

NATIONALPARK BAYERISCHER WALD

25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald



Impressum

© Herausgegeben von der Nationalpark-
verwaltung Bayerischer Wald
mit Unterstützung des Vereins der Freunde
des Ersten Deutschen Nationalparks
Bayerischer Wald e.V.
September 1995
ISBN 3-930977-02-8

Alle Rechte vorbehalten!

Zu beziehen bei: Verein der Freunde des Ersten
Deutschen Nationalparks Bayerischer Wald e.V.,
Hans-Eisenmann-Haus, Böhmstr. 35,
94556 Neuschönau

Druck: Passavia Druckerei GmbH Passau

Titelfoto: Bibelriether



Nationalpark
Bayerischer Wald





25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald

Am 7. Oktober 1995 feiert der Nationalpark Bayerischer Wald sein 25jähriges Bestehen. Der „Verein der Freunde des Ersten Deutschen Nationalparks Bayer. Wald e.V.“ wurde am 6. Oktober 1970, am Vorabend der Eröffnung dieses ersten deutschen Nationalparks gegründet und unterstützt seither dieses außerordentlich wertvolle national und international bedeutsame Schutzgebiet auf vielfältige Weise. Wir freuen uns über die Qualität und das Ansehen, das der Nationalpark Bayerischer Wald inzwischen gewonnen hat. Wir danken allen, die unsere Arbeit für den Park im letzten Vierteljahrhundert finanziell und ideell unterstützt haben.

Zentrales Naturschutzanliegen des Nationalparks ist es, seine Wälder großflächig in ihrer natürlichen Entwicklung zu schützen. Was vor 25 Jahren noch undenkbar war, ist heute gesetzlich in der Rechtsverordnung über den Nationalpark verankert und nicht nur im Bayerischen Wald, sondern auch in anderen deutschen Nationalparks erklärte Zielsetzung: Der Schutz der natürlichen Sukzession von Lebensgemeinschaften, der natürlichen Abläufe in exemplarischen Ausschnitten unserer Naturlandschaften. Daß dieses Schutzziel Konsequenzen hat, die Befürworter und Gegner auf den Plan bringen, wird verständlich, wenn man die Beiträge in dieser Schrift liest. In einem Wald in Deutschland großflächig Windwurf nicht aufzuar-

beiten und Borkenkäfer nicht zu bekämpfen, verstößt gegen Denkweisen, Wertvorstellungen und Bilder von Natur und Landschaft, die in Jahrhunderten gewachsen sind.

Gerade eine Schrift über die Erfahrungen mit 25 Jahren natürlicher Waldentwicklung in diesem ersten deutschen Nationalpark durch die finanzielle Unterstützung unseres Vereins einer breiten Öffentlichkeit vorstellen zu können und dem interessierten Leser, sei es der Förster, der Biologe, der Ökologe oder sei es der interessierte Laie, anzubieten, sehen wir als einen besonders wichtigen Beitrag im Jubiläumsjahr des Nationalparks. Wir hoffen, daß diese Schrift dazu beiträgt, sich eine sachlich und fundierte Meinung über das zu bilden, was sich in einem Wirtschaftswald, der der natürlichen Entwicklung überlassen bleibt, abspielt.

Wir wünschen dieser Schrift eine weite Verbreitung und der Zielsetzung des Nationalparks „Natur sein lassen“ einen vollen Erfolg, nicht nur im Nationalpark Bayerischer Wald, sondern auch in allen anderen deutschen Nationalparks.

Karl-Oskar Koenigs
1. Vorsitzender
Verein der Freunde
des Ersten Deutschen Nationalparks
Bayerischer Wald

-
- 6 **Zum Geleit**
von Hans Bibeliether
- 9 **1 Die Wälder im Nationalpark Bayerischer Wald: Von forstwirtschaftlicher Prägung zur natürlichen Entwicklung**
von Heinrich Rall
- Naturräumliche Gliederung und standörtliche Grundlagen
 - Historische Einflüsse auf Wälder des Nationalparks
 - Einrichtung und Entwicklung des Nationalparks Bayerischer Wald: Wälder im Spannungsfeld zwischen gestaltendem Naturschutz und natürlicher Entwicklung
 - Vorstellungen zu Vorgängen natürlicher Waldentwicklung und Methoden zu ihrer Erfassung
 - Heutige Waldstrukturen und Schwerpunkte natürlicher Entwicklung
- 58 **2 Entwicklung von Totholzflächen im Nationalpark Bayerischer Wald – Luftbildauswertungen und Folgerungen**
von Hartmut Strunz
- Entstehung von Totholzflächen – Neuartige Bedrohung oder natürlicher Vorgang?
 - Umgang mit Totholz im Nationalpark
 - Methode der Dauerbeobachtung der Totholzflächenentstehung
 - Ergebnisse 1994 unter Berücksichtigung der Luftschadstoffbelastung
 - Erfahrungen aus dem Vergleich mit benachbarten Gebieten (CZ)
 - Aspekte der Klimaerwärmung
 - Totholzflächen und Nationalpark-Politik
- 88 **3 Untersuchungen zur Populationsdynamik der Fichtenborkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald**
von Reinhard Schopf und Ursula Köhler
- Besiedlung der Fichten durch Borkenkäfer in der Folge der Sturmwürfe 1983/84
 - Zeitlich – räumliche Ausdehnung des Borkenkäferbefalls
 - Befallsentwicklung auf ausgewählten Untersuchungsflächen
 - Borkenkäfer – Antagonisten
 - Gesundheitszustand der Fichten und Stehendbefall
 - Zum Stehendbefall in den oberen Hanglagen und Hochlagen
 - Abschließende Betrachtung zur Borkenkäferbefallsentwicklung nach den Windwürfen 1983/84
- 112 **4 Die Waldentwicklung auf Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald**
von Hans Jehl
- Die vegetationskundliche Dauerbeobachtung der Waldentwicklung auf Windwurfflächen
 - Die untersuchten Windwürfe
 - Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen
 - Viele Faktoren beeinflussen die Vegetationsentwicklung
 - Windwürfe – Eine Katastrophe für die Lebensgemeinschaft Wald?
- 146 **5 Der große Sturm – Wie meistern Tiere diese „Katastrophe“?**
von Wolfgang Scherzinger
- Der Tragödie erster Teil
 - Der Tragödie zweiter Teil
 - Angebot und Nachfrage
 - Strategie ist alles
 - Der große Sturm – Motor der Lebensraumvielfalt
- 185 **6 Literaturverzeichnis**

Zum Geleit

von Hans Bibelriether

25 Jahre natürliche Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald

Am 14. Oktober 1983 entschied der damals für den Nationalpark verantwortliche bayerische Landwirtschaftsminister Dr. Hans EISENMANN vor dem Nationalparkfachbeirat, die Windwürfe vom Auguststurm des gleichen Jahres in den zentralen Teilen des Nationalparks unaufgearbeitet liegen zu lassen. Nach seinen Worten sollte im Nationalpark ein „Urwald für unsere Kinder und Kindeskinde“ wiederentstehen.

Dieses Ziel hatten die Abgeordneten des Bayerischen Landtages ganz sicher nicht vor Augen, als sie am 11. Juni 1969 die Errichtung eines Nationalparks im Bayerischen Wald einstimmig beschlossen. Im Gründungsbeschluß ist nachzulesen, daß die Holznutzung fortgeführt werden solle. Hauptziel des Parlaments war es, der wirtschaftsschwachen Struktur im Inneren Bayerischen Wald durch Förderung des Fremdenverkehrs neue Impulse zu geben. Der Landtagsbeschluß stützte sich auf ein Fachgutachten zur Nationalparkfrage, das von Professor Wolfgang HABER, Weihenstephan, im Auftrag des Deutschen Rates für Landespflege erarbeitet worden war. Er kam zu dem Schluß, ein Nationalpark internationalen Zuschnitts sei im Bayerischen Wald nicht möglich und empfahl einen Naturpark besonderer Ausstattung einzurichten. Damit war auch festgelegt, daß die üblichen Landnutzungen, im Falle des Nationalparks die Forstwirtschaft, weitergeführt werden sollten.

Der Gedanke, mitten im jahrhundertlang von Menschen intensiv genutzten und geprägten Mitteleuropa, im dicht besiedelten Westdeutschland, 13000 Hektar Wald bester Wuchsleistung nicht mehr zu nutzen oder wenigstens zu pflegen, sondern unkontrolliert wachsen zu lassen, war damals unvorstellbar. In amtlichen Statistiken wurde zu der Zeit nicht genutztes Land noch als „Unland“ und „Ödland“ bezeichnet.

Wie es trotzdem dazu kam, daß bereits bei der ersten Waldplanung 1971 2500 Hektar aus der Nutzung genommen wurden, daß über 100 Kilometer geplanter Forststraßen nicht mehr gebaut wurden,

welches Ringen um die rechte Zielsetzung des Nationalparks einsetzte, wie schließlich 1981 auf Grund einer Entscheidung des Bayerischen Landtages die nutzungs- und pflegefreie Fläche auf 6400 Hektar erhöht werden konnte, welche traditionellen Denkweisen mit diesem in Deutschland völlig neuen Naturschutzziel in Konflikt gerieten, dies kann in dieser Schrift nur kurz skizziert werden.

Das Bekenntnis von Hans EISENMANN zu einer echten Nationalparkzielsetzung nach dem Sturm 1983, abgesichert durch das Bayerische Naturschutzgesetz von 1973, wonach der Nationalpark keiner wirtschaftsbestimmten Zielsetzung diene, gab der Nationalparkverwaltung Rückendeckung, die Holznutzung Schritt für Schritt schließlich auf fast ganzer Fläche einzustellen. Die Weichen konnten so gestellt werden, daß 22 Jahre nach seiner Gründung im Juli 1992 in einer Rechtsverordnung der Bayerischen Staatsregierung als oberstes Schutzziel für den Nationalpark festgeschrieben wurde, „das Wirken der natürlichen Umweltkräfte und die ungestörte Dynamik der Lebensgemeinschaften“ zu gewährleisten. Diese Entscheidung wurde begünstigt durch die nachlassende Nachfrage nach Rohholz, durch Gewöhnungsprozesse an das sich verändernde Waldbild bei den Anwohnern, durch die Unterstützung von seiten einflußreicher Touristiker, die die Bäume des Nationalparks „stehend an die Touristen und nicht als Bretter nach Nordrhein-Westfalen verkaufen“ wollten und schließlich durch die wachsende Einsicht, daß der Nationalpark als konsequentes Naturschutzgebiet mehr zur wirtschaftlichen Entwicklung der Region beitragen kann als der Verkaufserlös seiner zu Bretter zerschnittenen Bäume.

Interessante fachliche Aspekte natürlich sich entwickelnder ehemaliger Wirtschaftswälder, die Veränderungen ihrer Strukturen, die Zunahme des Totholzanteiles, die Funktion von Windwürfen, Ablauf und Auswirkungen unkontrollierter Borkenkäferentwicklungen, oder die Auswirkungen auf die Tierwelt werden in dieser Schrift dargestellt und interpretiert. Da wird z. B. sichtbar, wie fragwürdig eine Borkenkäferbekämpfung in natürlichen, ficht-

tenreichen Bergwäldern sein kann. Der Vergleich mit den Entwicklungen auf gleichen Standorten unmittelbar benachbart im Böhmerwald, wo der Borkenkäfer wie bisher traditionell bekämpft wird, beweist dies.

Die Erfahrungen aus dem Nationalpark Bayerischer Wald mit den liegengelassenen Windwürfen, die hervorragend den Boden vor Erosion und übermäßiger Sonneneinstrahlung schützen und die in ungeahnter Vielfalt nachwachsende Bäumchen vor zu starkem Wildverbiß besser bewahren als jeder Zaun, können auch auf andere Bergwaldgebiete, wo die Holznutzung zum Verlustgeschäft geworden ist, übertragen werden. Das gilt vor allem für die Schutzwaldregionen der Alpen. Wenn dort nach großflächigen Sturmwürfen unter hohen Kosten die Bäume aufgearbeitet und mit großen finanziellen Verlusten auf den Markt gebracht werden, so ist das von der Sache her kaum mehr vertretbar. Das gleiche gilt im Grunde für nachfolgende Borkenkäferbekämpfungskampagnen. Sicherlich verursacht der ungewohnte Anblick großflächiger Windwürfe und toter Bäume erhebliche Akzeptanzprobleme bei der Bevölkerung. Aber eine intensive, fachlich und sachlich überzeugende Aufklärung könnte da manches bewirken.

Viele Jahrtausende haben Wälder existiert und sich immer wieder erneuert, bevor der Mensch anfang einzugreifen. Auch heute sind sie dazu noch in der Lage. Welche Wälder allerdings unter der Belastung durch Luftschadstoffe bei gleichzeitiger Erwärmung der Atmosphäre zum Beispiel in den Hochlagen des Bayerischen Waldes künftig auf natürliche Weise entstehen werden, kann niemand vorhersagen. Klassische forstliche Maßnahmen zur Rettung der derzeitigen Bergfichtenwälder müssen jedenfalls scheitern.

Lernen von der natürlichen Waldentwicklung im Nationalpark, erforschen, was dort geschieht, diese Chance nicht zu nutzen, wäre ein nicht zu verantwortendes Versäumnis. Naturwaldforschung ist unverzichtbar. Das ist aber nur ein Aspekt. Ein zweiter, gänzlich anderer, wird in den Beiträgen dieser Schrift nicht berührt. Er ist, wie ich meine, nicht weniger wichtig.

Hans EISENMANN hatte ihn wohl im Sinn, als er den Urwald für unsere Kinder und Kindeskinde forderte: Es ist der Schutz des natürlichen Waldes, des Naturwaldes, des Urwaldes als Erlebnisraum für naturliebende Menschen, als Ort der Begegnung mit einer Waldnatur, die in unserem Land seit Jahrhunderten verlorengegangen ist. Der Urwald als Ort, an dem der Mensch sich das verlorengegangene Naturmaß zurückholen kann, wie es Horst STERN formulierte. Sagen und Geschichten, Elfen und Waldgeister aus der Vergangenheit können im Nationalparkwald wieder lebendig werden. Zum Wald, diesem so komplexen Landökosystem, das trotz modernster Forschungsmethoden nie bis in seine letzten Einzelheiten und inneren Zusammenhänge analysiert werden wird – seine weit über unser menschliches Leben hinausreichenden Raum- und Zeitdimensionen verhindern dies – hatten die Menschen unseres Landes seit jeher eine besondere emotionale Beziehung. Hermann HESSE und Adalbert STIFTER, Eduard MÖRICKE und Josef v. EICHENDORFF, Johann Wolfgang v. GOETHE und Friedrich von SCHILLER verliehen ihr in Lyrik und Prosa Ausdruck. Die Erhabenheit und Schönheit alter Bäume und Wälder werden in ihren Worten gegenwärtig.

Robert MUSIL bezeichnete den deutschen Wald „als einen Wald, meist aus Bretterreihen bestehend, die oben mit Grün verputzt sind“. Wir Forstleute haben es im Laufe der Zeit verstanden, den geordneten, übersichtlichen, aufgeräumten Wirtschaftswald unseren Mitbürgern auch als den einzig schönen Wald nahezubringen. Die Kielwassertheorie wurde entwickelt, die besagt, ein Wald, der Holz produziert, liefert alle anderen Funktionen kostenlos mit: die Erholungsfunktion, die Schutzfunktion für Wasser, Boden, Luft und für eine vielfältige Pflanzen- und Tierwelt. Daß dem nur bedingt so ist, beweisen ebenfalls die Wälder des Nationalparks.

Im Vergleich zu anderen großräumigen Ökosystemen des ländlichen Raumes ist jeder Wirtschaftswald noch immer relativ naturnah. Er ist längst nicht so denaturiert, wie die Mehrzahl der landwirtschaftlichen Nutzflächen. Kunstdünger und Pesti-

zide spielen kaum eine Rolle. Die Bäume wachsen, wie es der Boden in seiner natürlichen Verfassung zuläßt. Maschineneinsatz hält sich noch in Grenzen. Künstliche Beregnung findet nicht statt. Das wird hoffentlich auch in Zukunft so bleiben. Wir brauchen Holz als umweltfreundlichen, in naturnahen Wirtschaftswäldern nachwachsenden Rohstoff künftig mehr denn je zuvor. Deshalb wäre auch eine kräftige Erhöhung der Waldfläche in Deutschland ein außerordentlich wertvoller Beitrag zur Umweltvorsorge.

Auf der anderen Seite brauchen wir zusätzliche Nationalparke, Wald-Naturschutzgebiete oder Naturwaldreservate, denn immer mehr Menschen wird offensichtlich bewußt, daß die faszinierende Vielfalt von Naturwäldern, ihre wilde Schönheit, in Wirtschaftswäldern nicht ihresgleichen findet. Millionen von Menschen besuchen alljährlich Wald-Nationalparke und erleben dort wildwachsende Wälder, sei es hierzulande oder in Übersee. Dies wird zu einer neuen, erweiterten Sicht des Waldes beitragen.

Seit 25 Jahren, zunächst ausgehend von begrenzten Teilflächen, wird im Nationalpark Bayerischer Wald erstmals in Mitteleuropa großflächig die natürliche Entwicklung von Wäldern geschützt, ohne daß der Mensch hegend und pflegend, lenkend und nutzend oder gar „optimierend“ eingreift. Dieses Experiment ist in seinen Folgewirkungen noch kei-

neswegs voll abzuschätzen. Provokation für die einen, Faszination für die anderen, Herausforderung für die Forschung, Naturerlebnisraum für alljährlich Hunderttausende von Menschen und Heimstatt für Pflanzen- und Tierarten, die in Wirtschaftswäldern ihre Heimat verloren haben. – Mit der Entscheidung für einen Nationalpark, der weltweit anerkannten Zielsetzungen gerecht wird, hat der Bayerische Staat als größter Waldbesitzer Mitteleuropas ein Zeichen gesetzt, das in ganz Europa beachtet wird, Anerkennung erfährt und Nachahmer findet.

Das wiederholte klare Bekenntnis zu international gültigen Kriterien für den Nationalpark Bayerischer Wald in jüngster Zeit durch Staatsminister Reinhold BOCKLET gibt nicht nur diesem ältesten deutschen Nationalpark, sondern der Nationalparkidee in ganz Deutschland einen wichtigen Impuls und Rückenwind für die Zukunft.

Die Frage nach Definitionen ist zweitrangig. Es ist unerheblich, nicht wichtig, ob die Nationalparkwälder bereits jetzt als Urwald oder „nur“ als Naturwald zu bezeichnen sind. Der natürliche Wald in seinem Entstehen, Wachsen und Vergehen, ist das Wesentliche, ist das, worauf es ankommt. Hans EISENMANN wollte einen „Urwald“ für unsere Kinder und Kindeskiner. Der Nationalpark Bayerischer Wald ist schon heute ein Ort, in dem erlebt werden kann, daß ein solcher Wald sehr viel mehr ist, als die Summe nutzbarer Bäume.

Die Wälder im Nationalpark Bayerischer Wald: Von forstwirtschaftlicher Prägung zur natürlichen Entwicklung

von Heinrich Rall

Inhaltsverzeichnis

10	1	Naturräumliche Gliederung und standörtliche Grundlagen	33	4	Vorstellungen zu Vorgängen natürlicher Waldentwicklung und Methoden zu ihrer Erfassung
10	1.1	Naturraum			
10	1.2	Standörtliche Grundlagen	33	4.1	„Urwald“ und „Naturwald“
			34	4.2	Wachstumsprozesse – Entwicklungsstadien
10	1.2.1	Geländeformationen (Orographie)		4.3	Wiederkehrende Entwicklung
10	1.2.2	Klima	34	4.4	„Klimaxwald“ und „Urwald“
12	1.2.3	Geologie und Böden	36	4.5	Totholz
			37	4.6	Aufnahmeverfahren
15	1.3	Zonierung der Wälder	37		
17	2	Historische Einflüsse auf die Wälder des Nationalparks	40	5	Heutige Waldstrukturen und Schwerpunkte natürlicher Entwicklung
17	2.1	Erste Siedlungen			
17	2.2	Glashütten	40	5.1	Gesamtergebnisse der Waldaufnahme 1991/92
18	2.3	Walderschließungstechniken			
19	2.4	Waldbauliche Verfahren			
20	2.5	Naturkatastrophen und politische Zwangssituationen	40	5.1.1	Waldflächen
			40	5.1.2	Waldentwicklungsstadien
			41	5.1.3	Baumartenzusammensetzung
			42	5.1.4	Bestandsformen
23	3	Einrichtung und Entwicklung des Nationalparks Bayerischer Wald: Wälder im Spannungsfeld zwischen gestaltendem Naturschutz und natürlicher Entwicklung	44	5.2	Örtliche Detailstrukturen als Gradmesser natürlicher Entwicklung
			44	5.2.1	Bisherige Bewirtschaftungsintensität
23	3.1	Nationalpark-Entstehung		5.2.2	Maxima von Baumaltern und -durchmessern
23	3.2	Erste Aufgabendefinition für den Nationalpark	45	5.2.3	Örtliche Verteilung von Waldentwicklungsstadien
24	3.3	Grundlagenerhebungen und Organisation	45	5.2.4	Vorräte
24	3.4	Inhalte und Umfang des gestaltenden Naturschutzes für den Wald	49	5.2.5	Totholz als Folge natürlicher Entwicklung
25	3.5	Beginn der Auseinandersetzung um den geeigneten Weg zum Naturwald	50	5.2.6	Bedeutung von Totholz für die natürliche Waldentwicklung
			55		
28	3.6	Integrierte Planung für die 80er Jahre			
30	3.7	Sturmwürfe und ihre Auswirkungen	57	6	Schlußbemerkung

Naturraum und Standort

1 Naturräumliche Gliederung und standörtliche Grundlagen

1.1 Naturraum

Die Wälder des Grenzkammgebirges zwischen Bayern und Böhmen (Tschechien) südöstlich der Cham-Further Senke bilden eines der größten zusammenhängenden Waldgebiete Mitteleuropas. Es reicht vom Osser im Nordwesten über Arber und Falkenstein, Rachel und Lusen bis hinunter zum Dreisessel an der österreichisch-tschechisch-bayerischen Grenze (s. Satellitenbild, Foto 1).

Etwa in der Mitte des bayerischen Anteils dieses Mittelgebirges, dem „Inneren Bayerischen Wald“, liegt unmittelbar an der Staatsgrenze auf ca. 18 km Länge zwischen Bayern und Böhmen der Nationalpark Bayerischer Wald mit rund 130 km² Flächenausdehnung. Ihm benachbart wurde nach der politischen Wende in Osteuropa 1991 jenseits der Grenze der Nationalpark Šumava (= Böhmerwald) ausgerufen.

Beide Nationalparke sind zu einem sehr hohen Anteil bewaldet, der Nationalpark Bayerischer Wald zu über 97%.

1.2 Standörtliche Grundlagen

Standortsfaktoren wie Geländeformationen, Klima und Böden beeinflussen über Licht- und Wärme-, Wasser- und Nährstoffangebot das Wachstum von Wäldern.

Standörtliche Grundlagen des Nationalparkgebiets sind insbesondere bei ELLING et al. (1976) ausführlich beschrieben. Im folgenden wird deshalb darauf nur insoweit eingegangen, als dies zum Verständnis eines ortsunkundigen Betrachters für die nachfolgenden Beiträge notwendig erscheint.

1.2.1 Geländeformationen (Orographie)

Höchste Erhebungen im Nationalpark sind der Rachel mit 1453 m und der Lusen mit 1373 m (Abb.1). Die tiefste Stelle liegt am Abfluß der Kleinen Ohe bei Neuschönau auf 666 m ü. NN.

Das Höhenmodell des Nationalparks in 100-m-Abstufung (Abb. 1 und 2) zeigt die von den Tal- zu den Hochlagen abnehmenden Flächenanteile der einzelnen Höhenstufen. Aus Abb.1 ist auch die Hauptgefällsrichtung Südwesten erkennbar.

Sonnseitig exponierte Gefällsrichtungen, d.h. nach Südosten, Süden, Südwesten und Westen geneigte Lagen dominieren in allen Höhenstufen. In den Höhenstufen ab 1200 m ist jedoch auch ein höherer Anteil der Expositionen in nördlicher Richtung (Nordhänge von Rachel und Steinleckberg) erkennbar.

Fast die Hälfte der Nationalparkfläche nehmen die talnahen Bereiche bis unter 900 m ü. NN ein: Ihr durchschnittliches Gefälle liegt zwischen 6 und 7 Grad. Fast 10% der Flächen in diesen Höhenstufen sind eben.

Über 900 m bis 1200 m Meereshöhe steigt das Gelände auf durchschnittliche Neigungswerte zwischen 12 und 14 Grad steil an, während darüberüberliegende Bereiche mit i. d. R. sanfter geneigten Kuppen und Verebnungen (Hochmoore) den Abschluß der Gebirgserhebung bilden. Insgesamt sind rund 5% der Nationalparkfläche eben.

1.2.2 Klima

Das Klima des ostbayerischen Grenzgebirges ist lagebedingt sowohl atlantisch wie auch kontinental getönt. Im Sommer wird die Wetterlage häufig durch atlantische Hochdruckgebiete oder von Westen kommende feuchte Luftmassen bestimmt, die durch den Stau am Gebirgskamm zu ergiebigen Niederschlägen führen. Im Winter liegt der Bayerische Wald häufig unter dem Einfluß kontinentaler Hochdruckgebiete, was durch einen als „Böhmwind“ bezeichneten, trockenen Fallwind noch verstärkt wird.

