberg, Totalreservate, Fichte, Borkenkäfer, Sturmschäden, Befallsdynamik

Abstract

In the strict forest reserves (completely unmanaged forest areas) of Baden-Württemberg with spruce as the predominating tree species investigations on the natural dynamics of bark beetle infestation inside and outside the unmanaged areas can be performed. A special kind of strict reserves are the "storm damage reserves", where after the storm in 1990 the thrown and broken spruces were not or only partly harvested. The results of two example areas, the reserve "Bayrischer Schlag" (Forest district Bad Waldsee) and "Fohlenhaus" (Forest district Langenau) are reported.

Both of the reserves are different in the state: In the reserve "Fohlenhaus" the amount of storm-damaged spruces was higher, the part of broken spruces was higher and the site conditions are dryer than in the reserve "Bayrischer Schlag". These differences resulted in a different colonization of the thrown trunks by the bark beetles and in a different pattern of the spread of bark beetle infestation. While in the reserve "Fohlenhaus" all the spruces were killed either by storm or by bark beetle attacks, in the reserve "Bayrischer Schlag" greater parts of the spruce stand had been spared by storm and bark beetle attack. The spread of bark beetle infestation in the surrounding managed forests was different at both reserves. The reasons are discussed.

Key words: Strict forest reserves, Baden-Württemberg, completely unmanaged forest areas, spruce, storm damage, bark beetles, infestation dynamics.

Einleitung

Die beiden folgenden Beiträge von SCHRÖTER und BECKER bilden insofern eine Einheit, als sie sich mit Borkenkäferbefall in Bannwäldern Baden-Württembergs befassen.

Was sind Bannwälder?

Bannwälder sind eine Kategorie der im Landeswaldgesetz für Baden-Württemberg (1995) verankerten "Waldschutzgebiete". Sie stellen Totalreservate dar, in denen folgende Zielsetzungen verfolgt werden (DIETERICH et al., 1970; BÜCKING, 1990 a, b; 1992; BÜCKING et al., 1993):

- Wissenschaftliche Erforschung von Waldökosystemen, die der Nutzung entzogen sind
- Schutz seltener Waldgesellschaften
- Biotop- und Artenschutz
- Schutz größerer Landschaftsausschnitte naturnaher Waldökosysteme in vegetationsstypischer Zusammensetzung
- Beobachtung der Ökosystementwicklung von Menschen geprägter Waldbestände

Diese z. T. seit über 90 Jahren existierenden Bannwälder (BW) sind über das ganze Land verteilt. 1998 betrug deren Anzahl 80 und deren Gesamtfläche rund 4.200 ha.

Langfristiges Ziel ist eine BW-Fläche, die ca. 1 % der Waldfläche des Landes (= ca. 13.000 ha) umfaßt. Waren die ersten BW relativ klein (10-20 ha), so steht heute die Ausweisung größerer BW-Flächen (> 100 ha) im Vordergrund (BÜCKING et al., 1993).

Eine Besonderheit war die Ausweisung von fünf "Sturmwurf-Bannwäldern" (Kernflächen insgesamt 114 ha) nach den Orkanereignissen vom Januar/Februar 1990. In diesen BW sollte die ungestörte Sukzession nach einem solchen für ein Waldökosystem einschneidenden Schadereignis untersucht werden ("Sukzessionsflächen").

Für die Waldschutzforschung bieten die BW die einmalige Möglichkeit, die Ausbreitungsdynamik des Borkenkäferbefalls in fichtenreichen Wäldern **ohne** menschliche Einwirkungen zu untersuchen. Dies gilt sowohl für die fichtenreichen BW im Schwarzwald, die nicht so stark von den Orkanshäden 1990 betroffen waren, als auch ganz im besonderen für die Sturmwurf-BW (SCHRÖTER et. al., 1998; SCHRÖTER & SCHELSHORN, 1994; WESLIEN und SCHRÖTER, 1996).

Dabei werden folgende **Fragestellungen** untersucht:

- Durch welche Faktoren werden die Borkenkäfer-Gradationen in den BW ausgelöst?
- Welche Faktoren bestimmen Geschwindigkeit und Richtung der Befallsausbreitung?
- Wie stark wird der umliegende Wirtschaftswald durch das Käferpotential in den BW beeinflusst?
- Ergeben sich Hinweise auf effiziente Strategien im Rahmen der "integrierten Borkenkäferbekämpfung" für den Wirtschaftswald?

Im folgenden werden exemplarisch die Untersuchungsergebnisse von zwei Sturmwurf-BW, "Fohlenhaus" (Fbz. Langenau) und "Bayrischer Schlag" (Fbz. Bad Waldsee), dargestellt. BECKER stellt im Anschluß zwei Untersuchungsobjekte "klassischer" BW aus dem Schwarzwald vor.

Material und Methoden

Untersuchungsflächen

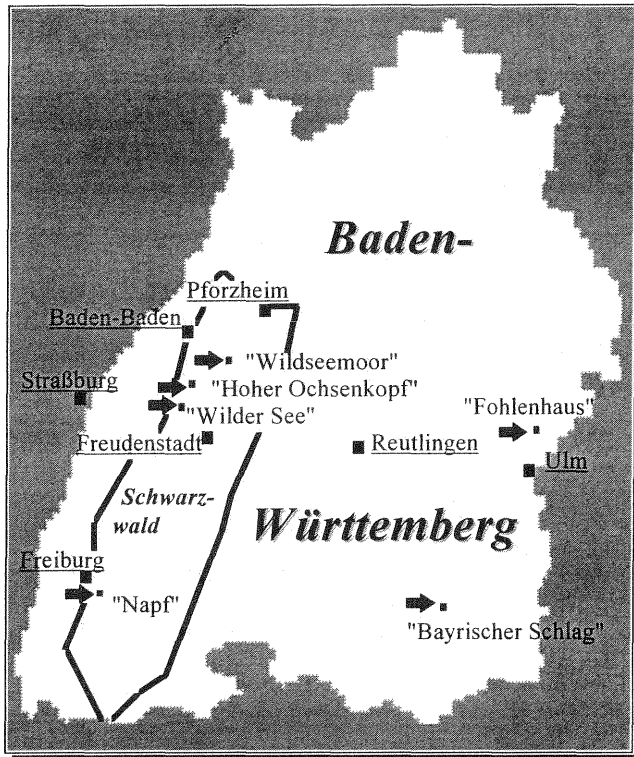


Abbildung 1: Geographische Lage der untersuchten Bannwälder

Abb. 1 zeigt die geographische Lage der hier behandelten Sturm-BW "Fohlenhaus" und "Bayrischer Schlag". Darüber hinaus ist die Lage der fichtenreichen BW im Schwarzwald dargestellt, in denen im Rahmen eines Forschungsprojektes die Entwicklung des Borkenkäferbefalls untersucht wird.

Die Untersuchungen der FVA-Abteilung Waldschutz in den "Sturmwurf-BW" begannen im Frühjahr 1991, also ein Jahr nach dem Sturmereignis. Im Herbst 1996 wurden die Intensivuntersuchungen eingestellt, extensiv werden die Flächen weiter beobachtet. Die im folgenden dargestellten BW-Flächen sind in Tab. 1 charakterisiert.

Tab. 1: Beschreibung der untersuchten Sturmwurf-BW (Kernflächen)

Name des Bannwaldes (Forstbezirk)	Fläche (ha)	Wuchsgebiet	Regionalwald
Fohlenhaus (Langenau)	16	Schwäbische Alb	Kontinental-submontaner Buchenwald mit Eiche
Bayrischer Schlag (Bad Waldsee)	18	Südwestdeutsches Alpenvorland	Submontaner Buchen-Tannen- wald mit Eiche

Untersuchungen an liegenden Stämmen

Die Befallsdichte der Borkenkäfer wurde ausschließlich im Jahr 1991 an *geworfenen* Stämmen ermittelt. Eine Aufnahme an gebrochenen Fichten war im Jahr 1991 nicht mehr möglich, da das Brutgeschäft in diesen Stämmen weitgehend abgeschlossen war und die Rinde bereits abfiel. Sturmbruch spielte mit einem Anteil von ca. 80 % (gutachtliche Schätzung) nur im BW "Fohlenhaus" eine entscheidende Rolle. In der Fläche "Bayrischer Schlag" war der Bruchanteil weitaus geringer.

Bei der Aufnahme der liegenden Stämme wurde wie folgt vorgegangen:

In einer Diagonale über die Schadflächen wurden auf einzelnen Bäumen rechteckige "Fenster" (20 x 50 cm = 0,1 m²) im 2 m -Abstand mit Farbe aufgesprüht. Bäume und "Fenster" wurden nummeriert und die innerhalb der "Fenster" liegenden Einbohrlöcher von Borkenkäfern zu vier Zeitpunkten mit Stecknadeln markiert und ausgezählt. Durch Verwendung unterschiedlicher Farben der Stecknadelköpfe ließ sich die Entwicklung der durchschnittliche Besiedelungsdichte/m² Rindenfläche herleiten. Aufgrund der Größe der Einbohrlöcher und des Bohrmehlauswurfs wurden folgende Käferarten unterschieden:

- Buchdrucker (*Ips typographus*)
- Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*)
- Gestreifter Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum*)
- Bastkäfer (z. B. *Hylurgops sp.*)

Untersuchungen des stehenden Befalls

Der Stehendbefall (= absterbende bzw. abgestorbene Bäume) wurde von 1991 bis 1996 in verschiedenen Zeitabständen wie folgt erhoben:

- Auf den **Sukzessionsflächen** selbst wurde die Anzahl der Käferbäume gezählt und ihre Lage wurde in eine Karte eingetragen, wo sie durchnummerierten "Befallsflächen" zugeord-

net wurden. Um eine Doppelzählung zu vermeiden, wurden die aufgenommenen Bäume markiert.

- Da die vorläufige Konzeption kleinere BW-Flächen vorsah, als schließlich 1994 ausgewiesen wurden, betraf die Räumung der Sturmflächen und Käferholzaufarbeitung nach dem Sturm auch Teile der heutigen BW-Flächen. Die Aussagen über die Borkenkäfersituation auf den Sukzessionsflächen selbst beziehen sich somit nur auf die im ursprünglichen Konzept vorgesehenen Kernbereiche, da auf den Restflächen das Sturm- und Käferholz bis 1994 weitgehend aufgearbeitet wurde.

Eine genaue Zuordnung zum Verursacher (Käferart) des Stehendbefalls war im einzelnen nicht möglich. Gleichwohl kann davon ausgegangen werden, daß der größte Teil der älteren abgestorbenen Fichten (> 40 Jahre) vom Buchdrucker befallen waren, bei den jüngeren Fichten (< 40 Jahre) kommt auch der Kupferstecher als Absterbeursache in Frage, die übrigen Borkenkäferarten nicht.

- In den umliegenden **Wirtschaftswäldern** erfolgte eine revierübliche Käferbekämpfung nach den Grundsätzen der "Integrierten Borkenkäferbekämpfung" (s. AID-Merkblatt, 1993). Der käferbedingte Einschlag ("Zufällige Nutzung" = ZN) wurde von den örtlich zuständigen Revierleitern*) im Umkreis von ca. 500 m um die Sukzessionsflächen herum (= Untersuchungsbereich) gesondert erfaßt nach Anzahl der Bäume, Volumen (EFm), Lage ("Befallsflächen") und Absterbezeitpunkt.

Ergebnisse

Um die Unterschiede zwischen den Flächen besser zutage treten zu lassen, werden im folgenden die verschiedenen Ausbreitungsparameter jeweils für beide Flächen nacheinander dargestellt.

Besiedelung der liegenden Stämme

BW "Bayrischer Schlag"

Auf der Fläche "Bayrischer Schlag" wurden in einer Diagonalen über die Sturmfläche 37 Fichten mit 218 "Fenstern" von 20 x 50 cm (= 0,1 m²) zu 4 Zeitpunkten im Jahr 1991 aufgenommen. Die untersuchte Stammoberfläche betrug somit insgesamt 21,8 m². Das Ergebnis der Besiedelung zeigt die Abb. 2. Im Unterschied zum BW "Fohlenhaus" (s. Abb. 3) konnten bis in den Oktober Einbohrungen von Buchdruckern und Kupferstechern auf hohem Niveau registriert werden. Der Nutzholzborkenkäfer spielte nur im Mai eine Rolle.

*) Den Revierleitern Kächele und Stein sei an dieser Stelle für ihre engagierte Mitwirkung an dem Projekt gedankt.

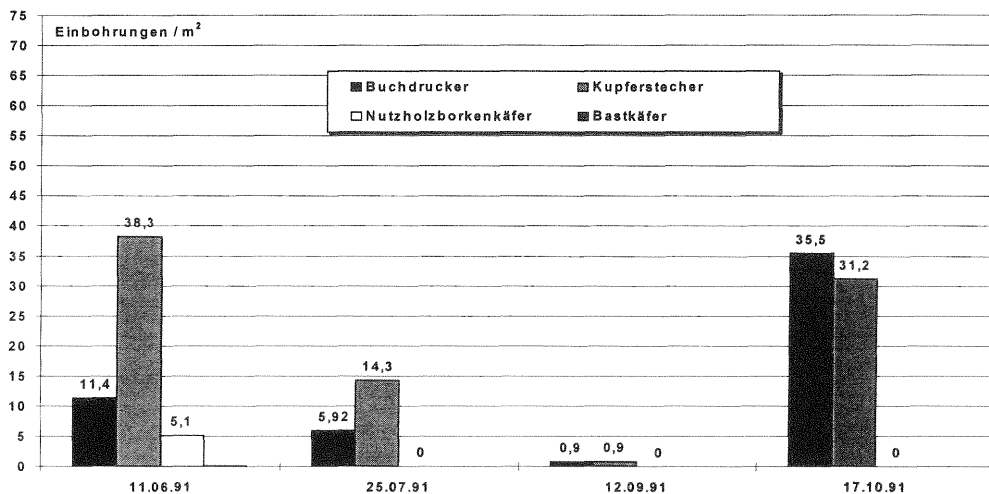


Abb. 2: Befallsdichte 1991 (Neueinbohrungen) der geworfenen Fichten im BW "Bayrischer Schlag"

BW "Fohlenhaus"

An 20 diagonal über die Fläche verteilten Sturmwürfen wurde eine Stammoberfläche von insgesamt $12,6 \text{ m}^2$ (126 Fenster) untersucht. Die Erhebung wurde während des Jahres 1991 ebenfalls viermal wiederholt. Die Entwicklung zeigt Abb. 3.

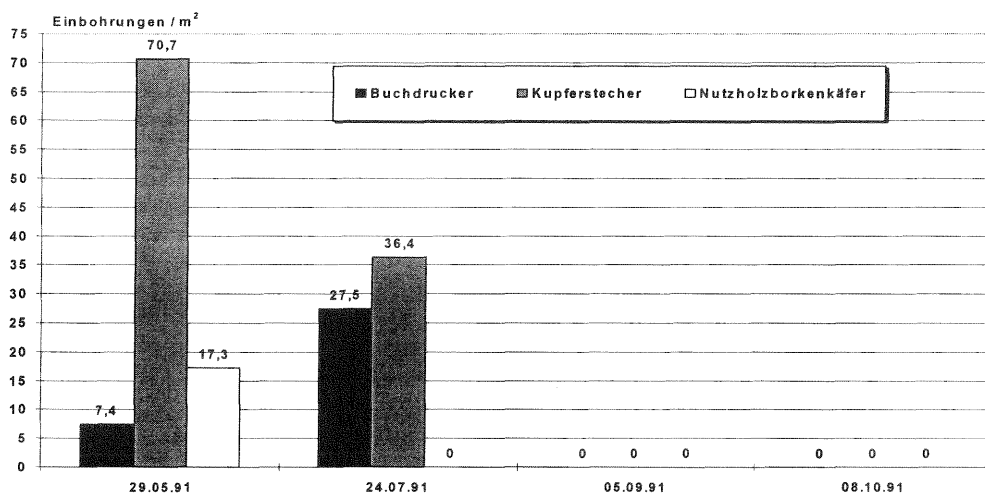


Abb. 3: Befallsdichte 1991 (Neueinbohrungen) der geworfenen Fichten im BW "Fohlenhaus"

Bei dieser Fläche fällt die relativ hohe Besiedelungsdichte mit Kupferstecher und Gestreiftem Nutzholzborkenkäfer im Mai auf. Bereits im September war die Besiedelung durch Buchdrucker und Kupferstecher abgeschlossen.

Entwicklung des Stehendbefalls

Die Dokumentation des Stehendbefalls auf den Sukzessionsflächen selbst (Kernbereich der ausgewiesenen BW-Flächen) und der durch den Käferbefall verursachten ZN im angrenzenden Wirtschaftswald erlaubt die Darstellung der zeitlichen und räumlichen Ausbreitungsdynamik des Käferbefalls. Hierzu wurde die Untersuchungsfläche ausgehend vom *zentralen Befallsherd* in 4 Sektoren (Nordosten, Südosten, Südwesten, Nordwesten) untergliedert. Weiterhin wurde die Entfernung der Befallsflächen zur BW-Grenze (Kernbereich) in Stufen von 50 m angegeben.

BW "Bayrischer Schlag"

Innerhalb der BW-Fläche blieben größere Bestandesreste vom Sturm verschont und waren in den Folgejahren vom Stehendbefall durch Borkenkäfer betroffen. In Tab. 2 sind die Ergebnisse der Erhebung für die Sukzessionsfläche zusammengefaßt.

Tab. 2: Stehendbefall bei Fichte (Baumzahl) innerhalb des BW "Bayrischer Schlag"

<i>Befallsfläche</i>	<i>Jahr</i>	1991	1992	1993	1994	1995	1996	<i>Summe</i>
1		42	6	6	12	0	0	66
2		15	0	0	0	0	0	15
3		0	0	6	26	0	0	32
4		0	0	0	0	15	0	15
5		0	0	0	18	0	0	18
6		0	0	0	6	0	0	6
7		0	0	0	2	0	0	2
8		0	0	0	7	0	0	7
9		0	0	0	0	48	21	69
	Summe	57	6	12	71	63	21	230

Erwartungsgemäß spielt das Befallsjahr 1991 auf der Sukzessionsfläche eine große Rolle. Der meiste Stehendbefall entstand jedoch im Jahr 1994, obwohl der Schadholzanfall im untersuchten Wirtschaftswald in diesem Jahr relativ gering war (s. Abb. 4).

Der in Abb. 4 dargestellte zeitliche Verlauf der ZN **im angrenzenden Wirtschaftswald** zeigt einen Schadensverlauf mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Das Niveau ist deutlich geringer als z. B. im Einflußbereich des BW "Silbersandgrube" (SCHRÖTER et al., 1998) und erreicht sein vorläufiges Minimum 1994. Im Unterschied zum BW "Fohlenhaus" (s. Abb. 7) erfolgte in den Jahren 1995 und 1996 weitaus mehr Stehendbefall als unmittelbar nach dem Sturmjahr 1990, was offensichtlich auf ein zweites Sturmereignis im Jahr 1994 (SCHRÖTER et al., 1995) zurückzuführen ist.

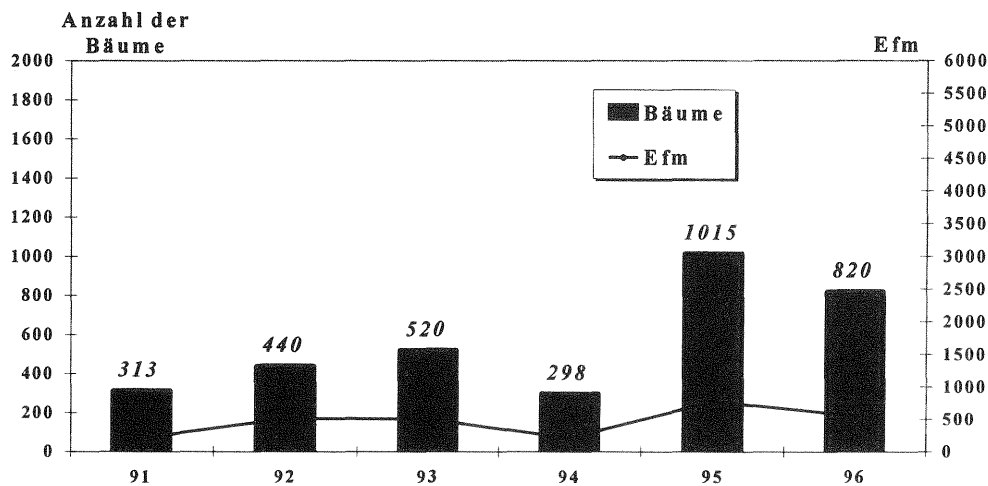


Abb. 4: Zeitliche Entwicklung der Zufälligen Nutzungen im Untersuchungsbereich des BW "Bayrischer Schlag"

Abb. 5 zeigt zunächst eine entfernungsabhängige Zunahme der ZN, der eine leichte Abnahme bis zur Peripherie des Untersuchungsgebietes folgt. Die Ausbreitungsdynamik verhält sich somit im Vergleich zu den Beobachtungen im BW "Fohlenhaus" (Abb. 8) verschieden. Vor allem der vergleichsweise heftige Schadensverlauf in den Jahren 1995/96 trägt zur Verzerrung des Ausbreitungsmusters bei, jedoch zeigen auch die Jahre 1991 und 1994 keinen und die Jahre 1992 und 1993 nur einen schwachen entfernungsabhängigen Trend.

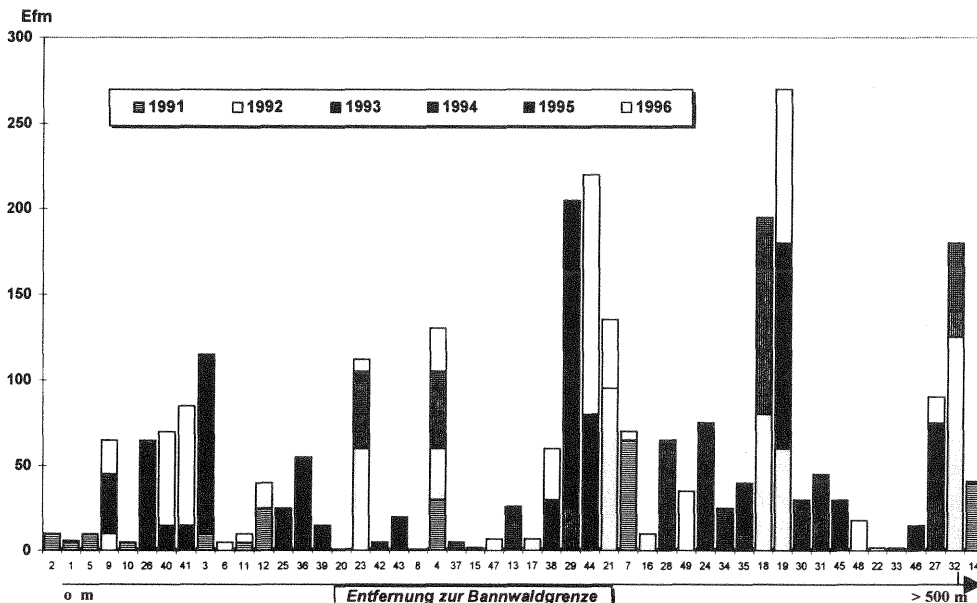


Abb. 5: Schadholzmenge je Befallsfläche differenziert nach Befallsjahren im Untersuchungsbereich des BW "Bayrischer Schlag"

Abb. 6 zeigt, daß der räumliche Schwerpunkt des Befalls in einer Entfernung von 200-400 m von der Sukzessionsflächengrenze liegt und, wenn auch unterschiedlich stark ausgeprägt, sowohl im Nordwesten als auch im Südwesten und Nordosten beobachtet werden kann. Die Ursache für diese untypische Verteilung des Stehendbefalls muß somit das Ergebnis einer Vielzahl von beeinflussenden Fremdfaktoren sein, die nicht unmittelbar mit der Entwicklung auf der Sukzessionsfläche zusammenhängen.

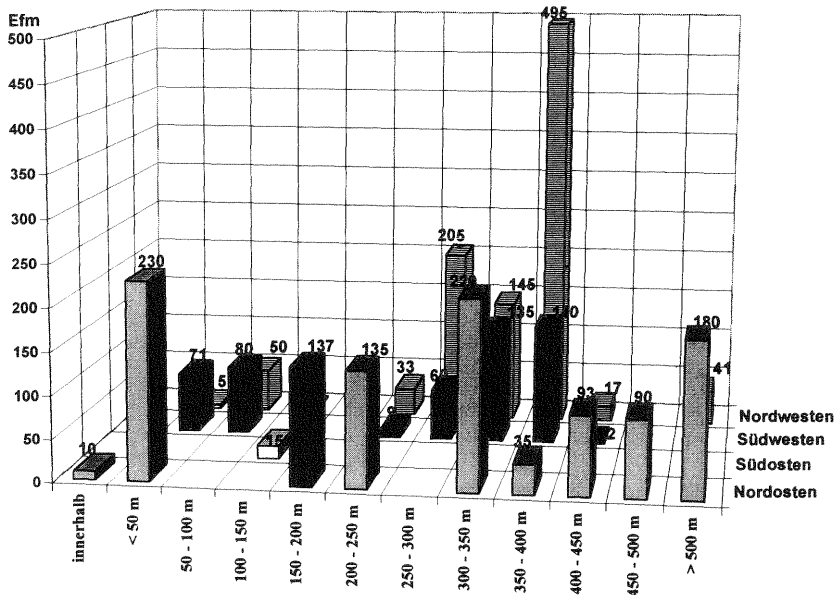


Abb. 6: Zufällige Nutzungen im Untersuchungsbereich in Abhängigkeit von Lage und Entfernung zum BW "Bayrischer Schlag"

Die in Abb. 6 dargestellten mittleren Befallsflächengrößen verhalten sich konsistent zu den übrigen Beobachtungen, wobei deutlich zu erkennen ist, daß deren Größe und nicht deren Anzahl für das Ausbreitungsmuster verantwortlich ist.

BW "Fohlenhaus"

Innerhalb der Sukzessionsfläche "Fohlenhaus" boten lediglich wenige Bestandesreste die Möglichkeit zum Stehendbefall. Deshalb wurde nur eine kleine Befallsfläche mit 10 abgestorbenen Bäumen festgestellt.

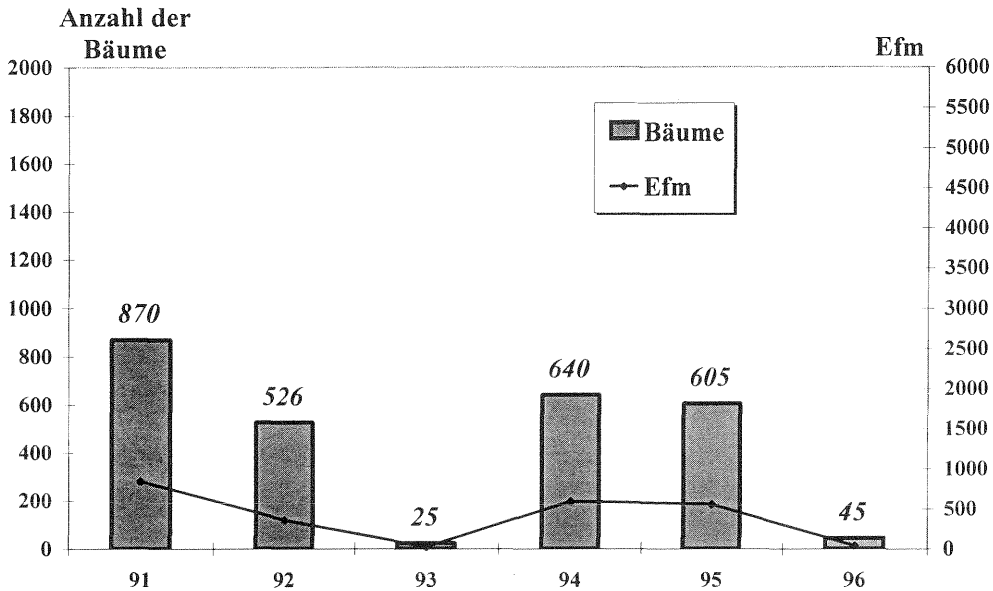


Abb. 7: Zeitliche Entwicklung der Zufälligen Nutzungen im Untersuchungsbereich des BW "Fohlenhaus"

Abb. 7 zeigt die zunächst kontinuierliche Abnahme der ZN bis 1993. In den Jahren 1994 und 1995 kam es erneut zu einer sprunghaften Zunahme des Stehendbefalls. 1996 fällt der Stehendbefall auf ein sehr niedriges Niveau zurück. Die Übereinstimmung von Stammzahl und Volumen (Erntefestmeter) resultiert aus einer mittleren Stückmasse der Käferbäume von etwa 1 Efm. Lediglich im Jahr 1992 liegt die Stückmasse deutlich darunter, was auf Kupferstecherbefall in der Befallsfläche 5 zurückzuführen ist (Stückmasse = 0,06 Efm).

Abb. 8 verdeutlicht wie Abb. 7, daß in den Jahren 1991, 1994 und 1995 die höchsten Schadholzmengen erhoben wurden. Desweiteren fällt auf, daß das Käferholz 1991 überwiegend in unmittelbarer Nähe zur Sukzessionsfläche anfiel. Im Jahr 1994 war die Entfernung des Käferholzanfalls zur BW-Grenze bereits deutlich größer und 1995 waren im wesentlichen Bäume in einer Entfernung > 450 m befallen. Demnach unterscheidet sich hier das Ausbreitungsmuster vom BW "Bayrischer Schlag" (s. o.) insofern, als deutlich weniger Befallsflächen vorhanden sind und die Befallsjahrgänge einen eindeutigen entfernungsabhängigen Gradienten aufweisen.

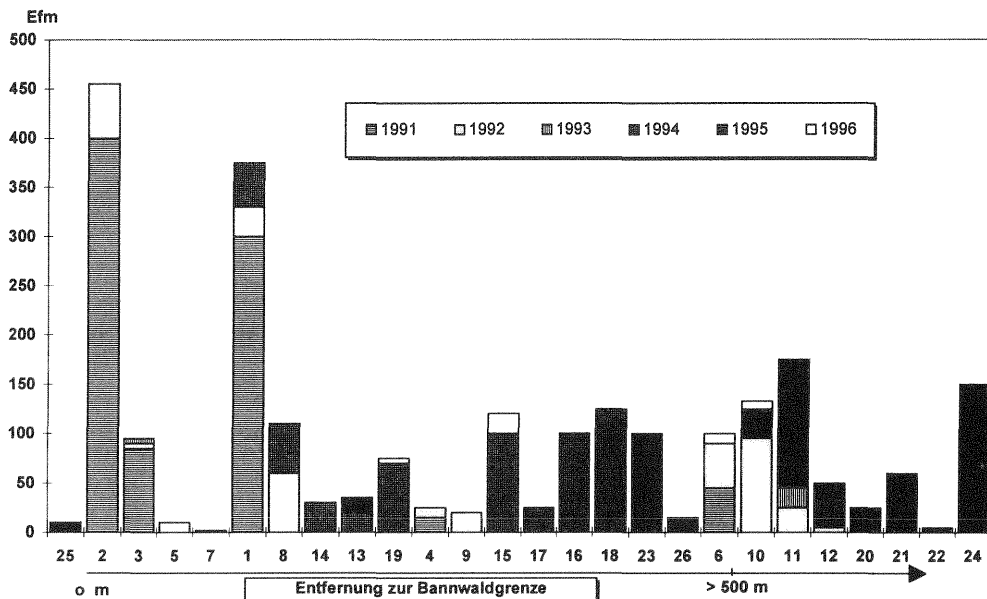


Abb. 8: Schadholzmenge je Befallsfläche differenziert nach Befallsjahren im Untersuchungsbereich des BW "Fohlenhaus"

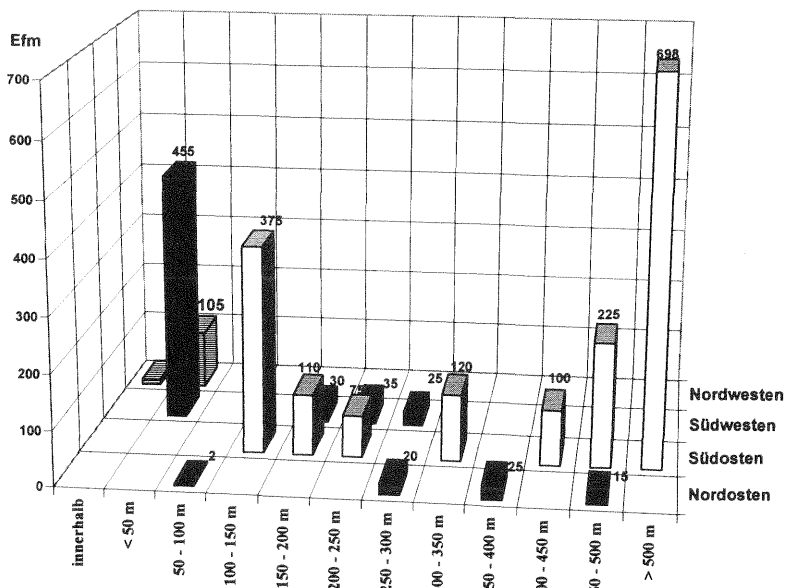


Abb. 9: Zufällige Nutzungen im Untersuchungsbereich in Abhängigkeit von Lage und Entfernung zum BW "Fohlenhaus"

Abb. 9 zeigt, daß sich der Borkenkäferbefall hauptsächlich nach Südosten ausgebreitet hat. Die Ursache hierfür liegt ganz offensichtlich in der Baumartenzusammensetzung des angrenzenden Wirtschaftswaldes, der im Norden und Westen hohe Laubholzanteile aufweist. Weiterhin ist zu beobachten, daß die Schadholzmenge mit zunehmender Entfernung vom Befalls-herd kontinuierlich abnimmt. Die Säule > 500 m (bis max. 1300 m) in Abb. 9 kann in diesem Kontext nicht interpretiert werden, da hier aus Darstellungsgründen ein größerer Distanzbe-reich (bis 800 m) zusammengefaßt wurde.

Während die Anzahl der Befallsflächen keinen entfernungsabhängigen Trend zeigt, nimmt die mittlere Befallsflächengröße mit zunehmender Entfernung zur Sukzessionsfläche ab (Abb. 10). Dies ist im Südwesten deutlich ausgeprägt, während die heftige Populationsentwicklung 1994/95 im Südosten auch in Entfernungen > 300 m zu entsprechenden Befallsflächengrößen führte.

Die in Abb. 10 angegebene Masse für die Befallsfläche innerhalb der Sukzessionsfläche be-ruht auf einer Schätzung, da das Holz nicht aufgearbeitet wurde.

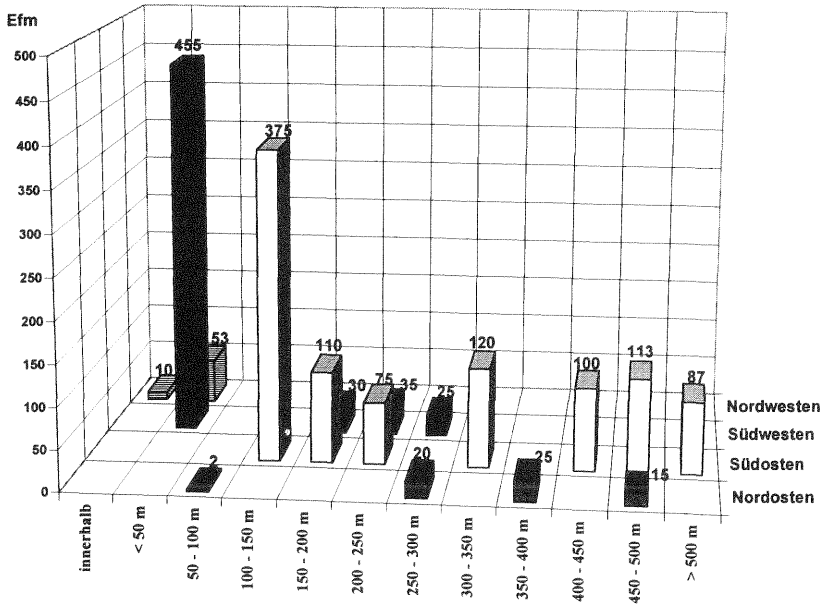


Abb. 10: Mittlere Befallsflächengröße im Untersuchungsbereich in Abhängigkeit von Lage und Entfernung zum BW "Fohlenhaus"

Diskussion und Schlußfolgerungen

Die Befallsdichte an den **liegenden** Stämmen war im BW "Fohlenhaus" zunächst größer als im BW "Bayrischer Schlag". Allerdings hielten die Neueinbohrungen in letzterem bis in den Herbst an, während sie im BW "Fohlenhaus" im Frühsommer beendet waren.