Das Grenzgebirge ist auf vergleichbarer Höhe kälter als etwa Schwarzwald und Nördliche Kalkalpen. Die klimatischen Verhältnisse einzelner Höhenbereiche des Nationalparks sind in Tab. 1 beschrieben. In den besonders schneereichen Hochlagen werden oft Schneehöhen bis über 2,5 m erreicht. An der 935 m hochgelegenen Ortschaft

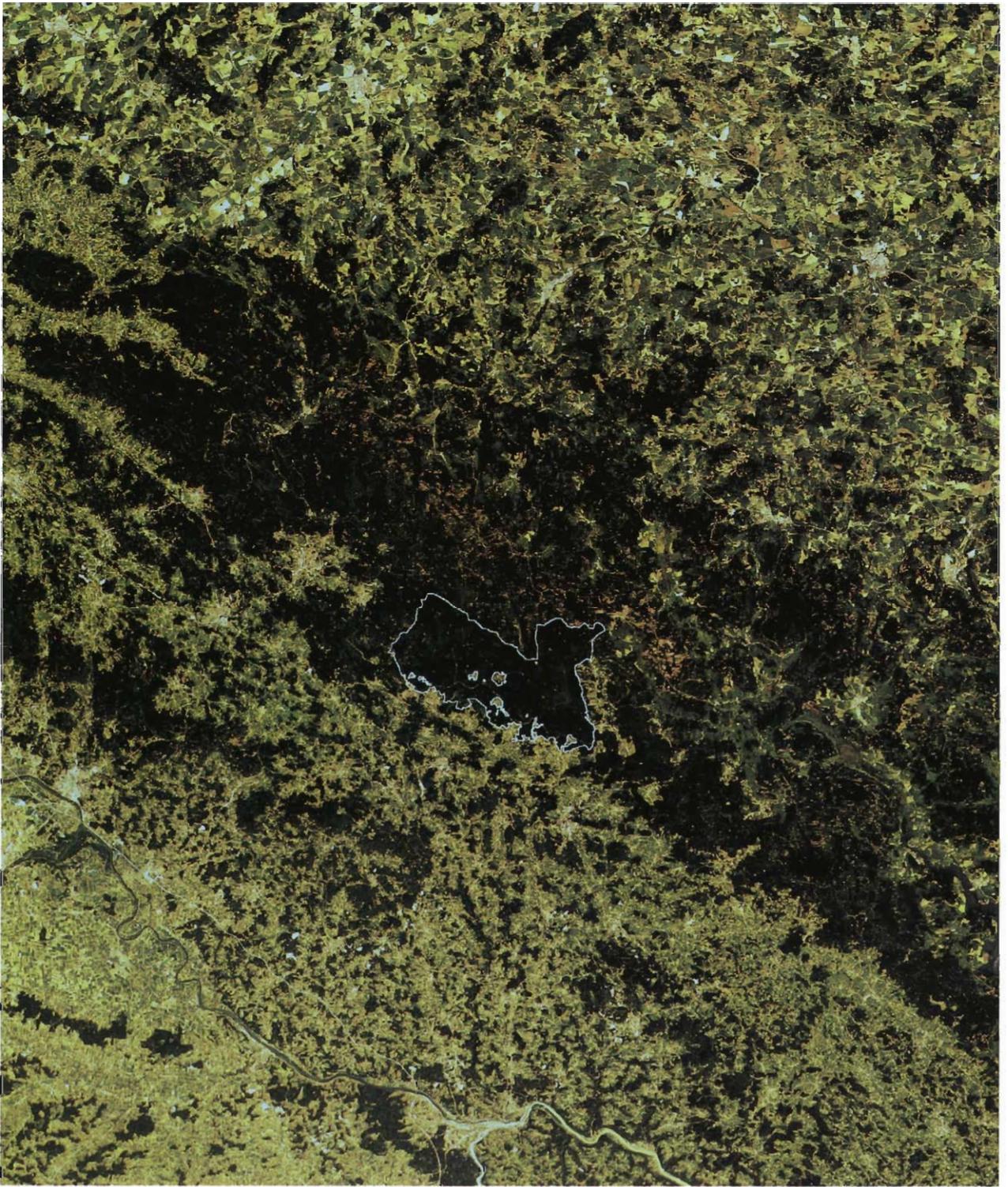


Foto 1: Satellitenbild (1988). Der Nationalpark Bayerischer Wald (weiße Grenzen) liegt inmitten des bayerisch-böhmischen Grenz-kammgebirges. Dort bilden die Wälder eines der größten zusammenhängenden Waldgebiete Mitteleuropas. Bildbearbeitung und freundliche Überlassung durch die Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) Oberpfaffenhofen.

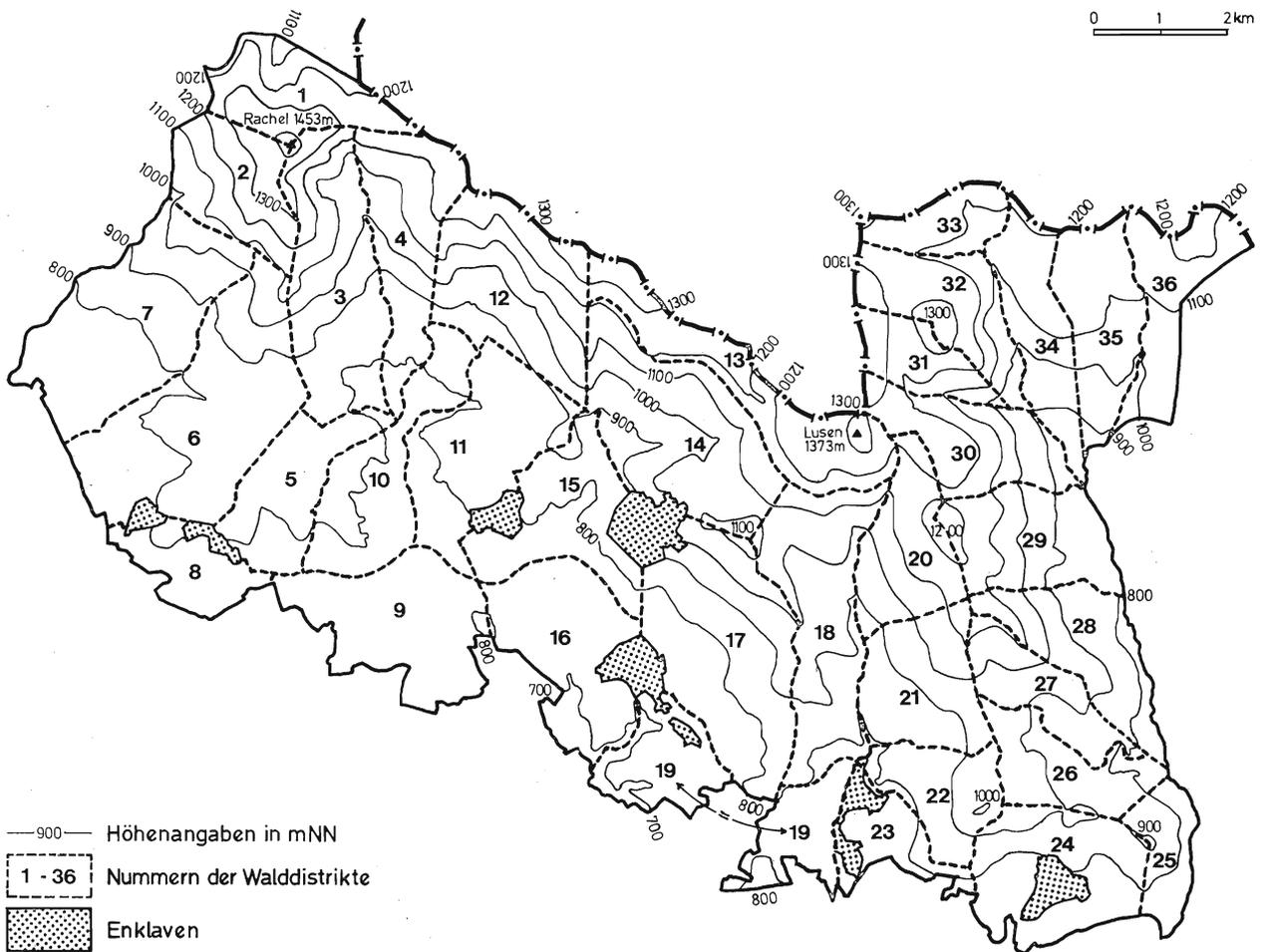


Abb. 1: Karte – Lage von Walddistrikten nach 100-m-Höhenstufen

Waldhäuser beträgt die Jahresmitteltemperatur 5,6°C (20-jähriges Mittel). Die Andauer eines Tagesmittels von 5°C und mehr dient als Anhaltspunkt für die Länge der Vegetationszeit. Für Waldhäuser beträgt sie im Durchschnitt 191 Tage.

1.2.3 Geologie und Böden

Das Grenzgebirgsmassiv Bayerischer Wald/Böhmerwald besteht vorwiegend aus Graniten und

Gneisen. Diese kristallinen Gesteine aus dem Erdaltertum sind meist tiefgründig verwittert. Der Zersatz kann als Ausgangsmaterial, Wasserspeicher und drainierende Unterlage von Böden die Verbreitung von Pflanzen erheblich beeinflussen.

Während der Eiszeiten wurden besonders in den Hochlagen die ursprünglichen Landschaftsformen durch Eisbewegungen überprägt. Freigelegte Felsen, Schutt und Gesteinsblöcke sowie Moränenwälle zeugen von dieser Epoche. Auch der Rachel-

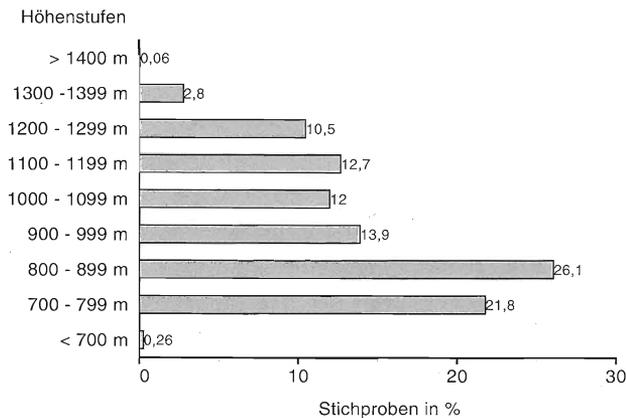


Abb. 2: Flächenanteile des Nationalparks nach 100-m-Höhenstufen

see und die steil abfallende Seewand verdanken ihre Entstehung diesen Vorgängen. Von großer standörtlicher Bedeutung für die Verbreitung von Baumarten ist der nach Zurückgehen des Eises entstandene „Verfestigte Schutt“. Ab einer Höhe von 1100 m–1150 m ist er flächenhaft vorhanden. Vereinzelt reicht er auch bis ca. 800 m herab. Er ist

von 0,5 m bis zu mehreren Metern mächtig. Die Tiefenlage dieser Schicht, deren sandig-grusige Grundmasse zementartig verfestigt ist, besitzt großen Einfluß auf die Bodenfeuchte und den durchwurzelbaren Raum.

Entsprechend den geologischen Ausgangsbedingungen sind im Inneren Bayerischen Wald stark saure (kalkfreie), weitgehend sandige bis lehmige Böden entstanden. Über 70% der Nationalparkfläche können diesen Bodenarten zugerechnet werden.

In den Tallagen und den unteren Hanglagen des Nationalparks sind vorwiegend lehmreiche Braunerden anzutreffen. Typisch für die oberen Hanglagen sind sogenannte Lockerbraunerden, die leicht durchwurzelbar sind.

Die vorherrschenden Bodentypen der Hochlagen weisen dagegen durch bodenchemische Vorgänge eine verfestigte Zwischenschicht (= Podsolierung) auf. Es sind Podsol-Braunerden, Braunerde-Podsole und auch reine Podsole, die ihrerseits vom flächig verfestigten Schutt unterlagert werden. Vereinzelt sind auf dieser verdichteten Schicht der Hochlagen auch Moore aufgewachsen.

Tab. 1: Kurzübersicht über die klimatischen Verhältnisse in den Höhenstufen des Nationalparks (Quelle: BAUBERGER 1977, nach ELLING et al. 1976)

Höhenstufe	Höhenbereich m NN	Jahresmittel der Lufttemperatur °C	Spätfrostgefahr (Art der Fröste)	Jahressumme des Niederschlags mm	Nebelniederschlag	Mittlere Schneedeckenzzeit Monate
Hochlage	Untergrenze bei 1060–1250	3.0–4.5	gering (Strahlung + Advektion)	ca. 1300–1800	bedeutend	ca. 7
Obere Hanglage	Obergrenze zwischen 1060–1250 Untergrenze 900	4.5–5.5	gering (Advektion)	ca. 1200–1500	nach oben zunehmend	ca. 5–6
Untere Hanglage	Obergrenze 900 Untergrenze 690–900	5.5–6.5	gering (Strahlung + Advektion)	ca. 1100–1400	unbedeutend	ca. 5
Tallage mit nächtlichem Kaltluftstau	Flache Zone von 10–40 m Mächtigkeit über der Talsohle. Obergrenze zwischen 690 und 1120 m	im unteren Bereich 5.0–6.0 in höheren Lagen weniger	groß (Strahlung)	ca. 1100–1300	unbedeutend	ca. 5–6

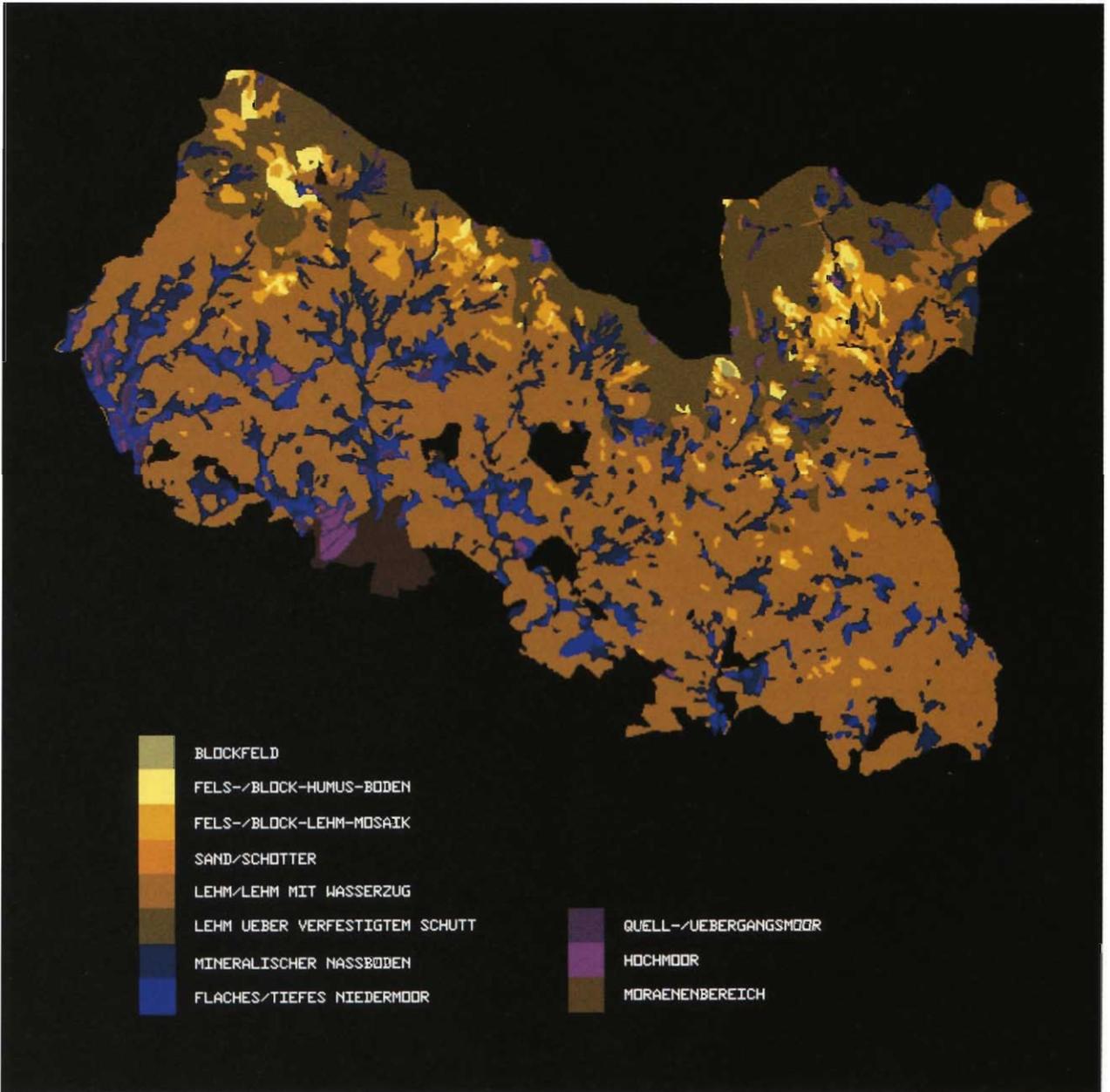


Foto 2: Digitale Karte der wichtigsten Standortseinheiten des Nationalparks. Bearbeitung: B. Coenradie 1991, verändert nach ELLING et al. 1976 (Foto: Coenradie)

Stauanässe- und grundwasserbeeinflusste Mineralböden sowie organische Böden wie Nieder-, Übergangs- und Hochmoore sind mit einem Flächenanteil von rund 21% in allen Höhenstufen des Nationalparks verbreitet. Am stärksten sind diese allgemein als Naßböden bezeichneten Bodenformen in den grundwasserbeeinflussten Tallagen vertreten. Dort nehmen sie, besonders im Westteil, nahezu die Hälfte der Fläche ein.

Foto 2 gibt einen Überblick über die Verteilung der wichtigsten Standortseinheiten des Nationalparks, die nach waldkundlich-ökologischen Kriterien gegliedert sind. Die abgebildete thematische Karte von COENRADIE (1991) basiert auf der Standortskartierung des Nationalparks von ELLING et al. (1976).

1.3 Zonierung der Wälder

Das Zusammenspiel der unterschiedlichen Standortsfaktoren wie Klima und Böden spiegelt sich deutlich in einer besonders von der Höhenlage abhängigen Zonierung der Wälder wider. Obwohl jahrhundertelange Eingriffe in das Waldgebiet an vielen Stellen zu Verschiebungen der Baumartenmischung geführt haben, ist ihre in Abb. 3 schematisch dargestellte Zonierung im Gelände heute noch gut erkennbar.

Die deutlichste Grenze im Gelände ist zwischen den Fichtenwäldern der Hochlagen und den Berg-

mischwäldern der Hanglagen. Diese „Hochlagen-grenze“ verläuft etwa in einer Höhe zwischen 1150–1200 m ü. NN. Sie bildet gleichzeitig die Obergrenze der Verbreitung der „Lockerbraunerde“, die mit dem höchstgelegenen Vorkommen der Buche zusammenfällt. Nach oben wird die Buche von der Fichte abgelöst, die bis zu den höchsten Erhebungen des Nationalparks (Rachel 1453 m ü. NN) hinaufreicht.

In der nach unten anschließenden, bis auf rund 700 m über Meeresebene herabreichenden Zone sind die Jahresdurchschnittstemperaturen und die Wärmesummen deutlich höher (vgl. Tab. 1). Hier herrscht von Natur aus der Tannen-Buchenwald vor, dem – wie pollenanalytische Untersuchungen ergaben – ursprünglich vor dem Beginn einer planmäßigen Forstwirtschaft sicher wesentlich mehr Tannen beigemischt waren als dies heute der Fall ist. Die derzeitige Dominanz der Fichte ist nutzungsbedingt und entspricht nicht dem ursprünglichen Bild. Möglicherweise war die Fichte in dieser Höhenstufe ursprünglich im wesentlichen auf vernäßte Böden und blockreiche Sonderstandorte begrenzt.

Ebensowenig werden im Talbereich große Verbreitungsflächen nicht vom Tannen-Buchen-Wald eingenommen. Diese Talverebnungen oder nur schwach geneigten Hänge, hauptsächlich zwischen 700 und 900 m ü. NN, tragen ausgedehnte Fichtenwälder. Durch einen Stau der von den Hän-

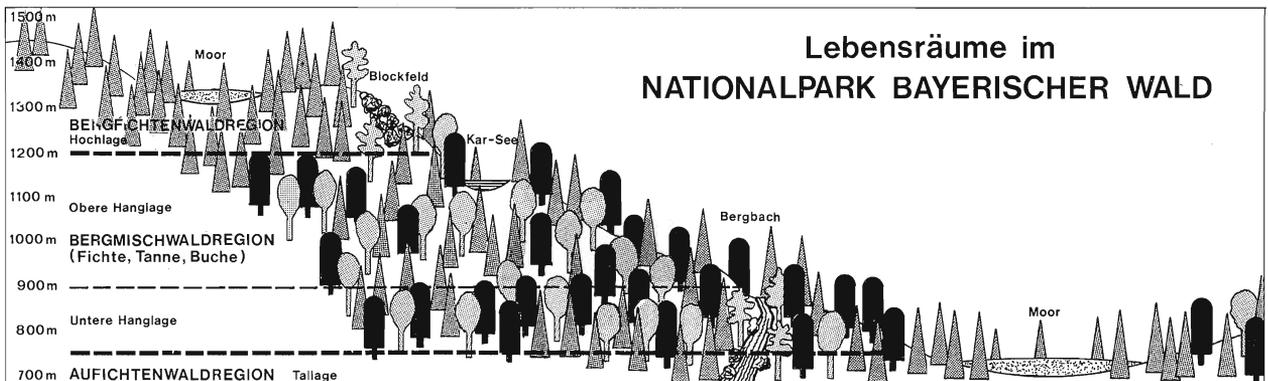


Abb. 3: Zonierung der Wälder des Nationalparks

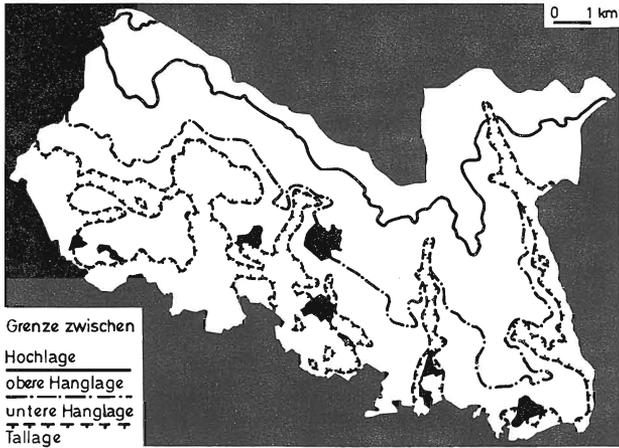


Abb. 4: Karte – Höhenstufen des Nationalparks nach ökologisch definierten Kriterien

gen abfließenden Kaltluft kommt es hier zu einer auffälligen Häufung von Früh- und Spätfrösten. Sie sind für die Buche ebenso ungünstig wie die kalten

Tab. 2: Flächenanteile nach ökologisch definierten Höhenstufen

Höhenstufe	ha	%
Hochlagen	2211	17
Obere Hanglagen	4250	33
Untere Hanglagen	3887	31
Tallagen	2375	19
Summe	12723	100

feuchten Böden mit einer mehr oder weniger mächtigen organischen Auflage.

Abb. 4 zeigt den Verlauf der ökologisch definierten Höhenstufen. Die Ermittlung der Flächen zu diesen Höhenbereichen zeigt eine gewisse Unschärfe, da oft Waldbestände über die Grenzen der Höhenstufen hinweggreifen. Sie wurden mit ihrer Gesamtfläche jeweils der Höhenstufe zugeordnet, in der sie ihren größten Flächenanteil haben.

In Tab. 2 sind die 1992 untersuchten Flächen den im Rahmen der Standortserkundung 1972 definierten Höhenstufen zugeordnet. Sie sind Basisbasis darauf ausgerichteter Auswertungen.

2 Historische Einflüsse auf die Wälder des Nationalparks

Die Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte des Bayerischen Waldes ist seit Anbeginn eng verbunden mit seinem Wald- und Holzreichtum. Eine Vielzahl historischer Quellen und Berichte informieren über Geschichte und Leben der Waldbewohner, über die „Waldler“ und „ihren“ Wald.

2.1 Erste Siedlungen

Im Gegensatz zu vielen anderen Teilen Deutschlands war das Gebiet des Bayerischen Waldes aufgrund seiner abgeschiedenen Lage, Unzugänglichkeit und seines rauen Klimas bis ins hohe Mittelalter fast ohne jede Besiedlung. Im heutigen Nationalparkbereich wurde erst im Jahr 1396 von Mönchen, den Kulturträgern des Mittelalters, das Kloster St. Oswald an einem alten Handelspfad von Bayern nach Böhmen gegründet. Es war zunächst Keimzelle für weitere kleinere Ansiedlungen, die mit Rodungen von noch ursprünglichen Waldteilen einhergingen.

Andere Ortsgründungen mit Rodungen im oder am Rande des heutigen Nationalparks sind dem zwischen Bayern und Böhmen gepflegten Handel, vor allem mit Salz, zuzuschreiben.

Als Handelsstationen entlang des „Goldenen Steigs“ – das Geschäft mit dem Salz lohnte sich – entstanden im engeren Nationalparkbereich die Orte Mauth (1698) und Finsterau (1704).

Die erste Siedlungstätigkeit hatte zwar Rodungsinselfen im Waldmeer geschaffen, die Substanz des Waldes jedoch nicht wesentlich verändert. Durch den sporadischen Bedarf an Brenn- und Bauholz oder an Holzwaren für Haus- und Landwirtschaft wurden auch in der Nähe der wenigen Siedlungen die riesigen Holzvorräte der Urwälder kaum angefasst. Eine andere Verwertung des Holzes war nicht möglich, da Transportmöglichkeiten fehlten.

2.2 Glashütten

Im 15. und 16. Jahrhundert entstanden im Bayerischen Wald erste Glashütten. Die damaligen Lan-

desherren – die Fürstbischöfe von Passau, für das westlich des Sagwassers gelegene Gebiet die Herzöge von Bayern – unterstützten diese Kolonisierung. In Erbrechtsbriefen wurde den Hüttenbesitzern das abgabenfreie Nutzungsrecht für 2000 bis 3000 ha Wald um die Hütten zugestanden. Boden und Wald blieben jedoch im Eigentum der Landesherren.

Vier Glashütten im Bereich der Orte Klingenbrunn, Riedlhütte, Altschönau-Neuschönau und Schönbrunn nutzten Holz aus Wäldern des jetzigen Nationalparks.

Zur Herstellung von Glas wurde Holz aus zweierlei Gründen benötigt:

Zum einen war Holz Feuerungsmittel für die Heizung des Glasofens. Zum anderen wurde Holz verbrannt, um Pottasche zu gewinnen. Die Herstellung von Pottasche wurde erst eingestellt, als am Anfang des vorigen Jahrhunderts Soda als Ersatzstoff bekannt wurde.

War das Feuerungsholz in unmittelbarer Umgebung der Hütten aufgebraucht, wurde zur Einsparung von Transportwegen der Standort der Glashütten verlegt. Ortsnamen wie Altschönau – Neuschönau, Althütte – Neuhütte deuten heute noch auf diese Hüttenwanderungen hin.

Zur Gewinnung der Pottasche war jedoch ungleich mehr Holz erforderlich als zur Feuerung.

Den Glashüttenmeistern wurde deshalb von der Grundherrschaft ein besonderer „Aschenwald“ zugewiesen, der meist weit von den Hütten entfernt in den unwegsameren Höhen des Grenzgebirges lag.

Es gab die verschiedensten Techniken zur Gewinnung der Asche. Lagerholz, Dürholz, herumliegendes Astwerk und alles sonst leicht greifbare Holz wurde zu Haufen zusammengetragen und angezündet. Auch ganze umgestürzte Bäume, sogenannte Rannen, wurden verbrannt. Ebenso wurden starke stehende Bäume, abgestorbene wie grüne, „geaschelt“. Wegen Unachtsamkeit der Aschenbrenner waren kleine Waldbrände keine Seltenheit. Beim Aschenbrennen wurden Buche und Tanne wegen ihres höheren Kaliegehaltes der Fichte vorgezogen. Dasselbe galt für die seltenen Laubhöl-

zer Bergulme, Berg- und Spitzahorn sowie Esche. Durch den damaligen Glashüttenbetrieb erhöhte sich so der Anteil der Fichte gegenüber den anderen Baumarten.

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts führten technische Neuerungen sowie politische und wirtschaftliche Veränderungen zum Ende des Glashüttenbetriebes in der beschriebenen Form. Die wenigen verbliebenen Glashütten verwendeten anstelle von Pottasche Glaubersalz oder Soda. Waldungen wurden vom Staat zurückerworben.

Die Auswirkungen damaliger Glashüttenbetriebe auf die Wälder kann nur grob beurteilt werden, da genaue Aufzeichnungen und Planungen fehlen. Wahrscheinlich blieben die Fichten-Hochlagenwälder bei der Pottaschegewinnung weitgehend unberührt. Die Gesamtsituation skizzieren die 1847 ergangenen „Erinnerungen des Ministerial-Forsteinrichtungsbureaus: „... Mag die Wirtschaft der „Hüttenmeister“ noch so planlos gewesen sein, so viel bleibt gewiß, daß sie uns sehr holzreiche Waldungen hinterlassen haben. Die Bestände, die aus den Pläntherbieen damaliger Zeit hervorgegangen sind, gehören nicht zu den schlechteren des Complexes. Diesen Pläntherbieen haben wir es zu verdanken, daß die Buche und Tanne in so ergiebigem Maße sich erhalten hat.“

2.3 Walderschließungstechniken

Der „*Winterzug*“, der Holztransport mit Schlitten, wurde im Bayerischen Wald seit der Glashüttenzeit bis in die 50er Jahre unseres Jahrhunderts durchgeführt. Ein engmaschiges Netz alter Schlittenbahnen bis in die obersten Lagen des Nationalparks ist teilweise heute noch erkennbar. Waren Schlittenbahnen anfangs noch die alleinige Form der Walderschließung, so dienten sie später als „Zubringer“ zu Verladeplätzen für neuere Transportmittel.

Der steigende Holzbedarf der Bürger von Passau weckte schon bald das Interesse, die Holzreserven des Bayerischen Waldes schwimmend über den Wasserweg der Ilz in die Stadt zu bringen. 1729 ordnete der Fürstbischof an, die Ilz samt ihren Zu-

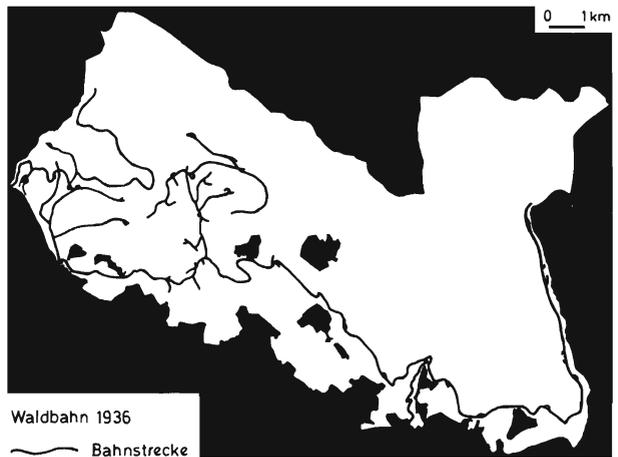


Abb. 5: Karte – Spiegelauer Waldbahn, Gleisnetz 1936

flüssen aus dem Waldgebiet triftbar zu machen. Der Ausbau des *Triftsystems* war am Ende des 18. Jahrhunderts weitgehend abgeschlossen. Über 30 000 bis 40 000 Erntefestmeter pro Jahr wurden im Durchschnitt auf diesem Weg nach Passau geliefert. Vermutlich lag diese beachtliche Menge Holz über dem nachhaltigen Holzzuwachs des genutzten Waldgebiets.

Im westlich des „Wolfsteiner Komplexes“ gelegenen „Ilztriftkomplex“ begann der Ausbau der Gewässer erst nach dem Kauf der Glashütten durch den bayerischen Staat. Die heute teilweise noch erhaltenen Wasser-Aufstaubecken, die „Klausen“ im Nationalparkgebiet entstanden in dieser Zeit. Große Holz Mengen, insbesondere nach der Sturmkatastrophe 1868 und 1870 wurden auch aus diesem Komplex nach Passau getriftet.

Im Anschluß an die neue Bahnlinie Deggendorf – Zwiesel – Grafenau erbaute die Forstverwaltung 1909 und 1910 eine *Schmalspurbahn* von Spiegelau nach Mauth. Nach vollem Ausbau des Schienennetzes (s. Abb. 5) wurden mit einer Gleislänge von über 100 Kilometern rund 9000 ha Wald erschlossen. Im Durchschnitt wurden mit der Waldbahn 33 000 Festmeter (fm) im Jahr befördert. Ihre Kapazität reichte sogar für die 90 000 fm aus, die nach dem Sturmwurf 1926 anfielen. Durch den

Bau sogenannter fliegender Gleise konnte man schnell auf momentanen örtlichen Holztransportbedarf reagieren. Die Waldbahn wurde erst 1957 stillgelegt.

Die letzte große Periode des Holztransports wurde um 1950 eingeleitet, als man einen großzügigen Ausbau eines *LKW-befahrbaren Straßennetzes* in Angriff nahm. Solche Straßen wurden bis in die oberen Hanglagen, ja sogar in die Hochlagen trasziert (Abb. 6).

2.4 Waldbauliche Verfahren

Die verschiedenen Formen der Walderschließung waren Voraussetzung für eine geregelte Forstwirtschaft. Sie ermöglichten erst den Umbau der Wälder mit dem Ziel, einen Altersklassenwald zu schaffen. Erste forstliche Bestandserhebungen und Planungen (= Forsteinrichtungen) wurden 1847 im „Ilztriftkomplex“ fertiggestellt, im „Wolfsteiner Komplex“ circa 10 Jahre später. Im Jahr 1849 wurden unter der Bezeichnung „Wirtschaftsregeln für den Bayerischen Wald“ erste Richtlinien von der Bayerischen Staatsforstverwaltung veröffentlicht. Schon damals unterschied man nach Standorten der Hochlagenwälder, der Mischwälder der Hanglagen und Fichtenauwaldungen.

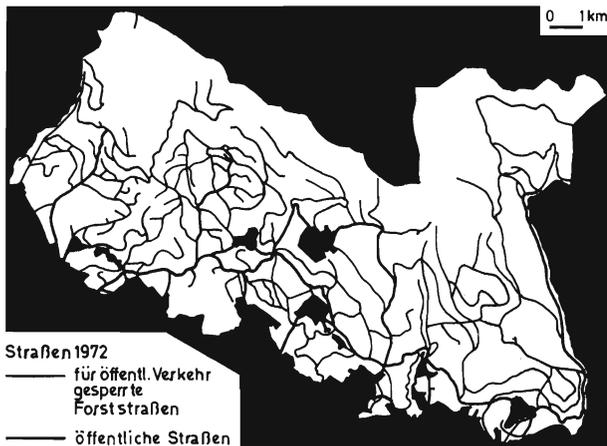


Abb. 6: Karte – Lkw-befahrbare Straßen im Nationalpark 1972

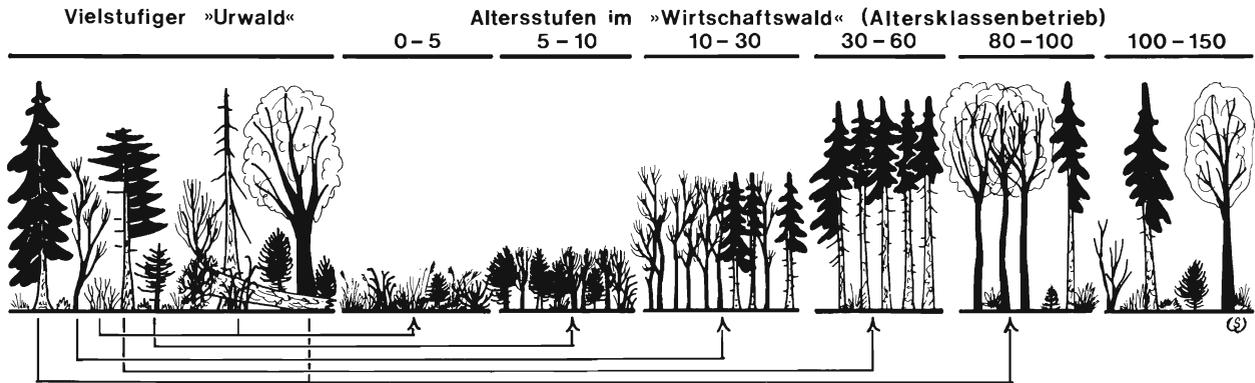
Hochlagen waren nach den Wirtschaftsregeln im Plenterbetrieb zu bewirtschaften, damit die Fläche „fortan im bewaldeten Zustand“ verbleibt.

Bei Mischwäldern der Hanglagen und Fichtenauwaldungen verfolgte man das übergeordnete Ziel, bisherige Plenterwälder in schlagweisen Hochwald, d.h. in Altersklassenwälder umzuwandeln (Abb. 7). Dies konnte nach den Lehren der damaligen Zeit nur über eine Abholzung für unrentabel gehaltener Altbestände erfolgen. Die Baumartenmischung der Bergmischwälder aus Fichte, Tanne, Buche sollte jedoch erhalten bleiben. Für ein geeignetes Verfahren zur Verjüngung von Bergmischwäldern hielt man den Schirmhieb, der großflächig über eine ganze Waldabteilung (ca. 80 ha) geführt wurde. Dabei wird durch Entnahme von Altbäumen eine gleichmäßige Auflockerung des Kronendachs ein lockerer Schirm (= Beschattung) erreicht, unter dessen Schutz bei ausreichender Licht- und Wärmezufuhr Samen der Bäume keimen können. Endergebnis des Schirmschlags ist eine großflächig homogene Verjüngung. Nachteilig beim Schirmschlag ist, daß die gleichmäßige Auflockerung des Kronendachs mehr Angriffsfläche für Stürme bietet und damit die Windwurf- und Bruchgefahr für Altbestände erhöht.

Verheerende Windwürfe in den Jahren 1868 und 1870 gaben auch den Ausschlag, von diesem Verjüngungsverfahren in den Hochlagen abzugehen.

Ab 1880 war für die Hanglagen die Bewirtschaftung im Femelbetrieb vorgeschrieben. Auch diese Methode strebte die Umwandlung alter Plenterbestände in einen Altersklassenwald an. Ebenso sollte bei dieser Art von Naturverjüngungsverfahren die Baumartenmischung des Altbestandes aus Fichte, Tanne und Buche beibehalten werden.

Im Unterschied zum Schirmhieb wird beim Femelbetrieb das Kronendach nicht gleichmäßig, sondern konzentriert jeweils auf wenige hundert Quadratmeter, die sogenannten Femelstellen, aufgelichtet. Hier sollen sich die schattenverträglichen Tannen und Buchen zuerst ansamen, um nach 10 bis 20 Jahren den Altbestand auf größerer Fläche zu lichten, damit auch Fichtenverjüngung entste-



Trennung der Altersstufen bzw. Strukturelemente durch die Bewirtschaftung

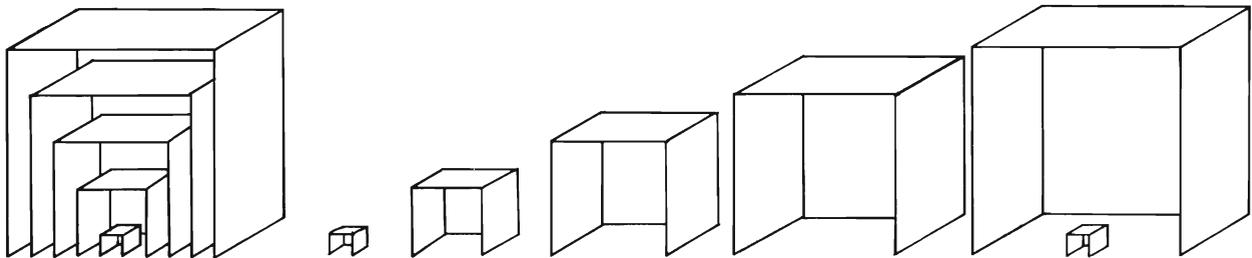


Abb. 7: Altersklassenwald. Im Gegensatz zum Urwald werden im Altersklassenwald (eine gebräuchliche Form des Wirtschaftswaldes) die Bäume nach ihrem Alter getrennt. Aus einem räumlichen und zeitlichen Miteinander wird ein räumliches und zeitliches Nebeneinander (aus: SCHERZINGER 1976)

hen kann. Zur Durchführung des Femelbetriebs bestand damals die strenge Anweisung, ältere Tannenvorwuchsgruppen mit geringem Höhenwachstum auszuhauen.

Wahrscheinlich trug diese Vorschrift wesentlich zum Tannenausfall aus den Bergmischwäldern bei.

Aufichtenwälder sollten zur Umwandlung in Altersklassenwälder kahlgeschlagen werden. Anschließend war in der Regel eine Entwässerung der Feuchtböden vorgesehen. Innerhalb von fünf Jahren wurden allein im „Ilztriftkomplex“, vornehmlich im Spiegelauer Bereich, 192 Kilometer Gräben gezogen. Eine damit verbundene Absenkung des Grundwassers erleichterte nachfolgende Fichtenpflanzungen. Trotzdem blieb der Erfolg oft versagt.

Extreme Früh- und Spätfröste machten Anpflanzungen häufig zunichte.

2.5 Naturkatastrophen und politische Zwangssituationen

Ein großer Windwurf im Jahr 1870 und der ihm folgende Borkenkäferbefall hinterließ nach der Aufarbeitung allein im Nationalparkgebiet eine Kahlfäche von 2025 ha, dies entspricht rund 16% der Holzbodenfläche.

Auch 1929 warfen und brachen Stürme um die 300 000 fm.

In den vergangenen 140 Jahren vergrößerten auch politische Ereignisse den Umfang der Holznutzung erheblich (vgl. Abb. 8).

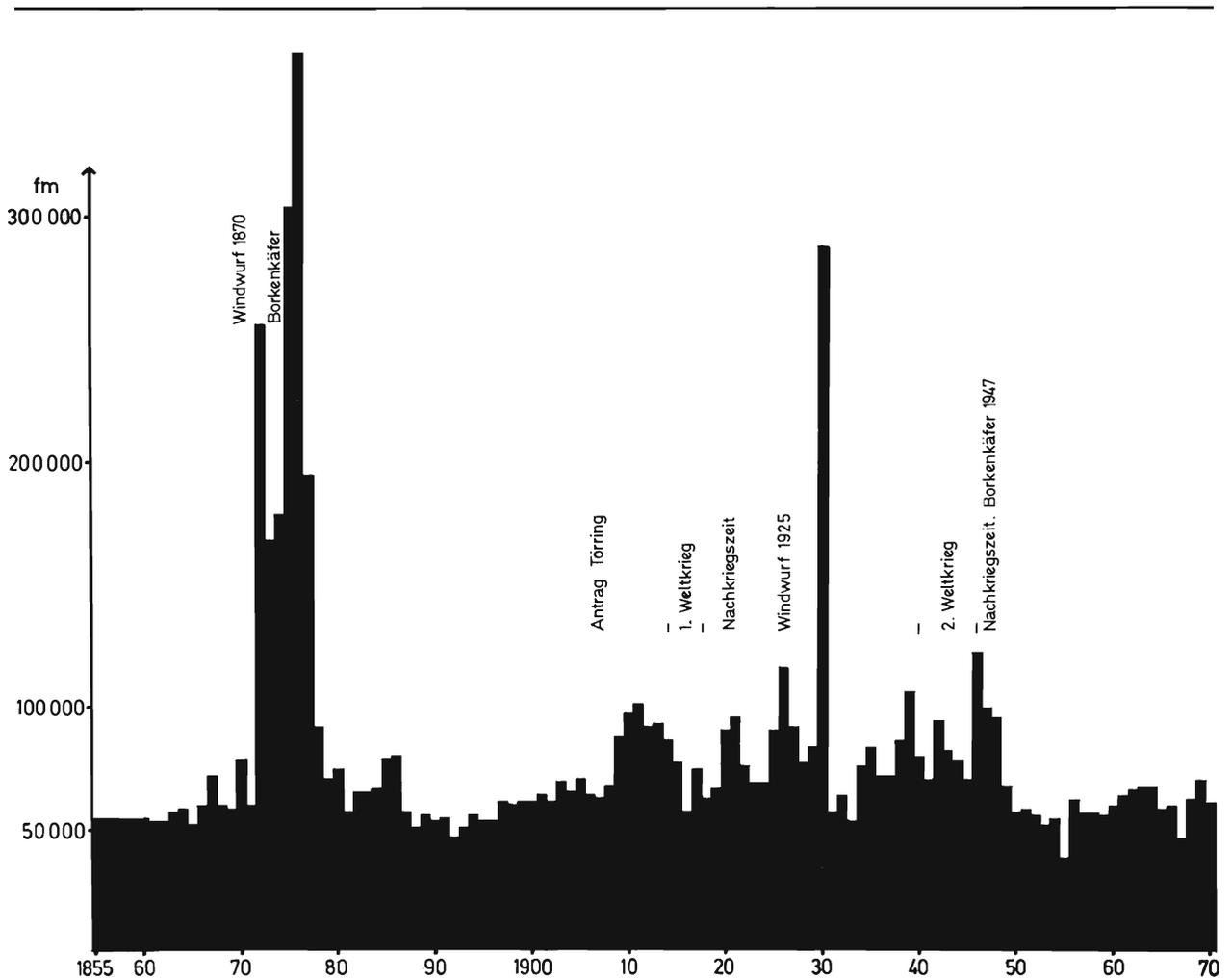


Abb. 8: Holznutzungen im Nationalparkbereich zwischen 1855 und 1970 (VANGEROW et al. 1979)

1908 stellte Graf zu Törring-Jettenbach den Antrag, den ohnehin schon bemerkenswerten Alt-
holzabbau in bayerischen Staatswäldungen aus
Renditegründen weiter zu beschleunigen.

1910 beschloß der Bayerische Landtag, dem An-
trag Toerrings zu folgen. Unmittelbar danach kam
es auch im Nationalparkgebiet zu einer erhöhten
Nutzung in den Altbeständen. Dies brachte die auf
Langfristigkeit angelegte Verjüngung im Femel-
schlagbetrieb völlig außer Kontrolle. Zwischen 1910

und 1913 wurden allein jährlich 96 000 fm Holz ein-
geschlagen. Nach dem Ersten Weltkrieg wurde Holz
wegen hohen Bedarfs einige Jahre in großen Men-
gen genutzt. Die Nachkriegszeit des Zweiten Welt-
kriegs brachte den Abbau von Altbeständen
schließlich auf den tiefsten Punkt: Altbestände über
100 Jahre nahmen 1949 nur mehr 21,6% der Fläche
ein. Rund 100 Jahre zuvor, zu Beginn der planmäßi-
gen Forstwirtschaft waren es noch 55% gewesen
(VANGEROW, LÖW, WALDHERR 1979).

Etwa ab 1950 kehrte man zu etwas abgewandelten Formen des Femelschlags zurück. Vor der Errichtung des Nationalparks lag der jährliche Nutzungssatz bei ca. 68 000 fm.

Zieht man das Fazit einer über hundert Jahre andauernden überwiegend planmäßigen Nutzung, so ist festzustellen: Vor 1850 waren die Waldungen des Nationalparks in Zusammensetzung und Aufbau noch weitgehend naturnah. Die Holzvorräte waren hoch. Durch planmäßige Bewirtschaftung und außerplanmäßige Nutzungen wurden die Wälder des Nationalparks in erheblichem Maß durch die Forstwirtschaft geprägt: Sie wurden in größerflächige, gleichaltrige und strukturarme Bestandseinheiten überführt.

Vor Nationalparkgründung wurde die Veränderung der Wälder, der Wirtschaftszielsetzung entsprechend, als Erfolg gewertet:

„Voll gelungen ist während eines Jahrhunderts also die Umwandlung schwer überschaubarer ungleichaltriger, mehrschichtiger Bestände in urwaldartigem oder von Menschen noch wenig gestörtem Zustand in Hochwäldungen altersklassenweiser Gliederung“ (PLOCHMANN 1961).

Die heutige Nationalparkidee steht im krassen Gegensatz zum forstwirtschaftlichen Denken jener Zeit, läßt sie doch plötzlich wieder einen Neubeginn natürlicher Waldentwicklung ohne menschliche Eingriffe zu.

3 Einrichtung und Entwicklung des Nationalparks Bayerischer Wald: Wälder im Spannungsfeld zwischen gestaltendem Naturschutz und natürlicher Entwicklung

3.1 Nationalpark-Entstehung

Fast hundert Jahre nach Gründung des Nationalparks Yellowstone in den USA (1872), des ersten Nationalparks in der Welt, konnte 1970 der Nationalpark Bayerischer Wald als erster Nationalpark in Deutschland eröffnet werden. Vorausgegangen war ein vier Jahre langes Ringen um Ziele und Inhalt eines „Nationalparks“, einer Naturschutzinstitution ohne Vorbild in Deutschland.

Der Wunsch nach einem Nationalpark in Deutschland war allerdings älter. Bereits 1928 referierte Geheimrat Dr. Rebel, Waldbaureferent der Ministerialforstabteilung am Bayerischen Staatsministerium für Finanzen, vor dem Bund Naturschutz in München: „Unser Wald kann das Uniformieren nicht ertragen; vielgestaltig, arten- und formenreich soll er bleiben und werden.“ Rebels Ausführungen zielten darauf ab, mehr Waldareale dem Einfluß des Menschen zu entziehen und zu Naturschutzgebieten zu erklären. Sein großer Wunsch war jedoch „ein Nationalpark, wie die Schweiz einen besitzt, wo keine Axt hallt, keine Sense klingelt, kein Schuß fällt, kein Vieh weidet“ (REBEL 1929). Ende der 30er Jahre konkretisierten sich erstmals Pläne, einen Nationalpark im Bayerischen Wald und Böhmerwald einzurichten. Die Reichsstelle für Naturschutz in Berlin wollte mit diesem Konzept aber eher die gewachsene Kulturlandschaft erhalten. In den Kriegswirren mußten die Planungen eingestellt werden.

Die Kriegsfolgen mit der Errichtung des „Eisernen Vorhangs“ verursachten im Bayerischen Wald große wirtschaftliche Probleme. Pläne und staatliche Programme zur Industrieansiedlung zeigten kaum Wirkung. Man kam zur Ansicht, den aufkommenden Fremdenverkehr als neue Einkommensquelle für die dort ansässige Bevölkerung zu nutzen. Als jedoch landschaftsbeeinträchtigende Großprojekte wie der Bau einer Seilbahn auf den

Rachel diskutiert wurden, regten Naturschützer, allen voran Hubert Weinzierl und der populäre Zoologe Prof. Grzimek, als Alternative die Errichtung eines Nationalparks an. Der Vorschlag wurde besonders von örtlichen Kommunalpolitikern begeistert aufgegriffen. Ein Nationalpark, so erhoffte man sich, sei ein großer Anziehungspunkt für Naturfreunde aus dem In- und Ausland und würde den Fremdenverkehr im Grenzgebiet deutlich beleben. Der Weihestephaner Landschaftsökologe Prof. Wolfgang Haber erhielt daraufhin vom Deutschen Rat für Landespflege den Auftrag, ein Gutachten über die Frage der Errichtung eines Nationalparks im Bayerischen Wald abzufassen. Darin sollte eine sinnvolle Kombination zwischen Naturschutz und einer Erschließung des Gebiets für Erholungsuchende geklärt werden.

3.2 Erste Aufgabendefinition für den Nationalpark

Auf der Grundlage des „Haber“-Gutachtens beschloß der Bayerische Landtag am 11. Juni 1969 die Errichtung des Nationalparks Bayerischer Wald. Neben den zur Förderung des Fremdenverkehrs dienenden Aufgaben wie Errichtung von Großwild-Schaugattern und der Erschließung des Gebiets mit Wanderwegen wurde festgelegt: „Der Wald wird weiterhin naturgemäß gepflegt und die Holznutzung fortgesetzt, doch hat diese sich den Erfordernissen des Parks unterzuordnen, z.B. durch Erhöhung der Umtriebszeit.“

Damals wußte man nicht, was unter „den Erfordernissen des Parks“ zu verstehen sei. Es gab in Deutschland keine Nationalpark-Tradition, an der man sich hätte orientieren können. Die Pflegeanweisung mit der Einschränkung, diese den Erfordernissen des Parks unterzuordnen, war für die verantwortlichen Forstleute Ausgangspunkt für einen langwierigen Meinungsstreit über den richtigen Weg zum Ziel Naturwald.

Der Fahrplan mit dem Ziel Naturwald war erst im Entstehen. Wegen des immer häufigeren Gebrauchs des Namens „Nationalpark“ für Gebiete mit unterschiedlichem Status und Zweckbestim-

mung gab die 10. Weltkonferenz der IUCN (Internationale Union zum Schutz der Natur und der natürlichen Hilfsquellen) in Neu-Delhi im Jahr 1969 Empfehlungen zur Anwendung dieses Begriffs an nationale Regierungen. Demnach sollen Nationalparke ausschließlich in relativ großen, natürlichen oder naturnahen Landschaften eingerichtet und die Naturgüter nicht wirtschaftlich genutzt werden. Am 27. Juli 1973 beschloß der Bayerische Landtag das neue Bayerische Naturschutzgesetz. Erstmals wurde für die Bundesrepublik Deutschland der Begriff „Nationalpark“ gesetzlich definiert und Ziele und Aufgaben eines solchen Schutzgebiets umrissen. Für Wälder besonders wichtig ist die Vorschrift: „Nationalparke dienen vornehmlich der Erhaltung und wissenschaftlichen Beobachtung natürlicher und naturnaher Lebensgemeinschaften sowie eines möglichst artenreichen heimischen Tier- und Pflanzenbestandes. Sie bezwecken keine wirtschaftsbestimmte Nutzung“.

3.3 Grundlagenerhebungen und Organisation

Für das zum Nationalpark erklärte Staatsforstgebiet veranlaßte das zuständige Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten nach der Nationalparkeröffnung unverzüglich genaue Bestandsaufnahmen. Dazu gehörten insbesondere eine Standorterkundung und eine Waldzustandserfassung, eine Erhebung der Bestandstypen und der Waldschäden als Grundlage einer neuen waldbaulichen Planung (Forsteinrichtung). Gleichzeitig wurde für das Nationalparkgebiet und die angrenzenden Vorfeldgemeinden unter Leitung des Landschaftsökologen Prof. Haber ein Gesamtentwicklungsplan erstellt.