Die Ergebnisse der Grundaufnahme (BÜCKING et al., 1998) erbrachten für den BW "Fohlenhaus" mit 810 Fm eine mehr als doppelt so hohe Schadholzmenge als im BW "Bayrischer Schlag" mit nur 310 Fm.

Offensichtlich beeinflusst die Entwicklung der Bruttauglichkeit der Sturmwürfe bzw. -brüche die Befallsdichte und somit das Risikopotential einer Sturmschadensfläche, da hiervon der Zeitraum abhängt, in dem die Borkenkäferpopulation auf das Brutraumangebot reagieren kann. Hier spielt die Flächengröße, Exposition, der Wasserhaushalt des Standortes und vor allem der Anteil der Sturmbrüche am Schadholz eine entscheidende Rolle (BÜCKING et al., 1997).

Im BW "Fohlenhaus" war der Anteil der Sturmbrüche mit ca. 80 % am Sturmholzanfall sehr hoch. Die gebrochenen Fichten wurden infolge günstiger Witterungsbedingungen (trocken-warme Sommerwitterung) noch im Sturmjahr 1990 stark besiedelt und zeichneten sich zu Beginn der Untersuchungen im Jahr 1991 bereits durch umfangreiche Rindenverluste aus, die den Ausflug der Käferbruten signalisierten.

Sturmwürfe mit ausreichendem Bodenkontakt der Wurzel (>20 %) werden bei größerem Flächenumfang i. d. R. erst in der zweiten Vegetationsperiode nach dem Sturmereignis stärker besiedelt (GROSS et al., 1992). Deshalb konzentrierte sich der Befall 1991 durch die mittlerweile angewachsene Borkenkäferpopulation auf die wenigen "lebendkonservierten", d. h. geworfenen Fichten. Die Folge war eine im Vergleich zum BW "Bayrischer Schlag" hohe Besiedlungsdichte der liegenden Stämme im Jahr 1991, die nicht oder kaum gebrochen waren.

Ein enger Zusammenhang zwischen Befallsdichte, Exposition und Wasserhaushalt der Standorte konnte durch die Untersuchungsergebnisse nicht bestätigt werden, da der Einfluß der oben geschilderten brutraumbedingten Faktoren diese Einflüsse offensichtlich stark überlagert hat. Während der BW "Fohlenhaus" überwiegend schwach geneigt nach Ost und Südost exponiert ist, zeichnet sich der BW "Bayrischer Schlag" durch eine schwachgeneigte nach Südwesten exponierte Hanglage aus. Bei weitgehend identischer Höhenlage (500 - 570/540 m ü. NN) und einer mittleren Jahrestemperatur von 7,5-7,6 °C unterscheiden sich die beiden BW im wesentlichen durch die Jahresniederschläge. Diese sind im BW "Bayrischer Schlag" mit 850-950 mm deutlich höher als im BW "Fohlenhaus" mit 680-690 mm. Im BW "Bayrischer Schlag" finden sich zudem deutlich frischere Standortseinheiten als im BW "Fohlenhaus", wo trockene Kalkstandorte überwiegen. Der höhere Wurfanteil und die bessere Wasserversorgung erklären die langsamere Besiedelung der liegenden Stämme im BW "Bayrischer Schlag" im Vergleich zum BW "Fohlenhaus".

Auf den ursprünglichen Sukzessionsflächen **innerhalb** des BW "Fohlenhaus" spielt der **Stehendbefall** in Ermangelung an Altbestandsresten keine Rolle. Im BW "Bayrischer Schlag" wurden von 1991 - 1996 insgesamt 230 abgestorbene Bäume verteilt auf 9 Befallsflächen und eine aufgearbeitete Befallsfläche mit 10 Efm ermittelt. Im Hinblick auf einen Vorratsanteil des noch lebenden Bestandes von über 80 %, der zu annähernd 70 % aus Fichte besteht (Grundaufnahme 1993, BÜCKING et al., 1998), ist der Stehendbefall im BW "Bayrischer Schlag" vor

allem unter Berücksichtigung der erheblichen Besiedelungsdichte der liegenden Stämme als überraschend gering einzustufen. Ebenso erfüllt die zeitliche Entwicklung des Stehendbefalls mit einem Maximum in den Jahren 1994/95 (insgesamt 134 abgestorbene Bäume bzw. 58 % des gesamten Stehendbefalls 1990-1996) nicht die Erwartung, daß der Stehendbefall unmittelbar auf das Sturmereignis 1990 zurückzuführen ist.

Als Indikatoren für einen von der Sukzessionsfläche ausgehenden Gradienten des Stehendbefalls dienten die absolute Masse der ZN und die mittlere ZN-Masse auf den Befallsflächen. Die Befallsflächenanzahl allein erwies sich als zu wenig aussagefähig.

Trotz einer Vielzahl von Einflußfaktoren, z. B. Bestandesalter, Baumartenzusammensetzung, Bestandesstruktur, Standortverhältnisse, Vorhandensein benachbarter Sturmflächen usw., konnte von beiden untersuchten BW der BW "Fohlenhaus" als dominierender Ausgangsherd für den Stehendbefall durch Borkenkäfer in den benachbarten Wirtschaftswäldern identifiziert werden. Je schneller die Sturmflächen durch die Borkenkäfer besiedelt wurden und das Sturmholz seine Bruttauglichkeit verlor, desto eindeutiger ist die Ausbreitung des Stehendbefalls einem zentralen Befallsherd zuzuordnen. Im BW "Fohlenhaus" liegt die Entfernung, ab der eine deutliche Abnahme des Stehendbefalls beobachtet wurde, bereits bei etwa 200 m.

Die Tatsache, daß sich im Falle des BW "Fohlenhaus" die vom Orkan herrührenden Sturmflächen im angrenzenden Wirtschaftswald nur begrenzt auf das von der Sukzessionsfläche ausgehende Ausbreitungsmuster des Stehendbefalls auswirkten, deutet auf die hohe Effizienz der dort erfolgten konsequenten Aufarbeitung der Sturm- und Käferschadhölzer hin.

Die im Vergleich zum BW "Fohlenhaus" unterschiedliche zeitliche Entwicklung und räumliche Ausbreitung des Stehendbefalls im BW "Bayrischer Schlag" ist vermutlich auf folgende Faktoren zurückzuführen:

- Die absolute Sturmholzmenge war innerhalb des BW "Bayrischer Schlag" im Vergleich zum BW "Fohlenhaus" derart gering, daß sich die hohe Befallsdichte an den liegenden Stämmen nur marginal auf das Befallsrisiko für die Bestände im Bann- und Wirtschaftswald auswirken konnte. Durch den geringeren Befallsdruck im BW "Bayrischer Schlag" war zumindest der relative Einfluß von örtlichen Borkenkäferpopulationen im Wirtschaftswald stärker als beim BW "Fohlenhaus".
- Die lebenden Fichtenbestände, d. h. die potentiellen Brutbäume, waren innerhalb des BW "Bayrischer Schlag" und im angrenzenden Wirtschaftswald vermutlich bedingt durch die Witterung und die Standortverhältnisse (s. o.) insgesamt weniger für den Befall durch Borkenkäfer disponiert als im Bereich des BW "Fohlenhaus". Hierauf deutet der Befund hin, daß der Stehendbefall erst während einer extremen Trockenphase im Jahr 1994 deutlich zunahm. Im Untersuchungsbereich konnte beobachtet werden, daß insbesondere die frischen und wechselfeuchten Standortseinheiten 1994 vom Stehendbefall betroffen waren. Die Fichte wurzelt hier flachgründig, weshalb sie bei witterungsbedingten Störungen des Wasserhaushalts anfällig gegenüber Trockenstreß ist.

- Die Sturmschäden im BW "Bayrischer Schlag" gingen auf kleinflächige Sturmwürfe zurück, während im BW "Fohlenhaus" große Flächenwürfe vorhanden waren. Durch den Übershirmungseffekt der verbliebenen Altbestände waren die überwiegend geworfenen Fichten länger bruttauglich als auf den großen Freiflächen. Zudem boten die verbliebenen Altbestände die Möglichkeit zum Stehendbefall auf der Sukzessionsfläche selbst. Aufgrund der langsameren aber länger andauernden Dynamik der örtlichen Borkenkäfergradation fungierte die Sukzessionsfläche somit noch bis zum Jahr 1996 als unmittelbare - wenn auch schwache - Borkenkäferquelle (s. Abb. 10) für den Wirtschaftswald, während sich beim BW "Fohlenhaus" die "Befallsfront" bereits 1991 außerhalb des BW verlagerte.
- Der Orkan "Lore" führte am 27./28. Januar 1994 im Staatswald des Fbz. Bad Waldsee zu annähernd 21.000 Fm Sturmholz. Im unmittelbaren Untersuchungsbereich traten zwar keine Sturmschäden auf, dennoch ist davon auszugehen, daß sich der dadurch ausgelöste wiederholte Entwicklungsschub der zurückgegangenen Borkenkäferpopulationen in der Umgebung des Bannwaldes auswirkte.

Die Ausbreitungsmuster des Buchdruckerbefalls in Abhängigkeit von der Himmelsrichtung wurden in beiden Untersuchungsgebieten überwiegend durch die Baumartenzusammensetzung und Altersstruktur des Wirtschaftswaldes überprägt. Mit zunehmender Entfernung vom BW muß außerdem trotz konsequenter Aufarbeitung vermehrt mit Auswirkungen von Sturmflächen im Wirtschaftswald und den dort örtlich vorhandenen erhöhten Käferpopulationen gerechnet werden. Deshalb war eine Untersuchung des Stehendbefalls im Hinblick auf Wind- und Expositionseinflüsse nicht möglich.

Beide Untersuchungsobjekte zeigen, daß eine Gefahr durch Borkenkäfer nach einem Sturmereignis in fichtenreichen Wäldern grundsätzlich gegeben ist.

Die Höhe des von den Sturmflächen ausgehenden Risikos hängt ab von

- der Größe der Schadflächen
- dem Bruchanteil auf den Schadflächen
- dem Altersaufbau und der Baumartenzusammensetzung der Bestände im umgebenden Wirtschaftswald
- den Standortbedingungen
- dem Witterungsverlauf
- ob bzw. wann weitere Sturm- oder Schneeschadensereignisse in der Folge eintreten.

Über einen Umkreis von 500 m hinaus ist ein Einfluß von Sturmschadensflächen kaum nachweisbar. Die Tatsache, daß einige den Befallsfortschritt verstärkende Faktoren, vor allem der Witterungsverlauf, nicht prognostizierbar sind, lassen in Wirtschaftswäldern grundsätzlich eine umgehende Aufarbeitung der Sturmhölzer geraten erscheinen. Die weiteren in fichtenreichen BW Baden-Württembergs laufenden Untersuchungen zum Borkenkäferbefall werden zusätzliche Hinweise auf die Einflußfaktoren geben, die eine von Menschen ungestörte Borkenkäfergradation steuern.

Literatur

- AID (1993): Borkenkäfer überwachen und bekämpfen. Heft 1015, 36 S.
- BÜCKING, W. (1990 a): 90 Jahre Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung **35**: 85-98.
- BÜCKING, W. (1990 b): Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. AFZ **45** (6/7): 156-157.
- BÜCKING, W. (1992): Liste der Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg 1992. Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung **36**: 47-55.
- BÜCKING, W.; ALDINGER, E.; MÜHLHÄUSER, G. (1993): Neue Konzeption für Waldschutzgebiete in Baden-Württemberg. AFZ **48** (26): 1356-1358.
- BÜCKING, W.; EISENBARTH, E.; JOCHUM, M. (1997): Untersuchungen zur Lebendkonservierung von Sturmwurfholz der Baumarten Fichte, Kiefer, Douglasie und Eiche. Mitt. Forstl. Versuchsanst. Rhl.-Pfalz **Nr. 42/97**.
- BÜCKING, W.; SCHÜLER, G.; BECK, M.; STOLZ, T. (1998): Flächige Dokumentation der Struktur, Bodenvegetation und Verjüngung der Sturmwurfflächen. In: Die Entwicklung von Waldbiozönosen nach Sturmwurf. Ecomed, in Vorbereitung
- DIETERICH, H.; MÜLLER, S.; SCHLENKER, G. (1970): Urwald von morgen - Bannwaldgebiete der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Eugen Ulmer, Stuttgart, 174 S.
- GROSS, M.; SEEMANN, D.; MAHLER, G. (1992): Holzqualität und Forstschutz bei der Lebendkonservierung von Fichte/Tanne. FVA Baden-Württemberg, Abt. Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung, Arbeitsbericht 1992/10.
- SCHRÖTER, H.; SCHELISHORN, H. (1994): Sturmschäden 1990 und nachfolgender Borkenkäferbefall. Eine Studie auf einer Sukzessionsfläche in Baden-Württemberg. Mitt. d. BBA **301**: 464.
- SCHRÖTER, H.; BERWIG, W.; BOGENSCHÜTZ, H.; METZLER, B.; SCHELISHORN, H.; SEEMANN, D. (1995): Waldschutzsituation 1994/95 in Baden-Württemberg. AFZ **50** (7): 340-346.
- SCHRÖTER, H.; BECKER, Th.; SCHELISHORN, H. (1998): Die Bedeutung der Sturmwurf-Flächen als "Borkenkäferquellen" für umliegende Wirtschaftswälder. In: Die Entwicklung von Waldbiozönosen nach Sturmwurf. Ecomed, in Vorbereitung.
- WESLIEN, J. & SCHRÖTER, H. (1996): Natürliche Dynamik des Borkenkäferbefalls nach Windwurf-Totholzmenge, Verteilung und Ausbreitung des Befalls im Bannwald "Napf". AFZ **51** (19): 1052-1055.

Thilo Becker

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg, Abt. Waldschutz, Freiburg i. B.

Zunehmender Borkenkäferbefall in zwei fichtenreichen Bannwäldern Baden-Württembergs

The increasing infestation of spruce bark beetle in two strict forest reserves of Baden-Württemberg

Zusammenfassung

In den von den Stürmen 1990 betroffenen fichtenreichen Bannwäldern (BW) entwickelten sich unbeeinflusst von Bekämpfungsmaßnahmen des Menschen Massenvermehrungen des Buchdruckers (*Ips typographus*), deren zeitlicher und räumlicher Verlauf am Beispiel der BW "Hoher Ochsenkopf" und "Wilder See/Hornisgrinde" beschrieben wird. Ebenso wird die Waldschutzsituation in den angrenzenden Wirtschaftswäldern dargestellt.

Im BW "Hoher Ochsenkopf", der sehr stark vom Sturm betroffen war, erreichen die Borkenkäferschäden das höchste Niveau. Die älteren Fichten sind innerhalb kurzer Zeit zu ca. 80 % abgestorben. Im angrenzenden Wirtschaftswald war der Borkenkäferbefall bis einschließlich 1996 auf wirtschaftlich spürbarem Niveau. Der BW "Wilder See/Hornisgrinde" war deutlich geringer vom Sturm betroffen. Dennoch sind annähernd 50 % der älteren Fichten abgestorben, der Befall verlief jedoch langsamer und differenzierter als am "Hohen Ochsenkopf". Die möglichen Einflußfaktoren auf die Befalldynamik und die Auswirkungen auf die Forstwirtschaft im angrenzenden Wirtschaftswald werden diskutiert.

Stichwörter: Bannwald, Totalreservat, Baden-Württemberg, Sturm, Borkenkäfer, Buchdrucker, *Ips typographus*, Fichte, Sturmschäden, Befalldynamik.

Abstract

In the strict forest reserves with spruce as predominating tree species the outbreak of spruce bark beetle has arisen as a result of the storm 1990 without a human influence. For the example-areas "Hoher Ochsenkopf" and "Wilder See/Hornisgrinde" and the surrounding managed forest the local distribution and the temporal spread of the infestation are described.

In the strict forest reserve "Hoher Ochsenkopf" the amount of storm-damaged spruces was high, the spruce bark beetles reproduced very fast and the spread of infestation was diffused. The spruce bark beetles have killed until 1997 about 80 % of the older spruces. In the strict forest reserve "Wilder See/Hornisgrinde" the amount of storm-damaged spruces was less and the development of the outbreak was slower. The local distribution shows a dif-

ferentiated infestation, nevertheless the spruce bark beetles have killed until 1997 about 50 % of the older spruces. The factors with an influence on the local and temporal dynamics of the outbreak and the consequences for the forest management in the surrounding areas are discussed.

Key words: strict forest reserve, Baden-Württemberg, spruce, spruce bark beetle, outbreak, storm-damages, storm, spread of infestation

1 Einleitung

Durch die Stürme 1990 und dem für Borkenkäfer günstigen Witterungsverlauf in den Folgejahren wurden in den im Nordschwarzwald gelegenen Bannwäldern (BW) "Hoher Ochsenkopf" und "Wilder See/Hornisgrinde" Massenvermehrungen des Buchdruckers ausgelöst. Da in den Bannwäldern Baden-Württembergs auf menschliche Eingriffe verzichtet wird¹, kam es zu einer ungestörten Entwicklung der Borkenkäfermassenvermehrung, die zum Teil bis heute (1997/98) anhält. Die Folge war ein großflächiges Absterben der Fichtenaltbestände in den betroffenen Bann- und unmittelbar angrenzenden Wirtschaftswäldern.

Ziel der 1997 durchgeführten Untersuchung ist die Dokumentation der Borkenkäferschäden, um Rückschlüsse auf die Ausbreitungsdynamik des Befalls, das Risikopotential für den Wirtschaftswald, die Anforderungen an Schutzzonen und die Effektivität von Bekämpfungsmaßnahmen im Wirtschaftswald ziehen zu können.

2 Material und Methode

2.1 Untersuchungsobjekte

Die Bannwälder "Hoher Ochsenkopf" und "Wilder See/Hornisgrinde" liegen in den Hochlagen des Nordschwarzwaldes zwischen Freudenstadt und Baden-Baden (siehe Abb. 1 in SCHRÖTER). Diese fichtenreiche Region zeichnet sich durch Fichtenanteile von ca. 80 % aus (Staatswald Fbz. Forbach 82 %, Staatswald Fbz. Schönmünzach 74 %) (MLR BA-WÜ 1990). Im Rahmen des Projektes werden außerdem die Bannwälder "Wildseemoor" (370 ha) und "Napf" (140 ha) untersucht (WESLIEN & SCHRÖTER 1996).

Der BW "Hoher Ochsenkopf" zeichnet sich durch die teilweise verebnete Kuppenlage aus, während es sich beim BW "Wilder See/Hornisgrinde" um ein Kar mit den Landschaftselementen Gipfelplateau, Karwand, Karwälle, Karsee und Hangfuß handelt.

¹ Zur Waldschutzgebietskonzeption in Baden-Württemberg siehe Beitrag von H. SCHRÖTER, FVA Baden-Württemberg, Abt. Waldschutz, in diesem Heft.

Tab. 1: Die Beschreibung der Bannwälder "Hoher Ochsenkopf" GERTZMANN (in Vorbereitung) und "Wilder See/Hornisgrinde" WOLF (1992).

Bannwald	"Hoher Ochsenkopf"	"Wilder See/Hornisgrinde"
Ausweisung	1970, Einstellung der Bewirtschaftung auf der Erweiterungsfläche 1994	1915, Einstellung der Bewirtschaftung auf der Erweiterungsfläche 1994
Größe	41 ha, geplante Erweiterungsfläche 58 ha	84 ha, geplante Erweiterungsfläche 65 ha
Höhe ü. NN	970 (Süden) - 1055 m (Zentrum)	790 (Osten) - 1060 (Westen)
Geologie	Mittlerer Buntsandstein	Mittlerer bis Unterer Buntsandstein
Klima	Jahresniedersch. 2000 - 2200 mm Jahresmitteltemp. 5 °C	Jahresniedersch. 1950 - 2000 mm Jahresmitteltemp.: 5 - 6 °C
Standortseinheiten	- Podsoliger Hochlagen-Sand - Hochlagen-Winterhang - Hochlagen-Sommerhang - Rauhe blockreiche Bergrücken und Hochlagen	- Gipfelmisse - Hochlagen-Karwand - Hangfußschutt - Moor - Karwälle trocken und frisch
Natürl. Waldgesellschaft	Hochmontaner Ta-(Bu)-Fi-Wald mit Kiefer	Hochmontaner Bu-Ta-Wald mit hohen Kiefernanteilen, Fichte am Moorrand
Aktuelle Bestockung der 1970 ausgewiesenen Bannwaldfl.	Gesamtbestand (inkl. Totholz) Fi (85 %), Kie (10 %), Ta 5 %, sonst. Lbh Insgesamt können vier verschiedene Teilbestände unterschieden werden: - Legföhrenbestände im Zentrum der Grinde (werden von der Fichte verdrängt) - Fi-Ta-Altbestände der Winterhänge (Ta 5 bis max. 10 %, hohes Alter) - Fi-Kie-(Ta)-Bestände der Sommerhänge (Kie 5 - max. 10 %) - Fi-Sukzessionsbestände im Osten (Fi 100 %, extrem stammzahlreich)	- Gesamtbestand (inkl. Totholz) Fi (70 %), Latsche (20 %) Kie (5%), Ta (5 %) Insgesamt können vier verschiedene Teilbestände unterschieden werden: - Legföhrenbestände der Grinde mit Fi im Randbereich - Fi-Ta-Mischwald der Karwand (Ta max. 15 %, kaum Lbh, z. T. hohes Alter) - Fi-Bestände der Karwälle (Ta max. 5 %, Kie weitgehend ausgefallen, kein Lbh) - Pioniergehölze der Moore bzw. Moorrandbereiche (Legföhren und Moorrandfichten)

2.2 Erhebungsmethode

Die Untersuchung verfolgte zwei methodische Ansätze zur Erhebung der Borkenkäferschäden. Zum einen die Luftbildkartierung (AHRENS in Vorbereitung) durch die FVA, Abt. Botanik und Standortkunde (BuS), zum anderen die terrestrische Erhebung durch die FVA, Abt. Waldschutz (WS).

Die Vorgehensweise zur terrestrischen Erhebung der Borkenkäferschäden mußte den jeweiligen Untersuchungsobjekten (Topographie, Bestandesverhältnisse etc.) und den Rahmenbedingungen (Zeit, Personal etc.) angepaßt werden. Grundsätzlich sollte die Erhebung gewährleisten, daß die Auswertung der erhobenen Parameter den Flächenbezug und somit die Herleitung von Kennzahlen für den Gesamtbestand bzw. Teilbereiche erlaubt. Zudem mußte eine Verknüpfung mit den Ergebnissen der Luftbildkartierung ermöglicht und die Vorteile des GIS für die Auswertung genutzt werden. Dies setzte eindeutig definierte Flächen als Befundeinheit und die Datenverwaltung in einer Access-Datenbank voraus.

Bannwald "Hoher Ochsenkopf"

Aufgrund des Ausmaßes der Borkenkäferschäden und einer fehlenden Flächengliederung konnten im BW "Hoher Ochsenkopf" die Befallsflächen terrestrisch nicht ausreichend genau kartiert werden. Außerdem stand zum Zeitpunkt der Erhebung die Basiskartierung aus dem Luftbild nicht zur Verfügung. Deshalb orientierte sich die terrestrische Aufnahme an permanenten Stichprobenpunkten, die von der Abt. BuS in den Bannwäldern eingemessen (Koordinaten) und dauerhaft markiert werden. Die Stichprobenpunkte ergeben im BW "Hoher Ochsenkopf" ein 50 x 50 m - Raster (siehe Abb. 1). Die sich hieraus ergebenden 0,25 ha großen Teilflächen (bei fehlenden Stichprobenpunkten in den Randbereichen auch größer) dienen im Rahmen der Erhebung als kleinste Befundeinheit.

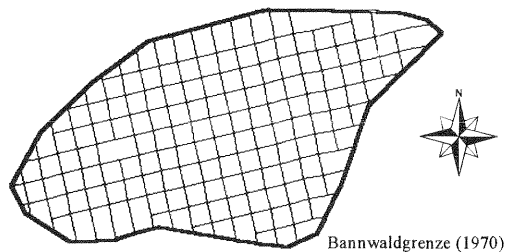


Abb. 1: Verteilung der Stichprobenpunkte und das hieraus resultierende Raster im Bannwald "Hoher Ochsenkopf".

Die Erhebung 1997 bezog sich nur auf das Totholz, da Informationen über den Gesamtbestand aus den periodischen Grundaufnahmen der Abt. BuS zur Verfügung stehen und als Interpretationsgrundlage dienen. Folgende Parameter wurden im **stehenden Totholz** erhoben:

- **Baumart** (Fi, Kie, Sonstiges)
- **BHD** (Kluppschwelle 10 cm, 4 cm - Stufen)
- **Relative Schicht** (*Oberschicht* \geq Zweidrittel der Oberhöhe, *Mittelschicht* $>$ Eindrittel bzw. $<$ Zweidrittel der Oberhöhe, *Unterschicht* $<$ Eindrittel der Oberhöhe)
- **Zerfallsgrad** (anhand des Rinden- und Holzzustandes, dem Feinreisig und dessen Färbung, dem Befall durch Nutzholzborkenkäfer etc. wurde das Absterbejahr eingeschätzt. Mit hinreichender Genauigkeit konnten die Absterbejahre 1997, 1996 und 1995 angesprochen werden, außerdem wurden die Kategorien 1994 und älter sowie stark zerfallen² unterschieden)

Folgende Parameter wurden im **geworfenen bzw. gebrochenen Totholz** erhoben:

- Baumart (Nh, Lbh)
- Zerfallsgrad (siehe oben)

² Nachfolgend mit Zerfallsgrad ≥ 2 bezeichnet (Totholzeinteilung der Abt. BuS)

Totholz, das mit hoher Wahrscheinlichkeit nach dem Absterben im Zuge des Zerfallsprozesses gebrochen bzw. geworfen wurde, wurde mit Rücksicht auf die Fragestellung dem stehenden Totholz zugeordnet.

Auf der **Erweiterungsfläche** waren ebenfalls Befallsflächen vorhanden, die erhoben werden mußten. Da in dieser Fläche kein permanentes Stichprobennetz vorliegt, wurden Teilbestände mit hoher Genauigkeitsanforderung ausgeschieden und als kleinste Befundeinheit verwendet. Die Ausscheidung orientierte sich an natürlichen oder anthropogenen Grenzlinien, die eindeutig nachvollziehbar waren. Die Teilflächen stimmen nicht mit Bestandesgrenzen im Sinne der Forsteinrichtung überein, da eine eindeutige Abgrenzung und möglichst geringe Größe die vorrangigen Zielsetzungen waren.

Es wurde nur das Totholz der *Mittel- und Oberschicht* erhoben, die Kategorien *stehend / liegend* und *aufgearbeitet / nicht-aufgearbeitet* differenziert und folgende Parameter erhoben:

- Baumart (Fi, Kie, Sonstige)
- Zerfallsgrad (siehe oben)

Bannwald "Wilder See/Hornisgrinde"

In diesem Bannwald wurden die Stichprobenpunkte in einem 100 x 100 m - Raster angelegt. Die im BW "Hoher Ochsenkopf" angewendete Methode hätte somit eine mangelnde Auflösung ergeben, zumal das Befallsmuster im BW "Wilder See/Hornisgrinde" weniger von großen zusammenhängenden Befallsflächen geprägt wird, sondern der Borkenkäferbefall eher *nestweise* auftritt.

Stattdessen wurden auf Basis einer Luftbildkartierung (Stand: Frühsommer 1996) und Fotografien, die bei einer Überfliegung mit einem Motorsegler entstanden, die Befallsflächen nachkartiert. Die Gliederung der Bannwaldfläche in verschiedene Landschaftselemente und die Stichprobenpunkte der Abt. BuS erlaubten die Orientierung im Gelände. Die Befallsflächen dienten als kleinste Befundeinheit. Es wurden nur die Tothölzer der Mittel- und Oberschicht, jedoch aus methodischen Gründen keine Einzelbäume (mind. zwei) erhoben.

Angrenzender Wirtschaftswald

Die Untersuchung schließt die Erhebung der schadensbedingten *Zufälligen Nutzungen* (ZN) im angrenzenden Wirtschaftswald ein. Hierzu wurden neben der Auswertung der Naturalbuchführung auch Strukturanalysen anhand der Forsteinrichtungsunterlagen durchgeführt. Bei der Auswertung der Buchführungsunterlagen traten im wesentlichen zwei Probleme auf, die die möglichen Aussagen beschränken. Zum einen ist in Baden-Württemberg die *Behandlungseinheit* die Verbuchungseinheit. Diesen Behandlungseinheiten werden im Rahmen der Forsteinrichtungserneuerung abteilungsweise Bestände zugeordnet, die sich durch ähnliche Strukturmerkmale (z. B. Baumarten, Alter etc.) und / oder erforderliche Maßnahmen (z. B. Endnutzung, Durchforstung etc.) auszeichnen. Da diese Zuordnung regelmäßig mit der Forsteinrichtungserneuerung geändert wurde, mußte der Naturalvollzug auf die Abteilung bezogen werden, die die nächst größere - jedoch weitgehend unveränderliche - Verbuchungs-

einheit darstellt. Dies ermöglichte zwar die Aufstellung von Zeitreihen, führte jedoch zu Informationsverlusten bezüglich der räumlichen Verteilung des Schadholzanfalls.

Ein weiteres Problem besteht darin, daß unter den Bedingungen nach den Stürmen 1990 bei der Verbuchung des Schadholzes die Trennung von Sturm- und Käferholz nur schwer durchzuführen war, weshalb die Angaben hierüber nur Richtwerte sein können.

3 Ergebnisse

3.1 "Hoher Ochsenkopf"

3.1.1 Bannwald

Die Bannwaldfläche wurde zum Zwecke der Auswertung in Anlehnung an die in Tab. 1 beschriebenen Teilbestände und die vorherrschenden Standortseinheiten stratifiziert, um die räumlichen Schwerpunkte der Schäden in Zusammenhang mit den vorherrschenden Bestandesstrukturen und Standorten beurteilen zu können.

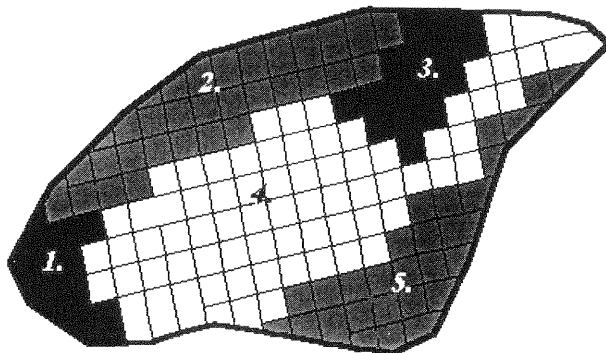


Abb. 2: Stratifizierung der Bannwaldfläche "Hoher Ochsenkopf".

Abb. 2 gibt einen Überblick über die Flächenverteilung von insgesamt 5 ausgeschiedenen Straten, die in Tab. 2 beschrieben werden (Grundaufnahme Abt. BuS, 1996):

Tab.2: Beschreibung der ausgewiesenen Straten im BW "Hoher Ochsenkopf".

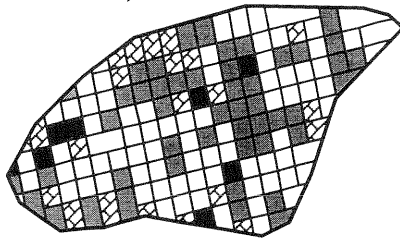
	Stratum 1	Stratum 2	Stratum 3	Stratum 4	Stratum 5
Größe (ha)	4,1	7,3	4,5	17,6	7,6
Exposition	West, Südwest	Nord, Nordwest	Nord	überwiegend verebnete Kuppe	Süd, Südost
Standort	Podsoliger Hochlagen-Sand, Hochlagen-Sommerhang	Podsoliger Hochlagen-Sand, Hochlagen-Winterhang	Blockreiche Rücken der Hochlagen	Podsoliger Hochlagen-Sand	Blockreiche Rücken der Hochlagen

Gesamtbestand (lebend / tot)	Fi 75 % Kie 10 % Ta 10 % Sonstige 5 %	Fi 87 % Ta 4 % Kie 4 % Sonstige 5 % (v. a. Latsche)	Fi 86 % Ta 3 % Kie 2 % Sonstiges 5 % (v. a. Latsche)	Fi 77 % Kie 10 % Ta 2 % Sonstige 11 % (v. a. Latsche)	Fi 85 % Kie 11 % Ta 2 % Sonstige 2 %
Vorrat (Klupp- schwelle 10 cm)	380 Fm / ha 1178 Bäume / ha	440 Fm / ha 999 Bäume / ha	34 Fm / ha 1300 Bäume / ha	350 Fm / ha 1500 Bäume / ha	420 Fm / ha 1410 Bäume / ha

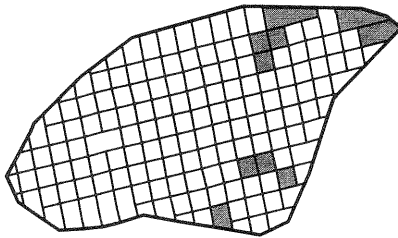
Sturm

Abb. 3 zeigt die räumliche und zeitliche Verteilung der Sturmschäden im BW "Hoher Ochsenkopf" (Grenze von 1970).

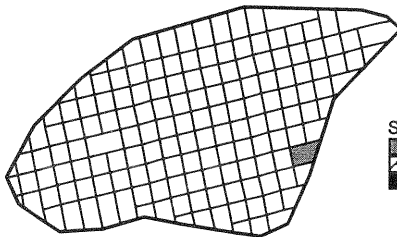
aufgelaufener
1994



Zugang

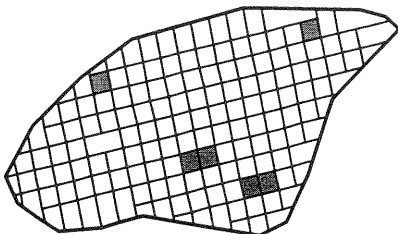


Zugang



Sturmwurf (Anzahl pro ha)
 1-30
 31-50
 51-72

Zugang



50 0 50 100m

Abb. 3: Die Zeitliche und räumliche Verteilung der Sturmwürfe im Bannwald "Hoher Ochsenkopf" (ohne Erweiterungsfläche).

Die Sturmschäden sind zu 91 % 1994 und vorher angefallen und können hauptsächlich dem Hauptsturmereignis 1990 zugeordnet werden. Besonders betroffen war der Süd- und Nordwesten der Bannwaldfläche. Im Norden von Stratum 2 ist eine ca. 0,2 ha große Kahlfläche infolge Sturm entstanden. Auf der Restfläche wurden nur bis max. 50 % (Schätzung) des vorherrschenden Bestandes geworfen, wobei die Sturmwürfe überwiegend gleichmäßig über die Fläche verteilt waren und somit keine Kahlflächen entstanden sind. Die zwischen 1995 und 1997 entstandenen Sturmwürfe betreffen Einzelbäume bzw. Kleingruppen. Die Abbildung zeigt weiterhin, daß im zentral gelegenen Stratum 4 in Relation zur Gesamtfläche die Schäden gering sind.