Im Zuge der bayernweiten forstlichen Gebietsreform wurde 1973 für das Nationalparkgebiet aus den ursprünglichen Forstämtern ein Großforstamt mit Sitz in St. Oswald errichtet. Das „Nationalparkamt“ in Spiegelau und das neu entstandene „Nationalparkforstamt“ in St. Oswald bildeten zusammen die „Nationalparkverwaltung“. Im Jahr 1976 konnten Nationalparkamt und Nationalparkforstamt räumlich unter einem Dach in Grafenau unterge-

bracht werden. Erst 1979 wurden die beiden organisatorischen Untereinheiten Nationalparkamt und Nationalparkforstamt aufgelöst. Gleichzeitig wurde als neuer Leiter der Nationalparkverwaltung der frühere Leiter des Nationalparkamts, Forstdirektor Dr. Hans Bibelriether bestellt. Als sein Stellvertreter wurde Forstdirektor Maximilian Waldherr, der frühere Leiter des Nationalparkforstamts, ernannt.

3.4 Inhalte und Umfang des gestaltenden Naturschutzes für den Wald

Unmittelbar nach Nationalparkgründung gingen die Vorstellungen darüber, was mit den Nationalparkwäldern zu geschehen habe, weit auseinander. Lagen doch weder gesetzliche Regelungen noch Planungsergebnisse vor; gleichzeitig waren mehrere Forstämter sowie ein Nationalparkamt für die Behandlung der Wälder zuständig. Es war das Verdienst von Staatsminister Dr. Hans Eisenmann, der in der Phase der Zielsuche wegweisende Entscheidungen traf: Bereits 1971 veranlaßte er die Einstellung der Holznutzung auf 2500 ha des Parkgebiets; von 115 km geplanter neuer Forststraßen durfte kein einziger Kilometer mehr gebaut werden. Noch heute sind am verschiedenen hohen Kronendach der Wälder einige Trassen geplanter Forststraßen zu erkennen, die damals für den Neubau der Straßen gerodet worden waren.

Ebenso wesentlich waren aber auch die Ergebnisse der unter Leitung des Staatsministeriums durchgeführten forstlichen Planung (Forsteinrichtung, Abkürzung: FE) mit Stand vom 1. 1. 1972. In dieser Ausarbeitung ist unter der Überschrift „Grundzüge der künftigen Bewirtschaftung“ zu lesen: „Die Waldungen im Nationalparkbereich sind auch weiterhin als *Hochwald* zu bewirtschaften. Für fast alle Bestände ist für die nächste FE-Periode der schlagweise Betrieb, allerdings meist durch lange Verjüngungszeiträume modifiziert, vorgesehen. Für den Plenterbetrieb bieten sich nur in wenigen Beständen die entsprechenden Voraussetzungen.“

Das „allgemeine Wirtschaftsziel“, so wurde extra betont, ist vorrangig an der Erfüllung der dem Na-

tionalpark Bayerischer Wald gestellten Aufgaben ausgerichtet. Für die Wälder bedeutete dies:

„– Erhaltung urwaldartiger Waldbestände (Relikte)
– Überführung der übrigen Bestände in naturnah aufgebaute und gemischte Formen; das heißt waldbaulich: Verjüngung und Erziehung gestufter Bestände, Förderung der bedrohten Mischbaumarten, v. a. der Tanne, im Verjüngungs- und Pflegebetrieb, Umbau stark und flächig geschädigter Bestände, Erntealter, die nicht am maximalen Geldertrag, sondern mehr am physischen Höchstalter und am Gesundheitszustand des Baumes orientiert sind“ (FE-Operat 1972).

Es entsprach der damaligen Situation auf dem Holz- und Arbeitsmarkt, daß rein forstwirtschaftliche Zielsetzungen gesondert angesprochen wurden: „Trotzdem können sie (d.h. die forstwirtschaftlichen Zielsetzungen, Anm. d. Verf.) in einem Bereich, wo die Forstwirtschaft und Holzindustrie wesentliche Faktoren im Wirtschaftsleben darstellen, nicht vernachlässigt werden“ (FE-Operat 1972).

Gegensätze zwischen Holzproduktion und Nationalparkgestaltung wurden für gering gehalten, denn „Naturnah aufgebaute und gemischte Bestände entsprechen in idealer Weise den forstlichen Forderungen nach

- gesunden, stabilen, leistungsfähigen Waldbeständen,
- Produktion hoher und wertvoller Holzmassen,
- Erhaltung und Verbesserung der Bodenkraft,
- Stärkung der Betriebssicherheit“ (FE-Operat 1972).

Nach dem FE-Plan von 1972 waren für einen Zeitraum von 10 Jahren fast 390 ha Wald zur Abnutzung vorgesehen, d.h. es sollte durch Entnahme von Altbäumen an geeigneter Stelle die natürliche Verjüngung in Gang gesetzt werden. Der Verjüngungsplan betraf insbesondere 148 ha oder 38% der Bergmischwald-Altbestände aus Fichte, Tanne und Buche. Im allgemeinen wurde für diese Bestände ein Verjüngungszeitraum von 40–60 Jahren veranschlagt. Man wollte dadurch die Tanne begünstigen, die im Naturwald ähnlich lange Zeiträume für ihre Verjüngung benötigt. Künstliche Ein-

leitung einer Verjüngung war aber auch für alle anderen vorhandenen Bestandsformen vorgesehen (z. B. Fichten-Reinbestände oder Mischbestände mit Buche). Das durchschnittliche Erntealter der Bäume betrug nach Plan 138 Jahre. Die Vorgabe, sich dabei am physischen Höchstalter der Bäume zu orientieren, das zwei bis dreimal so hoch liegt, wurde dabei bei weitem nicht erreicht.

Insgesamt wurde für die erste 10jährige Planungsperiode ein Pflegesatz von jährlich 55 000 Erntefestmeter festgelegt. Darin enthalten waren Holzanfälle aus Verjüngungs-, Pflege- und Umbaumaßnahmen. In Abweichung von der Planung wurden jedoch tatsächlich im Durchschnitt nur mehr 42 000 fm pro Jahr eingeschlagen. Für die Reduzierung setzte sich maßgeblich das Nationalparkamt ein. Unter seinem Einfluß konnten vor allem geplante Verjüngungsmaßnahmen verhindert werden.

3.5 Beginn der Auseinandersetzung um den geeigneten Weg zum Naturwald

Bereits 1972 wurde der Nationalpark Bayer. Wald in die IUCN-Liste der Nationalparke und vergleichbarer Schutzgebiete aufgenommen, eine Auszeichnung ersten Ranges. Im selben Jahr wurde von der IUCN die 2. Weltkonferenz für Nationalparke einberufen. Man machte sich Gedanken darüber, einen Mißbrauch mit dem Nationalparkbegriff, der weltweit zu einer Art Gütesiegel geworden ist, zu unterbinden. Man stellte fest, daß in verschiedenen Fällen die Integrität der Nationalparke durch die Nutzung des Naturpotentials wie beispielsweise durch Anlagen zur elektrischen Nutzung der Wasserkraft, Abbau von Bodenschätzen und dgl. verletzt wurde. Ausdrücklich wurden in einer verabschiedeten Empfehlung auch die Gewinnung von Nutzholz und Eingriffe in natürliche Abläufe als nicht mit den Zielsetzungen eines Parks zu vereinbarende Fehlleistungen angeprangert. Die IUCN ersuchte dringend alle Regierungen, die Integrität von Nationalparken zu respektieren und umgehend alles zu unternehmen, um den Nationalparken einen vollständigen und dauerhaften Schutz zu gewähren.

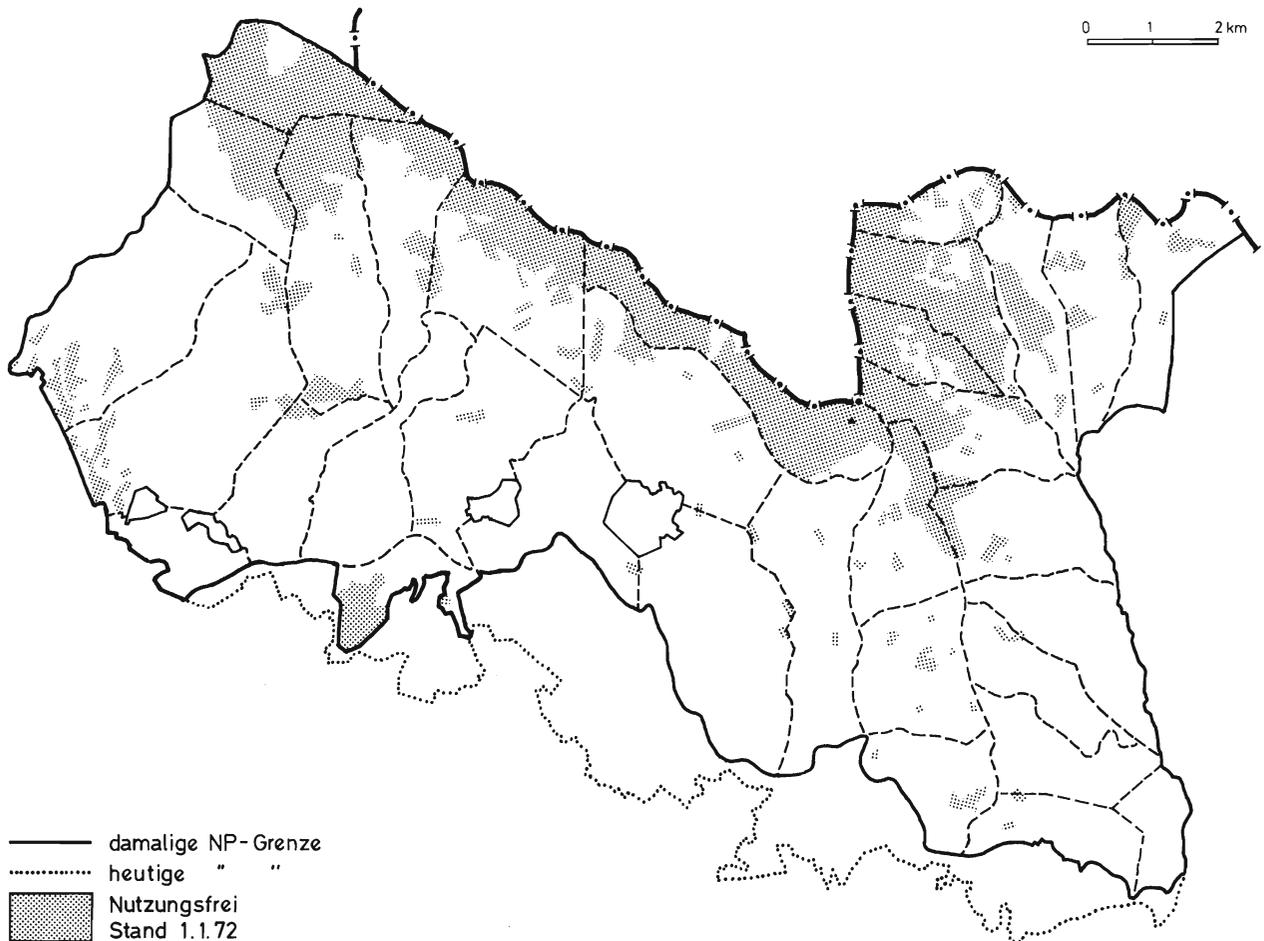


Abb. 9: Karte – nutzungsfreie bzw. -beschränkte Gebiete: Naturschutzgebiete, Schutzwald und Wirtschaftswald außer regelmäßigem Betrieb, Stand 1. 1. 1972

Der offensichtliche Widerspruch zwischen den IUCN-Nationalpark-Definitionen einerseits und der auf Fachplanungen gestützten Holznutzung andererseits war für einige Naturschützer Grund genug, nach einem Ausweg zu suchen. Man benötigte ein Forum, auf dem man frei von allen Zwängen Nationalparkfragen diskutieren konnte. Es sollten Vertreter verschiedener Nationalpark-Zielvorstellungen zu Wort kommen und für die Nationalparkidee (den Schutz einer natürlichen Entwicklung) werben.

Das gesuchte Forum fand man in der Zeitschrift „Nationalpark“, die von bekannten engagierten Naturschützern wie Hubert Weinzierl, dem Fernseh-Journalisten und Buch-Autor Horst Stern (Sendung „Stern’s Stunde“), dem Forstpolitiker Prof. Plochmann und nicht zuletzt dem damaligen Nationalparkamt-Leiter, Dr. Hans Bibelriether, 1974 gegründet wurde.

Schon bald wurde dieses Forum eifrig genutzt. Der Streit um die Vereinbarkeit der Holznutzung mit Nationalparkzielen wurde besonders heftig ge-

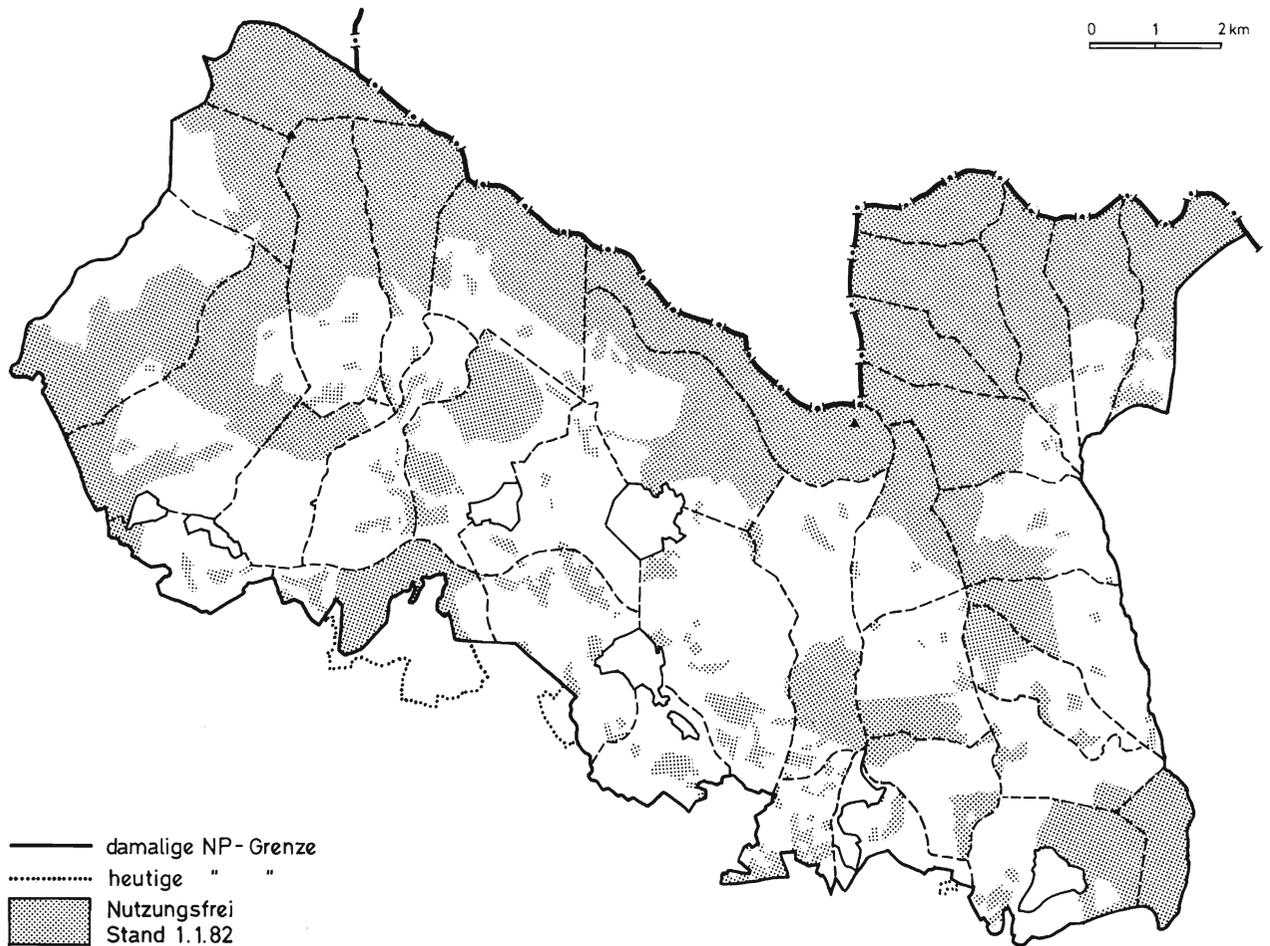


Abb. 10: Karte – Reservate ohne forstliche Nutzung, Stand 1. 1. 1982

führt, als Prof. Haber seine Auffassung dazu im Nationalpark-Entwicklungsplan vorstellte. Anlässlich des 5jährigen Nationalpark-Bestehens berichtete er in der Zeitschrift „Nationalpark“ (H. 3, 1975): „Dabei sieht der vom Verfasser kürzlich erstellte Nationalpark-Entwicklungsplan ausdrücklich – und entgegen einer streng ökologischen Nationalpark-Auffassung – vor, daß im Nationalpark Bayerischer Wald noch eine Menschengeneration Holz schlagen und wirtschaftlich verwerten kann, wenn auch nicht unter der Zielsetzung

höchstwertigen Holzertrages, sondern des Versuchs der Rückentwicklung der Wälder zu einem naturnahen Zustand.“ Im Entwicklungsplan selbst schreibt HABER (1976) dazu: „Andererseits ist auch die Ungeduld vieler Naturschützer gegenüber dem Nationalpark Bayer. Wald nicht ganz verständlich. Er muß doch erst zu einem naturnahen Zustand zurückentwickelt werden, was ohne menschliche Eingriffe nicht möglich ist.“ PLOCHMANN (1976) sah die Holznutzung als Schlüsselfrage an. Unter dem Titel „Nationalpark

Bayerischer Wald am Scheideweg“ („Nationalpark“, H. 2/76) diskutierte er eingehend Für und Wider der Holznutzung im Nationalpark. Er forderte umgehend, alle Einschläge in alten Beständen zu unterbinden, eine Reduzierung des Nutzungssatzes und – vier Jahre nach Inkrafttreten des Forsteinrichtungswerks – eine neue Planung. Nach seiner Meinung dürften Nutzungen 20, im allerhöchsten Falle 25 Jahre andauern. „Was bis dahin nicht geschafft ist, mag man getrost Mutter Natur überlassen.“ Die Geschichte sollte ihm recht geben.

Eindringlich forderte BIBELRIETHER (1977), daß die Wälder im Nationalpark nicht länger vom Menschen genutzt werden sollen und Verarmung und Veränderung aufgehalten werden. „Es sollen wieder Wälder heranwachsen, in denen die Naturgesetze regieren. ... Wir sind nicht Herrn der Natur, sondern ihr Teil.“ Bäume sollten wieder alt werden dürfen, eines natürlichen Todes sterben und so den Kreislauf des Lebens schließen.

Noch aber war es nicht soweit. WALDHERR (1980) verteidigte anlässlich des 10-jährigen Nationalpark-Jubiläums die Waldpflege insbesondere auch aus Naturschutzgründen. Zwischen 1971 und 1979 wurden auf 1870 ha Maßnahmen zur Bestandsverjüngung, d.h. Eingriffe in Altbestände, aber keine Abnutzungen durchgeführt. Der Vorrat dieser Bestände sei durch diese Maßnahmen nur um 4% gesunken, die Tendenz der Schichtenausbildung aber gestärkt worden. Durch diese Art der Waldpflege könnten neue ökologische Nischen geschaffen und damit mehr Lebensräume für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten geboten werden.

Für den Publizisten und Naturschützer Horst Stern war der gestaltende Naturschutz der 70er Jahre nur ein besser klingendes Wort für Forstwirtschaft. In einem Trinkspruch zu den 10-Jahres-Festlichkeiten wurde er sehr deutlich: „Laßt uns endlich ehrlich miteinander umgehen. Laßt uns nicht von Naturschutz reden, wenn Holz gemeint ist.“ Er wollte den Förstern ins Zeugnis schreiben: „Über großer Fleiß in den Fächern Holzeinschlag und Waldbau waren dem Klassenziel – ein ökonomischer naturbelassener Wald – abträglich. Es gibt

deutliche Leistungsmängel im ökosystemischen Denken. Die Versetzung in die nächste Zehn-Jahres-Klasse erfolgt nicht ohne Bedenken. Zu größerer Anstrengung im forstlichen Nichtstun wird geraten“ (STERN 1980).

3.6 Die Planung für die 80er Jahre

Bei den 1980 anlaufenden Vorbereitungen zur neuen Waldpflegeplanung verfolgte das Staatsministerium das Ziel, grundsätzlich auf den waldbaulichen Zielsetzungen der Planung von 1972 aufzubauen. Als verbindliche Vorgabe bezog man sich, wie bereits 1972 auf den Nationalpark-Gründungsbeschluß des Bayerischen Landtags vom 11.6.1969, den Wald weiterhin naturgemäß zu pflegen und die Holznutzung fortzusetzen, diese aber den Erfordernissen des Nationalparks unterzuordnen.

Mitarbeiter der „Arbeitsgruppe Wald“ des Bundes Naturschutz wurden eingeladen, gemeinsam mit Vertretern des Staatsministeriums und der Nationalparkverwaltung bei einem Waldbegang nach Möglichkeit Grundsätze für die neue Waldpflegeplanung vorabzustimmen.

Zentraler Diskussionspunkt war, welche Kriterien für die Ausweisung von Hiebsruhebeständen gelten sollten. Besonders bei älteren Beständen sollte geprüft werden, ob sie noch gepflegt werden müssen.

Entscheidungsvorschläge dazu sollte eine ökologische Wertanalyse erbringen, mit der Prof. Ammer von der Forstlichen Fakultät der Universität München beauftragt wurde. Weiterhin wurde der Pflanzensoziologe Prof. Seibert um ein Gutachten zur potentiell natürlichen Vegetation gebeten. Zur Klärung des Bedarfs der ortsansässigen Holzindustrie erstellte Prof. Kroth, Vertreter der Fachrichtung Betriebswirtschaftslehre, ein Gutachten.

Aufgabe der ökologischen Wertanalyse war es, die Waldbestände des Nationalparks sorgfältig nach ihrer Naturnähe, Seltenheit und Strukturvielfalt zu überprüfen. Auch Kleinstrukturen (Felspartien, Naßstellen, Moore etc.) wurden erfaßt und in die ökologische Bewertung mit einbezogen. Das Krite-

rium der Naturnähe sollte vor allem Informationen liefern, inwieweit Baumarten und Bodenvegetation eines Bestands der ursprünglichen Vegetation entsprechen.

Der Indikator Seltenheit bezog die Repräsentanz von Bestandsform und Bodenflora, aber auch Pflanzenarten der Roten Liste mit in die Bewertung ein.

Strukturvielfalt (v. a. vertikale Schichtung, horizontale Differenzierung und Artenvielfalt) wurde schließlich als Maß für ökologische Stabilität angesehen.

Die Wertanalyse selbst umfaßte neun Klassen mit abgestufter Wertigkeit. Den höchsten ökologischen Wert repräsentierte die Stufe 9, die darunterliegenden Stufen entsprechend geringere Wertigkeiten. Ergebnis dieser Einstufung war, daß 45% aller Waldbestände den Wertklassen 7–9 und weitere 50% zu den Klassen 4–6 gehörten. Nach Meinung des Gutachters liegt dieses Ergebnis weit über den durchschnittlichen Verhältnissen des Landes.

Neben der Einreihung der Wälder nach ihrer ökologischen Wertigkeit war auch zu prüfen, welche Bestände in ein Reservat (innerhalb des Nationalparks) eingebracht und damit für immer einer Holznutzung entzogen werden sollten. Es war Ziel, ökologisch wertvolle Bestände der Klassen 7–9 möglichst miteinander zu vernetzen, auch wenn dadurch weniger hochwertige Waldbestände in das Reservat mit einbezogen wurden. Zur Erleichterung des politischen Abstimmungsprozesses wurden drei Reservatsflächeneinteilungen unterschiedlicher Gesamtgröße vorgeschlagen. Prof. Ammer betonte ausdrücklich, daß sich seine Vorschläge nur auf den Zeitabschnitt bis etwa 1990 beziehen. Danach sollten die Reservate weiter vergrößert werden.

Die Ergebnisse der universitären Gutachten gingen mit den Erhebungen der Forsteinrichtung in eine integrierte Gesamtplanung ein. Die Forsteinrichter hatten den Auftrag, bestandsweise drei Varianten für Pflegesätze herzuleiten, um ausreichend Spielraum für eine spätere Entscheidung zu geben, die jeweils mehr auf die Belange des Naturschutzes

oder der Holzindustrie abgestellt werden konnte. Dabei wurden folgende Begründungen für die einzelnen Varianten aufgeführt:

- Der Pflegeansatz mit dem geringsten Volumen resultierte aus Pflegemaßnahmen, deren Unterlassung die bisherige Einbringung und Erhaltung besonders gefährdeter Baumarten, wie Tanne, in Frage stellen würde.
- Der mittelgroße Pflegeansatz sollte die Überführung der vorhandenen Bestockung in möglichst naturnah aufgebaute Bestände beschleunigen. Mischung, Stufigkeit und Kronenausformung sollten erhalten und verbessert werden. Bei Verjüngungsbeständen war Ziel, die notwendigen Mischbaumarten, insbesondere der Tanne, durch vorsichtige Entnahme von Altbäumen voranzuverjüngen und die kleinflächige Altersdifferenzierung zu verbessern.
- Der Pflegeansatz mit dem größten Holzanfall verfolgte dieselben Ziele wie der mittelgroße Ansatz, sollte jedoch so bemessen sein, daß die Eingriffe ohne Gefährdung der langfristigen Ziele der Nationalparkplanung möglich sind.

Die Ziele der Waldpflege als Mittel des gestalten- den Naturschutzes hatten sich gegenüber der 10 Jahre davor liegenden Planung kaum verändert. Die damit befaßten Forstleute hatten ein festgefügtes Bild, wie ein naturnaher Wald aussieht, und mit welchen Verfahren Bestände mit naturfernen Strukturen in naturnahe Wälder umzuwandeln seien. Man führte Berechnungen aus, wie lange es jeweils dauern würde, bis man bei unterschiedlich starken Pflegeeingriffen den im Vegetationsgutachten ermittelten „natürlichen“ Vorrat von 550 fm/ha erreicht.

Durch die Ökologische Wertanalyse wurden viele Altbestände in Reservate eingereiht, die vor jeglichem forstlichen Eingriff zu bewahren sind (Abb. 10). Der Bayerische Landtag entschied sich nach Beratung der vorgelegten Planungen im Frühjahr 1983 für die Variante mit dem mittelgroßen Pflegeansatz von 28 000 fm pro Jahr. Gleichzeitig wurden 6400 ha Wald, das entspricht ungefähr der Hälfte aller Waldflächen im Nationalpark, als strikte Reservate geschützt. Im Vergleich zu den Anfang

der 70er Jahre ausgewiesenen Schutzflächen (Abb. 9) war dies ein gewaltiger Schritt in Richtung internationaler Zielsetzung für Nationalparke: Schutz der natürlichen Entwicklung. Aber nicht nur das. Der Nationalpark Bayerischer Wald wurde damit mit Abstand zum größten streng geschützten Waldreservat Mitteleuropas. Urwaldreste in Österreich, Jugoslawien, sowie dem heutigen Tschechien und der Slowakei sind von der Fläche her um ein Vielfaches kleiner.

3.7 Sturmwürfe und ihre Auswirkungen

Wenige Wochen, nachdem die Entscheidung für die Ausdehnung der Reservatsbestände getroffen war, wurde sie auf eine harte Probe gestellt. Am 1. August 1983 überquerte eine Gewitterfront mit starken Sturmböen den Nationalpark. Im Westteil wurden Bäume mit insgesamt 31 000 Kubikmeter Holz zu Boden geworfen, davon rund 20 000 Kubikmeter im Reservatsgebiet. Sollte Holz mit einem Wert von über zwei Millionen Mark am Boden verfaulen dürfen? Staatsminister Dr. Eisenmann beriet sich mit Fachleuten des Nationalparkbeirates eingehend vor Ort. Bei der Besichtigung einer bereits 1972 entstandenen Windwurflücke in der Nähe der Graupsäge überraschte die Betrachter die zwischenzeitlich aufgewachsene dichte, über mannshohe Verjüngung aus verschiedenen Baumarten (s. Fotos 3 und 4). Tief beeindruckt davon fällt Dr. Eisenmann seine für den Nationalpark so bedeutende Entscheidung: „Ein Urwald für unsere Kinder und Kindes Kinder!“ Nach dem klaren Ja für das freie Wirken der Natur durfte sich in den Nationalparkwäldern auch nach Extremereignissen wie Sturmwürfen die natürliche Entwicklung fortsetzen. Für die Anhänger des gestaltenden Naturschutzes erforderte dies ein weiteres Umdenken. Es gibt keinen Endzustand einer natürlichen Waldentwicklung, jede Entwicklung ist fortdauernd. Wie langfristige Untersuchungen in benachbarten Ländern zeigen, können auch Urwälder „Opfer“ von Sturmwürfen werden. Natürlich oder naturnah sind deshalb nicht nur mehrschichtig aufgebaute, vorratsreiche Waldbestände, sondern auch Wind-



Foto 3: 1972: In der Nähe der Graupsäge entsteht durch Windwurf eine Lücke im Wald. (Foto: Bibelriether)



Foto 4: 1983: An der gleichen Stelle haben sich verschiedene Baumarten natürlich eingefunden: der Boden ist begrünt. Staatsminister Dr. Hans Eisenmann zeigte sich von der vom Menschen unbeeinflussten Wiederbewaldung tief beeindruckt. Vor Ort fällt er die für den Nationalpark so wichtige Entscheidung: „Ein Urwald für unsere Kinder und Kindes Kinder!“ (Foto: Bibelriether)

wurfflächen, auf denen sich Jungwald nach und nach einstellt (vgl. JEHL 1995, SCHERZINGER 1995).

Es wurde deshalb gefragt, ob es großen Sinn macht, gestaltenden Naturschutz bzw. Waldpflege zu betreiben mit dem Ziel forstlich monoton geprägte Wälder in strukturreiche „naturnahe“ Bestände umzuformen. Niemand kann vorhersehen, wann und in welchem Ausmaß die Natur sich verändert, wann und wo der Wald sich selbst umbaut.

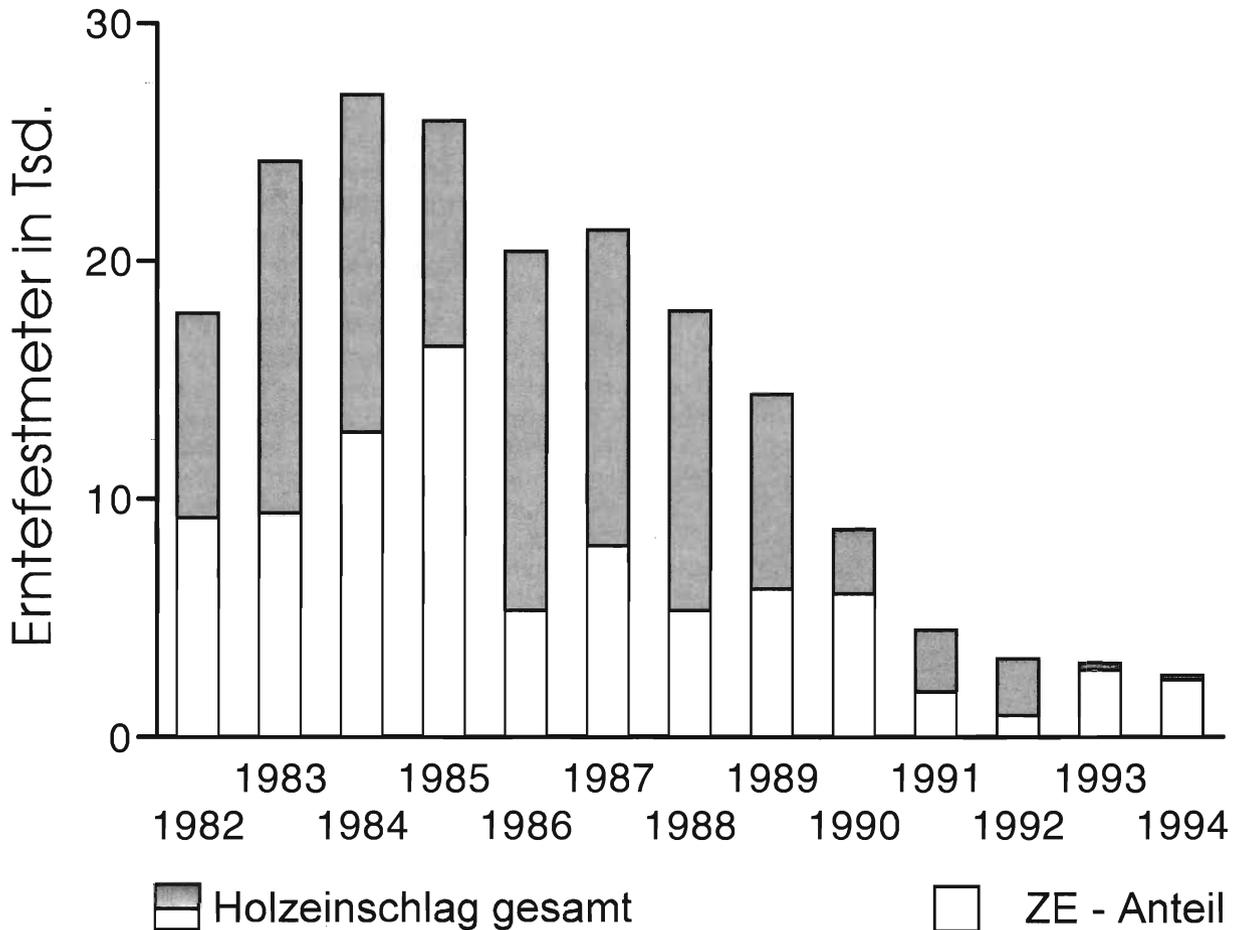


Abb. 11: Holzeinschlag im Nationalpark zwischen 1982 und 1994 (ZE = „Zufällige Ergebnisse“, vor allem Nutzungen infolge Borkenkäferbefalls außerhalb der Reservate bzw. im Randgebiet zu benachbartem Privatwald)

Nach einem zweiten größeren Sturmwurf im Herbst 1984 wurden konsequenterweise Holznutzungen außerhalb der Reservate bis 1994 (s. Abb. 11) weiter reduziert, der Anteil planmäßiger Einschläge im Vergleich zur vorgegebenen Gesamtnutzung wurde immer geringer.

Die Gewalt der Stürme traf nicht nur Nationalparkwälder, die seit Beginn geregelter Forstwirtschaft vor 150 Jahren immer wieder nutzungstechnisch optimiert wurden. Gerade Wirtschaftswälder in der

näheren und weiteren Umgebung wurden im letzten Jahrzehnt von mehreren Stürmen („Wiebke“ 1990) heimgesucht, es kam zu wirtschaftlichen Katastrophen. Als Folge davon war das Angebot an aufgearbeitetem Nutzholz übergroß, der Holzmarkt mehr als gesättigt. So betrachtet, führte die Rücknahme planmäßiger Einschläge im Nationalpark zu einer Entlastung des Holzmarkts. Auf Einnahmen angewiesene Waldbesitzer der Umgebung konnten ihr Holz besser vermarkten.

Die im Nationalpark zu verzeichnenden „zufälligen Ergebnisse“ der letzten 10 Jahre setzen sich vor allem aus kleineren Anfällen von Windwurfhölzern und von Borkenkäfern befallenen Bäumen zusammen, die im 500-m-Randgebiet zu benachbarten Privatwäldern aufgearbeitet wurden. Nach einem Gutachten des Münchener Forstzoologen Prof. Schwenke verhindert ein 500 m breiter Streifen entlang der Nationalpark-Außengrenzen, in dem vom Borkenkäfer befallene Fichten aufgearbeitet werden, ein Übergreifen des Käferbefalls auf benachbarte Wirtschaftswälder. Jährlich fielen und fallen außerdem in geringem Umfang Holzmengen an, die aus Maßnahmen der Verkehrssicherung entlang öffentlicher Straßen, markierter Wanderwege und stark frequentierter Besuchereinrichtungen stammen.

Mit einer Verzögerung von zwei bis drei Jahren nach den Stürmen 1983/84 wurden sturmgeschwächte Fichtenwälder massiv von Borkenkäfern (*Ips typographus*) befallen. Das streifen- und saumweise Absterben älterer Fichten um die Windwurfflächen und die Entstehung aufrechter Baumleichen kann auch als Folge der Stürme gewertet werden. Darüber berichten die Beiträge von STRUNZ (1995) und SCHOPF/KÖHLER (1995).

Wie angesprochen, förderten die Stürme auch den weiteren Umdenkungsprozeß über den Sinn waldbaulicher Maßnahmen, des forstlichen Tuns oder Lassens. Es setzte sich immer mehr die Erkenntnis

durch, daß man künstlich nicht mehr Natur schaffen kann. Über mehrere Jahre hinweg wurde der Entwurf einer Verordnung über Ziele und Aufgaben des Nationalparks Bayerischer Wald diskutiert. Am 21. Juli 1992 wurde diese Verordnung von der Bayerischen Staatsregierung mit Zustimmung des Bayerischen Landtags verabschiedet. Nach über 20jährigem internem und externem Ringen zwischen gestaltendem Naturschutz und dem Prinzip „Natur Natur sein lassen“ war der Schutz natürlicher Abläufe im Nationalpark rechtlich gesichert: Hauptzweck des Nationalparks ist es, natürliche und naturnahe Waldökosysteme zu erhalten und „das Wirken der natürlichen Umweltkräfte und die ungestörte Dynamik der Lebensgemeinschaften zu gewährleisten ...“ (§3 Abs. 1 der Verordnung über den Nationalpark Bayerischer Wald v. 21. Juli 1992).

Die erlassene Rechtsvorschrift entspricht nunmehr den geltenden Zielen und Grundsätzen des Bayerischen Naturschutzgesetzes, sie wird aber auch den IUCN-Empfehlungen für Nationalparke gerecht. Wegen der konsequenten Umsetzung dieser Bestimmungen genießt der Nationalpark Bayerischer Wald im In- und Ausland ein hohes Ansehen. In Anwendung der neuen Nationalparkverordnung gibt es für die nächste Dekade keine „Waldpflegeplanung“ mehr. Die Wälder des Nationalparks wurden in den Jahren 1991/92 nach einem neuen Verfahren in ihrem Entwicklungsstand erfaßt.

Vorstellungen zur natürlichen Waldentwicklung

4 Vorstellungen zu Vorgängen natürlicher Waldentwicklung und Methoden zu ihrer Erfassung

„Ein Urwald für unsere Kinder und Kindeskindern!“ Dieses 1983 von Staatsminister Dr. Hans Eisenmann abgegebene Bekenntnis zur natürlichen Waldentwicklung ist Richtschnur für die jetzigen verantwortlichen und künftigen Mitarbeiter des Nationalparks. Doch was bedeutet dieses Ziel „Urwald“, was ist darunter zu verstehen? Wie unterscheiden sich bewirtschaftete Wälder von Urwäldern? Erst nach Klärung dieser Frage kann abgeschätzt werden, welchen Etappenschritt die Wälder des Nationalparks auf dem Weg dorthin heute schon erreicht haben.

Dazu gilt es geeignete Merkmale zu finden, nach denen der gegenwärtige und künftige Entwicklungsstand der Wälder objektiv beschrieben werden kann.

4.1 „Urwald“ und „Naturwald“

Durch die mehr als zwei Jahrtausende währende Wandlung Mitteleuropas von einem Naturland zu einem intensivst besiedelten und bewirtschafteten Gebiet gingen Urwälder fast zur Gänze verloren. Folge dieser Entwicklung ist, daß den meisten Leuten jede Vorstellung fehlt, wie ein Urwald in unseren Breiten aussehen könnte. Beim Begriff „Urwald“ denken viele zunächst an einen vom Menschen unberührten tropischen Regenwald mit riesigen Bäumen, kaum durchdringbarem Unterholz mit vielen stehenden und liegenden Baumleichen. Dieses Modell läßt sich nicht allgemein auf die Urwälder der gemäßigten Klimazone übertragen. Hier können im Gegensatz zu den Tropen öfters reine oder nur mit wenigen Baumarten gemischte, auch gleichförmige und einschichtige Bestände einen Urwald bilden.

Streng genommen sind Waldbestände nur dann unter dem Begriff „Urwald“ einzureihen, wenn sie auf größerer Fläche von jeglicher menschlicher Einflußnahme unberührt sind. Hält man an dieser strengen Definition fest, gibt es heute zumindest



Foto 5: Gedenkreilief von Staatsminister Dr. Hans Eisenmann in dem nach ihm benannten Informationszentrum bei Neuschönau. Durch seine Entscheidung „Ein Urwald für unsere Kinder und Kindeskindern!“, die Wälder des Nationalparks dem natürlichen Werden und Vergehen zu überlassen, hat er für Mitteleuropa ein bis dahin beispielloses Ziel vorgegeben. (Foto: Rall)

auf der nördlichen Hemisphäre in den gemäßigten Breiten keine Urwälder mehr. Auch ohne jede forstwirtschaftliche Nutzung sind hier Wälder von den Luftverunreinigungen der Industrienationen betroffen, die in den meisten Fällen Wirkungen auf die Entwicklung der Wälder zeigen. Stichworte wie „Saurer Regen“, „Stickstoffübersättigung“ oder (vom Menschen gemachte) „Klimaveränderung“ deuten diese Problematik an. Im folgenden wird eine solche strenge Definition der Unberührtheit

beim Urwaldbegriff nicht weiter verwendet, auch wenn die Einflußnahme auf Wälder über die menschlich bedingten Veränderungen der Atmosphäre ganz erheblich sein kann.

Unter dieser Einschränkung wird im Sinne von LEIBUNDGUT (1982) der Begriff *Urwald* auf ausgedehnte Waldkomplexe bezogen, „deren Standorte, Vegetation, Baumartenmischung und Aufbau seit jeher ausschließlich durch natürliche Standort- und Umweltfaktoren bedingt wurden.“ Ein Urwald besteht somit nicht allein aus seit jeher holznutzungsfreien Waldbeständen, sondern aus einem in jeder Hinsicht natürlichen Waldbeziehungsgefüge. Neben einer nach Arten und Anzahl natürlichen Pflanzen- und Tierwelt ist eine derart große Flächenausdehnung erforderlich, daß sich im Innern des Waldes die Einflüsse der durch den Menschen geprägten Umgebung verlieren.

Urwälder, welche all diese Voraussetzungen erfüllen, sind in Mitteleuropa nicht mehr vorhanden. Es gibt lediglich noch bis zu mehreren hundert Hektar große Urwaldreste oder -reservate (v. a. in Österreich, Tschechien und der Slowakei), in denen Forscher unbeeinflusste Waldstrukturen studieren und natürliche Abläufe beobachten können.

Aus heutiger Sicht ist nicht abzusehen, ob und bis wann sich die Wälder des Nationalparks zu einem Urwald nach obiger wissenschaftlicher Definition zurückentwickeln können. Mit einer anderen Definition läßt sich die Entwicklung im Nationalpark treffender beschreiben:

Wälder, die nach Aufgabe forstlicher Bewirtschaftung oder anderweitiger Nutzungen der natürlichen Entwicklung überlassen bleiben, bezeichnet man als *Naturwald*. Das ist „Wald, der ausschließlich aus einer rein natürlichen Vegetationsabfolge hervorgegangen ist, der zumeist noch Merkmale früherer menschlicher Einwirkungen erkennen läßt oder auf Neuland, Brachland oder nicht mehr genutzten Flächen entstanden ist“ (LEIBUNDGUT 1978, zitiert nach BROGGI & BUFFI 1995).

Demnach befinden sich Wälder des Nationalparks auf dem Weg zum Naturwald. In der Umgangssprache wird jedoch kaum zwischen den Begriffen Urwald und Naturwald unterschieden.

4.2 Wachstumsprozesse – Entwicklungsstadien

Nach zahlreichen Untersuchungen in Urwaldrelikten Mitteleuropas sind die Wälder kleinflächig abwechselnd unterschiedlich strukturiert. Die mosaikartige Flächenstruktur mit Ausdehnungen von wenigen Baumängen je Struktureinheit unterscheidet sich auffallend zu Flächengrößen regulär bewirtschafteter Waldbestände. Kräfte der Selbsterneuerung, die unterschiedlichen Lebensraumansprüche einzelner Baumarten und ihre Konkurrenzkraft führen diese Strukturen und deren ständigen Wandel herbei. Mal erfolgt dieser unmerklich langsam, bald sehr schnell oder sogar unvermittelt abrupt. Diese Dynamik der Veränderungen ist jedoch keinesfalls chaotisch. Vom Baumbestand her lassen sich verschiedene Lebensphasen von Baumgruppen gleichartiger Struktur in näher beschreibbare Waldentwicklungsphasen oder -stadien einteilen. Erstmals verwandten die Waldbauprofessoren Leibundgut und Mayer die Zustandsbeschreibung nach Entwicklungsphasen, d. h. nach dem Erscheinungsbild von Waldbeständen, die diese in verschiedenen Lebensstadien durchlaufen. Die von den Urwaldforschern bislang nur auf Kleinflächen angewandte Methode wurde mit entsprechender Anpassung bereits 1983–1986 im Nationalpark Berchtesgaden für die Darstellung des Entwicklungszustands von Wäldern auf rund 8000 ha erfolgreich angewandt (RALL 1990). Es lag deshalb nahe, diese erprobte Erfassungs- und Kartierungsmethode, etwas abgeändert auf die Verhältnisse im Nationalpark Bayerischer Wald, dort wiederzuverwenden.

4.3 Wiederkehrende Entwicklung

Aufbau oder Abbau von Biomasse kennzeichnen beim Wald wie bei vielen anderen Tier- und Pflanzenpopulationen die lebensalterabhängigen Entwicklungsstadien.

Bei ungestörten Entwicklungsabläufen im Wald gibt es neben Phasen der Biomasseanhäufung auch solche des Biomasseabbaus. Dieser Vorgang

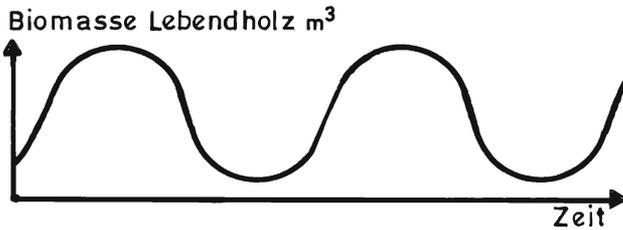


Abb. 12: Auf- und Abbau von Biomasse (Holz) im Zeitablauf

gleichet einer wellenförmigen Auf- und Abbewegung, wie Abb. 12 sie schematisch darstellt. Im Urwald produzieren Bäume bis zu ihrem natürlichen Tod ständig Holz, das sie an sich selbst, an ihren eigenen „Körper“ anlegen. In der Baumgesellschaft Wald sterben mit zunehmendem Alter je Flächeneinheit (z. B. ha) mehr und mehr Bestandsglieder ab, d. h. der Zuwachs an Holz pro Flächeneinheit sinkt. Letztendlich wird der Vorrat an Lebendholz abgebaut. Der natürliche Bestandsalterungsprozeß wird in der Regel durch eine Phase

der Verjüngung „abgefangen“, d. h. durch das Keimen junger Bäumchen unter den Altbäumen sprichwörtlich „unterlaufen“: In der Jungbaumschicht wird schon wieder etwas Holzmasse produziert, während in der Oberschicht der (noch) lebenden Altbäume der Zuwachs je Flächeneinheit nachläßt.

Im Urwald kann es aber auch vorkommen, daß Verjüngung unter der absterbenden Bestandsoberschicht aus irgendwelchen Gründen ausbleibt (= Zerfallsstadium). Auch ein abruptes Absterben der Oberschicht (z. B. durch Sturmwurf oder Borkenkäferbefall) kann dazu führen, daß auf diesen Flächen gar keine oder nur wenige junge Bäume zu finden sind, es entstehen natürliche Freiflächen (= unbestockt bei liegendem Totholz, = Mortalstadium bei stehendem Totholz). Je nach Standortverhältnissen können unterschiedlich lange Zeitspannen vergehen, bis wieder ein Jungwald entsteht (vgl. JEHL 1995).

In bewirtschafteten Wäldern versucht man einen solchen Rückgang der Biomasse, der sich negativ

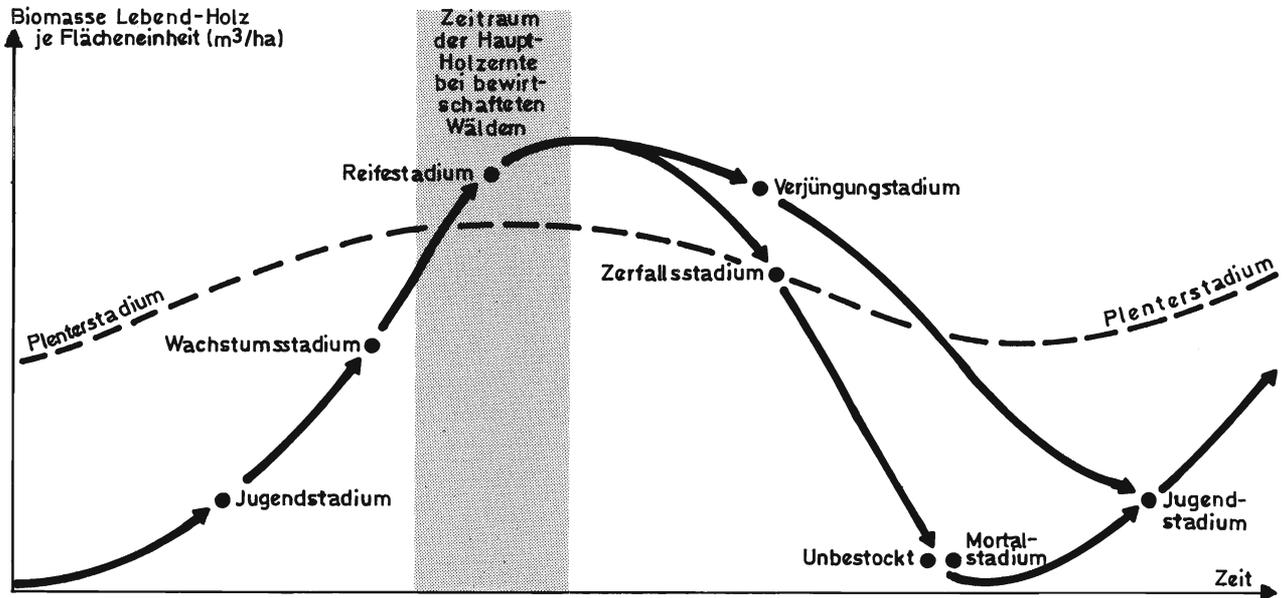


Abb. 13: Schematisierter Entwicklungsablauf in Wäldern

auf den wirtschaftlichen Ertrag auswirkt, mit allen Mitteln zu verhindern. Hier liegt der Hauptunterschied zur natürlichen Entwicklung in Urwäldern. Wie das Schema in Abb. 13 verdeutlicht, wird bei bewirtschafteten Wäldern planmäßig der natürliche Entwicklungsgang spätestens an der Stelle unterbrochen, an der die Biomasse „Lebend-Holz“ nicht mehr größer wird, die Biomasse je Flächeneinheit zu sinken droht.

Bei Anwendung des Kahlschlags wird die Biomasse in einem Zug entnommen, d. h. auf Null zurückgesetzt. Anschließend wird gepflanzt, das Jugendstadium in kurzer Zeit erreicht.

Bei anderen naturnäheren Verfahren wird durch Entnahme einer größeren Zahl von Stämmen vorzeitig die Voraussetzung für ein Verjüngungsstadium herbeigeführt. Bleibt die natürliche Verjüngung aus oder kommt sie nicht ausreichend im beabsichtigten Baumartenverhältnis an, wird auch hier nachgepflanzt. Der Altbestand wird geräumt.

Vorkommen von Zerfallsstadien, Mortalstadien oder unbestockter Flächen sind in Wirtschaftswäldern nicht gewollt. Im Umkehrschluß läßt sich sagen, daß das Vorhandensein dieser Stadien ein Merkmal natürlicher Waldentwicklung ist.

Einen Sonderfall stellen Plenterwälder oder Plenterstadien dar, deren Strukturelemente, Baumhöhen, -alter und -durchmesser auf kleiner Fläche stark gemischt sind. Ein Plenterstadium ist gleichsam ein beständiges Verjüngungsstadium mit mehreren Zwischenschichten, die aus sukzessiv emporgewachsenen Jungbäumen bestehen. Der Schwankungsbereich der Biomasse, d. h. des Volumens des Lebendholzes, ist im Gegensatz zur zeitlichen Abfolge „normaler“ Entwicklungsstadien gering.

Verschiedentlich wird die Meinung vertreten, daß Plenterstadien sich von Natur aus auf großer Fläche einstellen. Nach Studien mehrerer Urwaldforscher ist die Verbreitung dieser Stadien jedoch beschränkt und in erster Linie an Bestandsformen gebunden, die mehrere Baumarten mit unterschiedlichen Lebensansprüchen und Wuchsrelationen aufweisen (z. B. „Bergmischwald“ aus Fichte, Tanne und Buche). Weiterhin sind Plenter-

stadien auf Sonderstandorten wie blocküberlagereten Böden mit stark wechselnden Bodentypen und mikroklimatischen Bedingungen zu finden.