Auf der Bannwaldfläche wurden insgesamt 680 Nadelbäume (fast ausschließlich Fichten) geworfen. Dies entspricht 17 Nadelbäumen/ha bzw. ca. 7 % der Mittel- und Oberschicht. In den Straten 1 und 2 erreicht der Sturmwurfanteil an der Mittel- und Oberschicht mit 13 - 15 % die höchsten Werte, während in Stratum 4 nur ca. 3 % der Mittel- und Oberschicht geworfen wurden. Über die Ausmaße der Sturmschäden auf der Erweiterungsfläche kann keine vollständige Aussage getroffen werden, da hier bis einschließlich 1993 teilweise aufgearbeitet wurde und die Buchführungsergebnisse aus methodischen Gründen keine Angaben zulassen (Trennung von Sturm- und Käferholz; Grenze der Erweiterungsfläche entspricht nicht den Abteilungsgrenzen). Insgesamt wurden ca. 450 geworfene Fichten (8 Fi / ha) gefunden, es ist aber davon auszugehen, daß die Erweiterungsfläche mindestens ebenso stark betroffen war, wie der Bannwald selbst.

Borkenkäfer

Das Fichten-Totholz ist im wesentlichen auf Befall durch Buchdrucker und Kupferstecher zurückzuführen. Insbesondere für das Absterben von Einzelbäumen der Mittel- und Unterschicht, die unter starkem Konkurrenzdruck litten, spielten die Bockkäferarten eine nicht quantifizierbare Rolle.

Abb. 4 verschafft einen Überblick über das Ausmaß und die räumliche Verteilung des stehenden Totholzes aus der Mittel- und Oberschicht im Bannwald und in der seit 1994 nicht bewirtschafteten Erweiterungsfläche. Das Totholzaufkommen ist im Zentrum der Kuppe am geringsten, nimmt zur Peripherie hin zu und erreicht die höchsten Anteile im Nordwesten und Südosten. Die Verteilung der Borkenkäferschäden entspricht somit weitgehend der Verteilung der Sturmschäden. Insgesamt ist davon auszugehen, daß im Bannwald ca. 31 % aller Fichten > 10 cm BHD (siehe Tab. 3) bzw. ca. 77 % der Fichten in der Mittel- und Oberschicht dem Borkenkäfer zum Opfer fielen. Dies entspricht etwa der von der Abt. BuS für 1996 im Luftbild festgestellten Borkenkäferfläche, die sich auf 33 % (13,5 ha) des Bannwaldes belief. In der Erweiterungsfläche fällt zunächst der hohe Anteil an Kahlflächen auf, die zwischen 1990 und 1994 sowohl durch Aufarbeitung von Sturm- und Käferschäden entstanden sind. Bei den nicht oder nur schwach von Käferschäden betroffenen Bereichen handelt es sich überwiegend um Jungbestände (Südwesten) und tannen- bzw. kiefernreiche Altbestandsreste.

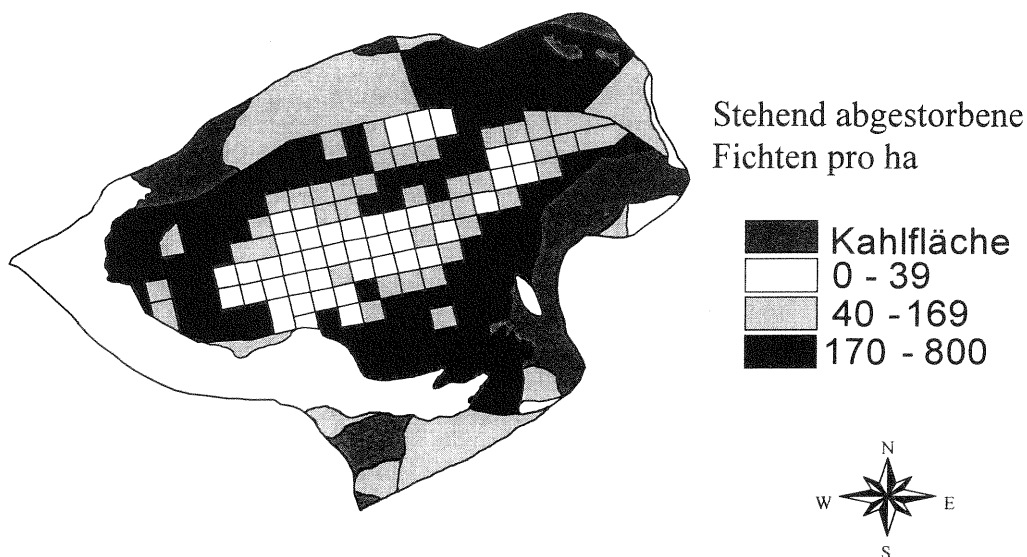


Abb. 4: Stehend tote Fichten aus der Mittel- und Oberschicht pro ha im Jahr 1997 (Bannwaldgrenze von 1970 und Erweiterungsfläche von 1994)

Die Abb. 5 zeigt für die jeweiligen Straten und den gesamten Bannwald die zeitliche Dynamik des Borkenkäferbefalls.

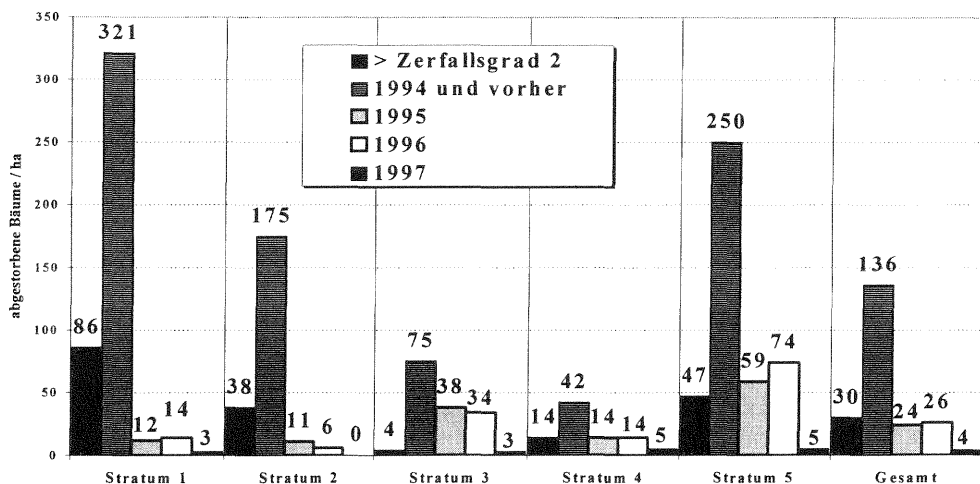


Abb. 5: Stehendes Totholz (Anzahl pro ha) bei Fichte getrennt nach Absterbejahr bzw. Zerfallsgrad und Straten (siehe Abb. 2).

Die Anzahl pro ha des stehenden Totholzes und der Prozentanteil des Totholzes am Fichten-gesamtbestand in Tab. 3 zeigen eine weitgehend identische Verteilung, weshalb der Vergleich

in Abb. 5 unabhängig von der Fichtenanzahl / ha des Gesamtbestandes (lebend & tot) zulässig ist. Die im Westen bzw. Südosten gelegenen Straten 1 und 5 sind sowohl absolut als auch prozentual am stärksten betroffen. Sehr starken Borkenkäferbefall weisen außerdem die Straten 2 und 3 auf, während im Stratum 4 nur 7 % der Fichten abgestorben sind.

Tab. 3: Stehendes Totholz bei Fichte (in Prozent des lebenden und toten Fichtengesamtbestandes)

	Stratum 1 in %	Stratum 2 in %	Stratum 3 in %	Stratum 4 in %	Stratum 5 in %	Bannwald ges. in %
> Zerfallsgrad 2	12	6	1	1	7	4
1994 und vorher	45	29	14	4	40	19
1995	2	2	7	1	9	3
1996	2	1	7	1	12	4
1997	0	0	1	0	1	1
gesamt	61	38	30	7	69	31

Abb. 6 zeigt, daß die Straten 1 und 2 den höchsten Anteil an 1994 und vorher abgestorbenen Fichten aufweist. Die Dynamik verlief demnach von Westnordwest nach Südsüdost. Dies deckt sich mit den Angaben zur Verteilung der Sturmwürfe, die im wesentlichen auf das Hauptsturmereignis 1990 zurückzuführen sind. Während in den Straten 1 und 2 ca. 13 - 15 % der Fichten > 15 m geworfen wurden, belief sich der Sturmwurfanteil in den übrigen Straten auf 3 - 9 % der Fichten > 15 m Höhe. Daß die Dynamik außerdem von außen nach innen verlief, zeigen die relativ hohen Anteile der Absterbejahrgänge '95 und '96 im Stratum 4. Im Stratum 3 hat sich insbesondere ein auf 1995 datiertes Sturmereignis auf die Dynamik ausgewirkt (siehe Abb.3).

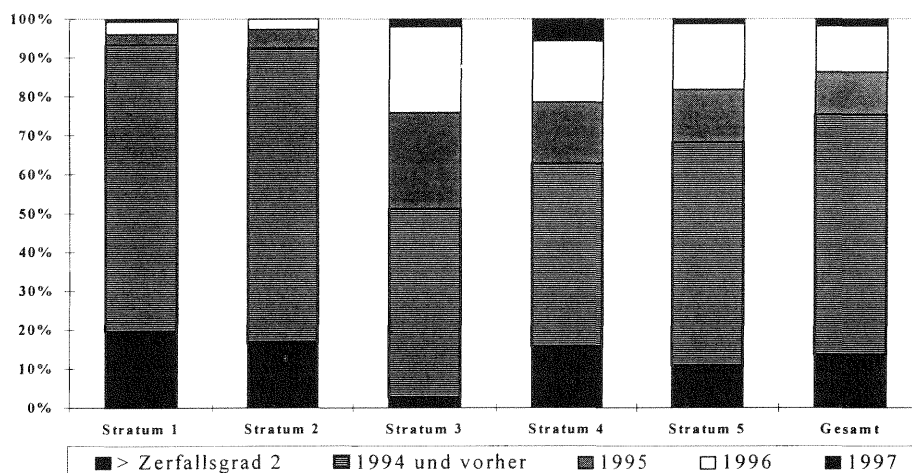


Abb. 6: Die prozentualen Anteile der Absterbejahrgänge am stehenden Fichten-Totholz

3.1.2 Erweiterungsfläche

Abb. 7 zeigt die Flächengliederung der Erweiterungsfläche. Demnach befinden sich auf 10 ha bzw. 17 % der Erweiterungsfläche Kahlschläge, die bis 1994 aus *Zufälligen Nutzungen* (Sturm, Käfer) entstanden sind und mit schätzungsweise 500 Vfm / ha bestockt waren. Auf 19 ha bzw. 33 % der Erweiterungsfläche stehen Jungbestände, die altersbedingt nicht von Borkenkäfern befallen werden. Auf geringe bis mittlere Baumhölzer, die durch Borkenkäfer gefährdet sind, entfallen mit 15 ha ca. 26 % der Erweiterungsfläche. Auf 14 ha bzw. 24 % der Erweiterungsfläche sind die Bestände Borkenkäfern zum Opfer gefallen. Die potentiell gefährdeten Bestände der Erweiterungsfläche, d. h. ohne die Jungbestände, sind somit zu 62 % durch Sturm geworfen und vor allem vom Borkenkäfer befallen worden.

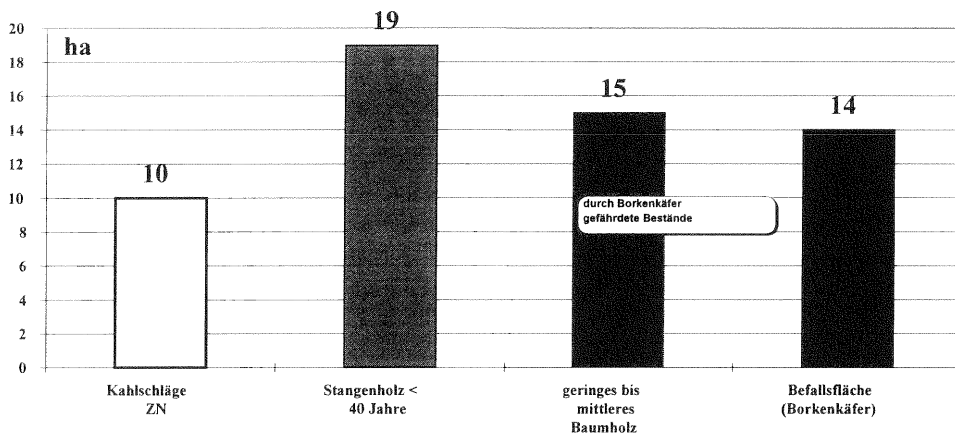


Abb. 7: Flächenverteilung der Erweiterungsfläche BW "Hoher Ochsenkopf" (1997).³

Tab. 4: Die Anteile der Absterbejahrgänge am stehenden Totholz auf der Erweiterungsfläche des Bannwaldes "Hoher Ochsenkopf".

unbest. (ZFG \geq 2)	1994 und älter	1995	1996	1997
7 %	63 %	22 %	9 %	1 %

Die Verteilung der Absterbejahrgänge auf der Erweiterungsfläche in Tabelle 4 zeigt, daß der Anteil der 1994 und vorher abgestorbenen Bäume trotz Aufarbeitung von ca. 10 ha Schadfläche noch 70 % beträgt. Das Schadholz, das in den unerschlossenen Bereichen auftrat oder nicht rechtzeitig aufgearbeitet werden konnte, wurde auch vor 1994 nicht aufgearbeitet.

³ Die Daten stammen z. T. aus der Luftbilderhebung der Abt. BuS.

3.1.3 Wirtschaftswald

Insgesamt wurden ca. 600 ha des umliegenden Wirtschaftswaldes inkl. Erweiterungsfläche auf die Entwicklung des aufgearbeiteten Schadholzaufkommens untersucht (Untersuchungsbereich).

Tab. 5: Die ZN von 1990 - 1996 (Sturm, Insekten) im gesamten Staatswald Fbz. Forbach, im Untersuchungsbereich in Bannwaldnähe und im Staatswald der Forstdirektion Karlsruhe (Wuchsgebiet Schwarzwald) in Fm / haH (MLR BA-Wü 1990-1997).

	Staatswald Forbach		Untersuchungsbereich		Staatswald FD Karlsruhe	
	Sturm	Insekten	Sturm	Insekten	Sturm	Insekten
1990	9,8	0,0	6,5	0,0	12,4	0,1
1991	3,4	0,8	4,0	1,2	6,4	1,2
1992	0,6	2,6	0,6	2,9	0,7	2,3
1993	1,0	6,8	0,7	12,9	0,8	2,2
1994	3,8	2,4	2,4	2,9	3,1	0,5
1995	0,6	2,1	0,5	1,4	1,1	1,2
1996	0,0	1,6	0,0	1,8	0,1	1,0

Aus Tab. 5 kann der zeitliche Verlauf der ZN für die Untersuchungsfläche und im Vergleich für den gesamten Staatswald im Fbz Forbach und der FD Karlsruhe entnommen werden. Die aufgearbeiteten Sturmschäden waren 1990 im Untersuchungsbereich (6,5 Fm/ha) deutlich niedriger als im Staatswald Forbach (9,8 Fm/ha) bzw. als im Staatswald der Forstdirektion (12,4 Fm/ha). Im Jahr 1994 kam es erneut zu einem Sturmereignis deutlich geringeren Ausmaßes, in dessen Folge wiederum die geringsten Schadholzmengen im Untersuchungsbereich aufgearbeitet wurden. Dies gilt auch unter Abzug der Erweiterungsfläche, in der ab 1994 auf forstliche Maßnahmen verzichtet wurde.

Die Insekten- bzw. Borkenkäfer-ZN erreichen in allen Kollektiven ihr Maximum 1993. Das Niveau ist im Untersuchungsbereich mit 12,9 Fm/ha mit Abstand am höchsten, die geringste Schadholzmenge/ha weist der Staatswald der Forstdirektion Karlsruhe auf. Diese Relationen gelten auch für die Summe der Schadholzmengen infolge Insektenbefall in der gesamten Periode. Im Fbz Forbach erreichten die Zufälligen Nutzungen durch Insektenbefall 1996 noch über 20 % des planmäßigen Hiebsatzes.

3.2 "Wilder See/Hornisgrinde"

3.2.1 Bannwald

Sturm

Die Sturmschäden im BW "Wilder See/Hornisgrinde" waren deutlich geringer als im Bannwald "Hoher Ochsenkopf". Insgesamt wurden 508 Fichten bzw. 6 Fi / ha geworfen. Dies entspricht einem Anteil von 1 % am Gesamtbestand bzw. 3 % an den Fichten > 15m Höhe (Mittel- und Oberschicht). Die Fichten wurden zu 75 % vor 1994 geworfen.

Die Sturmschwerpunkte lagen sowohl nördlich als auch südlich des Sees am zur Vernässung neigenden Karwandfuß und in unmittelbarer Umgebung des vom See nach Osten verlaufenden Baches (Schönmünz).

Borkenkäfer

Im Bannwald wurden 8635 bzw. 103 / ha stehend tote Fichten in insgesamt 68 Befallsflächen erhoben. Die Käferschäden belaufen sich somit auf 21 % des Gesamtbestandes bzw. 47 % der Fichten > 15 m Höhe (Mittel- und Oberschicht). Das Ergebnis der Befallsflächenkartierung zeigt Abb. 8. Die Befallsfläche beträgt 21 ha bzw. 25 % der Gesamtfläche. Die Verknüpfung der Totholzerhebung der Abt. WS und der Grundaufnahme '95 der Abt. BuS zu Auswertungszwecken ist somit plausibel.

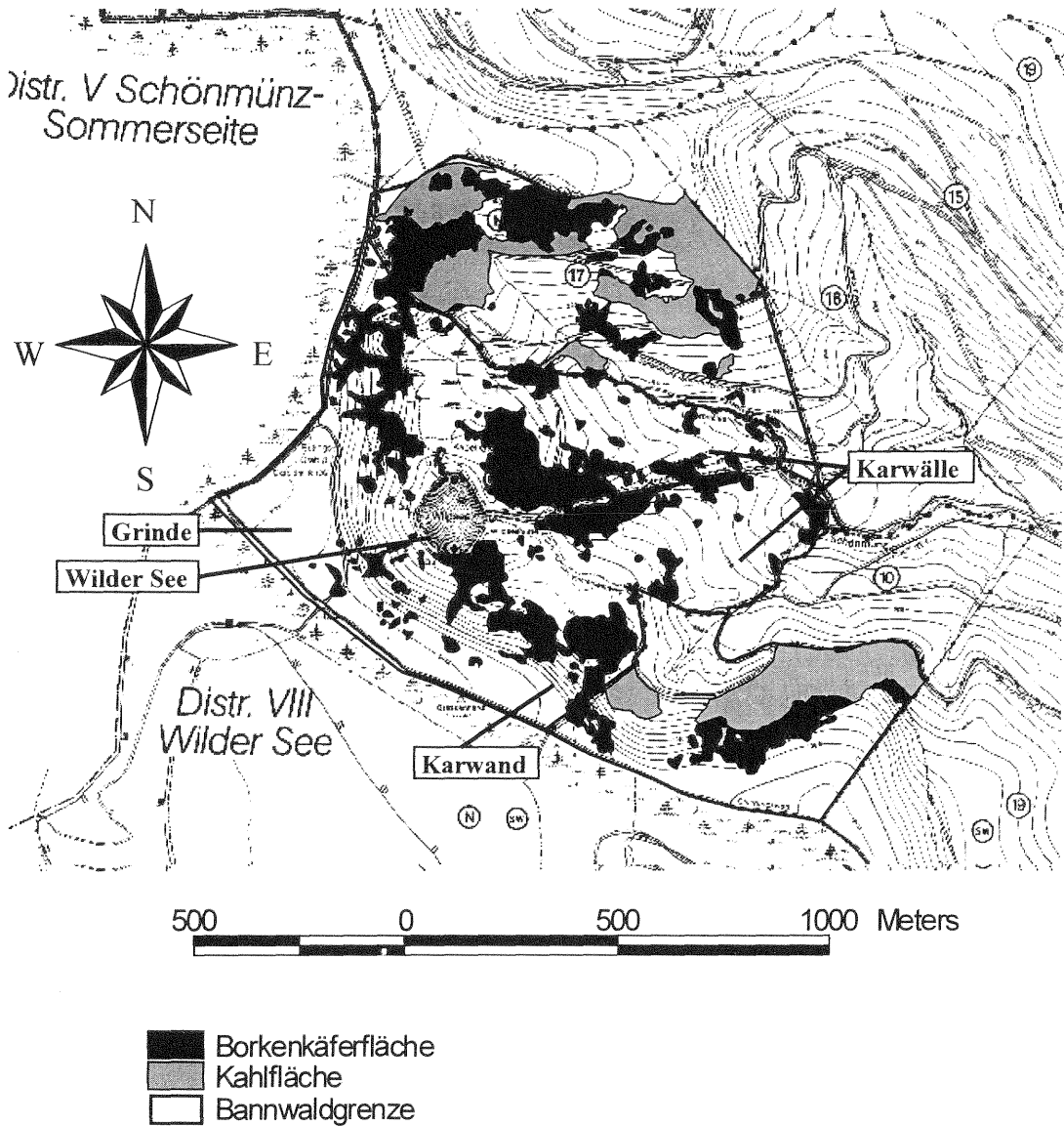


Abb. 8: Die Ergebnisse der terrestrischen Erhebung 1997 im Bannwald "Wilder See/Hornisgrinde" und der Erweiterungsfläche.

Die räumliche Ausbreitung verlief entsprechend der Sturmschwerpunkte. Die Käferschäden breiteten sich ausgehend vom Karwandfuß über die Karwände von unten nach oben aus. Im Übergang des Karwandfußes zu den Karwänden befinden sich verebnete Moorbereiche mit Legföhre und jüngeren Fichtensukzessionsbeständen, die baumarten- und altersbedingt nicht befallen wurden.

Die Befallsausbreitung im Einschnitt der Schönmünz verlief ähnlich. Ausgehend von den Sturmwürfen in der Talsohle wurden die Hänge zu den Karwällen befallen. Der großflächige Befall der Jahre '96 und '97 liegt im Norden und Süden der Karwand nahe der Bannwaldgrenze, in einer Verebnung unmittelbar südwestlich des Sees und im mittleren Bereich des nördlichen Karwalls. Die kleinen Befallsflächen auf den von der Schönmünz abgewandten Hängen der Karwälle sowie im oberen Bereich der Karwand im Übergang zur Grinde sind zu hohen Anteilen 1996 und 1997 entstanden.

In Tab. 6 ist die zeitliche Befallsdynamik im BW "Wilder See/Hornisgrinde" aufgeführt. Im Vergleich zum BW "Hoher Ochsenkopf" ist die Befallsausbreitung langsamer abgelaufen. Der Anteil der mit 1994 und älter datierten Fichten ist mit 39 % deutlich geringer. Dies korreliert mit den relativ geringen Sturmschäden im BW "Wilder See/Hornisgrinde". Der hohe Anteil stark zerfallener Fichten erklärt sich aus der langen Schutzdauer des seit 1915 ausgewiesenen Bannwaldes. Diese Fichten stehen aufgrund ihres lange zurückliegenden Absterbezeitpunktes überwiegend nicht mit der aktuellen Massenvermehrung des Buchdruckers in Zusammenhang. In den Jahren 1996 und 1997 hat sich der Befall auf hohem Niveau fortgesetzt, in diesen Jahren mangelte es im BW "Hoher Ochsenkopf" bereits an bruttauglichen Beständen.

Tab. 6: Die Anteile der Absterbejahrgänge am stehenden Totholz bei Fichte im BW "Wilder See/Hornisgrinde".

unbest. (ZFG \geq 2)	1994 und vorher	1995	1996	1997
17 %	39 %	15 %	18 %	11 %

Erweiterungsfläche

In Abb. 8 sind die Kahlflächen, die aus ZN entstanden sind, und die Borkenkäferflächen der Erweiterungsfläche dargestellt. Die Kahlflächen aus ZN nehmen insgesamt 18 ha bzw. 28 % der Gesamtfläche ein. Auf die Borkenkäferflächen entfallen 12 ha bzw. 18 % der Gesamtfläche. Im Erhebungsjahr waren noch 15,5 ha bzw. 24 % der Erweiterungsfläche mit potentiell befallstauglichen Baum- und Althölzern bestockt (AHRENS in Vorbereitung).

Auf der Erweiterungsfläche wurden insgesamt 102 Sturmfichten (2 Sturmfichten / ha) gefunden, die zu fast 100 % auf 1994 und vorher datiert wurden. Diese geringe Anzahl erklärt sich aus der Aufarbeitung bis 1994. Die Anzahl der stehend toten Fichten aus der Mittel- und Oberschicht beläuft sich auf 2223 (34 Fi / ha). In Tab. 7 sind die Anteile der Absterbejahrgänge aufgeführt. Durch die umfangreiche Aufarbeitung der Sturm- und Käferschäden auf der Erweiterungsfläche bis einschließlich 1993 weicht die Verteilung von den Ergebnissen in den anderen Flächen ab. Mit 29 % entfällt auf die vor 1994 abgestorbenen Fichten nur ein verhältnismäßig geringer Anteil des stehenden Totholzes. Stattdessen sind mit 28 bzw. 22 % große Anteile des stehenden Totholzes erst 1996 und 1997 angefallen.

Tab. 7: Die Anteile der Absterbejahrgänge am stehenden Totholz der Baumart Fichte in der Mittel- und Oberschicht auf der Erweiterungsfläche des Bannwaldes "Wilder See/Hornisgrinde".

unbest. (ZFG \geq 2)	1994	1995	1996	1997
2 %	29 %	20 %	28 %	22 %

Die in Abb. 9 dargestellten ZN auf der Erweiterungsfläche veranschaulichen die massiven Aufarbeitungsmaßnahmen. Insgesamt wurden von 1990 - 1993 44 Efm/ha Käferholz und 39 Efm/ha Sturmholz aufgearbeitet. Bezieht man die Holzmassen nur auf die Kahlflächen aus ZN, so sind 300 Efm/ha angefallen. Offensichtlich hatte der Sturm mit einem Anteil von 47 % des Schadholzes auf der Erweiterungsfläche eine wesentlich größere Bedeutung als im Bannwald.

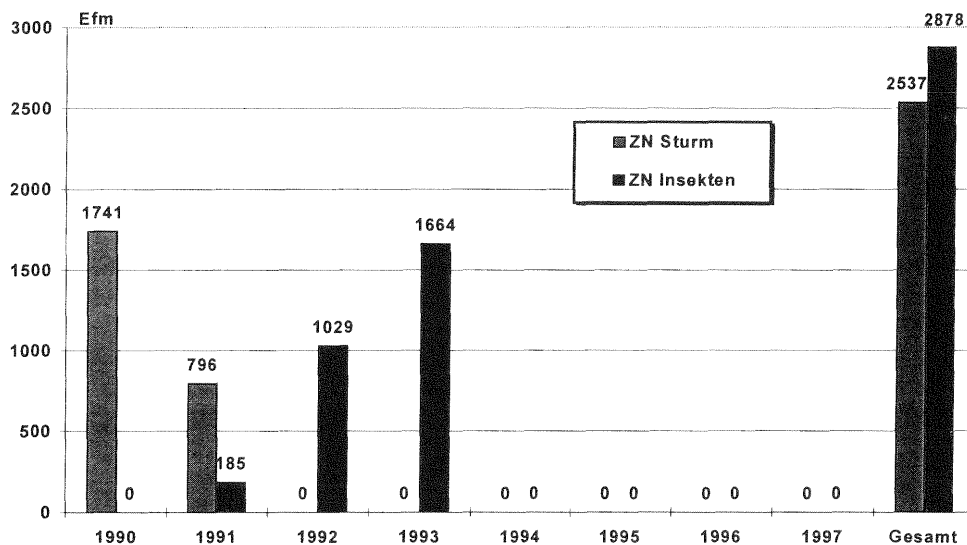


Abb. 9: Die Zufälligen Nutzungen auf der Erweiterungsfläche von 1990 - 1997.

Wirtschaftswald

Der Untersuchungsbereich in Bannwaldnähe beläuft sich auf 1683 ha und erstreckt sich im Norden und Osten des Bannwaldes. Für die im Süden und Westen angrenzenden Wirtschaftswälder anderer Waldbesitzarten bzw. Forstbezirke steht die Analyse noch aus. Sie wurden jedoch überwiegend durch die ausgedehnten Grundenfläche von der Befalldynamik im Bannwald abgeschirmt.

In Tab. 8 sind die Schadholzmengen aus Sturm und Insekten im Fbz Schönmünzach, dem Untersuchungsbereich und der FD Karlsruhe (WG Schwarzwald) aufgeführt. Der Untersuchungsbereich ist sowohl durch Sturm als auch durch Insekten deutlich geringer geschädigt

als die beiden anderen Kollektive. Im Fbz Schönmünzach wurden geringere Sturmschäden jedoch höhere Insektenschäden als auf Forstdirektionsebene verbucht. Die aufgearbeitete Schadholzmenge auf der Erweiterungsfläche (siehe oben) war im Vergleich überdurchschnittlich hoch.

Tab. 8: Die ZN von 1990 - 1996 (Sturm, Insekten) im gesamten Staatswald Forbach, im Untersuchungsbereich in Bannwaldnähe und im Staatswald der Forstdirektion Karlsruhe (Wuchsgebiet Schwarzwald) in Fm / haH (MLR BAWÜ, 1990-1997).

	Staatswald Schön- münzach		Untersuchungsbereich		Staatswald FD Karlsruhe	
	Sturm	Insekten	Sturm	Insekten	Sturm	Insekten
1990	12,8	0,2	9,0	0,1	12,4	0,1
1991	3,4	1,0	4,6	1,0	6,4	1,2
1992	0,2	2,7	0,1	2,3	0,7	2,3
1993	0,5	5,1	0,4	3,7	0,8	2,2
1994	4,0	1,2	1,6	0,6	3,1	0,5
1995	0,6	2,0	0,2	1,3	1,1	1,2
1996	0,1	1,7	0	0,8	0,1	1,0

4 Diskussion

In den Bannwäldern "Hoher Ochsenkopf" und "Wilder See/Hornisgrinde" läßt sich die zeitliche und räumliche Ausbreitungsdynamik des Borkenkäferbefalls im wesentlichen durch die in Tab. 9 aufgeführten Faktoren und ihre Auswirkungen charakterisieren:

Tab. 9: Charakteristische Prozesse für die Ausbreitungsdynamik des Borkenkäferbefalls im BW "Hoher Ochsenkopf" und "Wilder See/Hornisgrinde".

	Faktor	Auswirkungen auf die Dynamik innerhalb einer <u>begrenzten</u> Fläche	
		räumlich	zeitlich
a)	Befallsdruck bzw. Umfang der Sturmschäden	je größer der Befallsdruck, desto größer und undifferenzierter der Befall (Befallsflächengröße, Befall in der Unterschicht etc.)	je größer der Befallsdruck, desto schneller der Befallsfortschritt aber auch Ressourcenverbrauch und Zusammenbruch der Massenvermehrung
b)	Lage zu den Sturmschäden	mit zunehmender Entfernung zu den Sturmschäden nehmen die Käferschäden ab	je entfernter von den Sturmschäden, desto jünger die Käferschäden
c)	Bestandesalter und Fichtenanteil	junge Bestände und geringe Fichtenanteile wirken als Ausbreitungsbarriere	jüngere Bestände werden später befallen

- zu a): Im BW "Hoher Ochsenkopf" entwickelte sich die Massenvermehrung infolge größerer Sturmschäden sehr heftig und schnell (siehe Abb. 3 - 5). Auf der verhältnismäßig kleinen Fläche kann der Borkenkäferbefall nahezu mit einem Brandereignis verglichen werden. Im BW "Wilder See/Hornisgrinde" erreichte der Käferbefall bis 1997 nicht den Anteil an den potentiell befallstauglichen Fichtenbeständen wie im BW "Hoher Ochsenkopf", der Borkenkäferbefall dauert aber bis heute auf höherem Niveau an (siehe Abb. 8, Tab. 6).
- zu b): Im BW "Hoher Ochsenkopf" finden sich der älteste Käferbefall in den Straten mit den größten Sturmschäden (siehe Abb. 3 und 6). Die Massenvermehrung verlief von Nordwest nach Südost, bzw. expandierend von den Bereichen mit den größten Sturmschäden. Im Bannwald "Wilder See/Hornisgrinde" konnte derselbe dynamische Prozeß ausgehend von den Sturmschäden am Karwandfuß und der Schönmünz beobachtet werden. In den Randbereichen des Bannwaldes werden die Befallsflächen kleiner und die Totholzmenge nehmen ab (siehe Abb. 7).
- zu c): Die zentrale Kuppe im BW "Hoher Ochsenkopf" (Stratum 4) weist die geringsten Sturm- und Käferschäden auf (Abb. 3 und Tab. 3). Die Ursache liegt darin, daß dieser Bereich am längsten der Waldweide diente und noch 1950 kaum Hochwald aufwies. Die mit Legföhrenbeständen bestockte Grindenfläche wird nur langsam von der Fichte besiedelt (DIETRICH et al. 1970), weshalb hier überwiegend junge (< 50 Jahre) und häufig solitärartig gewachsene Fichten von standortsbedingt geringer Höhe und Dimension stehen. Vergleichbare Flächen im BW "Wilder See/Hornisgrinde" im Übergang des Karwandfußes zu den Karwällen zeigen ebenfalls kaum Käferbefall (siehe Abb. 8). Aufgrund ihrer Barrierewirkung konnte jeweils für die Sturmschäden am Karwandfuß und an der Schönmünz eine eigenständig Befallsdynamik erkannt werden.

Die in Tab. 9 geschilderten Faktoren bestimmten die räumliche und zeitliche Ausbreitungsdynamik derart, daß der Einfluß anderer Faktoren, sofern er vorhanden war, nicht nachgewiesen werden konnte. Eine Ursache ist die Größe der Untersuchungsobjekte, da die Bedingungen auf geringer Fläche zwangsläufig homogener und weniger Kombinationen aus verschiedenen Standortseinheiten und Bestandesstrukturen vorhanden sind. Außerdem beschränkt sich die Untersuchung auf das Befallszentrum, das sich aufgrund des hohen Befallsdruckes durch eine relativ undifferenzierte Befallsdynamik auszeichnet. Die Standortbedingungen beeinflussten die Ausbreitungsdynamik somit nur indirekt durch die Sturmgefährdung und die walddgeschichtlich bedingten Anteile der Fichten und Altbestände.

Der direkte Einfluß des unterschiedlichen Wasserhaushaltes der Standortseinheiten auf die Befallsdynamik ist hingegen nicht erkennbar. Die flachgründigen podsolierten Sande im Zentrum des BW "Hoher Ochsenkopf" wurden z. B. aufgrund der Bestandesverhältnisse kaum und die trockenen Ausprägungen der Karwälle im BW "Wilder See/Hornisgrinde" erst spät befallen. Ebenso ließ sich abgesehen von der erhöhten Sturmgefährdung der nach Nordwest exponierten Bestände keine Abhängigkeit der Befallsdynamik von der Exposition erkennen. Die Beobachtung, daß sich der Borkenkäferbefall in der Regel vom Unterhang in den Ober-

hang ausbreitete, kann abgesehen von der Lage zur Sturmfläche nicht erklärt werden. Da die frischen und tiefgründigen Unterhanglagen als erste betroffen werden, ist der Wasserhaushalt der Standorte nicht ausschlaggebend für die Befallsausbreitung. Möglicherweise spielt die in Hanglagen vermehrt durch Steinschlag hervorgerufene und von unten nach oben zunehmende Rotfäule eine Rolle (DONAUBAUER 1988). Im Rahmen der Untersuchungen der Borkenkäferkalamität 1944 - 1951 in Südwestdeutschland führt WELLENSTEIN (1954) die erhöhte Disposition von Fichtenbeständen, die im Krieg stark beschossen wurden oder auf umgewandelten Eichenschälwaldflächen stockten, auf die Rotfäule zurück.

Ein weiterer Faktor, der für die Befalldynamik möglicherweise von Bedeutung sein kann, ist der Bestockungsgrad. Im Rahmen der Kartierung wurde z. B. westlich des Wildsees beobachtet, daß unabhängig vom Fichtenanteil Bestände mit niedrigem Bestockungsgrad weniger befallen waren. In einigen Fällen verhinderten Erosionsrinnen sowie Fahr- oder Maschinenwege, die das Kronendach unterbrachen, eine weitere Ausbreitung von Befallsflächen. Zur Klärung dieser Frage werden noch weitere Untersuchungen durchgeführt.