4.4 „Klimaxwald“ und „Urwald“

Urwaldforscher stellen sich häufig die Frage, ob Anfangs- oder Übergangsphasen einer natürlichen Waldentwicklung, wie Jugend-, Wachstums-, aber auch Zerfallsstadium überhaupt zum Urwald gerechnet werden sollen. Manche Autoren engen den Urwaldbegriff auf Wälder ein, welche in ihrer Artenzusammensetzung und ihrem Aufbau einem vermeintlichen, standörtlichen und klimatisch bedingten Endglied der natürlichen Waldentwicklung, die Klimax darstellen. Umschrieben werden damit meist Entwicklungsstadien mit hoher Anhäufung an lebender Biomasse wie Reife- oder Plenterstadium mit einer ganz bestimmten Baumartenmischung.

Wie vorher dargestellt, unterliegen Urwaldkomplexe einem stetigen Wandel zu verschiedenen Entwicklungsstadien, oft verbunden mit einem Wechsel der vorherrschenden Baumart. Abgeschwächt gilt dies auch für Plenterstadien. Eine Beschränkung des Ur- oder Naturwaldbegriffs auf ein wie auch immer geartetes „End“-glied, einen Klimaxwald, kann daher nicht akzeptiert werden. Die natürliche Entwicklung von Wäldern erstreckt sich nicht auf einzelne Bestände, Phasen oder Stadien, sondern auf ausgedehnte Waldkomplexe.

Die theoretischen Betrachtungen über die Mindestgrößen mitteleuropäischer Ur- oder Naturwälder, in denen eine Selbsterneuerung im räumlichen Nebeneinander verschiedener Entwicklungsstadien möglich ist, weichen sehr voneinander ab. Oft ist wohl der Wunsch, ein kleines Urwaldreservat unter allen Umständen zu erhalten, maßgeblich dafür, die Größe eines Urwaldrelikts als ausreichend für eine selbständige Entwicklung anzusehen. Dies trifft vor allem für Flächengrößen unter 50 ha zu. Allgemein ist man sich jedoch einig, daß bewaldete Großschutzgebiete wie Nationalparke die besten Voraussetzungen dafür bieten, eine natürliche Entwicklung sicherzustellen.

4.5 Totholz

Das Vorhandensein von totem Holz in stehender oder liegender Form ist charakteristisch für Wälder, die forstlicher Nutzung entzogen und der natürlichen Entwicklung überlassen bleiben. Nach dem skizzierten Schema in Abb.13 entsteht es in geringerem Maße in Entwicklungsstadien der linken Kurvenhälfte, in der ein Anstieg an Lebendholz-Masse zu registrieren ist. In hohem Maße fällt dagegen starkes Totholz an, wo ein natürlicher Zerfall bei Altbäumen einsetzt (rechte Kurvenhälfte).

Die Menge vorgefundenen Totholzes ist deshalb ein indirektes Zeichen, in welchem Umfang natürliche Entwicklung in ehemals bewirtschafteten Beständen eingesetzt hat. Allerdings kann liegendes Totholz auch noch aus Zeiten einer Bewirtschaftung stammen, in denen Bäume im Rahmen von Durchforstungsmaßnahmen zwar umgeschnitten wurden, aber im Bestand liegen geblieben, da sie wirtschaftlich nicht zu verwerten waren. Dieser Umstand kann somit zu einer Verfälschung des Indikationswerts von Totholz führen.

Ein weiterer Indikator ist der Zerfallsgrad von Totholz. Je höher der Zerfallsgrad, umso länger liegt im allgemeinen die forstliche Bewirtschaftung zurück. Bei der Waldinventur wurde deshalb neben der Aufnahme von Totholz auch dessen Zerfallsgrad erfaßt. Dabei wurden nach einem Schema bei stehendem und liegendem Totholz jeweils fünf Zerfallsgradstufen unterschieden (s. Abb.14).

4.6 Aufnahmeverfahren

Die Waldzustandserhebung über Entwicklungsstadien wurde für geeignet befunden, den Übergang der überwiegend forstwirtschaftlich geprägten Wälder des Nationalparks zu naturnahen Strukturen zu dokumentieren.

Bei dieser Dokumentation gilt es, zweierlei Verfahren zu unterscheiden:

A) Stichprobenerhebungen.

Waldbesucher auch ohne forstliche Ausbildung können sich vorstellen, daß es bei einer Waldfläche von knapp 130 km² oder 13000 ha, wie sie

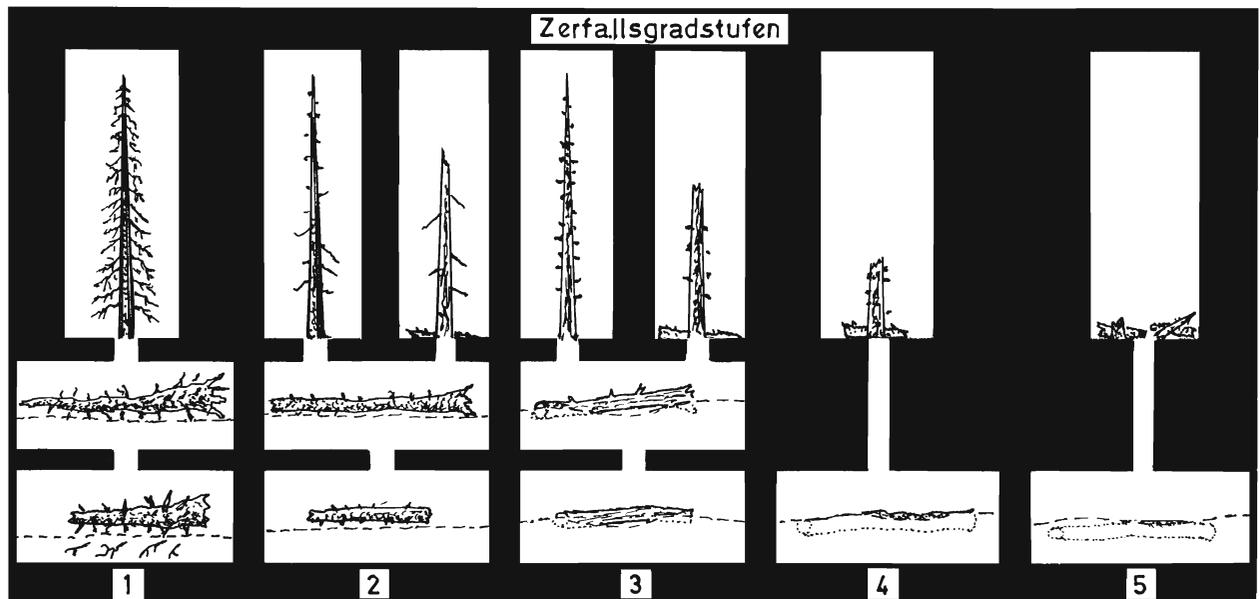


Abb. 14: Zerfallsgradstufen bei stehendem und liegendem Totholz (nach THOMAS 1979)

Tab. 3: Übersicht über besondere Merkmale von Entwicklungsstadien, Ansprachehilfen für den Waldbegang

Fragenabfolge:

0. Ist die Fläche bestockt?	nein: Blöße (unterbestockt), wenn stehendes Totholz vorhanden → MS ja: weiter mit Ziffer 1
1. Entspricht Fläche nach alter Einordnung JP? Stehendes und/oder liegendes Totholz kann vorhanden sein, wenn ja, dieses als Besonderheit einpunktieren	ja: JS nein: weiter mit Ziffer 2
2. Sind auf der Fläche Oberstand und Verjüngung unterscheidbar?	nein: Fallgruppe A ja: Fallgruppe B

	Fallgruppe A: nur Oberstand (ohne Verjüngung)			Fallgruppe B: Oberstand mit Verjüngung	
A1	(lebende) Bestandsglieder räumig (sehr licht). Stehendes Totholz ist von der Menge her weit geringer als Lebendholz →	ZS	B1	lebende Bestandsglieder vereinzelt stehend (ähnlich Überhälter) oder nicht vorhanden und nicht nur vereinzelt stehendes Totholz über spärlicher Verjüngung →	MS
A2	Bestandsglieder räumig (sehr licht). Stehendes Totholz ist von der Menge her weit mehr als Lebendholz →	MS	B2	wenn Bestand mindestens licht geschlossen: Oberstand mittl. BHD < 25 cm	WS
A3	Wenn Bestand mindestens licht geschlossen: mittl. BHD 8–25 cm →	WS	B3	Oberstand mittl. BHD > 25 cm und einschichtig über Verjüngung →	VS
A4	mittl. BHD > 25 cm und ein- oder zweifache Höhenschichtung →	RS	B4	Oberstand mittl. BHD > 25 cm und mind. zweischichtig über Verjüngung	PS
A5	mittl. BHD > 25 cm und mind. dreifache Höhenschichtung →	PS			

Abkürzungen:

JS = Jugendstadium, RS = Reifestadium, ZS = Zerfallsstadium

JP = Jugendpflege

VS = Verjüngungsstadium, MS = Mortalstadium

PS = Plenterstadium, WS = Wachstumsstadium

(Größe der zu beurteilenden Fläche gleichen Charakters > 0,1 ha)

der Nationalpark aufweist, nicht möglich ist, jeden einzelnen Baum zu vermessen. Der Aufwand für ein solches Unterfangen wäre unangemessen hoch, nur um nähere Informationen über Waldstrukturen zu bekommen. Wie bei den meisten Wirtschaftswäldern wurde deshalb die Waldinventur 1991 im Nationalpark Bayerischer Wald mit Hilfe von Stichproben durchgeführt, die in einem

gleichmäßigen Raster von 200 mal 200 Meter im Gelände eingemessen wurden. Die Stichprobenmittelpunkte wurden dauerhaft verpflockt, so daß sie für Wiederholungsaufnahmen oder auch für Inventuren zu einem anderen Zweck wieder auffindbar sind.

Etwas vereinfacht ausgedrückt repräsentiert jede Stichprobenfläche von 500 m² Größe eine tatsäch-

liche Fläche von 4 ha. Dies bedeutet, daß die auf jeder Stichprobenfläche vorgefundenen Baummerkmale und Waldstrukturen auf die 80fache Fläche hochgerechnet werden. Es versteht sich von selbst, daß solche Hochrechnungen für die Gesamtfläche kaum den exakten „wahren“ Wert treffen, jedoch in aller Regel genügend gesicherte Aussagen über Waldstrukturen liefern und im Vergleich zu vorangegangenen Inventuren Entwicklungen aufzeigen können.

Auf den Stichprobenflächen wurden Einzelbäume nach Durchmesser und Höhe vermessen sowie ihr Alter bestimmt. Nach einem speziellen Rechenprogramm ließen sich aus den erhobenen Werten stichprobenbezogenen Entwicklungsstadien ableiten. Zusätzlich wurden außer den bereits erwähnten Totholzdaten je Stichprobe auch Stockanzahlen, Bedeckungsgrade der Bodenvegetation sowie einige Biotopdaten, wie z. B. Baumhöhlen erfaßt. Diese Zusatzdaten können als örtliche Weiser für den Beginn oder das Fortschreiten natürlicher Entwicklung dienen.

B) Waldbegang mit Entwicklungsstadienkartierung. Mit einer Stichprobeninventur allein könnte noch keine Waldkarte erstellt werden, in der die Verteilung von Entwicklungsstadien unter Einbindung topographischer Angaben flächenscharf dargestellt wird. Dazu wurden 1992 alle Waldflächen des Nationalparks von geschulten Fachleuten begangen. Einzelne Ansprachemerkmale für die Kartierung der Wälder nach Entwicklungsstadien sind in Tab. 3 aufgezeigt.

Sowohl mit einer stichprobenbezogenen Bestimmung als auch mit einer flächenhaften Kartierung lassen sich Waldentwicklungszustände gut beschreiben. Die Ergebnisse beider Erhebungsverfahren sind wegen ihres verschiedenen methodischen Ansatzes nicht völlig identisch. Die Flächenkartierung vermittelt einen zusammenfassenden und damit generalisierenden Überblick (s. beigefügte Waldkarte 1 : 25000, Originalmaßstab 1 : 10000). Stichprobenbezogene Auswertungen erlauben dagegen einzelbaumbezogene Aussagen. Zur Darstellung wichtiger Ergebnisse (Kap. 5) wurden beide Verfahren herangezogen.

Die Wälder heute

5 Heutige Waldstrukturen und Schwerpunkte natürlicher Entwicklung

5.1 Gesamtergebnisse der Waldaufnahme 1991/92

5.1.1 Waldflächen

Zum Stichtag der Waldinventur (1.1.1993) betrug die Nationalparkfläche rund 13 160 ha. Auf 97% oder 12 780 ha wachsen Wälder (= Holzboden). Gegenüber der letzten Inventur vor 10 Jahren hat sich diese Fläche um 305 ha erhöht. Die Waldvermehrung ist zum Teil auf den Grunderwerb im vergangenen Zeitraum zurückzuführen. Zu einem beachtlichen Teil wurden aber auch früher dem Forst- und Jagdbetrieb dienende Flächen, wie z. B. Forststraßen und Holzlagerplätze, Waldwiesen und Wildäcker, aufgelassene Kiesgruben und Forstpflanzgärten, nach aktiver Renaturierung oder infolge natürlicher Sukzession teilweise oder ganz wieder mit Waldbäumen bestockt.

5.1.2 Waldentwicklungsstadien

Die beigegegebene Karte (Umschlagtasche) der Waldentwicklungsstadien vermittelt deutlich, daß die verschiedenen Entwicklungsstadien in der Regel in größer zusammenhängenden Flächen auftreten. Eine kleinflächige, mosaikartige Struktur der Entwicklungsstadien, wie sie vor allem aus Urwalduntersuchungen der Bergmischwaldregion bekannt ist, findet man nur ganz vereinzelt. Der Einfluß einer fast eineinhalb Jahrhunderte dauernden geregelten Forstwirtschaft mit dem Ziel, einen schlagweisen Hochwald mit Altersklasseneinteilung zu schaffen, ist am Kartenbild unverkennbar.

Auf mehr als einem Drittel der Waldfläche des Nationalparks (4389 ha = 34,3%) trifft man Verjüngungsstadien an (Abb. 15). Dies ist nur zum Teil Ergebnis einer natürlichen Entwicklung, wo infolge von Windwürfen, Borkenkäferbefall und Tannensterben ab Anfang der 80er Jahre Lichtstellungen entstanden sind, die in Verbindung mit günstigen

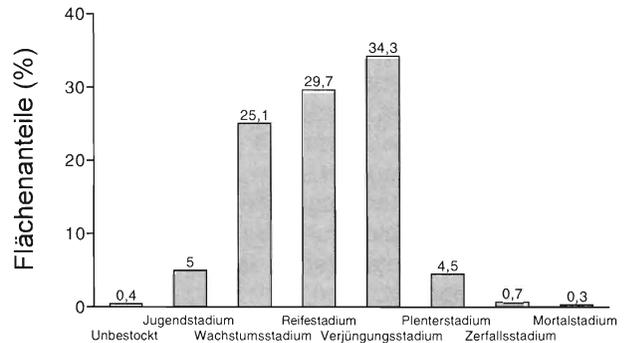


Abb. 15: Flächenanteile der Waldentwicklungsstadien an der Nationalparkfläche in Prozent

Standortsbedingungen eine natürliche Verjüngung ermöglichten.

Verjüngungsstadien sind ebenso durch starke Durchforstungen und durch gezielte Auflichtungen in mittelalten Beständen in der Zeit vor 1983 vorzeitig herbeigeführt worden.

Der relativ hohe Anteil (25,1%) von durchschnittlich 50 Jahre alten Wachstumsstadien ist überwiegend durch größere Nutzungseingriffe der Kriegs- und Nachkriegszeit entstanden.

Die nur gering vertretenen Jugend-, Zerfalls- und Mortalstadien haben einen spezifischen örtlichen Bezug und hinsichtlich ihrer Entstehungsgeschichte einen inneren Zusammenhang. Sie repräsentieren im wesentlichen die Windwurfflächen aus den Jahren 1983/84 und Waldbestände mit anschließendem Borkenkäferbefall. Der geringe Flächenanteil der Jugendstadien (640,3 ha = 5%) spiegelt die Einstellung aktiver Verjüngungsmaßnahmen und insbesondere den Verzicht auf größerflächigen Einschlag von Altbeständen seit Gründung des Nationalparks deutlich wider.

Verjüngungsbestände mit ausgeprägter Stufung (mindestens 3 Schichten) wurden auf einer Gesamtfläche von 574 ha als Plenterstadien kartiert. Derart reichstrukturierte Wälder sind vor allem im „Urwald am Rachelsee“, den Nordhängen des Rachels, ferner in Aufichtenwäldern der Tallagen und in Übergangsmooren anzutreffen.

Zerfallsstadien sowie Flächen mit überwiegend stehendem Totholz (Mortalstadien), die sich beide durch spärliche, bzw. nahezu ganz fehlende Baumverjüngung auszeichnen, sind fast ausschließlich in Höhenlagen oberhalb 1100 m ü.M. anzutreffen. Besonders die ungünstigen klimatischen Verhältnisse der Höhenlagen verzögern in diesen Stadien eine schnelle natürliche Ansamung.

5.1.3 Baumartenzusammensetzung

Wegen der hohen Lebenserwartung von Bäumen und der langen Generationszyklen von Waldökosystemen zeigt die aktuelle Baumartenzusammensetzung von 1992 im Vergleich zu 1972 und 1982 (Abb. 16) erwartungsgemäß nur geringe Verschiebungen. Bemerkenswert ist, daß die Fichte nach wie vor in allen Höhenlagen uneingeschränkt vorherrscht und fast drei Viertel der gesamten Waldfläche einnimmt. Ihr geringfügiger Flächenzugewinn gegenüber 1982 und der relative Flächenverlust von Buche und Tanne wird im wesentlichen durch den vorher beschriebenen Holzbodenzuwachs erklärt: In Tallagen wurden überwiegend mit Fichte bestockte Waldteile angekauft. Fichtenaufwuchs dominiert auch in Sukzessionsstadien auf ehemaligen Wildäckern, Holzlagerplätzen und dergleichen.

Der Einfluß des Standorts auf die Baumartenverteilung wird bei Aufgliederung nach den ökologisch definierten Höhenstufen (Tab. 4) besonders deutlich (vgl. Tab. 2 und Abb. 4):

Tab. 4: Baumartenanteile nach ökologisch definierten Höhenstufen (Quelle: Inventur)

Bereich	Baumartenanteile in %						
	Fichte	Tanne	Buche	Bergahorn	Vogelbeere	Birke	Sonst. BA
Hochlagen	98,0	0,0	1,2	0,2	0,4	0,0	0,2
Obere Hanglagen	60,4	0,9	34,2	2,9	1,1	0,1	0,4
Untere Hanglagen	66,6	5,9	25,2	0,4	0,5	0,7	0,7
Tallagen	84,3	3,7	7,1	0,3	0,9	2,3	1,4

Im Hochlagenbereich (Abb. 4) ist die Fichte, die den dortigen klimatischen Bedingungen angepaßt ist, mit 98% Flächenanteil fast allein vertreten. Nur wenige Buchen (1,2%) trotzen dem für sie ungünstigen Hochlagenstandort. Einzelne Bergahorne und Vogelbeeren begleiten die Fichte bis in die Gipfellagen.

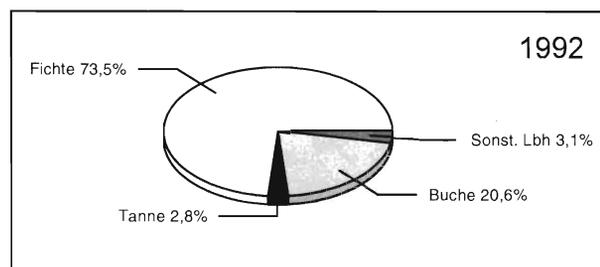
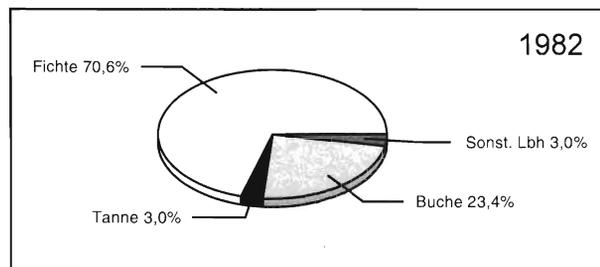
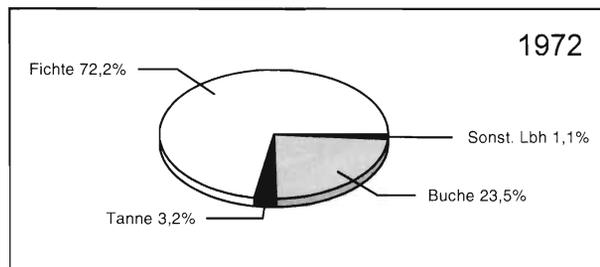


Abb. 16: Baumartenverteilung 1972, 1982 und 1992

Obere und untere Hanglagen bilden das typische Verbreitungsgebiet der Mischbaumart Buche. Die Tanne erreicht in den unteren Hanglagen mit 5,9% Anteil ihr Maximum.

Wegen des Kaltluftstaus in den Tallagen überwiegt dort die Fichte. Besonders auf Windwurfflächen stellte sich in der letzten Dekade die frost- und nässeunempfindliche Birke ein.

Insgesamt wurden bei der Inventur 24 verschiedene Baumarten registriert, wovon allerdings außer den genannten Baumarten Fichte, Tanne und Buche nur der Bergahorn mit 1,2% mehr als ein Hundertstel der Gesamtfläche erreicht. Von den sonstigen Laubhölzern sind die Vogelbeere mit 0,8% und die Birke mit 0,7%-Anteil als Pionierbaumarten erwähnenswert. Alle anderen Baumarten liegen mit ihren Anteilen nahe bei Null.

5.1.4 Bestandsformen

Den Wandel des Waldaufbaus offenbart in eindrucksvoller Weise ein Vergleich der Bestandsformenanteile vom Beginn einer geregelten Forstwirtschaft um die Mitte des 19. Jahrhunderts über die Gründung des Nationalparks 1972 bis hin zum Stand von 1992 (Abb. 17).

Während noch im Jahr 1855 im heutigen Nationalparkgebiet auf 6570 ha Fichten-Tannen-Buchen-Mischbestände (Bergmischwälder) mit überwiegend bis plenterartigem Aufbau wuchsen, hatte sich ihr Anteil 120 Jahre später auf 2160 ha verringert. Der Wandel stellt sich umso krasser dar, wenn man weiß, daß heute bereits 5% Tannenanteil (früher 10%) ausreichend sind, um einen Bestand als Bergmischwald anzusehen.

Die von Natur aus auf über 50% der Nationalparkfläche vertretene typische Bestandsform Bergmischwald verlor damit in der Zeit zwischen 1855 und 1992 rund drei Viertel ihres Areals. Ursache hierfür war der weitgehende Ausfall der Tanne. Der Verlust dieser Baumart führte zu einer Entmischung der Bergmischwälder hauptsächlich in Richtung Fichten-Buchen-Bestände in den unteren Hang- und Tallagen, in geringerem Umfang in Richtung Buchen-Fichten-Bestände v. a. in den

oberen Hanglagen. Ausschließlich in den Tallagen erfolgte in geringem Maß eine Entmischung in Richtung reine Fichtenbestände.

Der Haupttrend zu mehr Fichten-Buchen-Beständen hatte sich in der ersten Dekade der letzten 20 Jahre trotz aller forstlichen Bemühungen (gezielte Verjüngung der Tanne, künstliche Pflanzung von Tanne, Pflege zu Gunsten der Tanne) weiter fortgesetzt und ist voll zu Lasten der Bestandsform

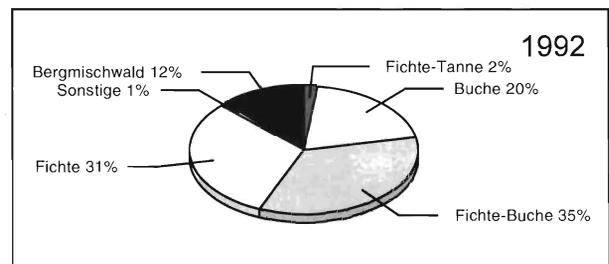
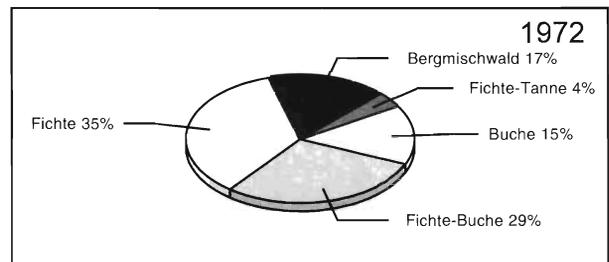
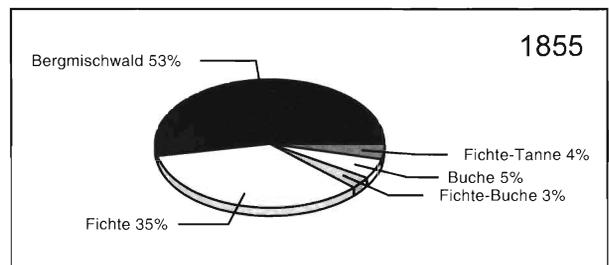


Abb. 17: Bestandsformen 1855, 1972 und 1992

Tab. 5: Verteilung der Bestandsformen nach Entwicklungsstadien

BESTANDS-FORM	ENTWICKLUNGSSTADIUM							Sa./ha
	JS	WS	RS	VS	PS	ZS	MS	
Fichte ha	97,6	908,0	1267,6	1301,7	257,4	80,1	–	3912,40
%	15,2	28,4	33,5	29,7	44,8	87,9	–	
Fi-Bu ha	270,2	1381,6	1447,0	1276,9	91,9	–	–	4467,60
%	42,2	43,2	38,2	29,1	16,0	–	–	
Bu ha	217,6	615,2	948,7	699,5	31,9	11,0	–	2523,90
%	34,0	19,2	25,0	15,9	5,6	12,1	–	
Fi-Ta ha	3,8	45,9	3,3	151,6	10,1	–	–	214,70
%	0,6	1,4	0,1	3,4	1,7	–	–	
Fi-Ta- ha	51,1	245,5	121,0	959,5	147,0	–	–	1524,10
Bu %	8,0	7,7	3,2	21,9	25,6	–	–	
Ta ha	–	–	–	–	–	–	–	
%	–	–	–	–	0,5	–	–	
Sonst. ha	–	4,3	1,5	–	33,4	–	39,3	78,50
%	–	0,1	–	–	5,8	–	100	
Sa. ha	640,3	3200,5	3789,1	4389,2	574,4	91,1	39,3	12723,90

Abkürzungen:

JS = Jugendstadium, WS= Wachstumsstadium, RS = Reifestadium

VS = Verjüngungsstadium, PS = Plenterstadium, ZS = Zerfallsstadium

MS= Mortalstadium

Fi = Fichte, Bu = Buche, Ta = Tanne

Bergmischwald gegangen. Die Entmischungstendenz betraf hauptsächlich mittelalte Bestände (80–120 Jahre). Bei ihnen waren überdurchschnittliche Ausfälle an Tannen zu verzeichnen.

Das volle Ausmaß der Strukturverluste im Bereich der flächenmäßig absolut vorherrschenden Standorte der Bergmischwälder ist in Tab. 5 abzulesen: Danach sind von der insgesamt 1524 ha kartierten Bergmischwaldfläche lediglich 147 ha (!) dem Plenterstadium zuzuordnen.

Der Verbreitungsschwerpunkt der einst über weite Flächen dominanten Bergmischwälder liegt heute in durchschnittlich 130 Jahre alten Waldteilen, die 1982 als Reservatsbestände ausgewiesen wurden. Der im Vergleich zu Reife- (3,2%) und Wach-

tumsstadium (7,7%) höhere Anteil der Bestandsform Bergmischwald am Jugendstadium (8%) signalisiert für die Zukunft allerdings eine Trendwende.

Die regionale Verbreitung des Bergmischwaldes blieb trotz seines Rückgangs weitgehend unverändert. Die auf Abb. 18 ersichtlichen bergmischwaldfreien Hochlagendistrikte zählten noch nie zu seinem natürlichen Verbreitungsgebiet.

Die Tanne hat auch bei dieser sporadischen Verbreitung im Nationalpark eine Chance, ihr verlorengegangenes Terrain zurückzuerobern. Freilich müssen dazu passende Umweltbedingungen herrschen. Dazu gehört, daß Luftschadstoffe, die ihr in der Vergangenheit besonders zugesetzt haben, weiter reduziert werden.

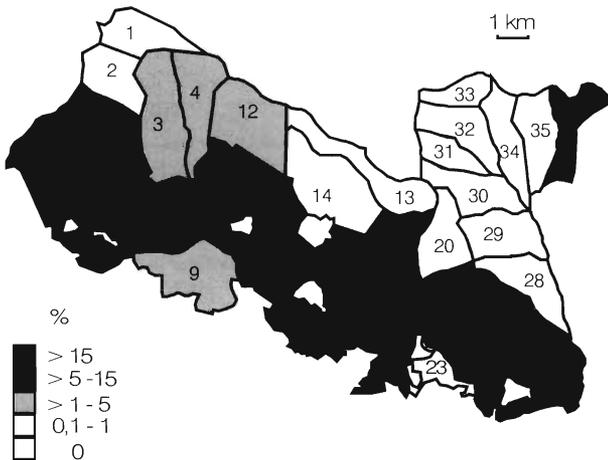


Abb. 18: Karte (Distrikte) – Bergmischwaldflächenanteile in Prozent (Quelle: Begang)

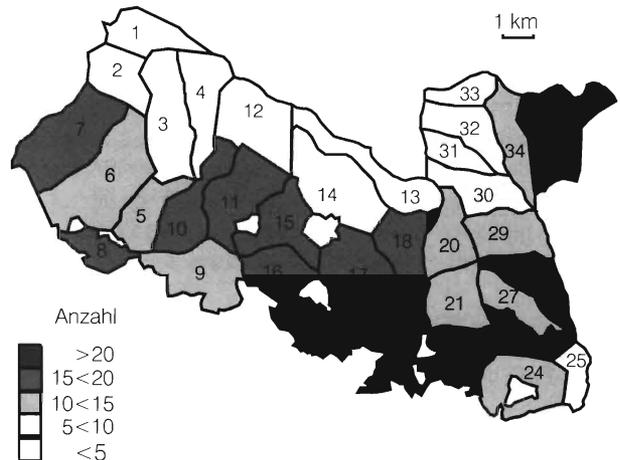


Abb. 19: Karte (Distrikte) – Durchschnittliche Stockanzahl je Stichprobe

5.2 Örtliche Detailstrukturen als Gradmesser natürlicher Entwicklung

5.2.1 Bisherige Bewirtschaftungsintensität

Bei der Waldinventur wurden je Stichprobenfläche Stöcke mit noch erkennbarer Schnittfläche gezählt. Ihre Anzahl ist unmittelbarer Gradmesser für die Stärke früherer forstwirtschaftlicher und waldstrukturverändernder Eingriffe. Stöcke können je nach der vom Klima abhängigen Verrottungsgeschwindigkeit mehrere Jahrzehnte erkennbar bleiben.

Am wenigsten von forstwirtschaftlichen Einflüssen geprägt sind die Hochlagendistrikte 1, 13, 31 und 32 (Abb. 19). In den Distrikten 13 und 31 sind sogar über 40% aller Stichproben völlig ohne Stöcke, also forstwirtschaftlich unberührt. Großflächigere urwaldähnliche Strukturen sind vornehmlich in diesen Distrikten zu erwarten.

Ursachen für diese relative Unberührtheit liegen in erster Linie in der schwierigen Erschließung.

Die in historischer Zeit üblichen Triftsysteme konnten in diesen kammnahen Lagen ohne dafür ausreichende Bäche nicht gebaut werden. Gerade in den Distrikten 13 und 31 sind Flächen teilweise zur

Landesgrenze nach Böhmen geneigt, ein für damalige Zeit schier unlösbares Problem für die Holzbringung auf die bayerische Seite.

Ein Vergleich mit der Karte LKW-befahrbarer Forststraßen zur Zeit der Nationalpark-Gründung (Abb. 6) verdeutlicht, daß vor einigen Jahrzehnten der Bau von Forststraßen in diese Gebiete offensichtlich wegen zu hohen Aufwands unterlassen wurde, obwohl die technischen Möglichkeiten dazu vorhanden gewesen wären.

Andere Hochlagen-Distrikte, die früher nur am Rande von LKW-befahrbaren Straßen erschlossen waren, sind bereits der nächst höheren „Stockklasse“ mit 5 bis 10 registrierten Stöcken zuzuordnen. In dieselbe Stockklasse fällt auch der Tallagen-Distrikt 25, während alle anderen Hang- und Tallagen-Distrikte höhere Stockzahlen aufweisen. Ein Blick auf die Planungskarte von 1982 (Abb. 10) erklärt diese Besonderheit: Hier wurde ein forstliches Reservatsgebiet ausgewiesen. Zu dieser Zeit vorhandene Reservatsflächen oder auch bei Gründung des Nationalparks übernommene Naturschutzgebiete (z.B. „Rachelseewand“: Distrikt 3) konnten so – an den Stockzahlen nachzuweisen – naturnahe Waldstrukturen erhalten helfen.

5.2.2 Maxima von Baumaltern und -durchmessern

Greift der Mensch nicht in die natürliche Waldentwicklung ein, können Bäume ihr artspezifisches Alter erreichen, das mehr als dreimal so hoch sein kann, als das forstliche Erntealter – die „Umtriebszeit“.

Bei der Waldinventur bestimmte man das genaue Alter anhand von Bohrspänen.

Der Zusammenhang zwischen den durchschnittlichen Maximalbaumaltern je Distrikt (Abb. 20) und der über Stockzahlen festgestellten bisherigen „Unberührtheit“ bzw. Nutzungsintensität (Abb. 19) ist überraschend straff: Dieselben Distrikte 1, 13, 31 und 32, die von forstlicher Nutzung bisher weitgehend verschont blieben, weisen auch die durchschnittlich höchsten maximalen Einzelbaumalter (> 150 Jahre) auf. Umgekehrt haben Distrikte mit besonders geringen durchschnittlichen maximalen Baumaltern unter 100 Jahren (Distrikte 7, 28 und 35) überdurchschnittlich hohe bisherige Nutzungsintensitäten bzw. Stockzahlen (15 bis unter 20).

Der über die Inventur ermittelte älteste Baum des Nationalparks ist eine Buche mit einem Alter von 422 Jahren. Sie steht auf 1210 m über Meeressni-

veau im von Forstwirtschaft relativ verschonten Distrikt 1: Rachelwald.

Die älteste Fichte mit 381 Jahren wurde im Naturschutzgebiet „Rachelseewand“ auf 1230 m Meereshöhe (Distrikt 3) gefunden.

Mit 325 Jahren hat die älteste Tanne im bisher ziemlich intensiv bewirtschafteten Distrikt 17 auf 800 m Meereshöhe östlich von Altschönau ihren Standplatz.

Im Gegensatz zu den ältesten Bäumen sind besonders dicke Bäume nicht nur in wenig genutzten Hochlagen zu finden. Weitaus bessere Wachstumsbedingungen in Hang- und Tallagen ermöglichen es dort Bäumen, in relativ kurzer Zeit einen großen Umfang zu erreichen. So konnten besonders dicke Fichten mit Durchmessern von fast 1,10 m bei Höhen von über 40 Metern in den ziemlich intensiv bewirtschafteten talnahen Distrikten 8 und 17 „überleben“. Auch Tannen und Buchen ähnlichen Durchmessers blieben in den forstlich genutzten Distrikten 19 und 29 von der Säge verschont.

Letztendlich ist nicht gesagt, daß gerade die ältesten und dicksten Bäume des Nationalparks ihren Standort in den Probekreisen der Waldinventur haben. Waldkenner wissen zu berichten, daß die stärkste Fichte des Nationalparks mit über 1,50 m Durchmesser im Distrikt 19 zu bewundern sei.

Sicherlich bilden auch Baumdurchmesser von 1,50 m noch nicht die natürliche Obergrenze, bis zu der einzelne Baumindividuen im Bayerischen Wald heranwachsen können. Überliefert ist, daß eine Tanne, die in der Waldabteilung Mittelsteighütte des Forstamts Zwiesel wegen ihrer gewaltigen Dimension 1901 zu Ehren des Wittelsbacher Prinzen Ludwig „Ludwigstanne“ getauft wurde. Bis zu ihrem Lebensende 1929 hatte sie einen Brusthöhendurchmesser von 1,90 m erreicht (SEYFERT 1981).

5.2.3 Örtliche Verteilung von Waldentwicklungsstadien

Aus Urwalduntersuchungen ist bekannt, daß die verschiedenen Entwicklungsstadien nicht in der gleichen Zeitdauer durchlaufen werden. In ver-

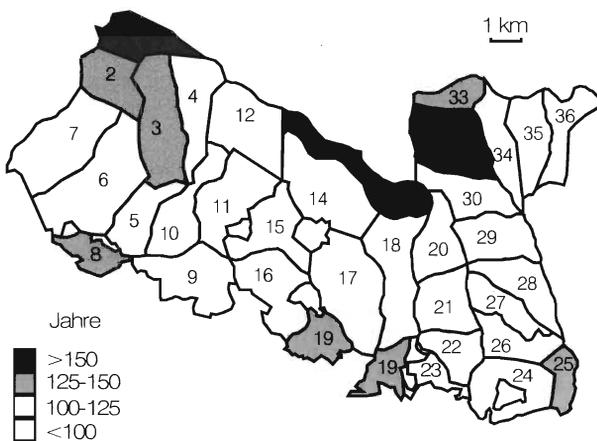


Abb. 20: Karte (Distrikte) – Durchschnittliche Maximalbaumalter

gleichsweise kürzeren Zeiträumen (wenige Jahrzehnte) vollzieht sich die Entwicklung in Jugend- und Wachstumsstadien, während Reife- und Verjüngungsstadien sich durchaus über 100 Jahre und mehr erstrecken können. Plenterstadien stel-



Foto 6: Zerfallsstadium in den Hochlagen. Zerfallsstadien sind charakterisiert durch eine geringe Anzahl von (lebenden) Altbäumen in meist weiträumigen Abständen. Der oft vergraste Waldboden ist ohne Baumverjüngung. Fast immer kennzeichnen nur einzelne stehende, hängende oder auch liegende tote Bäume den Zerfallsprozeß. Die Verbreitung von Zerfallsstadien ist nahezu ausschließlich auf Standorte des Bergfichtenwaldes in den Hochlagen beschränkt. (Foto: Rall)

len als i. d. R. permanenter Zustand einen Sonderfall dar (vgl. Kap. 4).

Die kürzeren oder längeren Zeiträume, die einzelne Waldlebensphasen ausfüllen, wirken sich insgesamt auch auf eine entsprechende Flächenverteilung aus: Kurze Zeitspannen bedeuten kleinere Flächenanteile. Die sich daraus ergebende ungleichmäßige Flächenverteilung steht ganz im Gegensatz zu den Zielen planmäßiger Forstwirtschaft. In ihr sollen nämlich einzelne Altersklassen flächenmäßig zu gleichen Anteilen vertreten sein. Der Gesamtanteil der vergleichsweise kurzfristigen *Wachstumsstadien* beträgt ein Viertel der Gesamtfläche, also mehr, als man bei einer natürlichen Entwicklung erwarten würde. Wachstumsstadien konzentrieren sich auf den Westteil, den mittleren Südteil und den Ostteil des Nationalparks. Eine auf größerer Fläche massierte Anhäufung von Wachstumsstadien läßt auf menschlichen Einfluß und damit auf Veränderung natürlicher Waldstrukturen schließen. In der Tat besteht offensichtlich ein Zusammenhang zwischen der ehemaligen Erschließung durch die Waldeisenbahn (Betrieb 1909–1957) und den heute gleichförmigen und großflächig zusammenhängenden Waldbeständen des Wachstumsstadiums (vgl. Waldkarte mit Abb. 5): In der Umgebung des ehemaligen Gleisnetzes sind besonders viele Wälder im Wachstumsstadium vorzufinden, die in der Betriebszeit der Waldbahn entstanden sind.

An der nördlichen Grenze des Nationalparks, d. h. in den Kammlagen überwiegen bei weitem die *Reifestadien*. Im Gegensatz zu Wachstumsstadien ist diese Massierung Ergebnis einer vom Menschen wenig beeinflussten Entwicklung. Dies läßt sich über geringe Stockzahlen bzw. hohe Baumalter nachweisen.

Zerfallsstadien und *Mortalstadien* sind fast ausschließlich in Hochlagen präsent. Dies wird ebenfalls als Folge einer natürlichen Entwicklung gewertet: Zerfallsstadien sind nahezu ausnahmslos in Reifestadien „eingebettet“, ihr Werdeprozeß ist gleichsam an Reifestadien gekettet. Sie sind der Beginn eines natürlichen Abbaus von Biomasse. Zerfallsstadien stehen am Anfang des alternativen

Wegs der Selbsterneuerung von Wäldern (vgl. Abb. 13). Dieser Vorgang erscheint vielen wegen des zeitlich nicht berechenbaren Einsetzens von Verjüngung zu langwierig, zu umständlich, ja zu gefährlich. Hier liegt das größte Hindernis zum Verständnis natürlicher Entwicklung. Jugend-, Wach-

tums- und Reifestadien bauen in Natur- wie in Wirtschaftswäldern die Biomasse Holz auf. Unterschiede zwischen gelenkter und natürlicher Entwicklung sind gering und deshalb leicht akzeptierbar. Auch die beginnende Verminderung des Holzvorrats in Verjüngungsstadien ist als kurzer und



Foto 7: Die „Mortalitätsphase“ betrifft vorwiegend den Hochlagenbereich und ist durch flächiges Absterben alter Bäume gekennzeichnet. Die Lichtstellung begünstigt die Vogelbeerbäume, unter deren Schutz sich die nächste Waldgeneration allmählich einstellt. (Foto: Scherzinger)



Foto 8: Bergmischwald im natürlichen Plenterstadium. Plenterstadien sind Sonderformen der Waldentwicklung. Sie zeichnen sich durch ein dichtes Neben- und Übereinander großer und kleiner, alter und junger Bäume aus. Im Bergmischwaldbereich sind von Natur aus die Baumarten Fichte, Tanne und Buche am stockwerkartigen Bestandsaufbau beteiligt. (Foto: Bibelriether)

„rentabler“ Weg der Selbsterneuerung, z. B. in naturnah wirtschaftenden Forstbetrieben bekannt und wird dort gegenüber einer natürlichen Entwicklung vorzeitig eingeleitet.

Windwürfe mußten gerade in den letzten Jahren als schicksalhafte Kahlschläge der Natur hingenommen werden.

Ein neues Verständnis erfordert der natürliche und langsame Weg einer vom Menschen nicht beein-

flußten Entwicklung. Er wird von Förstern wie Laien als ungewohnt empfunden und deshalb sehr kritisch betrachtet: Das Absterben von Einzelbäumen oder von Baumgruppen, der allmähliche Wechsel von lebender Biomasse zu stehendem Totholz, der zeitlich nicht abschätzbare Weg der Natur über ein Zerfalls- und ein Mortalstadium zu einem irgendwann aufwachsenden Jungwald. Ein hohes Alter macht Bäume empfindlicher und anfälliger gegen Einflüsse jeder Art. Besonders in Hochlagen können Bäume von dort stark einwirkenden Luftschadstoffen geschwächt werden. Bei Fichte wird der Befall durch Borkenkäfer wahrscheinlicher und ist letztendlich in den meisten Fällen Todesursache.

Der andere Weg der Selbsterneuerung von Wäldern über *Verjüngungsstadien* wurde in den ersten Jahren nach Nationalparkgründung durch forstliche Eingriffe gefördert. Nach den Planungsunterlagen von 1972 sollten weit mehr als die Hälfte der Wälder der Hang- und Tallagen, die sich heute in der Phase der Verjüngung befinden, durch den Einsatz der Säge gegenüber einer natürlichen Entwicklung verfrüht in diesen Zustand gebracht werden. Es wurden jedoch nicht alle Planungen in die Tat umgesetzt.

Jugendstadien sind wie beschrieben im Nationalpark größtenteils auf eine natürliche Entwicklung zurückzuführen. Die Waldkarte zeigt drei Verbreitungsschwerpunkte:

Im Westen und Nordosten sind Jugendstadien überwiegend als Folge von Windwürfen entstanden. Auf der Waldkarte ist dies an den vielen Punktsignets für liegendes Totholz erkenntlich. Besonders im Westteil verdeutlicht ein Vergleich mit der Standortskarte (Foto 2) den Zusammenhang dieser Naturereignisse mit dem gehäuften Auftreten nasser Böden.

Auch in den oberen Hanglagen des Mittelteils sind Jugendstadien teilweise durch natürliche Ansammlung und Aufwachsen vor allem von Fichten und Vogelbeeren hervorgegangen. Zu einem Großteil stellte sich aber auch Naturverjüngung unter Totbäumen (Mortalstadien) ein.

Plenterstadien als Sonderform der Waldentwicklung mit einem Gesamtflächenanteil von 4,5% sind

auf den ersten Blick ohne deutliche Schwerpunkte über den Nationalpark verstreut. Sie sind sowohl Ergebnis natürlicher Entwicklung als auch durch entsprechende forstliche Pflege von Bergmischwäldern erhalten worden. Beispiele naturbelassener Plenterstadien sind Wälder, die bereits in Naturschutzgebieten bei Gründung des Nationalparks vorhanden waren (NSG „Rachelseewand“ in Distrikt 3, NSG „Bärenriegel“ in Distrikt 34). Ebenfalls natürlicher Herkunft sind Plenterstadien auf zunächst nicht rechtlich geschützten Sonderstandorten wie blocküberlagerten Böden („Kleine Kanzel, Felswangergebiet“, Distrikt 22) oder auf anmoorigen Böden der Hoch-, Hang- und Tallagen. Beispiele forstlich geförderter bzw. erhaltener Plenterstadien sind u. a. in der Nähe der Ortschaft Neuschönau (Distrikt 19) zu finden.

Die meisten Wälder mit plenterartigen Strukturen wurden bei der Planung 1982 als Reservatsgebiete ausgewiesen (vgl. Abb. 10) und somit dem Einfluß weiterer forstlicher Bewirtschaftung entzogen.

5.2.4 Vorräte und ihre Verteilung

Nach Inventurergebnissen betrug 1991 der Gesamtholzvorrat lebender Bäume im Nationalpark 5,29 Millionen Erntefestmeter ohne Rinde (fm). Bezogen auf die Holzbodenfläche von 12 780 ha sind dies rund 414 fm/ha Holzvorrat. Gegenüber der Waldinventur 10 Jahre zuvor mit 337 fm/ha Vorrat bedeutet dies einen durchschnittlichen Zuwachs von 77 fm/ha oder 7,7 fm pro Jahr. Dies ist ein erstaunlich hoher Wert, bedenkt man, daß in der letzten Dekade (1982–1991) immerhin noch insgesamt 183 000 fm genutzt wurden.

Der überraschend hohe Vorrat- bzw. Zuwachswert kann außer dem Wachstumsvermögen der Bäume auch andere Ursachen haben:

- Infolge der in der Hochrechnung begründeten Unsicherheit kann der tatsächliche „wahre“ Holzvorrat des Nationalparks etwas tiefer liegen als angegeben.
- Der relativ hohe Zuwachstrend ist nicht auf den Nationalpark beschränkt, sondern in vielen bayerischen Waldungen zu beobachten. Allge-

mein macht man dafür die seit den 60er Jahren gestiegenen Stickstoffeinträge aus der Luft verantwortlich, die in der Regel zuwachssteigernd wirken.

Grundsätzlich haben Waldentwicklungsstadien definitionsgemäß (vgl. Abb. 13) unterschiedlich hohe Vorräte. Auffällig (Tab. 6) ist zunächst der hohe Vorrat im Jugendstadium. Diese Erscheinung ist auf die zahlreichen nicht aufgearbeiteten Windwurfflächen zurückzuführen, auf denen neben der Hauptmasse aus liegendem Holz doch noch eine erhebliche Anzahl lebender Altbäume als „Vorratsträger“ über der Verjüngung stehen.

Tab. 6: Durchschnittsvorräte der Entwicklungsstadien (alle Baumarten)

Entwicklungsstadium	Bestandsalter (Quelle: Begang)	Vorrat (fm/ha) (Quelle: Inventur)
Jugendstadium	12	227
Wachstumsstadium	50	321
Reifestadium	109	450
Verjüngungsstadium	129	480
Zerfallsstadium	145	344
Plenterstadium	144	360
Mortalstadium	–	–
Durchschnitt	98	409

Bemerkenswert ist auch der hohe Vorrat der Verjüngungsstadien. Offensichtlich stellt sich in Hang- und Tallagen, wenn das Kronendach von Altbeständen auch nur gering aufgelockert wird, alsbald Verjüngung ein. Deshalb wurden solche Bestände als Verjüngungsstadien kartiert, selbst wenn der Vorrat den der Reifestadien (noch) um 30 fm/ha übertrifft. Ursächlich für diese Besonderheit war sicherlich auch die in den 70er Jahren geltende Anweisung, für den Markt ausreichend Holz bereitzustellen. Durch punktuellen Holzeinschlag in noch jungen, zuwachskräftigen Beständen wollte man

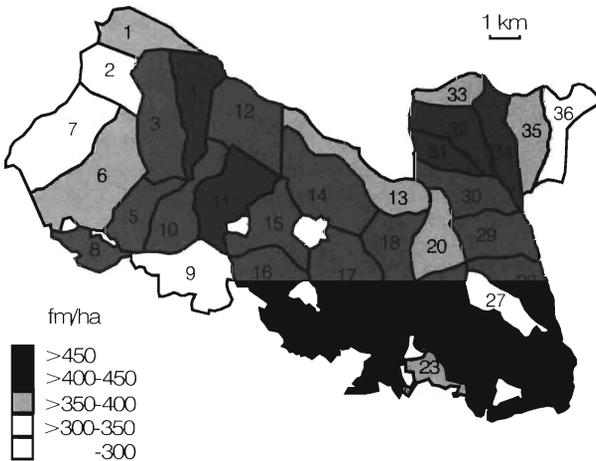


Abb. 21: Karte (Distrikte) – Durchschnittsvorräte in fm/ha

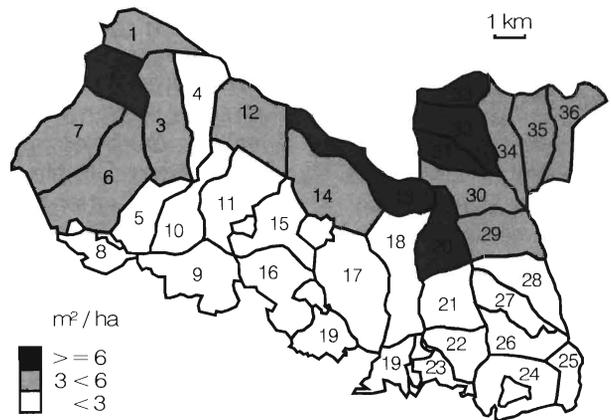


Abb. 22: Karte – Grundfläche von stehendem Totholz in m²/ha

dieser Aufforderung nachkommen, ohne die Bestände in ihrer Substanz zu beeinträchtigen. Die regionale, d. h. distriktweise Vorratsverteilung hängt hauptsächlich von vier Faktoren ab, die je nach Ausprägung vorratsmindernd oder -steigernd wirken können. So haben Distrikte überdurchschnittlich hohe Vorräte, wenn

1. die Reife-, Verjüngungs- und Plenterstadien große Flächenanteile besitzen, bzw. Jugend-, Wachstums-, Zerfalls- und Mortalstadien nur gering vertreten sind,
2. die (Massenträger-)Baumart Fichte vorherrscht,
3. der Standort (Klima, Böden, Höhenlage) günstig ist und
4. forstliche Nutzungen in der Vergangenheit (Indiz: Stockanzahl) gering waren.

Bei den in Abb. 21 bezeichneten Distrikten mit über 450 fm/ha treffen diese Faktoren besonders günstig zusammen. „Spitzenreiter“ in dieser Hinsicht ist Distrikt 25 mit 539 fm/ha. Hier beträgt allein der Flächenanteil des vorratsreichen Verjüngungsstadiums 89%, die Fichte dominiert mit 75%. Die Nutzung wurde seit 1982 eingestellt. Vorher wurde hier aus oben genannten Gründen auf ca. der Hälfte der Distriktfläche die Verjüngung eingeleitet („Bestandesinnenarbeit“). Die Standorte

sind frei von Naßböden und wärmebegünstigt. Es treffen hier also alle Bedingungen zusammen, die einen maximalen Vorratsaufbau ermöglichen.

5.2.5 Totholz als Folge natürlicher Entwicklung

Totholzreichtum ist allgemein ein Charakteristikum von Ur- und Naturwäldern. In ihnen werden Totholz mengen in erster Linie durch das Anteilsverhältnis verschiedener Entwicklungsstadien und durch die am Waldaufbau beteiligten Baumarten bestimmt. Im Nationalpark Bayerischer Wald ist die Zeitspanne, seit der die Bewirtschaftung der Wälder eingestellt wurde, eine wesentliche Einflußgröße auf die örtliche Totholzanhäufung.

Stehendes Totholz

Hauptursachen für stehendes Totholz im Nationalpark sind Borkenkäferbefall und die Einwirkung von Luftschadstoffen. Außerdem können vor allem in Wachstumsstadien, wo Bäume sehr gedrängt stehen, Licht- und Nährstoffmangel zum Absterben von Bäumen führen. Auch Pilzinfektionen, besonders an Stämmen mit Schältschäden, erhöhen das Inventar an stehendem Totholz.