Die neuartigen Waldschäden tragen in den Untersuchungsobjekten sicherlich erheblich zur Disposition der Fichtenbestände bei. Der Schwarzwald ist für die Fichte das Hauptschadensgebiet in Baden-Württemberg. Die Terrestrische Waldschadensinventur (TWI) von 1994 ergab einen Anteil deutlich geschädigter Fichten von annähernd 35 % (Ta > 50 %, Bu ca. 30 %). Noch in den 80er Jahren lag der Schwerpunkt der Schäden in den Buntsandsteingebieten des Nordschwarzwaldes. Dies bestätigen auch die Untersuchungen der Magnesiumversorgung von Fichte, die insbesondere im Nordschwarzwald erhebliche Defizite aufzeigten. Als Reaktion wurden in diesem Gebiet verstärkt Bodenschutzkalkungen vorgenommen, die zu einer Verringerung des Magnesiummangels und einer Verbesserung des Gesundheitszustandes von Fichten und Tannen beitragen. Die TWI 1997 zeigte eine Verbesserung im Schwarzwald um 9 % - Punkte für alle Baumarten, die Fichte war noch zu 21 % deutlich geschädigt (Ta ca. 32 %, Bu ca. 28 %). Die Schadverteilung im Schwarzwald zeigte 1997 ein einheitliches Bild (FVA BA-WÜ 1997). Da der Schutzstatus der Bannwälder keine Bodenschutzkalkungen erlaubt und somit der Kompensationseffekt nicht uneingeschränkt von der Gesamtfläche auf die Untersuchungsobjekte übertragen werden kann, muß von einem überdurchschnittlichen Schädigungsgrad bzw. einer größeren Labilität in den Bannwäldern ausgegangen werden.

Die Erweiterungsflächen der Bannwälder waren ebenfalls überdurchschnittlich von Sturm- und Käferschäden betroffen. Der hohe Anteil des vor 1994 abgestorbenen Totholzes (siehe Tab. 4 & 7) und die großen Sturmholzmengen auf der Erweiterungsfläche des Bannwaldes "Wilder See/Hornisgrinde" (siehe Abb. 9) deuten daraufhin, daß sich hier z. T. eigenständige Befalldynamiken ausgebildet haben, die teilweise auch zur Befallsausbreitung innerhalb der Bannwälder beitragen. Daß die Dynamik innerhalb des BW's "Hoher Ochsenkopf" von außen nach innen verlief (siehe Abb. 6), bestätigt dies. Im BW "Wilder See/Hornisgrinde" ist nicht davon auszugehen, da die Käferschäden im Bannwald von innen nach außen abnehmen (siehe Abb. 8) bzw. jünger werden. Inwieweit die erheblichen Borkenkäferschäden der Jahre 1996 - 1997 innerhalb des BW's "Wilder See/Hornisgrinde" und auf der Erweiterungsfläche voneinander abhängen, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Folgt man dem Trend der Vorjahre, ist von einer Ausbreitung aus dem Bannwald in die Erweiterungsfläche auszugehen.

Aufgrund ihrer Lage zum Bannwald lassen sich von den Erweiterungsflächen Rückschlüsse auf die Situation in Schutzzonen ableiten. Die Effektivität der Borkenkäferbekämpfung durch Aufarbeitung des Käferholzes in den Schutzzonen ist gemindert, da die zentral gelegene Infektionsquelle im Waldschutzgebiet nicht beseitigt wird. Wenn sich die Altersstruktur und / oder Baumartenmischung nicht erheblich von den Verhältnissen innerhalb des Waldschutzgebietes unterscheiden, ist die Gefahr, daß hier im Zuge von Borkenkäferkalamitäten massive Eingriffe notwendig werden und die Altbestände sukzessive Kahlflächen weichen müssen (siehe Abb. 4 und 8) erhöht (SCHRÖTER et al. 1998). Die Infrastruktur in der Schutzzone muß auf einen solchen Bedarfsfall ausgerichtet sein. Unabhängig von einer akut vorliegenden Borkenkäferkalamität ist die Bewirtschaftung in der Schutzzone darauf auszurichten, die Fichtenanteile zu senken und strukturreiche Bestände zu schaffen. Auch aus ökologischer Sicht ist dies zielführend, da massive und ungesteuerte Eingriffe vermieden werden können. Dies gilt um so mehr, als davon auszugehen ist, daß sich die Borkenkäfermassenvermehrungen zyklisch wiederholen. Auf den Befallsflächen werden sich überwiegend Folgebestände mit geringer Altersspreitung und hohen Fichtenanteilen entwickeln, da die Verjüngungsbedingungen auf den Käferflächen für Schattbaumarten suboptimal sind. Außerdem sind die wichtigen Mischbaumarten Buche und Tanne nicht oder nur wenig vorhanden und / oder leiden in der Verjüngung unter starkem Wildverbiß. Da mit zunehmendem Alter der Folgebestände die Wahrscheinlichkeit steigt, daß ein Sturmereignis und / oder eine mehrjährige Trockenperiode erneut eine Massenvermehrung des Buchdruckers auslöst, werden sie vermutlich nicht im Zuge einer langwierigen Zerfallsphase mosaikartig zusammenbrechen.

Im Fbz Forbach waren die aufgearbeiteten Käferholzmassen im untersuchten Wirtschaftswald gegenüber dem gesamten Forstbezirk und dem Staatswald der FD Karlsruhe (Wuchsgebiet Schwarzwald) deutlich erhöht, obwohl die aufgearbeiteten Sturmholzmassen unterdurchschnittlich waren (siehe Tab. 5).

Im Fbz Schönmünzach waren die aufgearbeiteten Sturmholzmassen ebenfalls deutlich geringer als in den Vergleichskollektiven, die aufgearbeiteten Käferholzmassen erreichten jedoch das Niveau auf Forstbezirks- und Forstdirektionsebene. Im Jahr 1993 waren die Käferschäden im Untersuchungsbereich sogar um ein Vielfaches höher (siehe Tab. 8).

Hieraus läßt sich für den umliegenden Wirtschaftswald ein erhöhtes Borkenkäferisiko durch den Aufarbeitungsverzicht in den Bannwäldern und den Erweiterungsflächen ableiten, obwohl auch die Sturmschäden im Wirtschaftswald zu erhöhten Borkenkäferschäden beigetragen haben.

Literatur

- AHRENS, W. (1998): Borkenkäferbefall in Bannwäldern des Schwarzwaldes. Abschlußbericht, in Vorbereitung.
- DIETRICH, H.; MÜLLER, S.; SCHLENKER, G. (1970): Urwald von morgen - Bannwaldgebiete der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Eugen Ulmer, Stuttgart, 174 S.
- DONAUBAUER, M.; (1988): Holzernte: Schäden unvermeidbar? Österreichische Forstzeitung, (6): 49 - 52.
- GERTZMANN, C. (1998): Abschlußbericht der Grundaufnahme '96 der Abt. BuS im Bannwald "Hoher Ochsenkopf", in Vorbereitung.
- FVA BADEN-WÜRTTEMBERG (1997): Waldschadensbericht 1997 Baden-Württemberg. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden- Württemberg.
- MLR BADEN - WÜRTTEMBERG (1990-1997): Jahresberichte 1990 ff. Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Jg. 38 - 44, Ministerium Ländlicher Raum Ba - Wü.
- MLR BADEN-WÜRTTEMBERG (1994): Forsteinrichtungsstatistik 1981 - 1990 für die öffentlichen Waldungen in Baden-Württemberg. Ministerium Ländlicher Raum Ba-Wü.
- SCHRÖTER, H.; BECKER, T.; SCHELSHORN, H. (1998): Die Bedeutung der Sturmwurf-Flächen als "Borkenkäferquellen" für umliegende Wirtschaftswälder. In: Die Entwicklung von Waldbiozöosen nach Sturmwurf. Ecomed, in Vorbereitung.
- WELLENSTEIN, G. (1954): Die große Borkenkäferkalamität in Südwestdeutschland 1944 - 1951. Forstschutzstelle Südwest / Ringingen.
- WESLIEN, J. & SCHRÖTER, H. (1996): Natürliche Dynamik des Borkenkäferbefalls nach Windwurf-Totholzmenge, Verteilung und Ausbreitung des Befalls im Bannwald "Napf". AFZ 51 (19): 1052-1055.
- WOLF, T. (1992): Die Vegetation des Bannwaldes "Wilder See-Hornisgrinde" am Ruhestein, Nordschwarzwald. In: Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung. (36): 27 - 46.

Johannes Grunwald

Sächsisches Forstamt Bad Schandau

Praktische Erfahrungen bei der Behandlung von Buchdrucker-Stehendbefall im Nationalpark "Sächsische Schweiz"

Practical aspects of control measures against Spruce bark beetle damage in the „Sächsische Schweiz“ National Park

Zusammenfassung

Die Fichtenbestände im Nationalpark sind durch den Buchdrucker gefährdet. Großflächige Massenvermehrungen traten in der Vergangenheit nicht auf. Der kleinflächige standörtliche Wechsel bewirkt vielfältige Waldstrukturen, die das Risiko einer Massenvermehrung des Buchdruckers mindern. Die Zonierung berücksichtigt wesentlich die Anteile naturferner Fichtenbestände. Dem Pflegebereich sind die größten Fichtenanteile zugeordnet. Großflächige Waldpflege fördert die Entwicklung natürlicher Waldgesellschaften. Fichtenbestände im Pflegebereich gewinnen langfristig an Struktur und Stabilität. Mit zunehmendem Bestandesalter steigt allerdings das Befallsrisiko. Nichtvorhersagbar ist die Entwicklung der Wälder in der Kernzone. Eine Sanierung von Buchdruckerstehendbefall soll unterbleiben. Benachbarte Waldgebiete in Tschechien sind bei der Buchdrucker Massenvermehrung in der Kernzone nur an wenigen Stellen gefährdet. Mit den tschechischen Nachbarn werden regelmäßig Erfahrungen ausgetauscht. Dem Nationalparkanliegen wird mit der Zonierung Rechnung getragen. Größe und Lage des Pflegebereiches garantieren eine ausreichende Pufferzone. In Verbindung mit der aktiven Sanierung des Borkenkäferbefalls im Pflegebereich wird eine stabile Entwicklung des Nationalparkes ermöglicht.

Stichwörter: Nationalpark Sächsische Schweiz, *Ips typographus*, Massenvermehrung, Zonierung

Abstract

The spruce stands in the „Sächsische Schweiz“ National Park are threatened by the Spruce bark beetle, but large-scale outbreaks have not been registered in the past. The large range of sites leads to diverse forest structures and reduces the risk of major bark beetle outbreaks. The division of the park into zones takes into account the large proportion of spruce stands, which do not naturally occur here. Most of the areas dominated by spruce are assigned to the zone in which management measures are carried out. Large-scale management promotes the development of natural forest types, and in the long term spruce stands in the management zone are improved in respect to stability and structure. However, the threat by bark beetles increases with age. The development of forest structures in the central, unmanaged zone cannot be predicted, but in this zone no control measures against bark beetles are intended. Neighboring forests in the Czech Republic are only endangered in few localities by the bark beetle outbreak in the central national park zone, and information is regularly exchanged with the neighboring

country. The subdivision into zones of different management intensity helps to achieve the aims of the national park. The size and location of the management zone guarantees a sufficient buffer zone. In combination with active control measures of bark beetle damage in this zone, a stable development of the national park is ensured.

Key words: „Sächsische Schweiz“ National Park, *Ips typographus*, mass outbreak, management zones

1. Standortliche Voraussetzungen

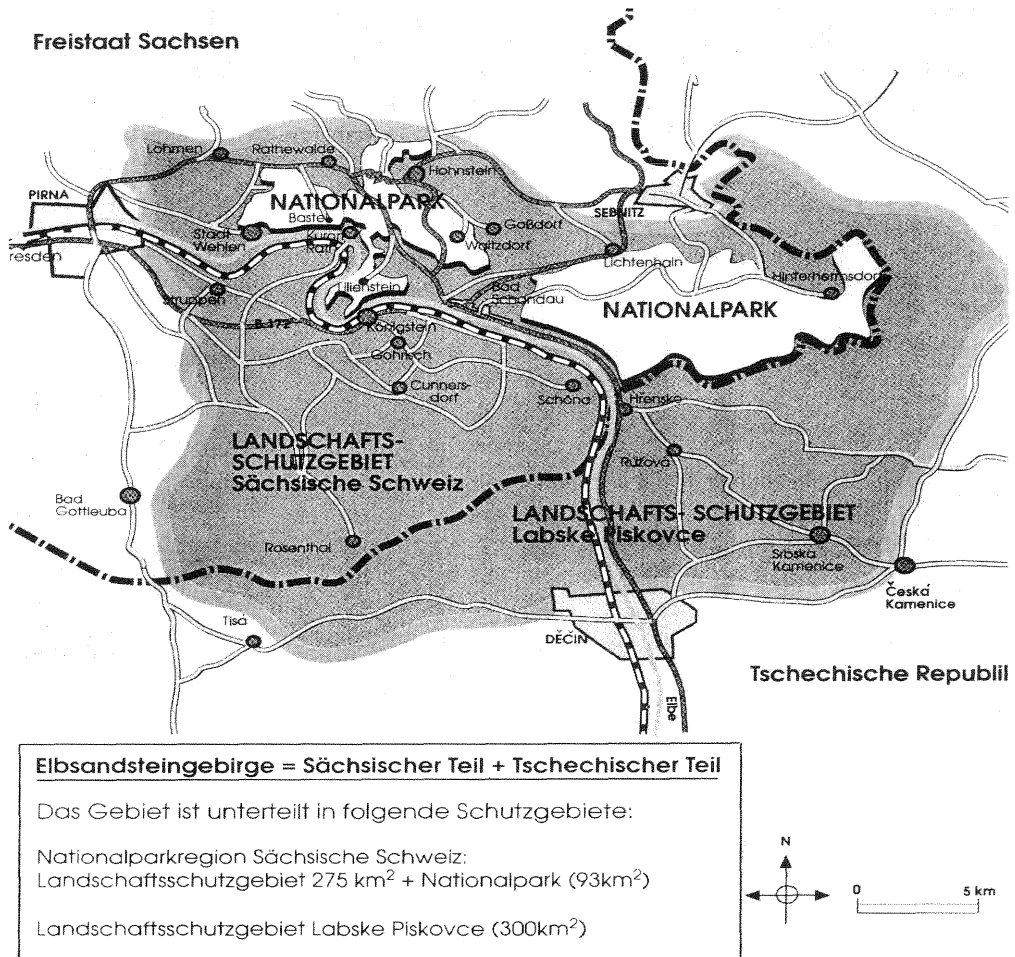


Abb. 1: Elbsandsteingebirge: Sächsischer und Tschechischer Teil

Der Nationalpark "Sächsische Schweiz" liegt im Osten Sachsens unmittelbar angrenzend an Böhmen. Das Landschaftsschutzgebiet auf sächsischem Territorium, die Nationalparkregion Sächsische Schweiz, umfaßt 368 km². Auf böhmischem Gebiet schützt das "Labske Piskovce" 300 km². Beide Schutzgebiete zusammen repräsentieren die wesentlichen Flächen des einheitlichen Naturraumes Elbsandsteingebiet. Der Nationalpark "Sächsische Schweiz" umfaßt davon 93 km².

Die Verteilung der jährlich fallenden 700 – 890 mm Niederschlag bei Durchschnittstemperaturen von 8,9 °C – 7 °C ist typisch für ein subatlantisch-subkontinentales Übergangsbereich. Bemerkenswert ist die ausgeprägte Frühjahrstrockenheit.

Tief eingeschnittene Täler mit steilen Felswänden in Verbindung mit tertiären Basaltdurchbrüchen und pleistozänen Staublehmdecken sind charakteristisch für die Erosionslandschaft des Kreidesandsteins. Es überwiegen terrestrische bodensaure Standorte mittlerer und armer Trophy.

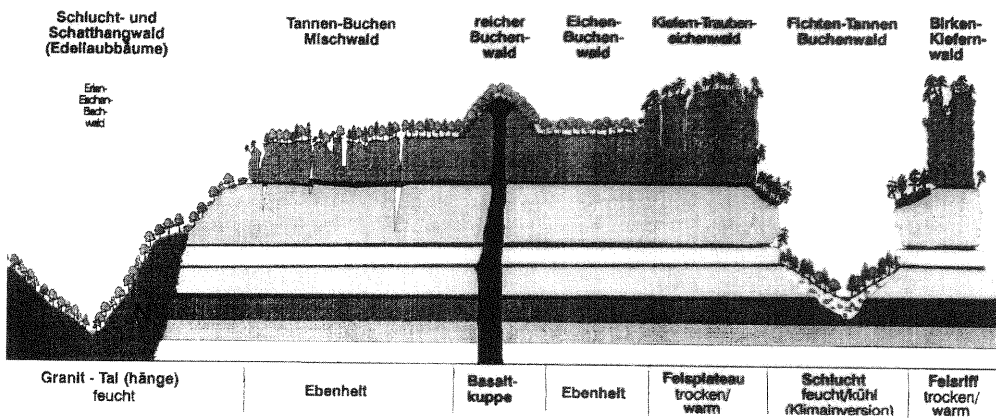


Abb. 2: Die natürlichen Waldformen der Sächsischen Schweiz

Tannen-Buchenmischwälder auf 45% und Eichen-Buchenwälder auf 26% der Nationalparkfläche werden als die häufigsten natürlichen Waldgesellschaften genannt. (Zustandserfassung der Wälder). Mit 8% Flächenanteil sind Fichten-Tannen-Buchenwälder in feucht-kühlen Schluchten natürlich vorkommend.

Kleinflächig wechselnd bestimmen 16 natürliche Waldgesellschaften die Wald-Fels-Landschaft im Elbsandsteingebiet.

Waldbehandlungsgrundsätze (17.06.96)

Ruhebereich (2239 ha)

1. Definition:

Flächenkomplex mit überwiegend naturnahen und bedingt naturnahen Waldflächen sowie den eingeschlossenen Waldbiotopen der Hemerobiestufe 3 bis 5

2. Ziel:

Schutz der ablaufenden Waldentwicklungsprozesse ohne nutzende oder lenkende Eingriffe, Dokumentation und wissenschaftliche Beobachtung der Waldentwicklungsprozesse.

Pflegebereich (3148 ha)

1. Definition:

Flächenkomplex mit überwiegend naturnahen und naturfremden Waldflächen sowie den eingeschlossenen Waldbiotopen der Hemerobiestufen 1 bis 3

2. Ziel:

Einleitung und Förderung einer Waldentwicklung in Richtung der natürlichen Waldgesellschaften - schrittweise Eingliederung in den Ruhebereich

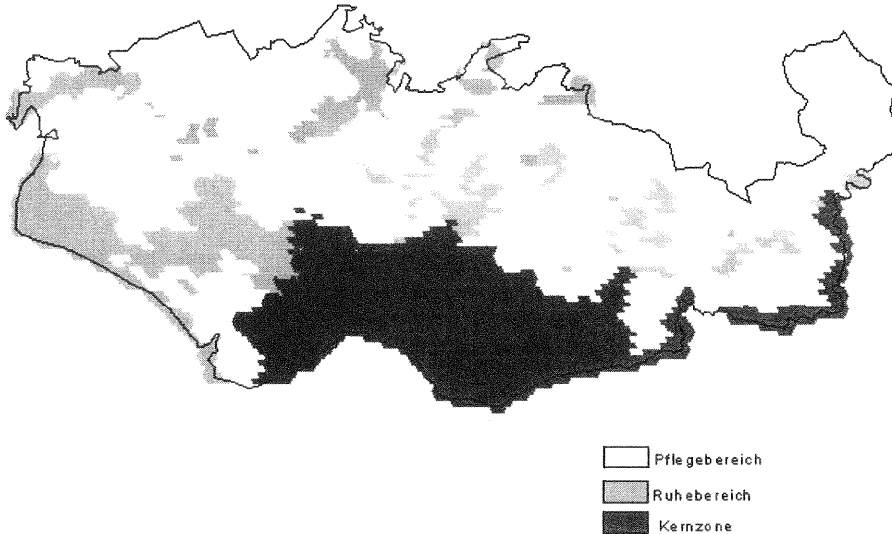
- Maßnahmen zur Verkehrssicherung
- Bekämpfung von Waldbränden
- Anlage und Unterhaltung von Bejagungs- und Weiserflächen, Wildbestandsregulierung
- Entnahme geeigneter Materialien vor Ort für Maßnahmen der Besucherlenkung
- Saatguternte und Reiserengewinnung
- Schutz und Förderung der Weißtanne
- Maßnahmen des **Waldschutzes bei einer Gradation forstlich bedeutsamer Insekten**
- Zurückdrängung gebietsfremder Baumarten

Waldpflege vor Waldumbau

nach Waldbaugrundsätzen Staatswald mit folgenden Einschränkungen:

- a Pflegemaßnahmen dienen vorrangig der Förderung der Baumarten der natürlichen Waldgesellschaften
- b Auslesekriterium ist die Vitalität der Bäume, wirtschaftliche Verwendbarkeit ist nachgeordnet
- c Beschränkung des Biomasseentzuges auf ein Minimum
- d Behandlung geschädigter Waldbestände "hinhaltend" im Interesse einer natürlichen Waldentwicklung
- e Temporäre Markierung von Zukunftsbäumen
- f Minimierung der Waldbehandlungsmaßnahmen am Fuß von Felsmassiven
- g kein Kahl- oder Schirmschlag
- h Naturverjüngung heimischer Baumarten
- i Verwendung von autochthonem Vermehrungsgut

Zonierung im NLP, Teil Hintere Sächsische Schweiz



Ergebnis der PSI; 1.1. 96

Abb. 3: Zonierung im NLP-Teil Hintere Sächsische Schweiz

Für die Abgrenzung der Kernzone wurden große und kompakte Ruhebereichsflächen ausgewählt. Hier unterbleiben die im Ruhebereich gestatteten Maßnahmen zur Förderung der Weißtanne und die Sanierung von Buchdruckerbefall.

2. Die Bedeutung des Buchdruckers für die Waldentwicklung im Nationalpark „Sächsische Schweiz“

Wesentliche Grundlage für die Waldbehandlung im Nationalpark ist neben der Zonierung die Einteilung in Ruhe- und Pflegebereiche. Diese beiden Kategorien dienen ausschließlich den nach Naturnähe der Wälder differenzierten waldbaulichen Planungen und Vollzugsmaßnahmen.

Aktuelle Informationen zur Waldstruktur liefert die Stichprobeninventur vom 01.01.1996. Auf je 2 ha Waldfläche wurde ein Probekreis mit $\varnothing = 12$ m eingerichtet. Die kleinflächig wechselnden Waldstrukturen können so am besten erfaßt werden.

Zur Einschätzung der aktuellen Befallsgefährdung wurde das Vorkommen von Fichten (*Picea abies*) über 20 cm BHD, für Pflegebereich, Ruhebereich und Kernzone getrennt ausgewertet.

Die Fichte ist im Nationalpark-Teil Hintere Sächsische Schweiz die dominante Baumart. Bei differenzierter Betrachtung gilt das nur noch für den Pflegebereich mit 68 %, während im Ruhebereich Laubbäume und Kiefer (*Pinus silvestris*) zwei Drittel der Baumartenanteile stellen.

Anteile der Baumarten an der Grundfläche (ab BHD 20 cm)

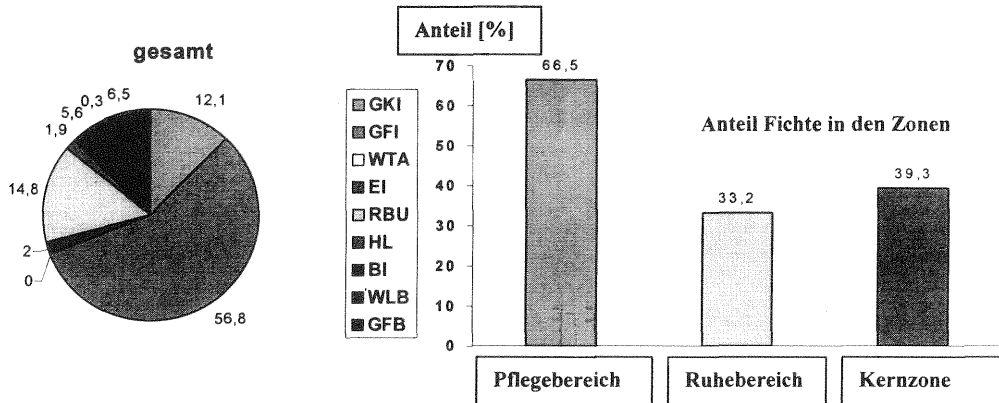


Abb. 4: Anteile der Baumarten an der Grundfläche (ab BHD 20 cm)

Analysiert man die Bestände hinsichtlich ihrer Mischungsform, weist der Pflegebereich mit 48 Prozent den höchsten Anteil reiner Fichtenbestände (>80 % Fichte) auf, der deutlich über der Ausstattung von Ruhebereich und Kernzone liegt.

Jahr	Menge	Ursache	Forstort	Bemerkung
1835	k. A. 123 fm 3.200 fm	Buchdrucker "Wurmtrocknis"	Rev. Mittelndorf Rev. Ottendorf Rev. Hinterhermsdorf	35 Mio. Käfer vernichtet
1866	k. A.	Buchdrucker	Rev. Postelwitz	nach vorjähriger Hitze und Trockenheit
1913	k. A.	Buchdrucker	Rev. Postelwitz	erstmalig Fangbäume geworfen

TSCHIEDEL 1994

Abb. 5: Historische Angaben zum Auftreten des Buchdruckers in der Hinteren Sächsischen Schweiz 1818 - 1924

Im 19. Jahrhundert und zum Anfang des 20. Jahrhunderts prägte die Fichte die Wälder der Hinteren Sächsischen Schweiz noch stärker als gegenwärtig. 1817 werden 71 % und 1924 86 % Fichtenanteile genannt. Historische Angaben zum Auftreten des Buchdruckers weisen nur unbedeutende Massenvermehrungen nach. Ob die Standortsbedingungen oder intensive forstliche Bekämpfungsmaßnahmen hierfür ursächlich sind, ist jedoch nicht bekannt.

3. Erfahrungen und Vorgehensweise bei der Behandlung von Buchdruckerstehendbefall

Der sogenannte integrierte Forstschutz, besonders die "saubere Waldwirtschaft" in Verbindung mit Fangbäumen, Pheromonfallen und dem umfangreichen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln begründeten die Strategie zur Bekämpfung des Buchdruckers vor 1990.

Vorbeugungsmaßnahmen	Überwachungsmaßnahmen	Bekämpfungsmaßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> - "saubere Waldwirtschaft" • rasche Entfernung absterbender Hölzer • Einhaltung der Lagerfristen für eingeschlagenes Holz • Vermeidung von Abfuhrresten • Sicherung der Zugänglichkeit der Bestände - Anlage von Fangbaumgruppen (1 FBG je 100 ha gefährdete Fi > 60 Jahre) 	<ul style="list-style-type: none"> - Befallskontrolle <ul style="list-style-type: none"> • vorjähriger Stehend- oder Liegendbefall • exponierte Bestandesränder • immissionsbeeinflusste Bestandesränder - kontinuierliche Registrierung und Kartierung des Befalls - Aufstellung von 2 Monitoringfallen in der Oberförsterei - kontinuierliche Beobachtung und Registrierung der Brutentwicklung in Fangbäumen 	<ul style="list-style-type: none"> - Sanierung des erkannten Befalls durch <ul style="list-style-type: none"> • rasche Abfuhr • Entrindung • Begiftung - Einsatz von Fangbaumgruppen (1/8 des vorjährigen Stehendbefalls) - Einsatz von Pheromonfallen - Einsatz von PSM zur: <ul style="list-style-type: none"> • Stubben- und Stockumkreisbegiftung • Voranflugbehandlung • Vorausflugbehandlung

RICHTER 1988, 1989

Abb. 6: Strategie zur Bekämpfung des Buchdruckers (vor 1990)

Hohe Stehendbefallszahlen von 1982 bis 1984 für die Region Sächsische Schweiz sind Ausdruck der starken Immissionsbelastung mit SO₂ und nachfolgenden umfangreichen Waldschäden. Die Hintere Sächsische Schweiz war von den Schäden weniger betroffen und in die Schadzone 3, geringe Schäden, eingeordnet.

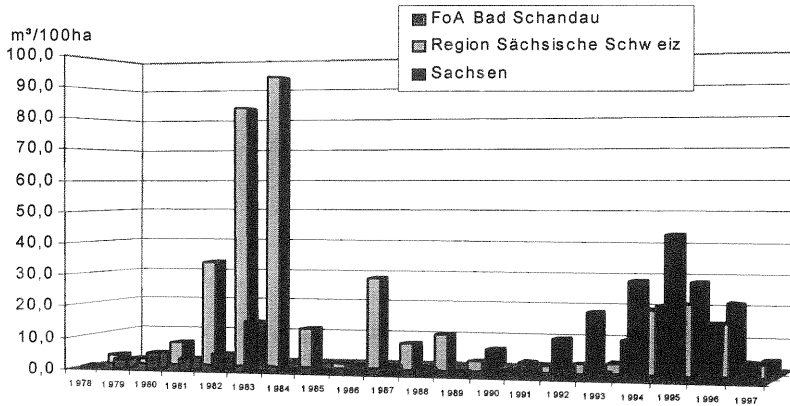


Abb. 7: Stehendbefall durch Buchdrucker in Bezug zur Fläche mit Fi-Beständen über 60 Jahre

Seit 1991 mit der Gründung des Nationalparkes Sächsische Schweiz sind vorbeugende Maßnahmen nur im Pflegebereich möglich. Saniert wird der erkannte Befall im Pflegebereich und nach Einzelfallentscheidung im Ruhebereich. In der Kernzone unterbleiben vorbeugende Maßnahmen und die Sanierung von Befallsstellen.

	Pflegebereich	Ruhebereich	Kernzone
Vorbeugung	<ul style="list-style-type: none"> - Waldpflege zur Förderung der natürlichen Waldgesellschaften - Einhaltung der Lagerfristen - Sicherung der Zugänglichkeit 		
Überwachung	Befallskontrolle		
	Registrierung und Kartierung des Befalls		
	Monitoringfallen		
Bekämpfung	Sanierung des erkannten Befalls		
	Einsatz von Fangbaumgruppen		
	Einsatz von Pheromonfallen		

Abb. 8: Strategie zur Bekämpfung des Buchdruckers (seit 1991)

Der Borkenkäferüberwachung dienen flächendeckende Befallskarten, Kontrollen der Populationsentwicklung und Dauerbeobachtungsflächen auf ausgewählten Befallsstellen in der Kernzone. Beteiligt sind die Nationalparkverwaltung "Sächsische Schweiz", die Sächsische Landesanstalt für Forsten in Graupa und das Sächsische Forstamt Bad Schandau in einer echten Gemeinschaftsarbeit. Befallsstellen in der Kernzone werden im Rahmen des Monitoring eingemessen, die Befallsstelle mit Umgebung komplett dokumentiert und markiert.

Erste Auswertungen der Stehendbefallsentwicklung - Abb. 10 - von 1995, 1996 und 1997 lassen einen deutlichen Schwerpunkt im Pflegebereich erkennen. Der Stehendbefall ist gleichmäßig verteilt mit maximal 20 fm pro Herd. 1995 wurde der Gradationsgipfel mit 716 fm erreicht. Aus eigenen Beobachtungen zeigen Fichtenbestände nach einer ersten wirksamen Hochdurchforstung Labilitätserscheinungen. Dieser Effekt ist bei den Folgedurchforstungen kaum noch feststellbar. Die Kernzone ist gegenwärtig praktisch frei von Stehendbefall.

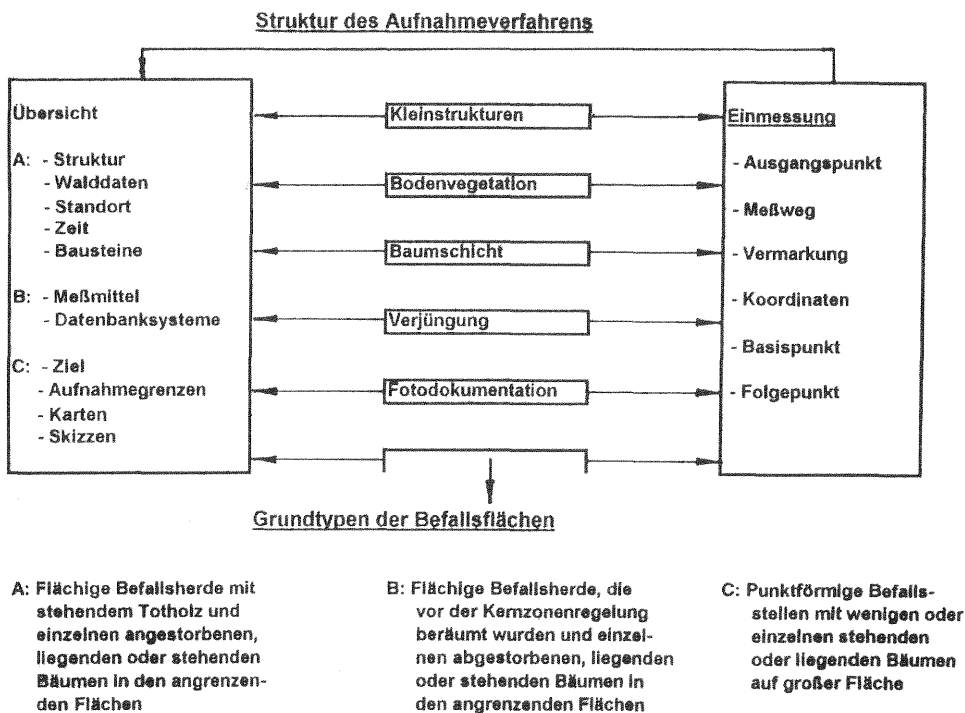


Abb. 9: Struktur des Aufnahmeverfahrens

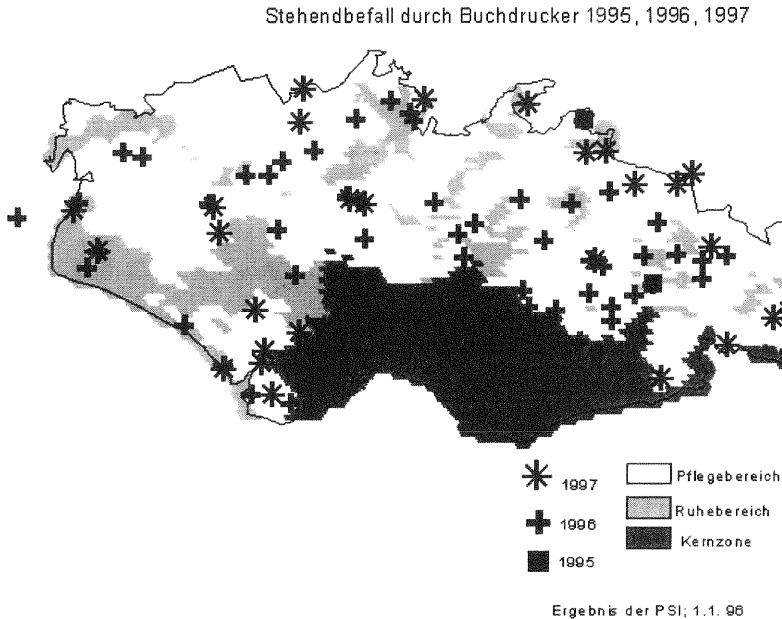


Abb. 10: Stehendbefall durch Buchdrucker 1995, 1996, 1997

Mit der Einteilung des Nationalparkes in Ruhebereich, Pflegebereich und Kernzone sind großräumig Gebiete mit sehr unterschiedlicher Befallsdisposition für Buchdrucker abgegrenzt worden.

Die differenziert ausgelegte Strategie zur Behandlung des Buchdruckers in der Hinteren Sächsischen Schweiz garantiert einen kontinuierlichen Aufbau des Nationalparkes Sächsische Schweiz. Der Pflegebereich wirkt als riesige Pufferzone und sichert die stabile Entwicklung mit Flächenerweiterungen für die Kernzone.

Literatur

SCHMIDT, et al:

Grundlagen eines Pflege- und Entwicklungsplanes für die Wälder im Nationalparkteil Hinterer Sächsische Schweiz.

NATIONALPARK SÄCHSISCHE SCHWEIZ:
SÄCHS. LANDESANSTALT FÜR FORSTEN:

Nationalparkprogramm Heft 1
Der Waldzustand im Nationalpark Sächsische Schweiz - nach den Ergebnissen der Permanenten Stichprobeninventur 95/96

Bernhard Ulrich

Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Göttingen

Eine ökosystemare Sicht auf den Nationalpark Harz ¹

An evaluation of the ecosystem functions of the Harz National Park

Zusammenfassung

Die Wälder im Harz sind seit langer Zeit anhaltenden Einflüssen ausgesetzt, die die Ökosysteme destabilisiert haben. Übermäßige Holznutzung für den Bergbau, Aufforstungen in Fichten-Reinkulturen, umfassende Kahlschläge, saurer Regen, zunehmende Stickstoff-Einträge und Grundwasser-Schwankungen haben den Haushalt der Standorte belastet. Die Stoff- und Energieflüsse sind so aus dem Gleichgewicht geraten, daß natürliche Sukzessionen zu anderen, den Umweltbedingungen besser angepaßten Ökosystemen führen.

Derartig destabilisierte Systeme sollten durch moderne forstwirtschaftliche Maßnahmen, wie Kalkung und Umwandlung in Mischwälder mit artenreicher Bodenvegetation, stabilisiert werden. Die Einrichtung eines Nationalparks in einer dermaßen belasteten Region muß in diesem Zusammenhang kritisch gesehen werden, da allein der Verzicht auf Holznutzung ohne weitere flankierende Maßnahmen nicht ausreichend sein wird, die skizzierten Umweltprobleme zu überwinden.

Stichwörter: Waldschäden, Ökosystem Destabilisierungen, Nationalpark Harz

Abstract

In historical times, the forests of the Harz Mountains were subject to long-lasting influences, which destabilized the ecosystems. The excessive timber demand of the mining industries, reforestations with Norway spruce monocultures, extensive clear-cutting, acid rain (protons, ammonium) commencing with industrialization, increased nitrogen inputs and changing groundwater levels severely harmed the ecosystems. They are no longer in a constant state of circulating matter and energy, and natural successions may lead to new ecosystems that better conform to the modified actual chemical environment.

Emphasis has been placed on the fact that these destabilized ecosystems must be assisted by modern forestry measures such as liming and the establishment of broad-leaved coniferous mixed stands that have a ground vegetation layer of herbs and shrubs which decomposes quickly. The creation of the National Park is viewed sceptically, because putting a halt to timber exploitation alone cannot overcome these environmental problems.

Key words: forest decline, ecosystem destabilization, Harz National Park

¹ überarbeitete Fassung einer Publikation in Forst und Holz, ULRICH 1998

1. Stabilität und Dynamik von Waldökosystemen

Stabile Waldökosysteme verhalten sich auf externe Belastungen z.B. durch Witterungsextreme oder Nutzungseingriffe berechenbar: es läßt sich vorhersagen, welchen Effekt eine Belastung haben wird. Sie sind ferner persistent, d.h. beim Absterben oder der Nutzung der alten Bäume stellt sich ein in der Artenzusammensetzung vergleichbares Waldökosystem wieder ein, evtl. über eine zyklische Sukzession.

Diese Stabilität ist eine Folge davon, daß sich die ökosystemaren Prozesse in einem Fließgleichgewicht befinden: sie verlaufen im zeitlichen Mittel mit annähernd gleichbleibender Rate, wobei sich gegenläufige Prozesse kompensieren. Die Folge ist, daß der Stoffkreislauf des Ökosystems weitgehend geschlossen ist, die Stoffe zirkulieren im System. Die Fließgleichgewichte können auch erhalten bleiben, wenn geringfügige Stoffverluste, z.B. durch den Export von Holz aus dem Ökosystem, durch Stoffeinträge kompensiert werden, z.B. durch den Eintrag von Stickstoff aus der Atmosphäre und den Eintrag von Basen aus der Silikatverwitterung.

Fließgleichgewichte wirken als Attraktoren: werden die Prozesse aus dem Fließgleichgewicht abgelenkt, so besteht die Tendenz, wieder in den Zustand des Fließgleichgewichts zurückzukehren. Je stärker die Attraktorwirkung der Fließgleichgewichte, desto stabiler ist das Waldökosystem. Diese Attraktorwirkung hängt vom Bodenzustand und der Angepaßtheit der Arten an Klima und Bodenzustand ab.

Geringe Attraktorwirkung von ökosystemaren Fließgleichgewichten charakterisiert labile Ökosysteme: auf Belastungen reagieren sie unberechenbar, evtl. mit der Folge des Zusammenbruchs der Baumpopulation. Häufig ist ein solcher Zusammenbruch die Folge von Verschiebungen der ökosysteminternen Fließgleichgewichte zwischen der Baumpopulation und Schädlingspopulationen: die Abwehrkraft der Bäume ist eingeschränkt, wodurch sich die Nahrungsressource der Schädlinge verbessert. Wird die Populationsentwicklung der Schädlinge durch die Witterungssituation begünstigt, kann es zur Kalamität kommen. Die in den letzten Jahren im Nationalpark eingetretenen großflächigen Waldschäden durch den Borkenkäfer sind hierfür ein Beispiel. In den benachbarten forstlich bewirtschafteten Wäldern ist diese Kalamität durch Maßnahmen verhindert worden, die die Populationsentwicklung der Borkenkäfer drosseln (Schlagen und Entrinden befallener Bäume, Abfangen der Käfer mit Pheromonfallen). An diesem Beispiel wird deutlich, daß die Erhaltung labiler Waldökosysteme der Steuerung ökosystemarer Prozesse durch den Menschen bedarf.

Labile Waldökosysteme sind in aller Regel nicht mehr zur Verjüngung fähig, d.h. sie sind nicht persistent. Nach Zusammenbruch der Baumpopulation, oft schon vorher, setzt Sukzession ein, d.h. die Entwicklung zu einem Ökosystem anderer Artenzusammensetzung, das an die aktuellen Boden- und Klimaverhältnisse besser angepaßt ist. Diese Entwicklung kann Jahrhunderte in Anspruch nehmen. Durch Pflanzung oder Saat von Bäumen läßt sich oft die Entwicklung zu einem neuen Waldökosystem auslösen, das allerdings bei unzureichender Anpassung der Baumpopulation an Klima und Bodenzustand labil bleibt. Wenn solche Wälder nicht frühzeitig zusammenbrechen sollen, brauchen sie intensive forstliche Pflege und müssen erneut durch Pflanzung verjüngt werden.

2. Destabilisierende und stabilisierende Einwirkungen auf die Waldökosysteme im Harz

Waldökosysteme sind vielfältigen **stabilisierenden** wie auch **destabilisierenden Einwirkungen** ausgesetzt. Destabilisierende Einwirkungen können zu Schädigungen der Waldfunktionen führen, während stabilisierende Einwirkungen solche Schädigungen mildern oder aufheben.

Destabilisierend wirken:

- *Witterungsextreme (Stürme, Dürreperioden, Naßschnee, Temperaturstürze)*
Dies gilt besonders für die höheren Lagen der Mittelgebirge wie den Harz.
- *exzessive Biomassenutzung (in der vorindustriellen Periode)*
Die Wälder im Harz sind durch den Holzbedarf für die Bergwerke und für Holzkohle extremer Nutzung von Biomasse ausgesetzt gewesen. Dies hat zu einer Verschlechterung des Nährstoffzustands der Böden und damit zu labilen Waldökosystemen geführt. Viele Wälder waren nicht mehr verjüngungsfähig und mußten durch Pflanzung begründet werden; dies hat zur Ausdehnung der Fichte geführt.
- *Nadelholzreinbestände, Großkahlschläge*
Bei der Aufforstung der verjüngungsfreien Flächen sind großflächig labile Fichtenreinbestände entstanden, die im Verein mit Großkahlschlägen zu einer weiteren Verschlechterung des Oberbodenzustands geführt haben.
- *Säureeintrag (Protonen, Ammonium) seit Beginn der Industrialisierung*
Der Harz gehört zu den durch den Säureeintrag am stärksten belasteten Waldgebieten Deutschlands. Als Folge hat die Bodenversauerung auch den Unterboden und teilweise den Sickerwasserleiter erfaßt. Durch Aufgabe des tieferen Wurzelraums sind die Waldbestände hierdurch in den letzten Jahrzehnten zusätzlich erheblich destabilisiert worden. Auf den ärmsten Gesteinen in den Hochlagen des Harzes sind dadurch auch die Fließgewässer in ihrem Oberlauf versauert mit negativen Auswirkungen auf die Gewässerbiozönosen. Durch die Minderung der Emissionen an Schwefeldioxid als Folge von Luftreinhaltemaßnahmen ist die Belastung durch den Säureeintrag im letzten Jahrzehnt zurückgegangen, sie ist jedoch in den stark belasteten höheren Lagen der Mittelgebirge immer noch zu hoch und treibt die Boden- und Gewässerversauerung weiter an. Es ist davon auszugehen, daß sich daran während der nächsten Jahrzehnte nichts ändern wird.
- *überhöhte Stickstoffeinträge (über die im Holzzuwachs akkumulierende Menge von 12-15 kg N pro ha und Jahr)*
Überhöhte Stickstoffeinträge aus Luftverunreinigungen treten erst in den letzten Jahrzehnten auf, sie dürften die nächsten Jahrzehnte anhalten. Durch sie wird die Konkurrenzsituation zwischen Baumbestand und Begleitvegetation zuungunsten der Bäume verschoben. Dies wirkt sich insbesondere bei Auflichtung des Bestandes und damit bei der Verjüngung aus. Typisch für den Hochharz ist heute die Entwicklung dichter Grasdecken bei schädigungsbedingter Auflichtung, vor allem aus dem Wolligen Reitgras, an nassen Stellen dem Pfeifengras, an trockeneren Stellen der Drahtschmiele. Diese Grasdecken entwickeln einen Auflagehumus aus Wurzel- und Streufilz, der die Verjüngung nicht nur der Fichte, sondern auch von Begleitbaumarten des Fichtenbergwaldes wie der Eberesche beeinträchtigt bis verhindert. Die Entwicklung dieser Humusform zeigt den Übergang zu Nichtwaldökosy-

stemmen an. Wegen der anhaltenden Stickstoffeinträge wird diese Entwicklungstendenz in den kommenden Jahrzehnten immer stärker werden.

- *überhöhte Ozongehalte der Luft* sind im Harz von untergeordneter Bedeutung.
- *Veränderungen im Grund- bzw. Stauwasserstand, soweit sie sich auf den Wurzelraum auswirken*

Als Folge des Wurzelrückzugs aus dem Unterboden lagern sich die Böden dichter, der Abfluß des Sickerwassers wird verzögert. In den niederschlagsreichen Hochlagen des Harzes wurde dadurch eine Tendenz zur Vernässung der Böden ausgelöst. Diese Tendenz wird erheblich verstärkt, wenn der Baumbestand als Folge von Kalamitäten abstirbt und damit die Verdunstung von der Fläche erheblich verringert wird. Es ist davon auszugehen, daß bei fehlender Bestockung mit Baumbeständen in den nächsten Jahrzehnten große Flächen im Hochharz vernässen. Dies kann zu irreversiblen Veränderungen im Bodenzustand führen, die eine Wiederbewaldung auf natürlichem und forstlichem Weg ausschließen.

Es ist festzustellen, daß die Labilität der Waldökosysteme im Harz weitgehend auf historische und aktuelle anthropogene Belastungen zurückgeht.

In Urwäldern läßt sich beobachten, daß bei ungünstigem Zustand des Oberbodens oder starker Konkurrenz der Begleitvegetation die Verjüngung auf den umgefallenen, vermodernden Stämmen alter Bäume einsetzt. Eine solche Kadaververjüngung ist im Oberharz höchstens vereinzelt zu erwarten, wo die Randbedingungen hinsichtlich Stärke der Baumkadaver, Begleitvegetation und Bodenzustand stimmen.

Stabilisierend wirken:

- *kühl-feuchte Jahreswitterung*
- *Nutzungseinschränkung (bei übernutzten Wäldern)*
Die Auswirkungen einer Nutzung des Derbholzes auf den Stoffkreislauf des Ökosystems werden durch den Nährstoffeintrag aus der Atmosphäre und Silikatverwitterung weitgehend kompensiert. Der Einfluß eines völligen Nutzungsverzichts auf den Stoffkreislauf und die Stabilität ist daher gering.
- *naturnahe Waldbewirtschaftung*
Durch die Anpflanzung großflächiger Fichtenreinbestände ist die Destabilisierung der Waldökosysteme im Harz in der Vergangenheit auch forstlicherseits gefördert worden. Diese Zeiten sind vorbei. 1987 wurde mit dem Walderneuerungsprogramm Harz des Landes der Umbau der Fichtenreinbestände in Buche/Fichte-Mischwälder durch den Unterbau von Buchen auf großer Fläche eingeleitet. Das niedersächsische Programm zur langfristigen ökologischen Waldentwicklung (LÖWE) hat standortgerechte und artenreiche Wälder zum Ziel. Dieses Ziel kann nicht erreicht werden, indem die labilen Waldökosysteme sich selbst überlassen werden. Jahrhundertelange und in die Zukunft reichende destabilisierende Einwirkungen des Menschen kann die Natur nicht von allein ausgleichen, hierzu bedarf es der Prozeßsteuerung durch pflegerische forstliche Maßnahmen und der Verminderung der externen Belastung durch Luftverunreinigungen.
- *mäßiger Stickstoffeintrag*
Bedingt durch eine jahrhundert- bis jahrtausendelange Übernutzung war zu Beginn der Industrialisierung der Stickstoffumsatz in vielen Waldökosystemen im Harz sehr gering

und erlaubte nur ein geringes Wachstum; viele Wälder waren verlichtet oder Krüppelwälder. In solchen Wäldern wurde das Baumwachstum und damit die Stabilität des Waldökosystems schon bei geringen Stickstoffeinträgen gefördert. Bei Ökosystemen, bei denen keine Stoffe durch Biomassennutzung exportiert werden, können allerdings schon geringe Stickstoffeinträge eutrophierend wirken, d.h. Sukzession auslösen.

- *Verminderung des Säure- und Sulfateintrags*

Bei nachlassender Säurebelastung beginnt entsprechend der Verbesserung des Zustands der Bodenlösung der Wiederaufbau des Feinwurzelsystems im tieferen Wurzelraum; diese aktuelle Entwicklung kann durch die Auflösung von Aluminium-Sulfaten gebremst werden.

- *Zufuhr basischer Gesteinsmehle zu versauerten Böden (Waldkalkung)*

Nur dadurch kann im Verlauf von Jahrzehnten bis über hundert Jahren der chemische Bodenzustand wieder auf eine Basensättigung von 30% umgestellt werden, was stabile Waldökosysteme mit den Baumarten Buche und Fichte erlaubt.

Zwischen diesen Einwirkungen bestehen Wechselwirkungen: stabilisierende Effekte können destabilisierende kompensieren, destabilisierende Effekte können stabilisierende überlagern, destabilisierende Effekte können sich verstärken. In stabilen Ökosystemen bestehen zwischen den Populationen Fließgleichgewichte, z.B. zwischen Schädlingen und ihren Wirten sowie zwischen konkurrierenden Arten. Durch destabilisierende Einwirkungen können diese Fließgleichgewichte gestört werden, so daß biotische Schäden im Wurzel- und Sprossbereich bzw. Verschiebungen im Konkurrenzgefüge auftreten, die die normalen Schwingungen des Fließgleichgewichts überschreiten und als Waldschäden aufscheinen.

3. Akute Schädigungen der Waldfunktionen im Harz

Die Hauptfunktionen einer multifunktionellen Waldnutzung sind (BEESE 1996)

- die *Regelungsfunktion* (ökosysteminterne Kreisläufe und die Kontrollfunktion der makroskopischen Prozesse bleiben erhalten, damit wird auch eine stoffliche Belastung von Nachbarsystemen vermieden).
- die *Lebensraumfunktion* (Biodiversität und Struktureichtum bleiben erhalten).
- die *Nutzungsfunktion* (die Produktion von Holz und anderen Rohstoffen sowie der Freizeit- und Erholungswert werden nicht beeinträchtigt).
- die *Kultur- und Sozialfunktion* (Erhaltung von Landschaften und ländlichen Gesellschaften).

Die *Regelungsfunktion* ist durch die Stoffeinträge umso mehr gestört, je höher diese sind, im Hochharz also am stärksten. Der Stoffkreislauf wurde durch Hemmung der Streuzersetzung und Akkumulation von Humusstoffen im Auflagehumus entkoppelt. Die durch den Säureeintrag seit Mitte letzten Jahrhunderts bewirkte Bodenversauerung hat zum Auftreten von Nährstoffmangel geführt (Magnesium, seltener Kalium in den Blättern/Nadeln, Calcium in den Wurzeln). Die Bodenversauerung hat vielfach den Wurzelraum durchschritten, auf den armen Gesteinen in den am stärksten belasteten Hochlagen ist auch der Sickerwasserleiter versauert mit der Folge von Gewässerversauerung. Damit wird die Belastung vom Waldökosystem an benachbarte Gewässerökosysteme weitergegeben.

Die in Störungen der Verzweigung sichtbar werdende Minderung der Vitalität der Bäume, die Störung der Streuzersetzung sowie der Rückzug des Feinwurzelsystems aus dem tieferen Wurzelraum in den humosen Oberboden sind Ausdruck einer tiefgreifenden Störung der *Lebensraumfunktion*. Als Folge der extrem starken Oberbodenversauerung haben sich Zersetzer und Feinwurzeln weitgehend aus dem Mineralboden in den Auflagehumus zurückgezogen. Der biologisch verarmte Mineralboden lagert sich dicht und kann vernässen. Die Qualität des Bodens als Lebensraum ist im Hinblick auf den Säuren/Basen-Zustand auf ein Minimum abgefallen, im Hinblick auf den physikalischen Zustand (Porosität, Durchlüftung) verschlechtert sie sich fortlaufend. Die Folge der geringen Qualität des Bodens als Lebensraum ist die Labilität der Baumbestände und ihre fehlende Fähigkeit zur Verjüngung. Auch in den versauerten Gewässern ist die Qualität des Lebensraums erheblich beeinträchtigt, wie Untersuchungen an Gewässerbiozönosen im Harz belegen (MATSCHULLAT et al. 1994).

Nutzungsfunktion: Im Nationalpark wird auf die Nutzung von Holz verzichtet, um Naturnähe und Stabilität des Ökosystems sowie seine Qualität als Lebensraum für Tiere des Stamm- und Kronenraums zu erhöhen. Im Hinblick auf Stabilität reicht allerdings der Verzicht auf Holznutzung als Maßnahme nicht aus. Wenn als Folge fehlender Verjüngung große vergraste Flächen mit nur spärlicher Baumbestockung entstehen, ist nicht nur die Qualität des Lebensraums für größere Tiere beeinträchtigt, sondern auch der Erholungs- und Freizeitwert des Gebietes (ästhetische Werte, aber auch z.B. Sonnenschutz für Wanderer im Sommer, Windschutz für Langläufer im Winter). Damit ist aber auch die *Kultur- und Sozialfunktion* betroffen. Das Entstehen größerer waldfreier Flächen wird die Hochwasserspitzen bei der Schneeschmelze und Starkregen erhöhen und führt damit zur Belastung der Vorfluter durch erhöhte Überschwemmungsgefahr. Die Erosion in den Gewässerbetten und damit die Sedimentfracht in die Talsperren wird erhöht. Die Versauerung der Gewässer wie auch ihre zukünftig nicht auszuschließende Belastung mit Nitrat mindert die Trinkwasserqualität.

Die ökosystemaren Auswirkungen der Entkopplung des Stoffkreislaufs sind durch die angestiegenen Nährstoffeinträge teilweise kompensiert worden; dies gilt besonders für die Auswirkungen der Entkopplung des Stickstoffkreislaufs. Der in den 1980er Jahren im Harz verbreitet aufgetretene Magnesiummangel (Nadelvergilbung) ist durch die Kalkung mit magnesiumhaltigen Kalken heute weitgehend zurückgedrängt. Der Calciummangel führt zu Feinwurzelschäden mit der Folge der Verlagerung des Feinwurzelsystems in den humosen Oberboden. Die Kalkung wirkt dieser Entwicklung entgegen, eine Behebung der Störung ist allerdings erst nach jahrzehntelanger bis über 100-jähriger Fortführung der Kalkung und von waldbaulichen Maßnahmen zur Regulierung des Stoffkreislaufs zu erwarten. Die waldbaulichen Maßnahmen müssen auf die Umstellung zu naturnahen Mischbeständen und die Entwicklung einer Bodenvegetation aus überwiegend Kräutern und Heidelbeere ausgerichtet sein.

4. **Schlußfolgerung**

Große Bereiche des Harzes werden von labilen, nicht zur Verjüngung fähigen Waldökosystemen eingenommen. Dies ist eine Folge von jahrhundertelangen, bis heute und auch in der

Zukunft noch anhaltenden anthropogenen Störungen in den ökosystemaren Prozeßabläufen. Die aktuelle Waldentwicklung im Harz zeigt, daß durch waldbauliche Maßnahmen wie Kalkung, Dichtstandsregelung, Pflanzung (z.B. Buchen-Voranbau), Bekämpfung des Borkenkäfers, eine Steuerung der Prozeßabläufe in Richtung auf größere Naturnähe und Ökosystemstabilität möglich ist. Eine zentrale Idee im deutschen Nationalpark-Management wird durch den Begriff „Prozeßschutz“ charakterisiert: der Mensch soll nicht in die ablaufenden Prozesse eingreifen. Dies soll durch Wegfall aller Wirtschaftsmaßnahmen und zurückhaltende touristische Nutzung erreicht werden. Dies ist eine Fiktion, die Unterstellung eines nicht richtigen Tatbestands. Der Mensch hat die Randbedingungen für den Ablauf der Prozesse verändert und tut dies durch den Eintrag von Luftverunreinigungen und Klimaänderung weiterhin. Wenn der Säureeintrag durch Versprühen aus Flugzeugen und der Stickstoffeintrag durch Düngerstreuungen erfolgen würde, gäbe es wohl keine Zweifel, daß zum Prozeßschutz auch das Abstellen dieser Einflußnahmen gehört. Da sie sich nicht abstellen lassen und das Konzept stören, werden sie negiert. Das ist aber keine realistische Auseinandersetzung mit der Problematik.

Dies gilt auch im Hinblick auf die ökologische Nachhaltigkeit. Wenn man in die biologische Diversität auch die Bodenfauna und -flora einbezieht, dann ist deutlich, daß die durch den Säureeintrag bewirkten Bodenveränderungen zu einer Verschlechterung des Lebensraums Boden und zu einer Abnahme der Biodiversität geführt haben und weiterhin führen. Das Leben paßt sich zwar den veränderten Bedingungen an, aber unter Einschränkung seiner Reichhaltigkeit und seiner Fähigkeit, Störungen abzupuffern oder zu überwinden, d.h. unter Einbuße von Nachhaltigkeit. Die Vorstellung, daß der Verzicht auf Holznutzung als stabilisierende Maßnahme ausreicht, ist falsch und durch die Borkenkäfer-Kalamität im Bereich des Nationalparks widerlegt. Eine auf das Derbholz beschränkte Holznutzung, bei der die Bestandesabfälle verteilt im Ökosystem verbleiben, stellt von allen menschlichen Eingriffen wie frühere Übernutzung sowie Säure- und Stickstoffeintrag die geringste Belastung des Stoffhaushalts des Ökosystems dar. Der Lebensraum Totholz kann durch Stehenlassen toter Bäume gewährleistet werden.

Neben der Übernutzung hat der Mensch mit Luftverunreinigungen ein Experiment mit Waldökosystemen von kontinentalem Ausmaß begonnen. Es ist wissenschaftlich und touristisch interessant, dieses Experiment z.B. im Harz auf Teilflächen ohne weitere Eingriffe ablaufen zu lassen und zu verfolgen. Ein Minimum an wissenschaftlichen Begleituntersuchungen gehört dazu. Mit der Idee von Nationalparks, eine unberührte Natur vor Eingriffen des Menschen zu schützen, hat dies allerdings nichts zu tun.

Auf großen Flächen ist eine langfristige, die Dauer eines Jahrhunderts übersteigende Steuerung der Ökosystemprozesse erforderlich, um die anthropogen bewirkten Störungen so weit zu beheben, daß ein naturnaher Baumbestand zur Verjüngung fähig ist. M.E. erwächst aus der Erkenntnis der Destabilisierung der Waldökosysteme durch die Einflußnahmen des Menschen für die jetzt lebenden Generationen auch im Sinne der Nachhaltigkeit die ethische Pflicht, diese Ökosysteme wieder in stabile Zustände zu führen. Dies geschieht nicht durch das Unterlassen von Wirtschaftsmaßnahmen, sondern erfordert im Gegenteil zielgerichtete Pflegemaßnahmen. Das Ziel muß durch eine Beschreibung des Soll-Zustands der wichtigsten Ökosystemmerkmale definiert sein (bes. Baumartenzusammensetzung, Zusammensetzung der

Bodenvegetation, Humusform und -zustand als Weiser für die Vergesellschaftung der Zersetzerfauna und -flora, Basensättigung in verschiedenen Bodentiefen, Durchwurzelungstiefe). Bei der Festlegung des Soll-Zustands stellen Klima, Ausgangsgestein der Bodenbildung, aktueller Zustand der Soll-Parameter, Nutzungsgeschichte, Eintragssituation und ihre wahrscheinliche Entwicklung sowie mögliche Pflegemaßnahmen die wichtigsten Randbedingungen dar. Im Soll-Zustand sollen unter Berücksichtigung der standörtlichen Gegebenheiten die Biodiversität möglichst hoch und die Störanfälligkeit möglichst gering sowie die natürliche Verjüngung möglich sein. Der Soll-Zustand muß entsprechend der Ökosystementwicklung und den Erfahrungen fortgeschrieben werden. Als Pflegemaßnahmen kommen u.a. Pflanzung, Konkurrenz- und Lichtregelung durch Eingriffe in die Vegetation, Minderung des Schädlingsdrucks durch ökologisch verträgliche Maßnahmen, Basenzufuhr in Form von Biomasse und Gesteinsmehlen in Betracht. Das Ökosystem soll langfristig in einen Zustand überführt werden, in dem keine Pflegemaßnahmen mehr erforderlich sind. Auf die Holznutzung kann, muß aber nicht verzichtet werden. Auch dieser Ansatz erfordert ein Minimum an wissenschaftlichen Begleituntersuchungen mit der Aufgabe der Erfolgskontrolle und Weiterentwicklung der Pflegemaßnahmen.

Es wäre sehr sinnvoll, auf der Fläche des Nationalparks Harz diese beiden Naturschutz-Aspekte zu kombinieren: zum einen die Einstellung aller Pflege- und Wirtschaftsmaßnahmen zur Verfolgung des Experiments „Luftverunreinigungen“, zum andern die Ausscheidung von Soll-Zuständen und die Durchführung von Pflegemaßnahmen mit dem Ziel der Stabilisierung der Ökosysteme im Sinne größerer Nachhaltigkeit.

5. Literatur

- BEESE, F. (1996): Indikatoren für eine multifunktionelle Waldnutzung. Forstwiss. Centralbl. 115: 65-79
- MATSCHULLAT, J.; HEINRICHS, H.; SCHNEIDER, J.; ULRICH, B. (Hrsg.) (1994): Gefahr für Ökosysteme und Wasserqualität. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 478 S.
- PUHE, J. (1994): Die Wurzelentwicklung der Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) bei unterschiedlichen chemischen Bodenbedingungen. Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme Univ. Göttingen A 108: 128 pp.
- ULRICH, B. (1994): Process hierarchy in forest ecosystems: an integrative ecosystem theory. In: Godbold, D.L., Hüttermann, A. (eds.). Effects of Acid Rain on Forest Processes. Wiley-Liss, New York, 353-397.
- ULRICH, B. and PUHE, J. (1994): Auswirkungen der zukünftigen Klimaveränderung auf mitteleuropäische Waldökosysteme und deren Rückkopplungen auf den Treibhauseffekt. In: Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Dt. Bundestags (Hrsg.), Studienprogramm Bd. 2 Wälder, 208 S., Economica Verlag, Bonn.
- ULRICH, B. (1995): The history and possible causes of forest decline in central Europe, with particular attention to the German situation. Environmental Reviews 3: 262-276
- ULRICH, B. (1998): Eine ökosystemare Sicht auf den Nationalpark Harz. Forst und Holz, 53. Jg. 346 – 348.

Hans Niemeyer

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. B: Waldschutz, Göttingen

Borkenkäfer im Nationalpark Harz

Bark beetles in the Harz National Park

Zusammenfassung

Nach kurzer Vorstellung der biogeographischen und klimatischen Rahmenbedingungen des Harzes werden die wichtigsten Borkenkäfer-Schadereignisse seit 1473 beschrieben und die Gegenmaßnahmen bewertet. Besonderen Raum nimmt dabei die Große Wurmtröcknis Ende des 18. Jh. ein, der 30000 ha Fichtenwald zum Opfer fielen. In neuerer Zeit (1990-1997) wurde eine lokale Buchdrucker-Massenvermehrung auf dem relativ kleinen Areal (69 ha) des Quit-schenbergs im späteren NIP Harz ohne Gegenmaßnahmen gelassen und die Entwicklung des Lebendholzvorrates seit Mai 1992 mittels CIR-Bildern dokumentiert. Die Anzahl lebender Alt-fichten nahm von 1992 bis 1997 um 77,5% ab. Ein Übergreifen auf benachbarte Fichtenbestände konnte verhindert werden, solange Auffang-Gürtel mit Fallen und Sanitärhieben intensiv betrieben wurden. Brutbildanalysen von 1993 und 1997 lassen vermuten, daß Mutterganglängen, Dichte von Puppenwiegen und die Vitalität von überwinterten Jungkäfern keinen zuverlässigen Wert für die Prognose von Befall im darauffolgenden Jahr haben. CIR-Befliegungen des Nationalparks Harz und einer etwa gleichgroßen angrenzenden Fläche außerhalb davon im Sommer 1997 dokumentieren sehr deutlich die fast ausschließliche Konzentration des Befalls auf die Harzhochlagen innerhalb des Parks - wobei allerdings die komplette und stete Nutzung von Käferbäumen in den Wirtschaftswäldern außerhalb der Grenzen des Parks zu berücksichtigen ist. Die jüngste Befallsentwicklung auf dem Bruchberg mit mehreren Hundert Hektar großen, zusammenhängenden Totholzflächen und einer waldschutzfreien Kernzone von etwa 750 ha zeigt, daß die Fichtenalthölzer in der Nachbarschaft so großer, käferbefallener Kernzonen trotz intensiver Gegenmaßnahmen (Sanitärhiebe, Fallen) nicht zu halten sind.

Stichwörter: Harz, *Ips typographus*, Massenvermehrung, CIR-Bilder

Abstract

After a short presentation of bio-geographical and climatical conditions of the Harz Mountains the most important bark beetles outbreaks since 1473 are described and the countermeasures are judged. Special emphasis is laid on the famous „Great Dieback by Worms“ during the last decenniums of the 18th century. 30,000 ha of spruce forests have been killed then by *Ips typographus* (in those times named the „small black worm“), probably the severest bark beetle caused calamity in german countries ever since. Recently, on a small area named Quit-schenberg in the center of the Nationalpark a mass outbreak of *Ips typographus* was allowed

to prove its effectivity on 69 ha spruce forest without any human interactions. CIR-fotos taken since 1992 show a loss of 77,5% of living spruce by bark beetles until 1997. Neighbouring stands of spruce were successfully protected from infestations by sanitary felling and well managed trap lines along a border zone. In 1993 and 1997 the length of mother galleries, the density of pupal cells and the vitality of overwintering young beetles have been investigated. No one of these parameters proved to be a reliable indicator of infestation level in the next year. CIR-fotos in 1997 show very clearly the concentration of bark beetles infestations within the borders of the National Park which includes at the same time almost all of the higher elevations above 800 m above sea level. From the recent infestation development on the Bruchberg, containing 750 ha of control-free central zone, we have learned that spruce forests neighbouring such large control-free zones are doomed to be destroyed by bark beetles as long as the bark beetle population in the central zone is not allowed to be controlled directly.

Key words: Harz, *Ips typographus*, mass outbreaks, CIR-fotos

1. Rahmenbedingungen

1.1 Einige Daten aus dem Nationalpark

- **Flächengrößen:**

Gesamtfläche	15.800 ha
Holzbodenfläche	14.769 ha, davon
Naturbereiche	6.989 ha = 47%
Waldumbaubereich	7.790 ha = 53%
Moore und Moor-Randbereiche	ca. 1.000 ha
- **Fichte** 11.940 ha (ca. 76% d. Gesamtfl.), davon > 60 j. (Buchdrucker-relevant) 6.459 ha
- **Waldschutzfreie Zonen:** 975,3 ha (Quitschenberg, Acker, Bruchberg)
davon > 60 j. 741,7 ha
- **Potentielle Buchdrucker-Bekämpfungsfläche:**

Relevant:	6.459 ha
<u>waldschutzfrei:</u>	<u>- 742 ha</u>
	5.717 ha = 36% der Nationalpark-Gesamtfläche („Netto-Bekämpfungsfläche“)

1.2 Einige Klima-Eckwerte des Harzes

Jahresmitteltemperatur	im Harzvorland (Bad Harzburg: 260 m ü.NN)	8.9 °C
	im montanen Mittelharz (Braunlage 650 m ü. NN)	5.9 °C
	auf dem Brocken (1142 m ü.NN)	2.8 °C
Jahresniederschlagsmenge	im Harzvorland	800 - 900 mm
	im montanen Mittelharz	1200 - 1400 mm
	(Station Braunlage	1264 mm)
	in den Hochlagen	1400 - 1600 mm
Häufiger Schneebruch	in Lagen zwischen 400 und 600 m	
Häufiger Rauhreif-/Eisbruch (Duft)	oberhalb 600 m	

Duftbrüche (obere Kronenteile) in Althölzern sind sehr oft Ausgangspunkte für Buchdrucker-Massenvermehrungen: Überspringen des Befalls auf benachbarte stehende Fichten, weitere Ausbreitung durch Kettenreaktion.

1.3 Klimabedingte Waldhöhenstufen im Harz

Die hoch- und obermontanen Lagen befinden sich mit Ausnahme des Wurmbergs weitestgehend innerhalb der Grenzen des Nationalparks Harz.

Fichten-Buchen-Bergahorn - Übergangszone im obermontanen Bereich:

Schatthang: zwischen 650 und 750 m, Sonnhang: zwischen 750 und 850 m

Fichtenzone (mit Eberesche) im hochmontanen Bereich über 750 bzw. 850 m

Waldgrenze etwa bei 1000 m! (zum Vergleich: im Bayerischen Wald über 1400 m)

2. Borkenkäfer im Harz

Zur Abschätzung von Risiken für die aktuelle Fichtenbestockung - vor allem in Nationalparks - kann ein Blick in die **Forstschutzgeschichte** sehr lehrreich sein (KREMSER, 1982):

2.1 Erste Hinweise aus der Zeit vor 1700

Im Jahre 1473 mußten die Harzer Bergwerke wegen Dürre und Holzmangel ihren Betrieb einstellen. Das Wort Dürre steht bis ins 19. Jahrhundert fast immer für Borkenkäfer-Fichten.

Eindeutig bezeugt sind großflächige Borkenkäferschäden seit dem 17. Jahrhundert. Ganze Reviere oder große Teile davon wurden entwaldet, so 1649 im Revier Gittelde, 1665 dort und im Revier Badenhausen, 1677 im Elbingerödischen, 1680 im Okertal und von dort vordringend in die Clausthaler und Altenauer Forsten.

In dieser Zeit wußte man nicht mit solchen Ereignissen umzugehen - im Gegenteil: es war sogar bei harter Strafe verboten, das vom Käfer frisch befallene Holz zu hauen. Stets mußte zuvor das älteste Trockenholz gehauen werden, um es vor dem Verderben zu bewahren.

2.2 Sinnvolle und unsinnige Maßnahmen im 18. Jahrhundert

Als 1706 - 1708 im Lauterberger Revier ganze Forstorte trocken wurden, geschah der große Durchbruch. Es wurde angeordnet, „*die sämtliche frisch angegriffene Bäume ... gleich niederzuhauen, mit der Borke aus dem Walde zu führen, oder doch im Walde abzuborke und die Borke zu verbrennen*“. In der Folge dieser höchst vernünftigen Anordnung erlosch die Kalamität bis 1710 im ganzen Harz.

Ähnlich verfuhr man etwas später bei einer Massenvermehrung des Buchdruckers ab 1715 im Oberharz, wo deshalb die Kalamität bereits 1718 beendet werden konnte. Im Harzrandrevier Westerhof richtete man sich jedoch nicht nach der sinnvollen Direktive der herrschaftlichen

Kommission, „*das angesteckte Holz so bald als möglich umzuhauen, von der Borke zu reinigen und im Winter ... aus dem Walde zu schaffen*“. Es wurde vielmehr nur soviel gehauen „*als genützt und versilbert werden konnte*“. Mit der Folge, daß 1720-22 im Westerhöfer Revier „*zuletzt beinahe alle Forste ganz trocken*“ waren.

Nicht weit davon, im Münchehofer Revier, bekämpfte man dagegen eine umfangreiche Buchdrucker-Kalamität 1748 und 1749 in geradezu idealer Weise - ob man aus den Fehlern der Vergangenheit gelernt hatte, sei dahingestellt. Jedenfalls stellte man alle Verwertungsgesichtspunkte zurück, ließ Bäume, aus denen die Jungkäfer bereits ausgeflogen waren, einfach stehen und fällte und entrindete nur die Bäume mit frischem Befall und verbrannte diese Rinde. Bereits 1750 war die Kalamität erloschen.

Es fällt auf, daß bei erfolgreichen Bekämpfungsmaßnahmen doch immerhin 1-3 Jahre vergehen, bevor eine Massenvermehrung zusammenbricht. Man könnte daher annehmen, daß solche Gradationen witterungsbedingt auch ohne Gegenmaßnahmen erlöschen, bevor eine wirkliche Katastrophe großräumiger Ausdehnung eintritt, denn selten folgen einander typische Borkenkäfersommer über mehr als 3 Jahre. Dagegen sprechen die Erfahrungen anlässlich der „Großen Wurmtröcknis“ zu Ausgang des 18. Jahrhunderts, auf die ich gleich näher eingehen werde.

Auch aus unseren Tagen sind genug Fälle bekannt, die belegen, daß konsequente Gegenmaßnahmen allein schon den gewünschten Erfolg herbeiführen:

- sei es die Beendigung einer bereits auf dem Höhepunkt befindlichen Kalamität innerhalb weniger Jahre; z.B. in einem schleswig-holsteinischen Forstamt: 1995 etwa 40.000 Fm Stehendbefall, 1996 nach Einleitung sinnvoller Maßnahmen 18.000 Fm, 1997 nur noch normaler Sammelhieb mit etwa 2.500 Fm (1995 und '96 sehr gute Käfersommer!);
- sei es die Verhinderung einer großräumigen Kalamität als günstigstes Ergebnis; z.B.: ein bestimmtes Revier im vorstehend erwähnten holsteinischen Forstamt mit permanenter und richtiger Borkenkäferbekämpfung: in 1995 nur ca. 4.000 Fm;
- oder im Bayerischen Wald: in den Hochlagen des FoA Zwiesel (1.434 ha) bei intensiven Gegenmaßnahmen auf ganzer Fläche von Juni-August 1996 4.240 Fm Stehendbefall, im benachbarten Nationalpark in den waldschutzfreien Hochlagen (2.293 ha) im selben Zeitraum 360.000 Fm (Berechnung aus dem Rückgang der Lebendholzvorräte im Sommer 1996 um 43% von 331 Fm/ha auf 172 Fm/ha nach Daten der Hochlageninventur).

2.3 Die Große Wurmtröcknis im 18. Jahrhundert

Unter diesem Namen ist die wohl größte, je in deutschen Landen aktenkundig gewordene Borkenkäferkatastrophe bekannt. Sie begann 1768 mit einer neuerlichen Massenvermehrung des Buchdruckers, währte etwa 30 Jahre lang und vernichtete mindestens 30.000 ha Fichtenwald, was etwa der Hälfte des gesamten niedersächsischen Harzes entspricht. Nach den guten Erfahrungen, die man in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts im Harz mit den rechtzeitig durchgeführten Sanitärhieben (wie ich das Verfahren der Kürze halber nennen will) gemacht hatte, ist kaum verständlich, was nach 1768 geschah.

Als 1770 ein Orkan im Münchehofer Revier große Holzmassen zu Boden geworfen hatte, nutzten die bereits überhöhten dortigen Buchdruckerpopulationen das Material weidlich aus, der flächenhafte Befall griff 1772 nach Zellerfeld und Lautenthal, 1773 nach Clausthal und 1778 bis '80 sogar auf die Hochlagenwälder von Altenau und Braunlage über, wo bis dahin nie Wurmtröcknis beobachtet worden war. Trockenheiße Sommer 1781 bis 1783 beschleunigten die Ausbreitung, sodaß bald auch in den Revieren Harzburg, Wildemann, Grund, Hasselfelde und Walkenried *„die vormals schönsten Forstgegenden stundenweit trockenstanden“*.

Weder die Forstleute waren sich einig, wie man dem Übel beikommen könnte, noch die Wissenschaftler. Aus den Reihen der letzteren kam sogar der abenteuerliche Vorschlag, *„die Bäume zu elektrisieren, wonach die Käfer in schrecklichen Krämpfen sterben würden.“* Vielen Forstleuten war noch immer nicht klar, *„ob der Käfer nur kranke, ohnehin nicht lebensfähige Bäume annehme oder auch gesunde Fichten befall.“* Die Behörden entschieden daraufhin zugunsten fiskalischer Überlegungen, d.h. verboten die Sanitärhiebe, um die hohen Kosten zu sparen.

Trotz örtlich erfolgreicher Gegenmaßnahmen durch den Herzberger Oberförster Heinrich Julius von USLAR Anfang der 80er Jahre und zweier naßkalter Sommer 1785 und '86 flammte der flächenhafte Befall wieder auf, als große Mengen starker Resthölzer aus der Nutzung von 100.000 Stämmen zum Wiederaufbau des abgebrannten Ortes Hasselfelde in den Waldungen liegenblieben. Erst dem klugen und konsequenten Eingreifen des damit beauftragten braunschweigischen Oberjägermeisters Caspar Heinrich von SIERSTORPFF und dem Einsatz der vom Oberförster von USLAR erfundenen Fangbaum-Methode ist es zu verdanken, daß der Katastrophe 1799 Einhalt geboten werden konnte. Trotz günstiger Witterung für den Käfer konnten noch gute Bestände gerettet werden. *„In den ihrem Schicksal überlassenen und diesen angrenzenden Forstorten ... ist denn auch nachher sehr wenig übriggeblieben“*, wie von SIERSTORPFF später schrieb.

3. Borkenkäfer im Nationalpark Harz

3.1 Das Quitschenberg-Experiment

Hierüber habe ich zusammen mit meinen Mitarbeitern bereits in „Forst und Holz“ ausführlich berichtet, jedenfalls so weit es die Ergebnisse bis 1994 betrifft (NIEMEYER et. al. 1995). Ich beschränke mich hier auf eine knappe Darstellung: Die Stürme von 1990 hatten nach einer CIR-Aufnahme von 1992 679 Stämme geworfen. Seit 1990 sind keine Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt worden, obwohl die Fläche erst ab 1.1.94 zum Nationalpark kam.

Der Verlust an Lebend-Waldfläche ist aus der Skizzenreihe (maschinell umgezeichnet aus CIR-Bildern) in Abb. 1 gut erkennbar. Zahlenmäßige Bezugsbasis ist jetzt - im Gegensatz zu bisherigen Darstellungen - das noch lebende Fichtenaltholz, denn inzwischen ist eine unbekannte Anzahl von Käferbäumen umgefallen, sodaß die Zuordnung liegender Stämme zu Schadensursachen anhand der CIR-Bilder zu unsicher geworden ist. Zur Darstellung des Borkenkäferbefalls haben wir damit einen Parameter wie bei den Inventuren im Nationalpark Bayeri-

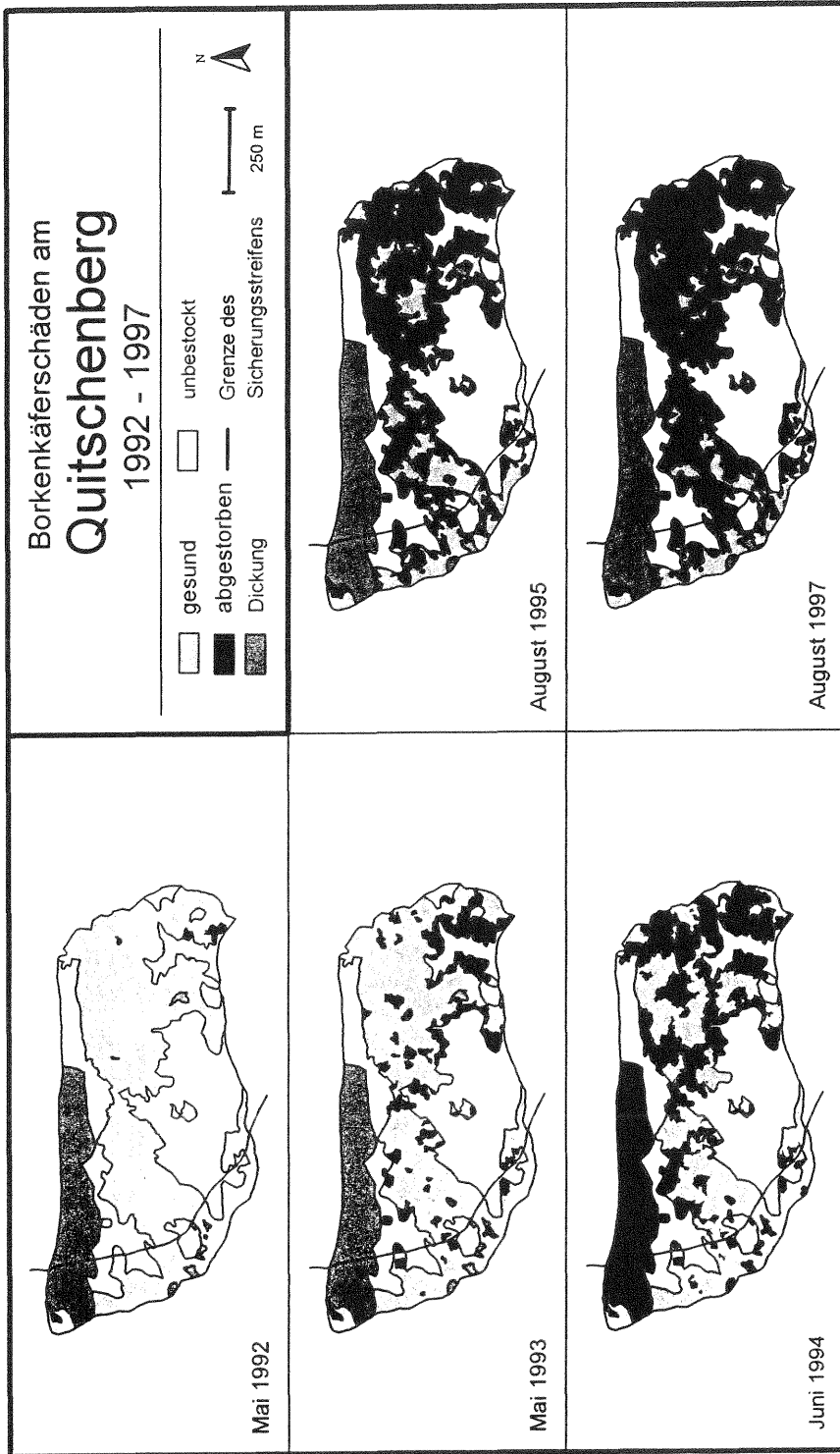


Abb. 1: Borkenkäferschäden am Quitschenberg 1992 - 1997

scher Wald, nämlich den „Nicht-Befall“. In Zahlen - und zwar unter Berücksichtigung aller durchgeführten CIR-Befliegungen - stellt sich die Entwicklung so dar wie in Tab. 1 angegeben.

Tab. 1: Anzahl lebender Altfichten je ha am Quitschenberg (CIR)

Mo/Jahr	n/ha	%	Witterung
05/92	160	100,0	ganzer Sommer sehr warm und trocken
07/92	148	92,5	
05/93	120	75,0	Mai warm, sonst kühl und naß (3 Sommertage Braunl.)
08/93	80	50,0	
06/94	69	43,1	04-06 zu kalt, Ende 06-08 sehr heiß
05/95	52	32,5	Sommer warm und trocken
08/97	36	22,5	05-07 mittl.Temp., naß; 08-09 heiß bzw. warm, trock.

Interessant war 1993 der Vergleich der MG-Längen aus dem waldschutzfreien Gebiet und benachbarten Beständen mit Bekämpfung (Sanitärhiebe, Fallen): i.M. 5,25 cm (3-12 cm; n=22) gegen 9,65 cm (6-13 cm; n=17) - alle Rindenproben von stehenden Bäumen. Ob entsprechende Unterschiede in der MG-Dichte einen Einfluß hatten, sei dahingestellt: 36,3 MG/1000 qcm im waldschutzfreien Gebiet, 22,8 MG/1000 qcm außerhalb davon.

Erstaunlich war auch der Unterschied im Flugvermögen der nach der Überwinterung mit ihren Brutrinden ins Labor geholten Jungkäfer: aus der waldschutzfreien Kernzone waren nur 5-10% der Käfer flugfähig, aus den Nachbarbeständen 95%! Alle diese Unterschiede konnten jedoch 1994, also in einem sehr guten Käfersommer, nicht mehr beobachtet werden.

3.2 Zum prognostischen Wert von Brutbild-Parametern

Im vergangenen Jahr 1997 (05-07 eher kühl und feucht, 08-09 warm und trocken) wiesen 6 der 8 von uns untersuchten Rindenproben des Bruchbergs (NIP Harz) wieder sehr kurze Muttergänge von i.M. 5,7 cm (5,3 - 6,3) auf. Die annähernd normal langen MG lagen bei 9,6 bzw. 10,7 cm. Insgesamt wurden dort 209 Muttergänge gemessen. Offenbar war diese Verkürzung typisch für das ganze Bergland, denn auch im Solling betrug der Mittelwert der verkürzten Muttergänge auf den 17 der 19 untersuchten Rindenproben 5,7cm (die MG der beiden normalen Proben waren i.M. 10,2 und 12,5 mm lang).

Alle diese Brutbilder mit kurzen MG hatten nur ganz wenig Puppenwiegen: sichtbar auf der Innenseite der Rinde waren 0 - 15, i.M. 1,5 Stück je 1000 qcm. Auch das Zerbröseln dicker Borke änderte nichts am Gesamtbild; es waren auf der Außenseite auch nur ganz wenig Ausbohrlöcher zu sehen. Typischerweise hatten die wenigen, etwa normal langen Muttergänge (ab 9 cm) 30 - 56 (i.M. 39) Puppenwiegen je 1000 qcm Rindenfläche. Die Gesamtzahl der im Solling gemessenen MG betrug 480.

Umso größer war unsere Überraschung, als in Teilen des Harzes, des Sollings und Weserberglandes im Frühsommer 1998 ein sehr starker Käferflug mit entsprechendem Stehendbefall registriert wurde. Der prognostische Wert solcher Brutbild-Parameter ist doch wohl weit geringer als erwartet!

3.3 Befallsausbreitung am Bruchberg

Ein Vergleich von CIR-Bildern (hier nicht wiedergegeben) aus 1997 und 1993 läßt folgendes erkennen:

1993 machte der Stehendbefall in diesem Gebiet augenscheinlich weit weniger als 10% aus (exakte Auswertung noch nicht abgeschlossen). Eine auffällige Massierung in der späteren Kernzone war noch nicht zu erkennen. Ab 1994 (einem Jahr mit gutem Borkenkäfersommer ab Ende 06) nahm der Befall jedoch stark zu und es bildete sich östlich des Clausthaler Flutgrabens, welcher die Kernzone nach unten (Süden) und Osten hin begrenzt, das auf dem '97er Bild sichtbare, ausgeprägte Befallsgebiet heraus - und zwar teils autochthon, teils von der nun waldschutzfreien Kernzone ausgehend. Hier setzten ab Frühjahr '96 unter intensiver Beratung durch die NFV Gegenmaßnahmen ein, die so umfassend waren, daß ortsbürtiger Befall nicht mehr zu erwarten war.

Durch massiven Zuflug aus der nahen Kernzone entstanden aber gleichwohl neue Befallsherde und alte erweiterten sich. Es erscheint mir fraglich, ob das bei einer solchen Konstellation überhaupt vermeidbar ist. Ideal wäre natürlich die rechtzeitige Ausschaltung der nahen Käferquelle in der Kernzone gewesen (genau dies wurde ab Sommer 1998 von der Nationalparkverwaltung begonnen, weil man einsah, daß es anders nicht geht!).

Fallenfänge bei unterschiedlichen Windrichtungen lassen ebenfalls einige Schlüsse zu:

Es ist wohl kein Zufall, daß bei Westwind in ca. 800m Entfernung östlich der Haupt-Käferquelle (Kernzone = waldschutzfreies Gebiet Bruchberg) 2-3mal (i.M. 2,4mal) soviel Buchdrucker gefangen wurden wie in ca. 300m Entfernung westlich davon - beides natürlich zur selben Zeit - und daß umgekehrt bei Ostwind 2-9mal (i.M. 4,2mal) soviel Käfer in den westlichen Fallen gefangen wurden wie in den östlichen. Die nächstliegende Interpretation ist die, daß die meisten Käfer in beiden Fällen direkt aus dem Hauptbefallsgebiet jenseits des Clausthaler Flutgrabens (Kernzone Bruchberg) kamen, bei Westwind 800 m überflogen haben - und zwar in Zahlen, die immerhin noch in Fängen resultierten, die i.M. 38% der Fänge unmittelbar am Rande der Haupt-Käferquelle (nämlich am Clausthaler Flutgraben) ausmachten.

3.4 Befallsvergleich Nationalpark - Wirtschaftswald im Harz

Im Sommer 1997 wurde zwecks Aufnahme von CIR-Bildern innerhalb des NIP Harz eine Fläche von 14.760 ha befliegen, außerhalb angrenzend 13.580 ha. Bei der Auswertung wurden Gruppen ab 25 toten Fichten zu Totholzflächen zusammengefaßt, insgesamt 350,3 ha (= 77.160 Stämme); Kleingruppen von 3-25 toten Fichten machten insgesamt 95.100 Stämme aus (von allen 172.260 Stämmen lagen 32% am Boden). Außerhalb des Nationalparks konnten nur 0,2 ha Totholzflächen und 3.820 Stämme (davon 11% liegend) in Kleingruppen auf den CIR-Bildern erkannt werden.

Abb. 2: CIR Befliegung der Harzhochlagen 1997

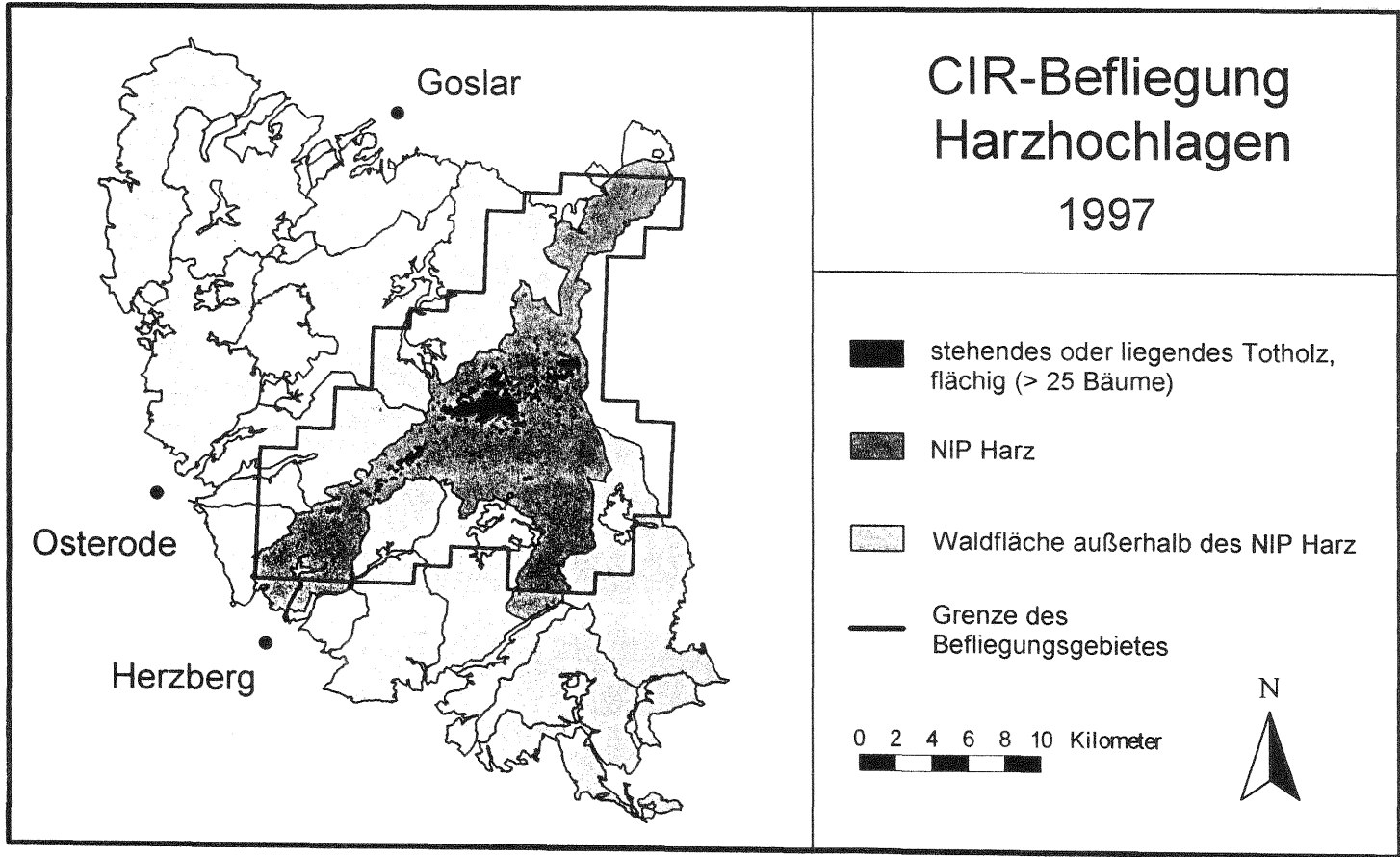


Abb. 2 zeigt, daß diese Totholzflächen fast ausschließlich innerhalb der Grenzen des Nationalparks liegen, also in den höchsten Lagen. Es ist allerdings zu berücksichtigen, daß außerhalb des Nationalparks alles Käferholz genutzt und abefahren wird, innerhalb des Parks das aufgearbeitete Käferholz, was abfuhrünstig liegt.

3.5 Borkenkäferbekämpfung

3.5.1 Statistik

Für 1997 hat die NIP-Verwaltung eine detaillierte Nachweisung vorgelegt, die sich auf eine sogen. „Netto-Bekämpfungsfläche“ von 5.717 ha bezieht, d.i. die potentielle Buchdrucker-Befallsfläche (Fi ab 60 Jahre außerhalb der waldschutzfreien Kernzone): Tab. 2.

Tab. 2: Borkenkäferbekämpfung im Nationalpark, 1997

Stehendbefall mit Aufarbeitung	16.070 FM (2,82 FM/ha)
Stehendbefall ohne Aufarbeitung	3.200 FM (4,32 FM/ha)
Fallen 3240 (74,71 DM/Stück; d.s. 42,34 DM/ha Netto-Bekämpfungsfläche)	
(Windwurf Winter 96/97)	7.850 FM (1,22 FM/ha)
Kosten für Holzaufarbeitung:	
Aufarb. Käfer-relevante Holzmenge	23.920 FM x 120 DM = 2.870.400 DM
Abzügl. Verkaufserlös	5.750 FM x 80 DM = 460.000 DM
Rückekosten für	5.750 FM x 30 DM = 172.500 DM
Gesamtkosten	2.582.900 DM
d.s. 107,99 DM/FM bzw. 451,80 DM/ha Netto-Bekämpfungsfläche	
(incl. Fallen: 494,14 DM/ha Netto-Bekämpfungsfläche)	

In den Jahren vor 1997 sind derartige Erhebungen nicht gemacht worden. Schätzungen des Stehendbefalls belaufen sich auf etwa 17.000 FM aufgearbeiteten Käferholzes in 1996 (mehr in den Randbereichen) und auf weit weniger als 10.000 FM in 1995 (1994 ist der Nationalpark offiziell gegründet worden).

Bei diesen Zahlen ist zu berücksichtigen, daß die Periode vom Oktober 1995 bis zum August 1996 im Harz die trockenste seit 140 Jahren war, d.h. seit Beginn entsprechender Aufzeichnungen.

3.5.2 Versuche mit giftfreien Bekämpfungsmethoden zur Vermeidung von Entrindung

Im vergangenen Jahr standen erste Tastversuche in Zusammenarbeit mit der Nationalparkverwaltung im Vordergrund, um Hinweise zu erhalten, wie man die ökologisch unerwünschte Entrindung von Käferstämmen (Behinderung der Zersetzerkette!) im Nationalpark vermeiden und dennoch die Käferbrut giftfrei an der Entwicklung hindern kann. Erste Erfahrungen mit dem Harvester (WATZEK u. NIEMEYER, 1996) hatten ja gezeigt, daß die Rinde von den Transportwalzen durch punktförmige bzw. kleinstflächige Quetschungen biologisch so sehr entwertet wird, daß sich die Brut von Buchdrucker und Kupferstecher nicht bis zu Ende entwickeln kann.

Ausgehend davon wurden verschiedene Formen von Rindenläsionen erprobt. Erfolgreich war das Beklopfen der Rinde mit einem Hammer (2-3 Schläge je Quadratdezimeter), dessen Einschläge auf der Innenseite der Rinde Verfärbungsflächen von 2x3 bis zu 5x7 cm Größe hervorrief. Es gab zwar noch Brutbilder auf 20-70% der Rindenfläche, doch enthielten diese im Vergleich zu Unbehandelt am selben Ort weniger als 1% Jungkäfer. Diese Methode wird jetzt von uns weitergeprüft und ggf. technisch weiterentwickelt.

Ebenso wirksam war eine Vorrichtung, die ein Revierleiter des NIP Harz entwickelt hatte: eine multiple Kreissäge, d.h. mehrere kleine Sägeblätter, die im Abstand von 4,5 cm um eine Welle rotieren, die anstelle eines motormanuellen Schälkopfes von einer EMS getrieben wird. Auch dieses Verfahren wird weitergeprüft und -entwickelt.

Streifen der Rinde erbrachte nur eine etwa 75%ige Reduktion des Bruterfolges, denn auf den verbliebenen Rindenpartien, die etwa die Hälfte der Oberfläche ausmachten, fiel ungefähr die Hälfte der Brut aus. Als unbrauchbar erwiesen sich auch Axt- und Messerschnitte in Stamm-längsrichtung, wogegen sie in Querrichtung immerhin 90% Reduktion bewirkten.

Besonderen Wert legt die Nationalparkverwaltung darauf, eine bereits in Erprobung befindliche Klettersägen-Methode zur Praxisreife zu bringen, welche die Käferbrutentwicklung am stehend befallenen und stehengelassenen Baum mechanisch zum Erliegen bringt, weil dies den natürlichen Prozessen noch näher kommt und darüberhinaus auch einige Arbeitsgänge einspart, mithin einen schnelleren Arbeitsfortschritt ermöglicht.

Literatur

- KREMSER, W. (1982): Zur Niedersächsischen Forstgeschichte (16); Die Große Wurmtröcknis im Harz. Nieders. Jäger 27, H.12.
- NIEMEYER, H.; ACKERMANN, J.; WATZEK, G. (1995): Eine ungestörte Massenvermehrung des Buchdruckers (*Ips typographus*) im Hochharz. Forst und Holz, 239-243.
- WATZEK, G. und NIEMEYER, H. (1996): Verminderung der Borkenkäfergefahr durch Harvestertechnik und Arbeitsorganisation (*Reduction of Bark Beetle Infestations by Harvesting Techniques and Organization of Thinning*). Forst und Holz, 247-250.

Gerhard Veldmann

Forstliche Landesanstalt Sachsen-Anhalt, Dezernat Waldschutz, Flechtingen

Zur Borkenkäferproblematik im Nationalpark Hochharz aus der Sicht des Waldschutzes

Spruce bark beetles in the "Hochharz" National Park - problems in terms of forest protection

Zusammenfassung

Aus der Sicht des Waldschutzes werden mögliche Folgen einer eigendynamischen Entwicklung im Nationalpark Hochharz kritisch eingeschätzt. Sowohl Erfahrungen aus früheren Schadereignissen und Kenntnisse über das Befallsverhalten als auch die seit Gründung des Nationalparks erfolgte Befallsentwicklung lassen erwarten, daß bei fehlender menschlicher Einflußnahme Massenvermehrungen des Großen achtzähligen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus*) zu großflächiger Entwaldung - auch über die Nationalparkgrenzen hinaus - führen werden.

Stichwörter: Fichtenborkenkäfer, Nationalpark Hochharz

Abstract

In terms of forest protection possible consequences of an uninfluenced development of spruce bark beetles in the national park "Hochharz" are estimated critically. Both experiences from earlier outbreaks and the infestation development taken place since establishment of the national park suggest that, with omission of forest protection efforts outbreaks of the spruce bark beetle *Ips typographus* will lead to wide deforestation, also beyond the boundaries of the national park.

Key words: spruce bark beetles, national park "Hochharz"

Er war von Beginn an nicht unumstritten, der NP Hochharz - auch wegen der bekanntermaßen hohen Anfälligkeit der dort stockenden großflächigen Fichtenforsten gegenüber abiotischen und biotischen Einwirkungen sowie im Hinblick auf die daran angrenzenden, gleichermaßen gefährdeten Wirtschaftswälder. Vertreter der Nationalparkidee sahen in der Gründung eines solchen Nationalparks hingegen die einmalige Chance, dieses zusammenhängende Waldgebiet in den Hochlagen des Harzes mit seinen Mooren und etwa 900 ha autochthonen Bergfichtenwäldern seiner natürlichen Entwicklung zu überlassen. Wie der Broschüre "Nationalpark Hochharz" (1990) S. 10 zu entnehmen ist, gehören dazu auch "großflächige Katastrophen" und "waldfreie Zeitabschnitte".

Durch Verordnung des letzten DDR-Ministerrates vom 1.10.1990 ist die Entscheidung zugunsten eines Nationalparkes gefallen. Und damit sind auch die für Nationalparke geltenden internationalen Kriterien verbindlich. Nach inzwischen 7 ½ Jahren ist die angestrebte eigendynamische Entwicklung - auch beim Borkenkäfer - eingeleitet. Diese Entwicklung läßt sich - auch wenn man plötzlich möchte, weil sie eines Tages das bisherige Vorstellungsvermögen übersteigt oder der öffentliche Druck sich verstärkt - kaum noch oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand stoppen.

Als Vertreter des Waldschutzes betrachte ich diese Entwicklung natürlich aus einer anderen Perspektive als die Nationalparkverwaltung. Bei aller Zurückhaltung und allem Respekt vor dem Engagement der Kollegen vom Nationalpark kommt ein verantwortlicher Waldschützer nicht umhin (von Zeit zu Zeit erwartet man es auch von ihm), aus seiner Sicht Stellung zu beziehen und auf sich anbahnende Gefahren frühzeitig hinzuweisen.

In einem 1993 von der Abt. Forstwirtschaft im Ministerium für Landwirtschaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt angeforderten Gutachten über mögliche Auswirkungen von Buchdrucker Massenvermehrungen im NP Hochharz habe ich dies erstmalig getan. Angesichts der besonderen Zielsetzung eines Nationalparks, den Wald seiner natürlichen Entwicklung zu überlassen, habe ich einleitend auf die Faktoren hingewiesen, die das potentielle Risiko für dieses Waldgebiet besonders groß erscheinen lassen. So unterlagen die Wälder bis 1990 weitgehend einer forstlichen Bewirtschaftung. Ihre Stabilität ist durch Sturm, Naßschnee und Borkenkäfer gefährdet. Immerhin betrug der jährliche Schadholzanfall für den Hochharz im langjährigen Mittel 40 Tfm; das war etwa ein Drittel der genutzten Holzmenge. 4555 ha (= 78 % der Gesamtfläche) in der sog. Entwicklungs- und Sanierungszone sind überwiegend mit Fichtenforsten aus nicht standortgerechten Herkünften bestockt (nachzulesen in verschiedenen NP-Informationsmaterialien). Es fehlen zudem weitgehend stabilisierende Laubbaumarten. Hohe Wilddichten (die 1993 nach Schätzung des SG Wald-Wild der FLA S.-A. bei etwa 500 Stück Rot-, 130 Stück Reh- und 60 Stück Muffelwild lagen; NP-eigene Schätzungen gehen darüber hinaus) sowie starke Vergrasung infolge hoher Stickstoffeinträge erschweren bzw. verhindern großräumig eine natürliche Verjüngung. Besonders in der am Königsberg ausgewiesenen Kernzone (aber auch andernorts) weist starke Gelbfärbung der Fichtenkronen auf erhebliche Schadstoffbelastung hin. Relativ stabil erscheinen lediglich die am unmittelbaren Brockenmassiv stockenden autochthonen Bergfichtenwälder.

"Unter diesen Bedingungen", so habe ich damals geschrieben, "wäre ein abrupter Übergang von einem quasi Wirtschaftswald zu einem Nationalpark ohne regulierende Maßnahmen m. E. mit erheblichen Risiken behaftet, die das Endziel, die Erreichung eines Naturwaldes, in weite Ferne rücken lassen. Regulierende Maßnahmen erscheinen dem Verfasser deshalb für einen Übergangszeitraum" (und dies habe ich auch für Teile der Kernzone angeraten) "unerlässlich, um einen sukzessiven Übergang vom Wirtschafts- zum Naturwald zu ermöglichen, ohne für unbestimmt lange Zeiträume großflächig Vergrasungszonen in Kauf nehmen zu müssen."

Daß die geäußerten Befürchtungen hinsichtlich der weiteren Entwicklung dieses Waldgebietes - auch über die Nationalparkgrenzen hinaus - nicht unbegründet sind, möchte ich anhand von Schadereignissen aus der Vergangenheit im Harz deutlich machen. Zu nennen sind hier insb.

die Buchdrucker-Massenvermehrungen Ende des 18. Jahrhunderts (1781 bis 1783) und die den älteren Forstleuten noch bekannte von 1946 bis 1950, die in weiten Teilen Mitteleuropas etwa 30 Millionen Festmeter Schadholz zur Folge hatte. Aufschlußreich sind die während dieser Borkenkäfer-Epidemie erzielten Untersuchungsergebnisse der beiden Göttinger Wissenschaftler SCHWERDTFEGER und THALENHORST, die in ihren beachtenswerten Arbeiten "Pathogenese der Borkenkäfer-Epidemie 1946 - 1950 in Nordwestdeutschland" und "Grundzüge der Populationsdynamik des großen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L." insb. zu Ursachen und Verlauf solcher Gradationen grundlegende Erkenntnisse dargelegt haben. Zu den Ursachen von Buchdrucker-Massenvermehrungen schreibt SCHWERDTFEGER: "Entscheidend für die Auslösung der hier geschilderten Kalamität war neben den besonderen Witterungsverhältnissen die Unterlassung von menschlichen Maßnahmen, welche wir in ihrer Gesamtheit als *s a u b e r e W i r t s c h a f t* bezeichnen..." (S. 62). Weiter heißt es: "In die gleiche Richtung weist die Tatsache, daß der Harz im 17. und 18. Jahrhundert bei unregelmäßiger forstlicher Nutzung durch immer neu ausbrechende, katastrophale Borkenkäfer-Epidemien heimgesucht wurde, während er vom Beginn des 19. Jahrhunderts an, nachdem das Prinzip der sauberen Wirtschaft eingeführt war und streng beachtet wurde, fast anderthalb Jahrhunderte lang keinerlei Borkenkäfer-Kalamität mehr erlebte bis zum Ende des letzten Weltkrieges, als Arbeitermangel die rechtzeitige Aufarbeitung und Entrindung des zu Boden gekommenen Holzes nicht mehr zuließ. Die Einhaltung des Prinzips der sauberen Wirtschaft stellt die sicherste Maßnahme" (ich möchte sogar meinen: die einzig sichere) "zur Verhinderung von Borkenkäfer-Epidemien in Fichtenwäldern dar." (S. 62).

Diese auf umfangreichen Untersuchungen SCHWERDTFEGERS beruhenden Aussagen, die ich nach fast 30jähriger Tätigkeit im Waldschutz in Harz, Thüringer Wald und Erzgebirge immer wieder bestätigt fand, verdeutlichen, was zu erwarten ist, wenn man in mit Fichte bestockten Nationalparks bewußt und gewollt auf natürliche Entwicklung setzt und auf menschliche Einwirkungen verzichtet oder diese zumindest nach subjektivem Ermessen in erheblichem Maße reduziert.

Über Verlauf und Beendigung einer Buchdrucker-Massenvermehrung läßt THALENHORST keinen Zweifel, wenn er in dem o. g. Untersuchungsbericht schreibt: "Auf alle Fälle läßt der zwar zeitweise unterbrochene, im Ganzen aber ungehemmte Ablauf einer früheren Kalamität (in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts im Harz) die *G e s e t z m ä ß i g k e i t* eines natürlichen Zusammenbruchs vor der Totalvernichtung des Biotops als nicht gegeben erscheinen. So kann die Epidemie nur dadurch vorzeitig beendet werden, daß der Mensch mit seinen Vernichtungsmaßnahmen in die Rolle des entscheidenden populationsdynamischen Faktors einspringt." (S. 116)

Bevor ich versuche, die Borkenkäfersituation im NP Hochharz seit 1990 kurz einzuschätzen, gestatten Sie mir noch einige Bemerkungen zum Schadverhalten des Buchdruckers. Von der Vielzahl der im NP Hochharz und den angrenzenden Fichten-Wirtschaftswäldern vorkommenden Borken- und Bastkäferarten nimmt nur der Buchdrucker (*Ips typographus*) entscheidenden Einfluß auf die Waldentwicklung. Durch seine Fähigkeit (ich zitiere RICHTER, D. (1989) S. 9)"... bei ausreichendem Nahrungsangebot rasch zur Massenvermehrung zu schreiten, in deren Verlauf zunehmend frischere Nahrung angenommen wird und damit die Käfer-

populationen immer tauglicher zum Stehendbefall werden ...", kann der normalerweise sekundäre Schädling zum ausgesprochenen Primärschädling werden. Dies gelingt anderen Borkenkäferarten - selbst dem Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*), der durchaus auch kleinflächigen Stehendbefall verursachen kann - nicht in gleichem Maße. Offenbar führen beim Buchdrucker Auslesevorgänge durch innerartliche Konkurrenz bei überdichteter Besiedelung dazu, daß nur Individuen mit kurzer Entwicklungsdauer überleben, die auch mit geringeren Temperatursummen auskommen. Hierdurch wird es diesem Schädling erst möglich, in den für seine Entwicklung klimatisch ungünstigen Höhenlagen zu Massenvermehrungen zu gelangen, zumal in diesen exponierten Gebieten infolge abiotischer Einwirkungen wie Sturm- und Schneebruch seine Ausbreitung gefördert wird. Nach RICHTER (1989) sind deshalb "... die stärksten Borkenkäferschäden gerade in Höhenlagen zu verzeichnen, in denen sonst die Temperatursummen zur Entwicklung einer normalen Generation gar nicht ausreichen."

Sind solche Umstimmungsprozesse erst einmal erfolgt, dann werden diese Populationen durch äußere Faktoren wie Witterung etc. nur noch in ihrer Intensität, jedoch kaum noch in ihrer Richtung beeinflusst. "... die Schadentwicklung nimmt ihren eigengesetzlichen Ablauf, wenn nicht der Mensch mit gezielten Wirtschaftsmaßnahmen ihr ein abruptes Ende setzt bzw. wenn es keine bruttauglichen Fichten mehr zu befallen gibt." (RICHTER, 1989).

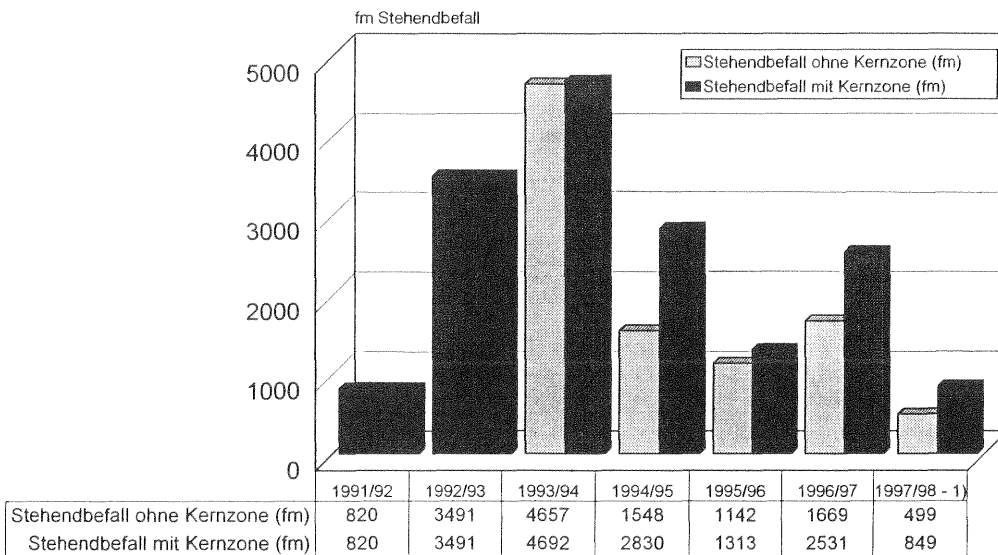


Abb. 1: Stehendbefallsentwicklung im NP Hochharz (Borkenkäferjahre VI-V Folgejahr)

¹⁾ aufld. bis März 1998

Anhand der Meldedaten, des mir von der Nationalparkverwaltung freundlicherweise zur Verfügung gestellten Zahlen- und Kartenmaterials sowie aus den bei gelegentlichen Besuchen im NP bekommenen Eindrücken möchte ich nun versuchen, die Befallssituation (wie sie sich mir darstellt) kurz zu skizzieren. Eine gründliche Analyse ist mir derzeit weder möglich, noch würde die Zeit hierfür ausreichen.

In der Abb. 1 habe ich die Meldedaten zum Buchdrucker-Stehendbefall einmal graphisch dargestellt. (Die Daten aus der Kernzone wurden mir für diesen Vortrag von der NP-Verwaltung zur Verfügung gestellt, da sie ab 1994 nicht mehr gemeldet werden.) Die tlw. erheblichen jährlichen Schwankungen der Befallswerte sind vorrangig durch den jeweiligen Witterungsverlauf aber auch durch das vorhandene Brutraumangebot im durch Sturm verursachten liegenden Holz bedingt. Zum Liegendbefall sind leider keine Angaben möglich, da er nicht erfaßt wird.

Aufschlußreicher als die absoluten Befallswerte erscheinen mir jedoch die auf die Holzbodenfläche Fichte über 60 Jahre bezogenen Angaben. Diese ermöglichen zudem einen Vergleich mit der Befallslage in den angrenzenden Forstämtern der Nationalparkregion (NPR) (Abb. 2). Hier wird deutlich, daß der Stehendbefall im NP das zwei- bis siebenfache der Vergleichsmenge beträgt.

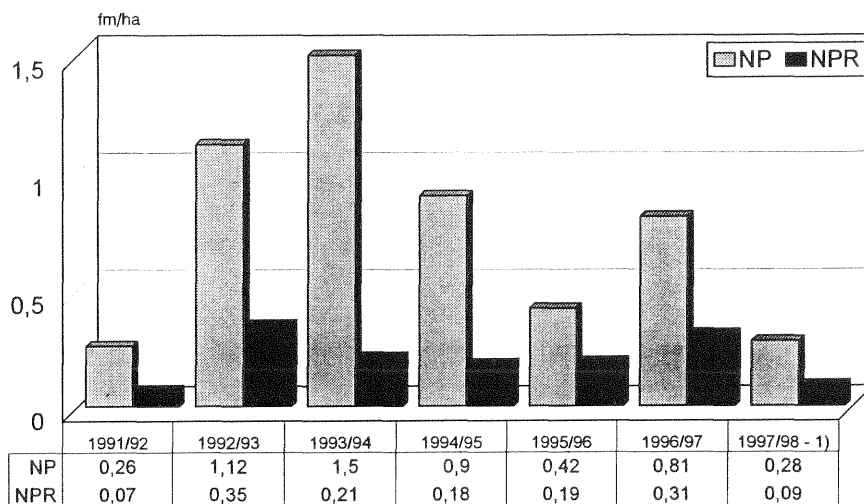


Abb. 2: Buchdrucker-Stehendbefall in Festmeter/ha Fichten-Holzbodenfläche > 60 Jahre (NP im Vergleich zur NPR)
 1) aufld. bis März 1998

Bezieht man den Stehendbefall auf den Derbholzvorrat Fichte über 60 Jahre, liegen die Verhältnisse ähnlich (Abb. 3).

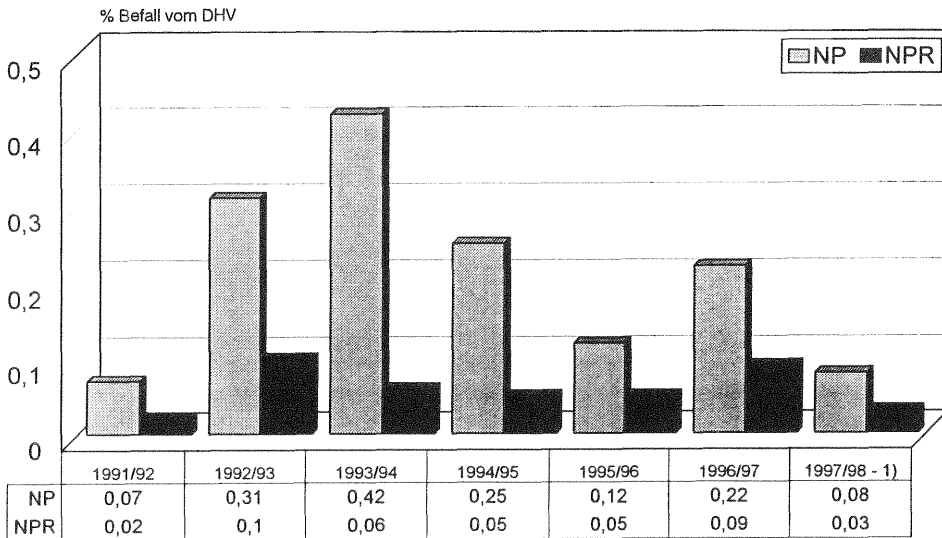


Abb. 3: Buchdrucker Stehendbefall - prozentualer Anteil am DHV Fichte > 60 Jahre (NP im Vergleich zur NPR)
 1) aufld. bis März 1998

Die meiner Meinung nach größte Gefahr ergibt sich derzeit jedoch nicht aus der Befallsmenge, sondern aus dem Grad der Durchseuchung. Bereits 1993 habe ich hierzu im Gutachten geschrieben: "Der Befall ist bei weitem nicht mehr auf Bestandesränder oder einzelne Befallsherde beschränkt, sondern hat viele Bestände regelrecht durchseucht, wobei es bereits zu Auflösungserscheinungen von Beständen kommt; am Hohnekopf (Totalreservat) sind beispielsweise nur noch einzelne Fichten befallsfrei. Hier, aber auch an anderen Forstorten besteht die Gefahr einer Befallsausweitung auf die großflächig angrenzenden Fichtenbestände in Zone II a bzw. benachbarte Forstämter." Ein Übergreifen auf die benachbarten Forstämter konnte m. W. bisher verhindert werden, die weitere Durchseuchung der angrenzenden, meist kaum erschlossenen und schwer begehbaren großen Fichtenkomplexe hingegen nicht. Wie soll sie auch, setzt doch eine erfolgreiche Borkenkäferbekämpfung eine ständige lückenlose Überwachung und Früherkennung der Befallsbäume anhand von Bohrmehlauswurf voraus, die in diesen Beständen kaum möglich erscheint. Besser als weitere Worte kann die mir von der Nationalparkverwaltung für diesen Vortrag zur Verfügung gestellte Borkenkäferkarte aus dem Jahr 1996 die Situation verdeutlichen (Abb. 4).



Abb. 4: Befallskarte aus dem Jahr 1996

Als Gradmesser einer Gradation kann auch die Stehendbefallsmenge je Befallsstelle angesehen werden, die im NP ebenfalls deutlich über der in der NPR liegt (Abb. 5).

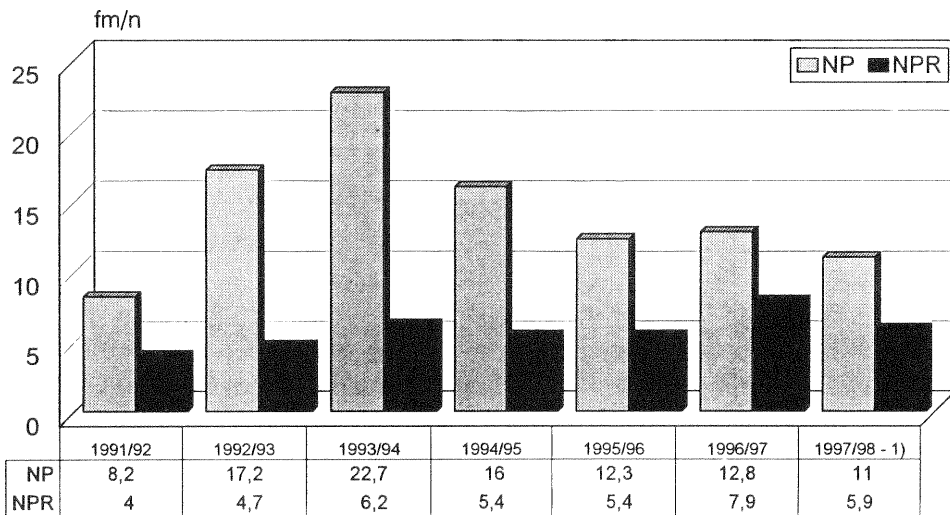


Abb. 5: Buchdrucker-Stehendbefallsmenge/Befallsstelle (NP im Vergleich zur NPR)
¹⁾ aufafd. bis März 1998

Von den bei umfangreichem Monitoring im NP ermittelten Käferzahlen möchte ich Ihnen wenigstens die Ergebnisse der letzten 3 Jahre vorstellen (Angaben des NPFoA). (Tab. 1) Mit der nötigen Vorsicht gestatten diese Zahlen durchaus Rückschlüsse auf die Populationshöhe. (Meines Wissens kamen überwiegend Einzelfallen zum Einsatz). Bei Verwendung von 8 Dreifallensternen im Revier Schierke lag die mittlere Fangzahl pro Fallenstern 1997 bei immerhin 23.380 Buchdruckern. Schließlich möchte ich noch die im Rahmen von Pheromonversuchen seit 1993 im Revier Hohne ermittelten Buchdruckerzahlen im Vergleich zu den in Wirtschaftswäldern der Reviere Rübeland-West und Hasselfelde-Nord zeigen (Abb. 6).

Tab. 1: Vergleich der Borkenkäferfangzahlen der Jahre 1995-1997 FoA Hochharz (alte Einteilung) - durch NPföA erstellt

Revier	BK-Fangzahlen			durchschnittl. Fangergebnis/Fälle		
	1995	1996	1997	1995	1996	1997
Hohne	4.375.782	222.460	325.309	56.828	7945	9568
Schierke	381.251	130.129	223.161	5776	4198	7199
Winterberg	465.250	74.457	237.416	5057	1909	5653
Zinne	341.030	142.249	192.533	14.209	5927	13.752
Scharfenstein	417.245	217.337	152.572	4392	7011	10.171
Hanneckenbruch	1.200.700	112.827	310.054	26.682	2893	7751
Summe	7.181.258	899.459	1.441.045	16.779	4685	8188

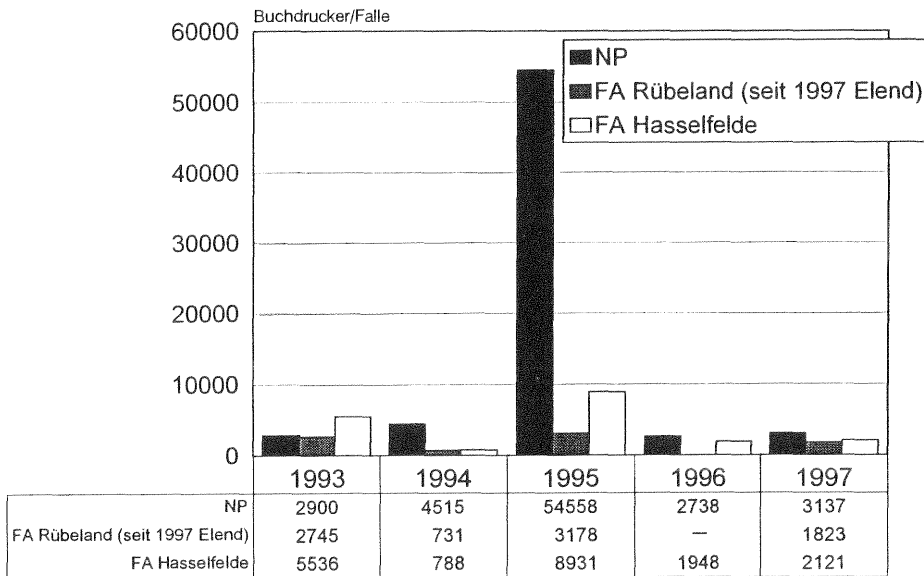


Abb. 6: Mittlere Anzahl Buchdrucker/Fälle

Noch ein Vergleich zwischen den im NP und in der NPR ermittelten Stehendbefall sei mir erlaubt. Auch wenn Vergleiche zwischen NP und Wirtschaftswäldern sicher problematisch sind, meine ich doch, daß sie zur Einschätzung der Befallssituation durchaus hilfreich sein können. Der Flächenanteil Fichte über 60 Jahre beträgt im NP nicht einmal 25 % der Gesamtregion, der Anteil Stehendbefall im Mittel der letzten 7 Jahre jedoch über 50 % (Abb. 7).

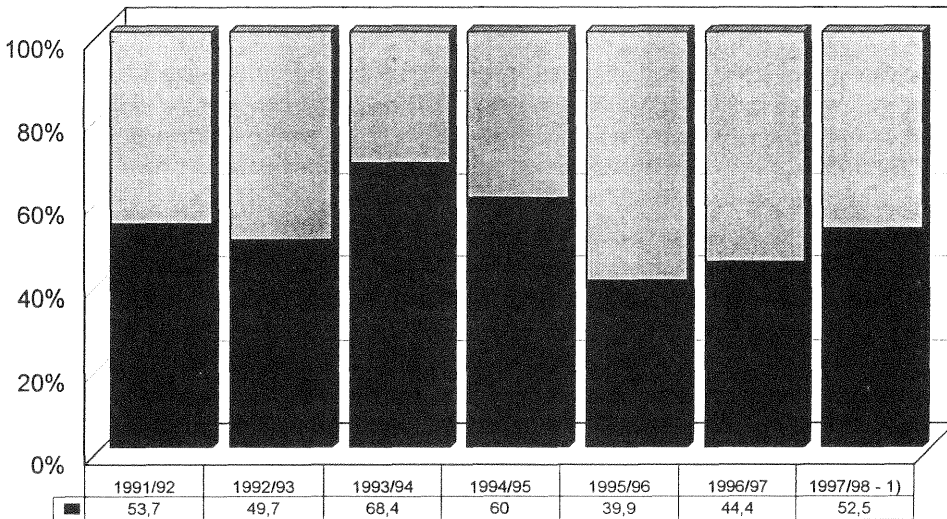


Abb. 7: Anteil Stehendbefall des NP am Stehendbefall der Gesamtregion (NP+NPR) bei einem Flächenanteil Fichte > 60 Jahre von 23,4 %
1) aufld. bis März 1998

Sicher wäre die Befallsentwicklung noch wesentlich rasanter verlaufen, hätte die Nationalparkverwaltung keine Gegenmaßnahmen ergriffen. Diese Gegenmaßnahmen, die sich im wesentlichen auf die Entwicklungszone beschränken, umfassen neben einer (teilweisen) Aufbereitung von Stehendbefall durch Umschneiden und Entrinden sowie einer Entrindung befallener Wurf- und Bruchhölzer auch die Bereitstellung nicht unerheblicher Fangbaumengen, die aus Wurf, der ohnehin in jedem Winter anfällt, ausgehalten werden. Die bis 1996 auch der Reduzierung der Buchdruckerpopulation dienende Anzahl von Borkenkäferfallen wurde von damals über 400 auf 180 Stück reduziert und soll dem Monitoring dienen. Die Sanierung großer Befallsherde basiert grundsätzlich auf Einzelfallentscheidungen, die von der NP-Verwaltung vor Ort getroffen werden. Im NPFA liegen umfangreiche Analysen zum Befallsgeschehen sowie jährliche Einschätzungen der Situation vor. Natürlich gelten für die Entscheidungsfindung andere - in der Nationalparkverordnung festgelegte - Kriterien als im Wirtschaftswald. Ebenso natürlich ist somit aber auch eine andere Befallsentwicklung "vorprogrammiert", da der Buchdrucker alle "Freiräume", die man ihm läßt, rigoros nutzt!

Unumstritten ist hingegen der Schutz angrenzender Wirtschaftswälder vor einem eventuellen Übergreifen des Buchdrucker-Befallsgeschehens. Hierzu haben auch die Wirtschaftler der angrenzenden Forstämter einen wichtigen Beitrag zu leisten, indem sie im "Grenzgebiet" auf peinliche Sauberkeit achten, ständig auf Befall kontrollieren und diesen ggf. sofort

eliminieren. Zumindest gegenwärtig dürfte Befall im Wirtschaftswald nicht durch Überflug, sondern autochthon entstanden sein.

Von den derzeit viel diskutierten "Schutzonen" an den Nationalparkgrenzen sind sicher keine Wunder zu erwarten; dennoch können sie ein rasches Vordringen der Buchdrucker durchaus verhindern. Allerdings sind die von SCHRÖTER Anfang April 1998 auf dem "Expertensymposium Borkenkäfer im NP Bayerischer Wald zur Verhinderung der Ausbreitung der Borkenkäfer" genannten Prämissen unbedingt zu beachten, als da sind:

- volle Erschließung einer 500 (bis 1000 m) breiten Zone
- ständige Überwachung dieser Zone auf Neubefall
- sofortige Erfassung und Sanierung aller Befallshölzer
- Durchsetzung der Prinzipien der sauberen Wirtschaft in dieser Zone
- Vorhaltung ausreichenden und geschulten Personals.

Die in der Expertengruppe umstrittene Anwendung von Borkenkäfer-Pheromonfallen ist m. E. unter der Voraussetzung sinnvoll, daß die im AID-Heft Borkenkäfer gemachten Vorgaben vollständig beachtet werden. Ist es erst zu einer Massenvermehrung des Buchdruckers in dieser "Schutzzone" gekommen, dienen solche Fallen nur noch der Gewissensberuhigung.

Zusammenfassend läßt sich einschätzen, daß die augenblickliche Situation keinesfalls mit der im Bayerischen Wald vergleichbar ist. Nicht vergleichbar sind m. E. aber auch die Risikofaktoren der beiden Nationalparke. So werden die Auswirkungen einer eigendynamischen Entwicklung in dem relativ kleinen, überwiegend mit instabilen Fichtenforsten ohne Laubholzanteil bestockten NP Hochharz weitaus dramatischer sein als im NP Bayerischer Wald - zumal eine meist ausbleibende Verjüngung für unbestimmt lange Zeiträume großflächige Vergrasungszonen befürchten läßt.

Niemand vermag derzeit vorauszusagen, wann der Borkenkäferbefall eskaliert. Ein Sturmereignis und/oder zwei bis drei heiße Sommer können hierzu bereits ausreichen.

Aufgrund der geschilderten Situation ist es erforderlich, daß Abt. Forstwirtschaft und Waldökologie im MELF, Nationalparkverwaltung und Dezernat Waldschutz der FLA über die weitere Vorgehensweise beraten. Entsprechende Abstimmungen sind für die nächste Zeit vorgesehen.

Abschließend stellt sich für mich die Frage, ob es angesichts der sich abzeichnenden Befallsentwicklung nicht an der Zeit ist, der Bevölkerung angrenzender Gemeinden und ggf. den Besuchern des Nationalparks ohne Panikmache aber mit der gebotenen Offenheit deutlicher als bisher zu sagen, welche Folgen sich aus der eigendynamischen Waldentwicklung für das Nationalparkgebiet selbst, u. U. aber auch für angrenzende Waldgebiete ergeben können.

Literatur

- AUTORENKOLLEKTIV (1993): Borkenkäfer überwachen und bekämpfen. AID **1015**, 35 S.
- NPFOA HOCHHARZ (Hrsg.) (1990): Nationalpark Hochharz
- NPFOA HOCHHARZ (1997): Auswertung des Borkenkäfergeschehens der Jahre 95 und 96. 10 S. (unveröff.)
- NPFOA HOCHHARZ (1998): Auswertung des Borkenkäfergeschehens 97. 18 S. (unveröff.)
- RICHTER, D. (1989): Die Buchdruckerarten (*Ips typographus* L. und *Ips amitinus* Eichh.). Merkbl. Nr. **44** d. Inst. f. Forstwiss. Eberswalde, 21 S.
- ROMMERSKIRCHEN, A. (1998): Jahresweise Erfassung des Buchdrucker-Stehendbefalls in der Kernzone, 1 S. (unveröff.)
- SCHRÖTER, H. (1998): Borkenkäferproblematik im Nationalpark Bayerischer Wald. Referat gehalten auf dem Symposium vom 3. April 1998 in Freyung. Ergebnisbericht S. 16-19
- SCHWERDTFEGGER, F. (1955): Pathogenese der Borkenkäfer - Epidemie 1946-1950 in Nordwestdeutschland. Schriftenrh. d. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen und Mitt. d. Forstl. Versuchsanst. Bd. **13/14**
- THALENHORST, W. (1958): Grundzüge der Populationsdynamik des großen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L.. Schriftenrh. d. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen u. Mitt. d. Forstl. Versuchsanst. Bd. **21**
- VELDMANN, G. (1993): Gutachten über mögliche Auswirkungen von Buchdrucker Massenvermehrungen auf die Bergfichtenwälder im Nationalpark Hochharz - Vorschläge für regulierende Maßnahmen, 11 S. (unveröff.)

Protokoll zum Symposium
„Forstschutzprobleme in Nationalparks und Naturschutzgebieten“
am 12. und 13. Mai 1998 im Institut für Pflanzenschutz im Forst
der BBA in Braunschweig

Diskussion I (Vorträge Sinner, Petrak, Möller und Delb)

Zum Vortrag von **Sinner** fragt **Paul**, in welcher Höhenstufe die Borkenkäferkalamitäten auftreten. **Sinner** antwortet, daß insbesondere die Hanglagen betroffen sind. **Marohn** gibt zu bedenken, daß das Nichtaufarbeiten von Windwürfen auf deutscher Seite mit als Ursache für die Borkenkäferkalamität angesehen wird und fragt, ob denn auch auf der tschechischen Seite die Windwürfe nicht aufgearbeitet wurden. **Sinner** antwortet, daß seines Wissens das Liegenlassen von Windwürfen in Tschechien dort nicht als Hauptursache der derzeitigen Kalamität gesehen wird. Zum Vortrag von **Petrak** und zu dem von **Sinner** gezogenen Vergleich der Funktionen von Wild und Borkenkäfer sagt **Schröter** (Freiburg), daß Borkenkäfer im Gegensatz zum Wild durch den höheren Fichtenanteil ein gewissermaßen künstliches und überhöhtes Nahrungsangebot vorfinden und somit auch ökologisch ganz anders wirksam werden können. **Sinner** antwortet, daß im Bayerischen Wald in der Vergangenheit die Baumartenanteile durch forstliche Bewirtschaftung zugunsten der Fichte verschoben wurden. Im Nationalpark Bayerischer Wald verschiebt der Borkenkäfer das Baumartenverhältnis wieder in Richtung der ursprünglichen Waldgesellschaften, d. h. Reduktion der Fichte und höhere Überlebensmöglichkeit für die Tanne. Das nicht regulierte Schalenwild, das keine natürlichen Feinde hat, verbeißt selektiv die Tanne im Bergmischwald sowie die Vogelbeere im Hochlagenwald und bewirkt wieder Waldbestände mit einem hohen Fichtenanteil.

Zum Vortrag von **Möller** fragt **Paul**, ob es sich bei den untersuchten Flächen um einmaligen oder mehrmaligen Pflanzenschutzmittel-Einsatz handelt. **Möller** bestätigt, daß es nur ein einmaliger Einsatz war. **Schröter** (Freiburg) fragt nach der Größe der Behandlungsblöcke, und **Möller** nennt etwa 20 ha. **Schopf** fragt, ob auch „Fastac Forst“ auf großer Fläche angewendet wurde, was von **Möller** bestätigt wird. Es handelte sich um einen Einsatz gegen Kiefernspinner wegen einer Bestandesbedrohung für den Wald. **Majunke** ergänzt dazu, daß mittels Ausnahmegenehmigung ca. 3.000 ha mit dem Pyrethroid „Fastac Forst“ behandelt wurden.

Zum Vortrag von **Delb** fragt **Winter**, ob man im Bienwald nicht besser „Natur hätte Natur sein lassen sollen“. **Delb** entgegnet, daß dies eine Frage der Zielsetzung sei. Durch den Pflanzenschutzmittel-Einsatz hätte sichergestellt werden können, daß die Waldbauforschung in den Naturwaldreservaten kontinuierlich fortgeführt wird und auch in der Zukunft deren Ergebnisse auf naturnahe Wirtschaftswälder übertragen werden können. **Majunke** gibt zu bedenken, daß durch die erhöhten anthropogenen Einflüsse, wie Stickstoffeinträge aus den umliegenden landwirtschaftlichen Flächen, sich eine naturnahe Bestockung vorerst auch kaum einstellen wird. **Sinner** pflichtet **Winter** bei und sagt, es sei doch wesentlich

interessanter über einen langen Zeitraum zu beobachten, wie sich der Wald nach einer solchen Kalamität entwickelt, denn in den 200 Jahren seit Bestehen der Forstwissenschaft wurden schon einige Erfahrungen gesammelt über Wirtschaftswälder, nicht aber über naturnahe Waldsukzessionen. **Delb** betont nochmals, daß dies eine Frage der Zielsetzung sei. Im Bienwald gab es nicht sehr viele Stieleichen-Hainbuchen-Wälder die für eine Ausweisung als Naturwaldreservate in Frage kommen, weshalb die Ausweisung lange Zeit in Anspruch genommen hat. Im Falle einer Kalamität könne daher bei einzelnen Objekten im Prinzip die Schutzwürdigkeit verlorengehen. **Winter** fragt, ob Befall durch Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) die primäre Ursache für das Absterben der Eichen im Bienwald war. **Delb** bestätigt, daß manche geschädigten Bäume aktiv von diesem Käfer abgetötet wurden, es aber auch durch abiotische Faktoren zu einem Absterben der Bäume kam. Nach seiner Erkenntnis sind ca. 30 % der abgestorbenen Bäume ohne zutun von *Agrilus* spp. getötet worden. **Keir** weist darauf hin, daß es sich bei dem Pflanzenschutzmittel-Einsatz in Eichenwaldökosystemen um den Sonderfall des extrem starken Schwammspinnerfraßes gehandelt hat. Für mitteleuropäische Verhältnisse ist ein solcher Fraß, möglicherweise durch klimatische Faktoren bedingt, extrem ungewöhnlich und insofern auch eher Anlaß für eine Bekämpfung, als dies der Fraß durch die „normale“ Eichenschadgesellschaft gewesen wäre. **Delb** bestätigt, daß mehrere Faktoren zum Absterben der Eichen geführt haben. Durch den extrem starken, teils mehrjährigen Schwammspinnerfraß wurde die Transpiration stark reduziert. Dies führte zu einer Vernässung des Standortes, in Folge zu Sauerstoffmangel und darauf zum Absterben der Feinwurzeln. Gleichzeitig war durch den Fraß und dem anschließenden Mehltaubefall der Johannistriebe die Assimilation stark eingeschränkt, was zu einer verringerten Bildung von Reservestoffen und Mangel an Frühholzgefäßen im Folgejahr führte. Alle diese Faktoren verursachten letztendlich den extremen Vitalitätsverlust. **Schmidt** (Freising) erkundigt sich, ob auch andere Baumarten vom Absterben betroffen waren. **Delb** antwortet, daß sich andere Laubbaumarten gut von dem Fraß erholt hätten und nur die Stieleiche in diesem Ausmaß geschädigt war. **Schmidt** (Freising) fragt nach, inwieweit auch Bestände mit anderer Baumartenzusammensetzung betroffen waren, woraufhin **Delb** erklärt, daß Mischbestände mit Ulme, Hainbuche, Erle etc., die vorher durch Stieleiche dominiert waren, sich jetzt in Richtung der Begleitbaumarten entwickeln.

Wenzel plädiert dafür, in den Kernzonen der Nationalparke und Naturwaldreservate konsequent Pflanzenschutzmaßnahmen zu unterlassen, aber in Naturschutzgebieten sowie den Entwicklungszonen der Nationalparke ausnahmsweise einzugreifen, wenn der Schutzzweck dies erfordert. Im übrigen seien die Forstschutzprobleme in vielen Fällen hausgemacht. **Otto** erwidert daraufhin, daß es sich gerade bei den Schwammspinnerschäden nicht um ein hausgemachtes Problem handelt, da dies eine natürliche Insektengradation in einer naturnahen Waldbestockung war. **Wenzel** präzisiert seine Bemerkung dahingehend, daß er mit „hausgemacht“ die Frage der Nichtakzeptanz von Pflanzenschutzmittel-Einsätzen meinte.

Zum Vortrag von **Sinner** fragt **Otto**, ob es in den nicht autochthonen Fichtenbeständen möglicherweise durch den Borkenkäfer zu einem so starken Selektionsdruck kommt, daß die Verjüngung aus nur wenigen überlebenden Bäumen zu einer genetischen Einengung führt. **Sinner** erkennt an, daß dies ein Problem sein könnte, ist aber der Meinung, daß es sich in

Grenzen hält, da derzeit nach Verjüngungsinventuren durchschnittlich 700 junge Fichten pro ha vorhanden sind. Im übrigen gelte dasselbe Problem bei selektiven Durchforstungen und anderen forstlichen Eingriffen, wie beispielsweise jeder Pflanzung, wo Nachkommen von ausgewählten Plusbäumen verwendet werden. Langfristig aber wird sich nach Ansicht von **Sinner** die autochthone Hochlagenfichte wieder etablieren, was nach tschechischen Beobachtungen von den Kernzonen des Nationalparks ausgehend in Richtung der Ränder geschehen werde. Er rechnet hier mit Zeiträumen von 300–400 Jahren, in denen solche Prozesse ablaufen könnten. **Burzlaß** konstatiert, daß Naturkatastrophen immer zu einer Einengung des Genpools führen, aber es gibt eine Reihe von Beispielen, daß hieraus durchaus wieder genetisch sehr diverse Populationen entstehen. Damit genetische Selektionen wirksam werden, müßten solche Prozesse über extrem lange Zeiträume ablaufen, während solche kurzfristigen Vorgänge diesbezüglich irrelevant seien.

Zum Vortrag von **Petrak** nennt **Sinner** das Beispiel der Südwestkarpaten in Rumänien, wo nach dem II. Weltkrieg infolge einer sehr starken Schalenwildreduktion ein sehr artenreicher Wald ohne jeglichen Zaun entstanden ist, andererseits aber auch alle Wildarten einschließlich der großen Raubtierarten vorhanden sind. Das Wild hat dort keine Möglichkeit in ruhigen Einständen Verbißschwerpunkte zu bilden, weil es durch die jagenden Wolfsrudel gezwungen wird, Feind-Vermeidungs-Strategien zu entwickeln. Die Schalenwildsdichte beträgt weniger als ein Stück auf 100 ha. **Petrak** gibt zu bedenken, daß diese arithmetischen Dichten beim Rotwild als Rudeltier nicht realisierbar sind. Dies bedeutet, daß immer gewisse „Schadens“-Schwerpunkte entstehen, zumal in Deutschland die Wanderungsbewegungen des Rotwildes während der Wintersaison unterbunden werden. Die großen Räuber wie Wolf und Bär greifen so in die Raumnutzungsstrukturen ein, daß ein nebeneinander von Gebieten höherer und geringerer Wildsdichte entsteht. In den letztgenannten Gebieten kann sich dann die Waldverjüngung entwickeln. Der Luchs reicht aber für diese Regulationsfunktion nicht aus. Die Großräuber können ihre Dynamik nur entfalten, wenn ihnen entsprechend großräumige Areale zur Verfügung stehen. Die ausgewiesenen Nationalparkflächen reichen hierfür nicht aus, so daß das Wild weiterhin jagdlich reguliert werden muß.

Statements aus dem Auditorium und Diskussion zum Thema „Borkenkäfer-Kalamitäten – Indizien für waldbauliche Fehler?“

Niemeyer äußert die Überzeugung, daß Borkenkäfer-Kalamitäten nicht unbedingt durch Waldbau bzw. waldbauliche Fehler entstehen. Bestes Beispiel seien die Naturwälder in Nordamerika und ebenso die Entwicklung im 18. Jahrhundert im Harz, wo autochthone Bestände erfaßt wurden. Nach seiner Überzeugung gehört der Borkenkäfer zum Fichtennaturwald, aber Katastrophen können natürlich im einzelnen auch durch waldbauliche Fehler provoziert werden. **Schmidt** (Freising) möchte diese Aussage dahingehend präzisieren, daß spezifisch von Buchdruckern und Fichte als Baumart gesprochen wird. Borkenkäfer, wie Buchdrucker und Kupferstecher, sind mit der Fichte auch in Bereiche gewandert, wo die Fichte nicht heimisch ist. In diesen künstlichen Anbaugebieten der Fichte entwickeln sie die Dynamik, z.B. nach Sturmwurf, die den natürlichen Fichtenwäldern, z.B. in Hochlagen der Gebirge oder im borealen Bereich, eigen ist. **Schopf** gibt zu bedenken, daß die Fichte sich auf Dauer im künstlich vom Menschen für sie eroberten Areal vermutlich nicht von alleine halten könnte,

unter anderem auf Grund der massiven Forstschutzprobleme. **Schröter** (Freiburg) bestätigt dies und sagt, daß man letztendlich überlegen muß, wieviel Fichte man haben will und dann bereit sein muß, auch technisch notfalls einzugreifen. In allen Bundesländern gehen laut **Schröter** die Bestrebungen dahin, den Fichtenanteil zu reduzieren, wobei es mit dem Umbau nach wie vor große Probleme in den zusammenhängenden Fichtengebieten der Mittelgebirge gibt. **Wulf** konstatiert, daß Borkenkäferprobleme somit durchaus die Zielvorstellung des Waldbaus verändern können. **Dubbel** ist überzeugt, daß in Mitteleuropa praktisch immer Sturmwürfe einer größeren Borkenkäfermassenvermehrung vorangehen und somit die Sturmstabilität von Beständen eine entscheidende Rolle spielt. **Apel** gibt zu bedenken, daß nach seinen Erkenntnissen im nordwestdeutschen Tiefland Dürrestreß und Wärme auch ohne ein Sturmereignis bereits ausreichen, eine Massenvermehrung von Borkenkäfern in Gang zu setzen. **Veldmann** sagt, daß man als wirtschaftender Mensch durchaus die Option hat, etwas gegen solche Kalamitäten zu tun. Da lange Zeiträume für den geplanten Umbau des Waldes nötig sind, können wir es uns seiner Meinung nach nicht leisten, während dieser Zeit das waldbauliche Geschehen vollständig von Borkenkäfern diktieren zu lassen.

Kehr regt eine Diskussion darüber an, ob autochthone Fichten im Bezug auf Borkenkäferschäden etwas resistenter seien und somit die Situation in den Nationalparks bei höherem Anteil autochthoner Fichten günstiger wäre. **Schmidt** (Freising) stellt fest, daß autochthone Fichten eher in Bezug auf andere Faktoren wie Schneedruck, Windwurf und Klimastreß besser angepaßt sind und somit mittelbar auch widerstandsfähiger gegen die Entwicklung von Borkenkäfer-Kalamitäten. **Schröter** (Freiburg) erwähnt in diesem Zusammenhang, daß auch mittelfristig die Klimaentwicklung einen deutlichen Einfluß auf die Situation in den Hochlagen hat und dort außerdem weiterhin Immissionen ein gewisses Gewicht bei der Ausübung von Dauerstreß in den Kammlagen haben. Zur Frage der autochthonen Herkunft sagt **Dubbel**, daß letztendlich Untersuchungen zur wirksamen Primärattraktion für den Borkenkäfer fehlen und durchaus autochthone Fichten eine andere Primärattraktion als künstlich angebaute, nicht standortsangepaßte Bäume haben könnten, was von **Schopf** bestätigt wird. **Veldmann** berichtet, daß die im Hochharz vorkommende autochthone Fichte bisher weniger deutlich auf einwirkende Stressfaktoren reagiert als fremde Herkünfte. Buchdruckerbefall erfolgt meist einzelstammweise. **Unkrieg** gibt zu bedenken, daß einzelne Bäume bei Borkenkäfer-Kalamitäten grün bleiben und es daher möglicherweise doch Resistenz auf Einzelbaumebene gibt, die bei autochthonen Fichten ausgeprägter sein könnte. **Weißbacher** ergänzt allerdings, daß zumindest im bayerischen Wald die vormals als „grüne Inseln“ beschriebenen Bereiche jetzt auch Befall aufweisen. **Veldmann** weist darauf hin, daß das Vorhandensein einzelner überlebender Bäume inmitten toter Bestände auch bei anderen Insektenkalamitäten und auch bei Rauchsäden bekannt ist, die Ursachen aber nach wie vor unzureichend erforscht seien.

Diskussion II (Vorträge Schmidt, Weißbacher, Schröter und Becker)

Zum Vortrag (Borkenkäferprobleme in Naturwaldreservaten) von **Schmidt** (Freising) fragt **Vaupel**, inwiefern biotechnische Maßnahmen im bayerischen Wald mit zum Arsenal der Gegenmaßnahmen gehören. **Schmidt** sagt, daß Fallen in gewissem Umfang zwar eingesetzt werden, aber nur als begleitende Monitoring-Maßnahme. Vorrangig ist in der Waldschutzzone des Nationalparks Bayerischer Wald die Aufarbeitung des befallenen

Holzes. **Unkrieg** fragt, ob Borkenkäferschäden eher akzeptiert werden, wenn Schutzflächen von Staatswald als von privatem Wald umgeben sind. **Schmidt** (Freising) antwortet, daß man das so nicht formulieren könne, sondern daß bei benachbartem Privatwald durch Kontroll- und Bekämpfungsmaßnahmen im Staatswald ein Übergreifen der Borkenkäfer, aus Gründen des Eigentumschutzes, zu verhindern ist. Dies bedeute aber nicht die generelle Akzeptanz von Schäden im Staatsforst.

Zum Vortrag von **Weißbacher** fragt **Bürgermeister**, wie die Borkenkäfersituation im angrenzenden Tschechien ist. **Weißbacher** antwortet, daß nach ihrer Kenntnis auf tschechischer Seite Schutzmaßnahmen auf Teilflächen durchgeführt wurden, über deren Wirksamkeit bislang keine Informationen vorliegen. **Zimmermann** fragt, ob es im Bayerischen Wald durch die Entwaldung großer Flächen zu Erosionsproblemen komme. **Weißbacher** antwortet, daß genügend Gras und Verjüngung auf den Flächen seien und die Hänge auch nicht steil genug seien, um ernsthafte Erosionsprobleme auszulösen. **Niemeyer** fragt, ob die von **Weißbacher** vorgestellten Brutparameter an liegendem oder stehendem Holz ermittelt wurden, woraufhin **Weißbacher** berichtet, daß es sich um Stehendbefallsbäume gehandelt hat.

Niemeyer fragt, ob Immissionen die Nahrungsqualität für Borkenkäfer verändern könnten. Er bezieht sich dabei auf frühe Berichte über die direkten „Rauchschäden“, bei denen die Nahrungsqualität für Insekten offenbar nicht steigt, während bei ferntransportierten Immissionen offensichtlich doch die Widerstandskraft der Bäume reduziert sei. Dazu führt **Schopf** aus, daß der Borkenkäferbefall in Relation zum immissionsbedingtem Nadelverlust nicht ganz korrekt korreliert werden könne, weil der Nadelverlust stets ein Jahr vor dem Borkenkäferbefall erhoben wird. Nach **Schopf** führt auch Streß im Wasserhaushalt zum Nadelverlust, und es könnten durchaus Bäume mit schlechter Benadelung als Streßbäume und somit als anfällig gegen Borkenkäfer angesehen werden. **Marohn** regt an, daß die Kalamitätsflächen künftig nicht nur wie derzeit üblich floristisch, sondern auch entomologisch hinsichtlich ihrer Sukzession beobachtet werden.

Zum Vortrag von **Schröter** (Freiburg) fragt **Niemeyer**, ob zwischen dem Bannwald und der festgelegten 500 m Schutzgrenze befallsgeeignete Bestände waren. **Schröter** bestätigt dies, sagt aber, daß man den Befallsbezug zur ursprünglichen Schadfläche nicht unbedingt für die später entstandenen und weiter abgelegenen Schadflächen herstellen kann. **Schopf** stellt noch einmal die Bedeutung der Windrichtung als Ursache für den Befall benachbarter Bestände heraus, so wie sie **Schröter** am Beispiel der Versuchsfläche Fohlenhaus dargestellt hat. **Schmidt** (Hannover) fragt **Schröter** nach seiner Definition von „Bekämpfungsmaßnahmen“, woraufhin dieser erläutert, daß damit Fällen, Entrinden und Abfahren im Sinne des integrieren Forstschutzes gemeint ist. **Schmidt** (Hannover) hat hierbei Probleme mit dem Begriff Bekämpfung und schlägt vor, eher von „Waldschutzmaßnahmen“ zu reden. Aus dem Publikum wird schließlich nach angeregter, teilweise heiterer Diskussion der allumfassende Begriff „Management“ vorgeschlagen. **Wulf** bestätigt noch mal, daß der Begriff „integrierter Forstschutz“ für diese Form der Bekämpfung durchaus üblich sei. **Dubbel** fragt **Schröter** nach den Folgerungen seiner Studien für die Borkenkäferbekämpfung. **Schröter** sagt, daß es für eine

Bewertung noch zu früh sei, aber generell ein hoher Bruchanteil auf großer Fläche eine größere Gefahr für die umliegenden Flächen bedeutet als wenn ein geringerer Bruch- und somit hoher Wurfanteil und kleinere Flächen vorliegen. Das Wichtigste ist seiner Meinung nach ohnehin die Überwachung im Anschluß an eine solche Kalamität.

Zur Beobachtung der in **Weißbachers** Vortrag angesprochenen, an den Nationalpark Bayerischer Wald angrenzenden tschechischen Fichtenflächen führt **Otto** aus, daß es dort aufgrund der Grenzsituation und infolge der politischen Veränderungen der letzten Jahre geringere technische Möglichkeiten zur gezielten sauberen Waldwirtschaft gegeben habe. Außerdem würde es durchaus auch einen gewissen Vorwurf von tschechischer Seite an die Verantwortlichen in Bayern geben, da im Nationalpark keinerlei Schutzstreifen nach Tschechien hin ausgewiesen wurden. Auf tschechischer Seite ist schließlich ein viel größeres Fichtengebiet bedroht. **Wulf** dankt **Otto** für die Ergänzung und bedauert, daß keine tschechischen Vertreter am Symposium teilnehmen konnten.

Diskussion III (Vorträge Grunwald, Niemeyer und Veldmann)

Zum Vortrag von **Niemeyer** fragt **Schopf** nach der Einbohrdichte in Relation zur Muttergangdichte. **Niemeyer** antwortet, daß die Einbohrdichte bei kürzeren Muttergängen höher war, aber dennoch nicht so hoch wie erwartet. **Apel** fragt, ob angesichts von 2,5 Mio. DM Bekämpfungskosten im Nationalpark Harz das Gebiet noch als Nationalpark im Sinne der Definition als weitgehend ungestörtes Gebiet bezeichnet werden kann. **Hennecke** antwortet, daß immerhin zwei Drittel der Fläche ohne Maßnahmen geblieben sind und 1.000 ha als waldschutzfreier Bereich ausgewiesen werden, um die langfristigen Folgen zu studieren. **Niemeyer** ergänzt, daß es sich um einen noch jungen Nationalpark handelt und nach IUCN (International Union for the Conservation of Nature) innerhalb der ersten 20 Jahre durchaus noch Lenkungsmaßnahmen möglich sind, zumal überall Wirtschaftswälder angrenzen. **Gaffert** fragt nach der Anzahl der im Nationalpark Harz aufgestellten Borkenkäferfallen und ob damit eine Bekämpfung oder ein Monitoring beabsichtigt ist. **Niemeyer** sagt, daß die Fallen zum Monitoring nur geeignet sind, wenn man sie nach jedem Flugtag kontrollieren kann, da man sich bei nicht täglicher Kontrolle Stehendbefall in die Bestände holen könnte. Im Nationalpark Harz ist in der Randzone durch massierten Falleneinsatz durchaus eine Bekämpfung beabsichtigt.

Majunke fragt, ob nicht die Entwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald ausreicht, um die langfristigen ökologischen Folgen einer Borkenkäfer-Massenvermehrung zu studieren, warum man dann auch im Harz so große Schäden zulassen soll. **Hennecke** beteuert, daß ohnehin nur 2% der Fläche Deutschlands Nationalparke sind und man diese Nationalparkgröße brauche, um die freie Walddynamik zu beobachten.

Niemeyer fragt **Veldmann**, wie in Sachsen-Anhalt die offizielle Strategie gegenüber dem Borkenkäfer im Nationalpark Hochharz sei. **Veldmann** gibt die Frage weiter an **Gaffert**. Dieser antwortet, daß seit 1992 auf 1.300 ha Fichtenfläche keinerlei Bekämpfung stattgefunden

hat, wobei heute von diesen 1.300 ha noch 900 ha übrig sind. Auf den anderen Flächen befinden sich viele mit jüngeren Fichten bestockte und somit weniger durch den Borkenkäfer gefährdete Bestände. Im Randbereich des Nationalparks wird durchaus Sanierung gegen den Borkenkäfer betrieben, und die Nationalparkverwaltung sichert den Waldbesitzern zu, daß die Situation in diesen Bereichen weiter beobachtet und kritisch begleitet wird. Im Unterschied zu Bayern befindet sich in der Randzone kein Privatwald und somit hat man es lediglich mit den angrenzenden Staatsforstämtern zu tun. **Vaupel** konstatiert, daß die Pressearbeit in den vergangenen Jahren von Seiten des Nationalparks eher gegen den Forstschutz gerichtet schien. Er fordert die Nationalparkverwaltung auf, die Bevölkerung ehrlicher über die Borkenkäfersituation aufzuklären. **Petrak** regt an, auch die Frage der Behandlung angrenzender Flächen als sozio-ökonomisches Problem im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit zu lösen, um die Bevölkerung in die Entscheidungen mit einzubeziehen. Dies gelte sowohl für die Fragestellungen hinsichtlich der Borkenkäferbekämpfung als auch für die Fragen der Wildbewirtschaftung im Nationalpark.

Zur Frage der Besitzverhältnisse in den angrenzenden Flächen merkt **Apel** an, daß letztendlich offenbar die Frage des Tätigwerdens gegen Borkenkäfer doch auf die Frage der angrenzenden Besitzform reduziert werde. Dies wird von **Gaffert** insofern bestätigt, als er zu bedenken gibt, daß bei Übergreifen einer Borkenkäferkalamität auf Privatwald man den Privatwaldbesitzer unter Umständen um seine Existenz bringt, während dies bei einem staatlichen Forstamt nicht der Fall ist.

Marohn fragt, inwieweit nach Kenntnis der Teilnehmer in allen drei Nationalparks die Forstschutzdienststellen der Länder in die Forstschutzfragen einbezogen werden. **Weißbacher** und **Schmidt** (Freising) antworten für den Nationalpark Bayerischer Wald, daß die Zuständigkeit beim Landwirtschaftsministerium in München liege und letztendlich politisch entschieden würde, wobei der Sachverstand und das Fachwissen der Waldschützer durch die LWF eingebracht wird. **Gaffert** bestätigt, daß es im Ermessen der Landespolitik liegt, inwieweit Forstschutzmaßnahmen durchgeführt werden. **Hennecke** ergänzt entsprechend, daß der niedersächsische Landtagsbeschluß für den Nationalpark schließlich auch eine politische Entscheidung war und die Forstschutzentscheidungen es ebenso sind. **Niemeyer** sagt, daß es aber eine gute fachliche Zusammenarbeit der NFVA mit dem Nationalpark Harz gebe. **Unkrieg** fragt, ob der Waldumbau in den gefährdeten Fichtenzonen des Harzes denn mit dem nötigen Druck gefördert wird angesichts der Tatsache, daß die dort jetzt stockenden Fichten auf Dauer durch den Borkenkäfer gefährdet seien. **Hennecke** sagt, daß der Waldumbau durchaus gefördert wird, dies aber unter Einbeziehung von Forstschutzmaßnahmen geschieht, um keine Kalamitäten heraufzubeschwören. **Schmidt** (Freising) gibt zu bedenken, daß der Begriff „Nationalpark“ in der derzeitigen Konstellation fast schon ein Etikettenschwandel ist, weil er zwar als Begriff das Gebiet schmückt, aber letztendlich Wirtschaftswälder in den Nationalpark entlassen wurden, ohne daß die bestehenden Probleme aktiv aufgegriffen würden. **Schmidt** sagt, daß die Politik hier vor die Wahl gestellt ist, entweder der Natur vollkommen freien Lauf zu lassen, wie im Yellowstone-Park in den USA, oder ehrlich zu sagen, daß man gewillt ist, in gewissem Maße regulierend einzugreifen und die Waldentwicklung zu steuern. Seiner Meinung nach würden in Mitteleuropa praktisch nur die

wenigsten großen Waldgebiete das Nationalparkkriterium des IUCN erfüllen. Somit sollte man darüber nachdenken, diese Gebiete ehrlicher als „Biosphärenreservate“ auszuweisen. **Hennecke** erwidert, daß größere Räume gebraucht würden, wo die Natur sich frei entwickeln kann und daß die Nationalparke ohnehin nur einen sehr geringen Flächenanteil ausmachen.

In seinem Resümee stellt **Wulf** fest, daß Ereignisse wie die jetzt beobachteten Borkenkäferkalamitäten in den Nationalparks ein natürliches Regulativ darstellen. Wenn man in den angrenzenden Wäldern Schäden vermeiden will, ist die konsequente Durchführung der sauberen Waldwirtschaft dort nötig. Wieviel natürliches Regulativ man will, ist letztendlich eine politische Entscheidung, die unter Beteiligung der Öffentlichkeit gefällt werden sollte. Immerhin würden jetzt, nach den jüngsten und auffälligen Kalamitäten im Bayerischen Wald und im Harz, Forstschutzmaßnahmen zumindest im Randbereich akzeptiert. Auch die Verfechter der vollkommenen Naturnähe der Nationalparke haben inzwischen akzeptiert, daß es ohne Zutun des Menschen keine schnelle Selbstregulierung bzw. keinen raschen Zusammenbruch der Borkenkäferpopulationen in den Kernbereichen der Nationalparke gibt, wie anfänglich dogmatisch behauptet wurde. **Wulf** schließt die Diskussion mit herzlichem Dank an die Referenten für die aufschlußreichen Vorträge sowie an die Teilnehmer für die offenen und konstruktiven Diskussionsbeiträge.

**Teilnehmer des Symposiums
„Forstschutzprobleme in Nationalparks und Naturschutzgebieten“
am 12. und 13. Mai 1998 im Institut für Pflanzenschutz im Forst
der BBA in Braunschweig**

Apel, Karl-Heinz, Dr.	Landesforstanstalt Eberswalde	Alfred-Möller-Str. 1 16225 Eberswalde
Baier, Ulf, Dr.	Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	Jägerstr. 1 99867 Gotha
Becker, Thilo	Forstliche Versuchsanstalt Baden-Württemberg Abt. Waldschutz	Wonnhaldestr. 4 79100 Freiburg
Bemmann, Margit, Dr.	LFP Schwerin	Rogahner Str. 23a 19061 Schwerin
Berendes, Karl-Heinz	BBA Braunschweig Institut für Pflanzenschutz im Forst	Messeweg 11/12 38104 Braunschweig
Bockhorst, Eberhart	Institut für Forstzoologie Georg-August-Universität	Büsgenweg 3 37077 Göttingen
Bokelmann, Dörthe	Institut für Forstzoologie Georg-August-Universität	Büsgenweg 3 37077 Göttingen
Braasch, Helen, Dr.	BBA, Kleinmachnow Dienststelle für wirtschaftliche Fragen und Rechtsangelegenheiten im Pflanzenschutz	Stahnsdorfer Damm 81 14532 Kleinmachnow
Burgermeister, Wolfgang, Dr.	BBA, Braunschweig Institut für Biochemie und Pflanzenvirologie	Messeweg 11/12 38104 Braunschweig
Burzlauff, Tim	Forstzoologisches Institut Universität Freiburg	Föhrenbühl 27 79252 Stegen-Wittental
Delb, Horst	Forstamt Hagenbach	Friedenstr. 9 76767 Hagenbach

Döge, Katja	Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt	Olverstedter Str. 3-4 39108 Magdeburg
Dubbel, Volker, Prof. Dr.	Fachhochschule Hildesheim/Holzminde Fachbereich Forstwirtschaft und Umweltmanagement	Büsgenweg 1 A 37077 Göttingen
Elsner, Gerhard	Institut für Forstzoologie Georg-August-Universität	Büsgenweg 3 37077 Göttingen
Gaffert	Nationalpark Hochharz	Lindenallee 35 38855 Wernigerode
Gerkuhn, Gerhard	Landesnationalparkamt M-V	Specker Schloß 17192 Speck bei Waren
Grell, Sigrid	Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz	Paulshöher Weg 1 19061 Schwerin
Grunwald, Johannes	Sächsisches Forstamt Bad Schandau	Hohnsteiner Str. 3 01814 Bad Schandau
Hennecke,	Nationalparkverwaltung Harz	OT Oderhaus 37444 St. Andreasberg
Henschel, Uta	Geo Redaktion	Baumwall 11 20444 Hamburg
Hoyer, Ute	BBA Braunschweig Institut für Biochemie und Pflanzenvirologie	Messeweg 11/12 38104 Braunschweig
Hurling, Rainer	Institut für Forstzoologie Georg-August-Universität	Büsgenweg 3 37077 Göttingen
Kappenberg, Knut	BBA Braunschweig Institut für Pflanzenschutz im Forst	Messeweg 11/12 38104 Braunschweig
Kehr, Rolf, Dr.	BBA Braunschweig Institut für Pflanzenschutz im Forst	Messeweg 11/12 38104 Braunschweig

Kontzog, Hans-Günter, Dr.	Forstliche Landesanstalt Sachsen-Anhalt	Behnsdorferstr. 45 39345 Flechtingen
Kreutz, Jürgen	BBA Darmstadt Institut für biologischen Pflanzenschutz	Heinrichstr. 243 64287 Darmstadt
Krüger, Frank	Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Abt. Waldschutz	Grätzelstr. 2 37079 Göttingen
Ludwig,	Nationalparkverwaltung Harz	OT Oderhaus 37444 St. Andreasberg
Majunke, Curt, Prof. Dr.	Landesforstanstalt Eberswalde Abt. Waldschutz	Alfred-Möller-Str. 1 16225 Eberswalde
Marohn, Horst, Dr.	Hess. Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie	Prof.-Oelkers-Str. 6 34346 Hann. Münden
Möller, Katrin, Dr.	Landesforstanstalt Eberswalde	Alfred-Möller-Str. 1 16225 Eberswalde
Niemeyer, Hans, Dr.	Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Abt. Waldschutz	Grätzelstr. 2 37079 Göttingen
Otto, Lutz-Florian	Sächsische Landesanstalt für Forsien Abt. Waldschutz	Bonnewitzerstr. 34 01827 Graupa
Paul, Hubert	Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Abt. Waldschutz	Grätzelstr. 2 37079 Göttingen
Petercord, Ralf	Institut für Forstzoologie Georg-August-Universität	Büsgenweg 3 37077 Göttingen
Petrak, Michael, Dr.	Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten, Landesamt für Agrarordnung	Pützchens Chaussee 228 53229 Bonn

Rettelbach, Thomas	LSF Angewandte Entomologie LMU München	Hohenbachernstr. 13 85354 Freising
Rommerskirchen, A.	Nationalpark Hochharz	Lindenallee 35 38855 Wernigerode
Schmidt, Gerh. H., Prof. Dr.	Fachbereich Biologie Univesität Hannover	Herrenhäuser Str. 2 30419 Hannover
Schmidt, Jörg	I. Zoolog. Institut	Berliner Str. 28 37073 Göttingen
Schmidt, Olaf	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Sachgebiet 5 - Waldschutz	Am Hochanger 11 85354 Freising
Schollmeyer, Bernd	Cyanamid Agrar Ingelheim	Am Krummerich 6 63849 Leidersbach/Spessart
Schopf, Reinhard, Prof. Dr.	Lehrstuhl für Angewandte Zoologie	Am Hochanger 13 85354 Freising
Schreiber, J.	Nationalparkverwaltung Sächsische Schweiz	Schandauer Str. 36 01824 Königstein
Schröter, Hansjochen, Dr.	Forstliche Versuchsanstalt Baden-Württemberg Abt. Waldschutz	Wonnhaldestr. 4 79100 Freiburg
Schröter, Kerstin	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten	Rochusstr. 1 53123 Bonn
Schulte, Uta	LÖBF/LaFAO	Leibnizstr. 10 45659 Recklinghausen
Sinner, Karl-Friedrich,	Nationalpark Bayerischer Wald	Freyunger-Str. 2 94481 Grafenau
Sturtz, Mathias	Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	Jägerstr. 1 99867 Gotha
Thiel, Jörg	Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	Jägerstr. 1 99867 Gotha

Unkrieg, Wilhelm	Nieders. Forstliche Versuchsanstalt	Grätzelstr. 2 37079 Göttingen
Vaupel, Ortwin	Hess. Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie	Prof.-Oelkers-Str. 6 34346 Hann. Münden
Veldmann, Gerhard, Dr.	Forstliche Landesanstalt Sachsen-Anhalt	Behnsdorferstr. 45 39345 Flechtingen
Waldmann, Roger	Institut für Forstzoologie Georg-August-Universität	Büsgenweg 3 37077 Göttingen
Watzek, Georg	Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Abt. Waldschutz	Grätzelstr. 2 37079 Göttingen
Weißbacher, Angelika	Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	Am Hochanger 11 85354 Freising
Wenzel, Holm	Thüringer Landesanstalt für Umwelt	Prüssingstr. 25 07745 Jena
Willig, Jürgen	Institut für Forstzoologie Georg-August-Universität	Büsgenweg 3 37077 Göttingen
Winter, Klaus, Dr.	Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Abt. Waldschutz	Grätzelstr. 2 37085 Göttingen
Wu, Youjuw	Hess. Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie	Prof.-Oelkers-Str. 6 34346 Hann. Münden
Wulf, Alfred, Prof. Dr.	BBA Braunschweig Institut für Pflanzenschutz im Forst	Messeweg 11/12 38104 Braunschweig
Zimmermann, G., Dr.	BBA Darmstadt Institut für biologischen Pflanzenschutz	Heinrichstr. 243 64287 Darmstadt

100 Jahre Pflanzenschutzforschung

- Heft 347, 1998: 100 Jahre Pflanzenschutzforschung. Die Prüfung von Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenschutzgeräten. Zusammengestellt von Dipl.-Ing. Siegfried Rietz, Dr. Helmut Ehle und Dr. Peter Kaul. 191 S., 37 Abb., 30 Tab., DM 45,--
- Heft 348, 1998: 100 Jahre Pflanzenschutzforschung. Information, Recht, Geschichte. Zusammengestellt von Prof. Dr. Wolfrudolf Laux. 131 S., 7 Abb., 6 Tab., DM 30,--
- Heft 349, 1998: 100 Jahre Pflanzenschutzforschung. Aktuelle Forschungsschwerpunkte im Forst- und Rebschutz. Zusammengestellt von Prof. Dr. Alfred Wulf. 117 S., 21 Abb., 3 Tab., DM 33,--
- Heft 350, 1998: 100 Jahre Pflanzenschutzforschung. Geschichte der Institute und Dienststellen der Biologischen Bundesanstalt. Teil III. Zusammengestellt von Prof. Dr. Wolfrudolf Laux., 99 S., 20 Abb., 1 Tab., DM 29,--
- Heft 351, 1998: 100 Jahre Pflanzenschutzforschung. Verschiedene Themen. Zusammengestellt von Dr. Hans Becker. 62 S., 5 Abb., 1 Tab., DM 19,--
- Heft 352, 1998: Die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft und die Entstehungsgeschichte eines reichseinheitlichen „Pflanzenschutzgesetzes“ (1914 bis 1937). Von Dr. phil. habil. Ulrich Sucker. DM 41,--
- Heft 353, 1998: Chronik zum 100-jährigen Jubiläum der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Ergänzt und fortgeführt von Prof. Dr. Wolfrudolf Laux. 106 S., 146 Abb., 1 Tab., DM 28,--

- Heft 354, 1998: Datenanforderungen und Entscheidungskriterien der Europäischen Union und der Bundesrepublik Deutschland im Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel. 156 S. DM 37,--
- Heft 355, 1998: Analytik von Pflanzenschutzmitteln in Luft. Kurzfassungen von Methoden. Bearbeitet von Dr. W. Rödel und Dr. J. Siebers. 229 S., DM 53,--
- Heft 356, 1998: Egg Parasitoids. 5th International Symposium. International Organisation for Biological Control. Cali, Colombia, Marsh 1998. Edited by Dr. S. A. Hassan. 197 S., 42 Abb., 60 Tab., DM 49,--
- Heft 357, 1998: 51. Deutsche Pflanzenschutztagung in Halle/Saale, 5.-8. Oktober 1998. Bearb. von Prof. Dr. Wolfrudolf Laux. 464 S., 51 Abb., 47 Tab., DM 64,--
- Heft 358, 1998: Data requirements and criteria for decision-making in the European Union and the Federal Republic of Germany for the authorization procedure of plant protection products. 158 S., DM 37,--
- Heft 359, 1998: Studien zum Befall des Weizens mit *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx et Oliver var. *tritici* Walker unter Berücksichtigung der Sorten- und Artenanfälligkeit sowie der Bekämpfung des Erregers. Von Dr. Horst Mielke. 140 S., 61 Tab., DM 30,--
- Heft 360, 1999: Über die Eignung verschiedener physikalisch-technischer Verfahren zur phytosanitären Behandlung und zur Lagerung von Forstsaatgut unter besonderer Berücksichtigung der Stiel- und Traubeneiche. Von Dipl.-Forstw. Thomas Schröder. 241 S., 50 Abb., 65 Tab., 6 Tafeln, DM 44,--
- Heft 361, 1999: 100 Jahre Pflanzenschutzforschung. Festveranstaltung zum 100-jährigen Jubiläum der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft am 08. Juni 1998 in Berlin. Zusammengestellt von Prof. Dr. Fred Klingauf. 60 S., 1 Abb., DM 19,50
- Heft 362, 1999: Forstschutzprobleme in Nationalparks und Naturschutzgebieten. Forest Protection Problems in National Parks and Nature Reserves. Symposium am 12. und 13. Mai 1998 in Braunschweig. Bearbeitet von Prof. Dr. Alfred Wulf und Dipl.-Forstwirt Karl-Heinz Berendes. 154 S., 53 Abb., 24 Tab., DM

Die „Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur“ ist die gedruckte Version der Datenbank PHYTOMED. Zuletzt erschien Neue Folge Band 31, Heft 4, 1996, bearbeitet von Prof. Dr. W. Laux u. Mitarb.

Anschrift für Tauschsendungen:

Please address exchanges to:

Adressez échanges, s'il vous plaît:

Para el canje dirigirse por favor a:

Bibliothek der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Königin-Luise-Straße 19, D-14195 Berlin (Dahlem)

Postanschrift: 14191 Berlin

Peter Burschel / Jürgen Huss

Grundriß des Waldbaus

Ein Leitfaden für Studium und Praxis
Pareys Studententexte 49

2., neubearbeitete Auflage.

1997. XVI, 488 Seiten mit 202 Abbildungen, 207 Tabellen und
85 Übersichten. 15,5 x 23,5 cm. Broschiert.

DM 98,- / öS 715,- / sFr 90,50

ISBN 3-8263-3045-5

Der Waldbau ist der mit anderen forstlichen Disziplinen auf mannigfache Weise verknüpfte zentrale Bereich aller forstlichen Tätigkeiten. Geprägt von der Vielfalt standörtlicher Vorgaben sowie den ökologischen Ansprüchen und Reaktionsmustern der Baumarten spiegelt er aber auch die Besonderheiten regionaler, wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und politischer Verhältnisse wider.

Der in der zweiten, erweiterten Auflage vorliegende »Grundriß des Waldbaus« macht dieses komplexe Gefüge anhand aktueller ausgewählter Forschungsergebnisse transparent.

Das Spektrum der Themen reicht von der Beschreibung der Naturwälder auf der Erde und ihrer Entwicklung zu Wirtschaftswäldern bis hin zur Darstellung technischer Details der wichtigsten waldbaulichen Tätigkeitsfelder.

Besonderes Gewicht liegt auf einer einheitlichen Erörterung der Grundformen der Waldbehandlung, ihrer geschichtlichen und aktuellen Bedeutung sowie ihrer waldwachstumskundlichen und ökologischen Besonderheiten. In den Kapiteln »Waldbausysteme«, »Verjüngung«, »Bestandeserziehung - Bestandespflege« sowie »Bodenfruchtbarkeit - Melioration - Düngung« ist der Wissensstoff in zahlreichen Übersichten aufbereitet und exemplarisch illustriert. Den Leitgrößen für waldbauliche Aktivitäten, »Forstästhetik - Naturschutz«, ist ein eigenes Kapitel gewidmet.

Studierenden wie Praktikern wird damit ein Einstieg in das breite Fachgebiet ermöglicht. Zugleich vermittelt das Buch ein Grundverständnis für die wichtigsten Zusammenhänge als Voraussetzung für jede forstliche Tätigkeit weltweit, die den ökologischen und ökonomischen Ansprüchen nachhaltiger Entwicklung gerecht werden soll.

Preisstand: 1. Mai 1997

Zu beziehen über den Buchhandel oder

Parey Buchverlag · Berlin

Kurfürstendamm 57 · D-10707 Berlin · Tel.: (030) 32 79 06-27/28

Fax.: (030) 32 79 06-44 · e-mail: parey@blackwis.de · Internet: <http://www.blackwis.com>