Aus technischen und organisatorischen Gründen konnte bei stehendem Totholz keine Vollaufnahme jedes einzelnen Baums erfolgen und somit keine unmittelbare Berechnung seines Volumens in Kubik- bzw. Festmeter angestellt werden. Dagegen ließ sich die Grund- oder Kreisfläche in m^2 je ha von stehendem Totholz berechnen. Der Forstmann versteht darunter die Summe aller Stammquerschnittsflächen je ha, die sich ergeben würde, wenn man Bäume in 1,3 m Höhe (Brusthöhe) abschneidet. Aus der distriktweisen Verteilung dieser Grundfläche (Abb. 22) können mehrere Einflußgrößen herausgelesen werden:

1. Hohe Grundflächenwerte über $6 \text{ m}^2/\text{ha}$ sind ausschließlich an Hochlagendistrikte gebunden, deren Stichproben im Mittel über 1100 m Seehöhe liegen. Die Nutzungsintensität war in diesen Bereichen (vgl. Abb. 19) gering, die Bäume sind deshalb älter und „dicker“ geworden als in tieferen Lagen. Aus den unter 5.2.3 geschilderten Ursachen sind hier Mortal- und Zerfallsstadien im größeren Ausmaß vertreten. Sowohl größere Baumdurchmesser als auch höhere Anteilsraten an Mortal- und Zerfallsstadien bewirken eine hohe Grundflächensumme der stehenden toten Bäume.
2. Mittlere bis erhöhte Grundflächenanteile (3 bis unter $6 \text{ m}^2/\text{ha}$) sind in jenen Bereichen vorzufinden, die nicht mehr ganz so hoch gelegen sind und eine erhöhte Nutzung ein Starkwerden der Bäume nicht in diesem Maße ermöglichte. Einem im Vergleich zu den absoluten Hochlagen geringem Auftreten von Mortal- und Zerfallsstadien stehen hier zahlreiche Windwurf- flächen gegenüber, die neben liegendem Totholz besonders an ihren Rändern gleichsam einen Kranz stehender toter Bäume aufweisen. Sie vergrößern maßgeblich den Grundflächenwert stehender toter Bäume.
3. Im Umkehrschluß zu den Punkten 1. und 2. sind geringe Grundflächen (unter $3 \text{ m}^2/\text{ha}$) bei stehendem Totholz überall dort zu finden, wo die Standortbedingungen für die Bildung von Mortal- und Zerfallsstadien bzw. für Windwürfe (Naßböden) nicht zutreffen und wo in ortsna-

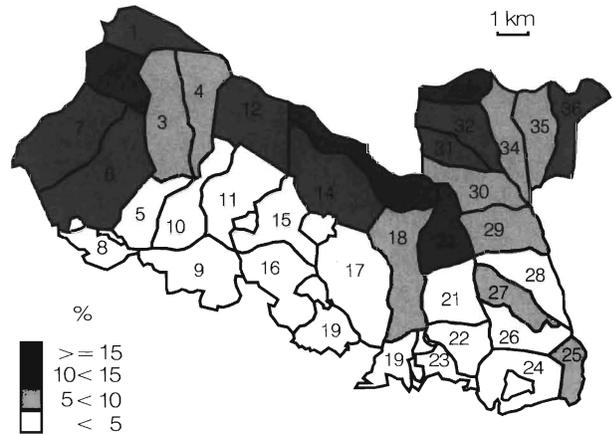


Abb. 23: Karte (Distrikte) – Verhältnis der Grundflächen von stehendem Totholz zu Lebendholz in Prozent

hen, gut erschlossenen Lagen bisher vergleichsweise intensiv Forstwirtschaft betrieben wurde.

Die Verteilung der Grundflächen von stehendem Totholz zu Lebendbäumen ist ähnlich (Abb. 23). Mit 30% Anteil erreichte die Grundfläche von stehendem Totholz im Distrikt 33 ihr absolutes Maximum. Der Durchschnitt für den gesamten Nationalpark beträgt 8,6%.

Liegendes Totholz

Es sind grundsätzlich zwei Werdegänge zum liegenden Totholz zu unterscheiden:

1. Liegendes Totholz entsteht durch Ab- oder Umbrechen von stehendem Totholz.
2. Liegendes Totholz entsteht unmittelbar aus lebenden Bäumen, wenn sie durch Stürme ganz oder teilweise (Bruchholz) zu Boden geworfen werden.

Wenn liegendes Totholz aus stehendem Totholz hervorgeht (Fall 1), ist eine ähnliche Verteilung von liegendem Totholz zu erwarten wie bei stehendem Totholz. In der Tat sind beim Vergleich der Abb. 22 und 24 große Ähnlichkeiten nicht zu verkennen:

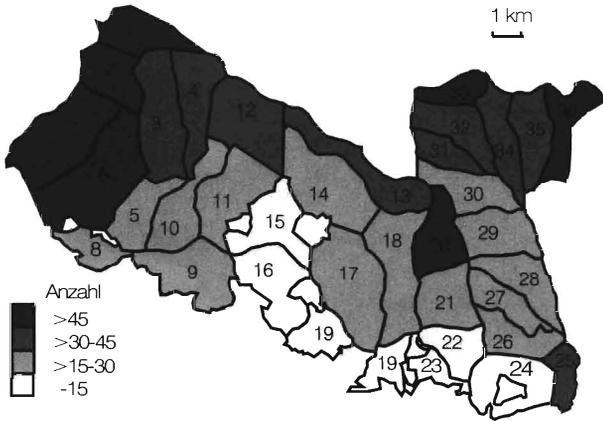


Abb. 24: Karte (Distrikte) – Anzahl liegender toter Bäume je ha

Überall, wo die Grundfläche des stehenden Totholzes überdurchschnittlich hoch ist, findet man eine verhältnismäßig hohe Anzahl von liegenden toten Bäumen. Darüber hinaus sind liegende tote Bäume in den Distrikten 6, 7, 36 besonders zahlreich, da hier in umfangreichem Maße – bevorzugt auf Naßböden – Windwurf Flächen entstanden sind.

Insgesamt sind knapp 29% aller liegenden toten Bäume durch Stürme zu Boden geworfen worden. Nachweis dafür sind „aufgeklappte“, d. h. beim Fall von Bäumen aus dem Erdreich herausgerisene Wurzelteller, die bei der Waldinventur mit erfaßt wurden. Besonders in den Distrikten 6 und 7 verursachten in erster Linie Stürme liegendes Totholz. Dort haben 41% bzw. 50% aller liegenden Stämme aufrechtstehende Wurzelteller. In den Hang- und Tallagen des Ostteils des Nationalparks liegen dagegen standortsbedingt (kaum Naßböden) stets weniger als ein Fünftel der Tothölzer mit hochgeklappten Wurzeltellern.

Verhältnis Totholzvolumen zum Lebendholzvorrat

Öfters wird die Frage gestellt, welcher Anteil an Totholz mengen im Vergleich zum Lebendholzvorrat in

einem Ur- oder Naturwald erreicht werden kann. Bei welcher Schwelle halten sich Holzabbau- und -aufbauprozesse die natürliche Waage?

Hochgerechnet ergibt sich für den Nationalpark in 1991 bei liegendem Totholz eine Gesamtmenge von ca. 140000 fm. Das sind rund 11 fm pro ha oder 2,7% des Lebendholzvorrats.

Das Gesamtvolumen des stehenden Totholzes beträgt rund 365000 fm oder 28 fm/ha. Dies entspricht 6,9% des Lebendholzvorrats. Bei den Zahlen für stehendes Totholz ist ein gutachtlicher Abschlag von 20% berücksichtigt. Er gilt für abgebrochene Stammteile, die bereits beim liegenden Totholz erfaßt wurden.

Stehendes und liegendes Totholz ergeben eine Summe von ca. 505000 fm oder knapp 9,6% des Lebendholzvorrats.

Wie weit ist nun der Nationalpark Bayerischer Wald dem Totholzreichtum echter Urwälder nahe gekommen?

Nur ca. 25 km Luftlinie vom Nationalpark entfernt ist in Böhmen ein 46 ha großer Urwaldrest am Berg Boubin erhalten geblieben. Sowohl der Höhenlage 920–1110 m ü. NN nach als auch von den Bestandsformen Fichten-Buchen-Wälder sowie Buchen-Fichten-Wälder her ist er im großen und ganzen mit den oberen Hanglagen des Nationalparks vergleichbar. Seit mehr als 140 Jahren werden dort Bestandsaufnahmen durchgeführt. Nach einer neueren Aufnahme beträgt der aus dem Mosaik unterschiedlicher Entwicklungsstadien abgeleitete Lebendholzvorrat 682 fm/ha. Die abgestorbene Holzmasse hat ein Volumen von 225 fm/ha, das sind 33% des Lebendholzvorrats. Im Durchschnitt aller untersuchten tschechischen Urwälder beträgt der Anteil der abgestorbenen Holzmasse gegenüber dem Lebendholzvorrat 29% (PRUSA 1985).

Wie viele Urwalduntersuchungen zeigen, ist das Gleichgewicht zwischen Holzaufbau und natürlichem Holzabbau schwankend. Neben Standort- und Witterungsbedingungen sind dafür das Flächenverhältnis der Wald-Entwicklungsstadien zueinander sowie die Wachstumscharakteristik der am Bestandsaufbau beteiligten Baumarten maßgeblich.

Nach vorsichtiger Einschätzung haben die Wälder des Nationalparks heute etwa zwei Drittel des maximal möglichen Vorrats an Lebendbäumen erreicht, bei Totholz ca. ein Drittel.

Zerfallsgrad von Totholz

Die im Vergleich zu einem natürlichen Baumlebensalter von 250–400 Jahren relativ kurze Zeitspanne der im Nationalpark inzwischen zugelassenen natürlichen Entwicklung spiegelt sich auch im Zersetzungsgrad toter Bäume wider.

Bei der Inventur wurden alle toten Bäume nach fünf verschiedenen Zerfallsstufen klassifiziert (vgl. Abb. 14). Daraus wurde für jede Stichprobe ein Zerfallsgrad-Index gebildet, der angibt, wie weit im Durchschnitt der Zerfall von toten Bäumen fortgeschritten ist. Je höher der Index-Wert, umso größer der Zerfall.

Auf Abb. 25 erkennt man, daß die Zerfallsgrad-Indizes für Distrikte keineswegs gleich verteilt, sondern offenbar von verschiedenen Einflüssen abhängig sind.

Ein Einflußfaktor ist die Intensität bisheriger Nutzung. Wo bis vor kurzem Forstwirtschaft betrieben

wurde, dort wo man in ortsnahen Lagen der Bevölkerung gestattete, selbst Brennholz aufzuarbeiten (sog. Selbstwerber-Holz), ist der Zerfallsgrad-Index vergleichsweise niedrig. Falls Bäume in diesen Bereichen auf natürliche Weise umfielen, wurden sie bald darauf aufgearbeitet und verwertet. Bei dem wenigen Holz, das tatsächlich noch liegen blieb (vgl. Abb. 24), ist deshalb der Zerfall nur wenig weit fortgeschritten.

Umgekehrt waren die Hochlagen seit Nationalparkgründung und oft auch die Zeit davor von forstwirtschaftlichen Maßnahmen kaum betroffen. Für eine weitergehende Verrottung umgestürzter Stämme blieb deshalb genügend Zeit.

Eine Besonderheit weisen die Distrikte 6 und 7 auf. Obwohl dort in den 70er Jahren noch viel genutzt wurde, ist die Menge liegenden Holzes deutlich höher als in den Distrikten der Nationalpark-Mitte (vgl. Abb. 24). Die 1983 und 1984 im Westteil gehäuft auftretenden Windwürfe steigerten die liegende Totholzmasse erheblich. Die Bäume wurden überwiegend nicht aufgearbeitet. Der Zeitraum seit den Windwurfereignissen bis heute ist zu gering, als daß in diesen Bereichen das Holz hätte stärker zersetzt werden können.

Unter derzeitigen Verhältnissen steigt der Zerfallsgrad mit zunehmender Höhe über dem Meer an (Tab. 7). Dies liegt in erster Linie an der in gleicher

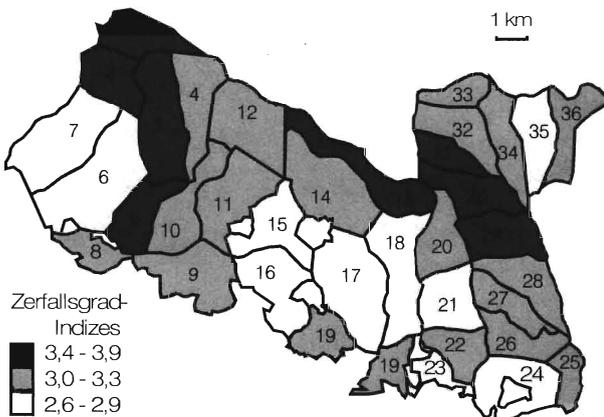


Abb. 25: Karte (Distrikte) – Zerfallsgrad-Indizes bei liegendem Totholz

Tab. 7: Zerfallsgrad-Indizes bei liegendem Totholz nach Höhenstufen

Höhenstufe m NN	Zerfallsgrad-Index Laub- u. Nadelholz	Nadelholz	Laubholz
1300–1399	3,81	3,82	3,33
1200–1299	3,42	3,41	3,95
1100–1199	3,16	3,11	3,65
1000–1099	3,08	3,08	3,08
900–999	2,99	2,98	3,12
800–899	2,88	2,86	3,15
700–799	2,79	2,77	3,29

Richtung abnehmenden Intensität bisheriger Nutzung (insbesondere von Nadelholz). Gleichzeitig wirken aber andere natürliche Prozesse in gegenläufiger Richtung:

Die klimatischen Bedingungen sind für das Waldwachstum insbesondere in den Hanglagen erheblich günstiger als in den Hochlagen (vgl. Tab. 1). Auch die Holzersetzung läuft hier schneller ab als in den Hochlagen. Es ist deswegen zu erwarten, daß die bisherigen Unterschiede im Zersetzungs-

grad zwischen Hoch- und Hanglagen durch den schnelleren Totholzabbau in den Hanglagen allmählich verflachen.

Unterschiede wird es dagegen auch in Zukunft zwischen den Baumartengruppen Nadelholz und Laubholz geben. In der Mehrzahl der Fälle ist Laubholz auf gleicher Höhenstufe stärker zerfallen als Nadelholz (vgl. Tab. 7). Dies deckt sich mit Ergebnissen aus langfristigen tschechischen und slowakischen Urwalduntersuchungen.



Foto 9: In den klimatisch rauen Hochlagen sind vermodernde Baumstämme als Keimbett für die jungen Bäumchen unerlässlich. Wo das Moderholz aus falsch verstandener Waldpflege über Jahre beseitigt wurde, bleibt die natürliche Waldverjüngung – oft großflächig – aus! (Foto: Rall)

Nach dortigen Beobachtungen zersetzt sich Buchenholz am Waldboden viel rascher als Fichten- oder Tannenholz. Schon jetzt ist übrigens bei totem Laubholz der höhenabhängige Zersetzungsgrad längst nicht so deutlich ausgeprägt wie bei Nadelholz (Tab. 7).

5.2.6 Bedeutung von Totholz für die natürliche Waldentwicklung

Totholzreichtum ist nicht nur eine Folge natürlicher Waldentwicklung, Totholz ist umgekehrt für die natürliche Erneuerung des Waldes, vor allem für Verjüngungsimpulse in den Hochlagenwäldern von großer Bedeutung.

Es ist kaum zu glauben, daß auf umgestürzten Baumstämmen wenige Dezimeter über dem Erdboden merklich andere standörtliche Bedingungen anzutreffen sind als am Erdboden. Insbesondere Extreme wie Hitze und Kälte sind auf der Stammoberfläche gemildert. Ist das Holz durch die Tätigkeit von Kleinsttieren, Pilzen und Bakterien in den oberen Schichten ausreichend vermodert, bildet das so entstandene Substrat ein ideales Keimbett für anfliegende Fichtensamen. Emporgehoben über die übrige Bodenvegetation, ist die Wurzel-

konkurrenz durch andere Bodenpflanzen wie Gras ausgeschaltet. Entsprechend der Richtung des liegenden Moderstamms entsteht oft eine ziemlich gerade ausgerichtete Reihe von Fichtennachkömmlingen (Foto 9).

In Hochlagen von Mittel- und Hochgebirgen ist diese als Moder- oder Rannenverjüngung genannte Art der Selbsterneuerung des Waldes gegenüber einer Verjüngung am Erdboden sehr bedeutend. Sofern nicht wie in Wirtschaftswäldern die natürliche Verjüngung durch Pflanzung von jungen Bäumen aus der Baumschule ergänzt wird, kann sie neben der Verjüngung an modernden Stöcken die Hauptverjüngung darstellen.

Im Nationalpark wurde diese Art der Verjüngung in Hochlagen ab 1000 m Seehöhe gesondert registriert. In jedem Hochlagendistrikt konnte Rannenverjüngung festgestellt werden. Vereinzelt ist sie auch in tiefer gelegenen Waldteilen anzutreffen.

Die Hauptursache für die mit der Höhe ansteigende Häufigkeit der Rannenverjüngung (Abb. 26) ist in der üppigen Grasvegetation zu suchen, die in Hochlagen mehr als die Hälfte des Bodens bedecken kann (Abb. 27). Die Waldverjüngung muß sich förmlich auf etwas höher gelegene tote Stämme flüchten, um der drohenden Konkurrenz

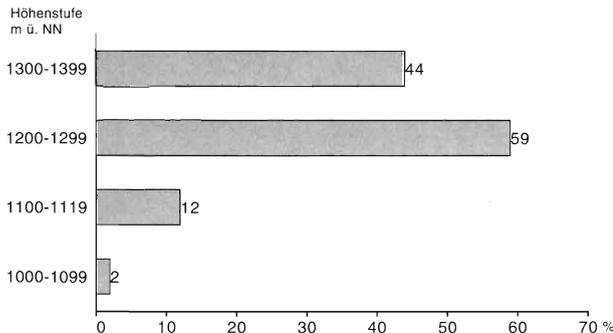


Abb. 26: Häufigkeit von Rannenverjüngung an liegendem Totholz in Prozent der Fälle (Hochlagen über 1000 m NN)

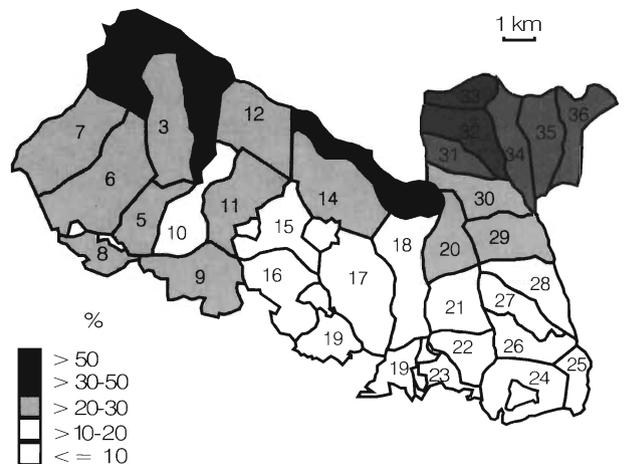


Abb. 27: Karte (Distrikte) – Bodenbedeckung durch Gras in Prozent

durch Gras in Bezug auf Licht und Nährstoffen zu entgehen. Auch die Konkurrenz durch Farne ist nicht unbeachtlich. Sie bedecken die Flächen über 1000 m Meereshöhe immerhin zu 16%.

Einleuchtend ist der in Tab. 8 belegte Zusammenhang zwischen dem Zerfallsgrad liegender Stämme und der „Ansiedlung“ von Jungbäumen. Höhere Vermoderungsgrade bei liegendem Stammholz erleichtern jungen Fichten das Fußfassen erheblich.

Tab. 8: Zerfallsgradindizes bei liegendem Totholz mit und ohne Rannenverjüngung

Höhenstufe m NN	Zerfallsgrad-Index mit Rannenverjüngung	Zerfallsgrad-Index ohne Rannenverjüngung
1300–1399	4,21	3,63
1200–1299	3,55	3,37
1100–1199	3,25	3,16
1000–1099	4,18	3,08

Auch stehendes Totholz ist wichtig für das Ökosystem Wald. Es bietet insbesondere Vögeln Brutmöglichkeiten und Kleinsäugetern Unterschlupf. Bei der Waldinventur wurden alle Baumhöhlen in stehenden, abgestorbenen Stämmen erfaßt.

Spechte zimmerten bei insgesamt 7,3% aller stehenden Totbäume eine Höhle in den Stamm. Bei abgestorbenen Nadelhölzern waren im Verhältnis etwas mehr Höhlen (7,4%) zu finden als bei toten Laubbäumen (5,6%). Spechte bevorzugten normalerweise Laubbäume zur Anlage von Höhlen. Offensichtlich veranlaßte die Spechte im Nationalpark das weitaus größere Angebot an abgestorbenen Nadelbäumen dort ihre Höhle zu schlagen. Tote Laubbäume sind außerdem mit einem Mitteldurchmesser von 17 cm viel schwächer dimensioniert. Sie eignen sich deshalb zur Höhlenanlage weniger als abgestorbene Nadelbäume mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 28 cm.

6 Schlußbemerkung

Rund 130 Jahre planmäßige Forstwirtschaft hat in den Wäldern des heutigen Nationalparks merkliche Spuren hinterlassen. Vom Wirtschaftsziel des Altersklassenwaldes geprägt, verloren Wälder viele natürliche und mosaikartige Feinstrukturen. Heimische Bergmischwälder mit der Charakterbaumart Tanne wurden während dieser Zeit auf rund ein Viertel ihrer ursprünglichen Verbreitung zurückgedrängt.

Über 10 Jahre lang nach Nationalparkgründung lagen die Wälder im Spannungsfeld der Interessen, mehr Natur durch aktive Waldpflege oder durch ungestörte Dynamik natürlicher Kräfte zu erreichen. Beharrlichen und mutigen Verfechtern der Nationalparkidee, allen voran Staatsminister Dr. Hans Eisenmann, ist es zu verdanken, daß das Prinzip „Natur Natur sein lassen“ heute auf über 10 000 ha Waldfläche gilt.

Natürliche Entwicklung bedeutet einen Kreislauf des Entstehens, Wachsens und Vergehens. Wälder erreichen nach Stadien der Jugend und des Wachstums Phasen der Reife und der Verjüngung, aber auch des todbringenden Zerfalls. Bäume tödende Borkenkäfer und Sturmwürfe sind in den nicht mehr bewirtschafteten Wäldern natürliche Vorgänge, die die Waldentwicklung mitbestimmen.

Das Älter- und Dickerwerden der Bäume sind Merkmale eines Wandels vom Wirtschaftswald zum Naturwald. Kennzeichen des Wegs zum Na-

tur- und Urwald ist auch das Anwachsen der Lebend- und Totholzgesamtmenge. Aus Untersuchungen nahegelegener Urwaldrelikte in Böhmen wissen wir, daß sich ein schwankendes Gleichgewicht zwischen Holzauf- und abbau etwa bei 650 fm Holzvorrat je Hektar einstellt. Die Holzinhalte abgestorbener Bäume entsprechen ungefähr 30% des Lebendholzvorrats.

Im Vergleich dazu haben die Wälder des Nationalparks heute etwa zwei Drittel des angegebenen Vorrats an Lebendbäumen erreicht, bei der Totholzmenge ca. ein Drittel.

In welchem Zeitraum sich Kennwerte der Nationalparkwälder denen von Urwäldern annähern, ist nicht entscheidend. Wichtig ist vielmehr, daß durch natürliche Dynamik wieder vielfältige, totholzreiche Waldstrukturen entstehen. Dadurch erhalten zahlreiche aus Wirtschaftswäldern verdrängte Tier- und Pflanzenarten bessere Überlebenschancen. Notwendig ist aber auch die nicht mehr gelenkte Entwicklung in den Wäldern weiter zu beobachten. Daraus lassen sich wertvolle Erkenntnisse für Naturschutz, Wissenschaft und forstliche Praxis ableiten.

Natürliche Abläufe und Prozesse werden den vielerorts noch immer erkennbaren forstlich geprägten Charakter der Wälder im Nationalpark mehr und mehr verwischen. Schon heute aber ist es für viele naturbegeisterte Menschen auch in unserem Land wieder möglich, die faszinierende Vielgestaltigkeit, Ursprünglichkeit und Erhabenheit von Naturwäldern zu erleben.

Entwicklung von Totholzflächen im Nationalpark Bayerischer Wald – Luftbildauswertungen und Folgerungen

von Hartmut Strunz

Inhaltsverzeichnis

59	Vorbemerkungen	77	3 Methode der Dauerbeobachtung der Totholzflächenentstehung
62	1 Entstehung von Totholzflächen – Neuartige Bedrohung oder natürlicher Vorgang?	79	4 Ergebnisse 1994 unter dem Eindruck der Luftschadstoffbelastung
		80	4.1 Hang- und Tallagen
		81	4.2 Hochlagen
68	2 Umgang mit Totholz im Nationalpark	84	5 Erfahrungen aus dem Vergleich mit benachbarten Gebieten (CZ)
68	2.1 Schlüsselereignis Windwurf 1983/84		
69	2.2 Totholzzunahme nach der Borkenkäfermassenvermehrung von 1986 bis 1989	86	6 Aspekte der Klimaerwärmung
73	2.3 Die weitere Entwicklung seit 1990	87	7 Totholzflächen und Nationalpark-Politik

Vorbemerkungen

Vor Beginn der planmäßigen Forstwirtschaft im Inneren Bayerischen Wald in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war Totholz ein allgegenwärtiger Bestandteil der Wälder. Erste Reisende, die Anfang des 19. Jahrhunderts bis zu den Höhen des Bayerischen Waldes vordrangen, schildern anschaulich den seinerzeitigen Wald. Sie waren beeindruckt von den „durch Jahrhunderte“ übereinander geworfenen Windbrüchen, die sich auf sumpfigen Böden aufgetürmt haben, von den abgebrochenen in die Höhe ragenden Strünken – und der „aus den vermoderten Baumleichen empor-

steigenden zweiten Generation“ (STERNBERG 1806).

Aus den Beschreibungen der ersten „primitiven“ Operate, die noch durchwegs von „Urwald“ sprachen, läßt sich ebenfalls ein anschauliches Bild der Waldungen jener Zeit rekonstruieren. „Uralte aber noch aufrecht stehende Fichtenskelette mit ihren tief herabhängenden, gebleichten Ästen wechseln mit gerade im kräftigen Alter stehenden, im Absterben begriffenen Stämmen mit einer aus mit Moos bedecktem Lagerholze (liegendes Totholz, d. Verf.) sprossenden jungen Pflanzenbrut“ (Foto1). Nach einem Protokoll über die Bereisung der Forstämter des Bayerischen Waldes durch den königlichen

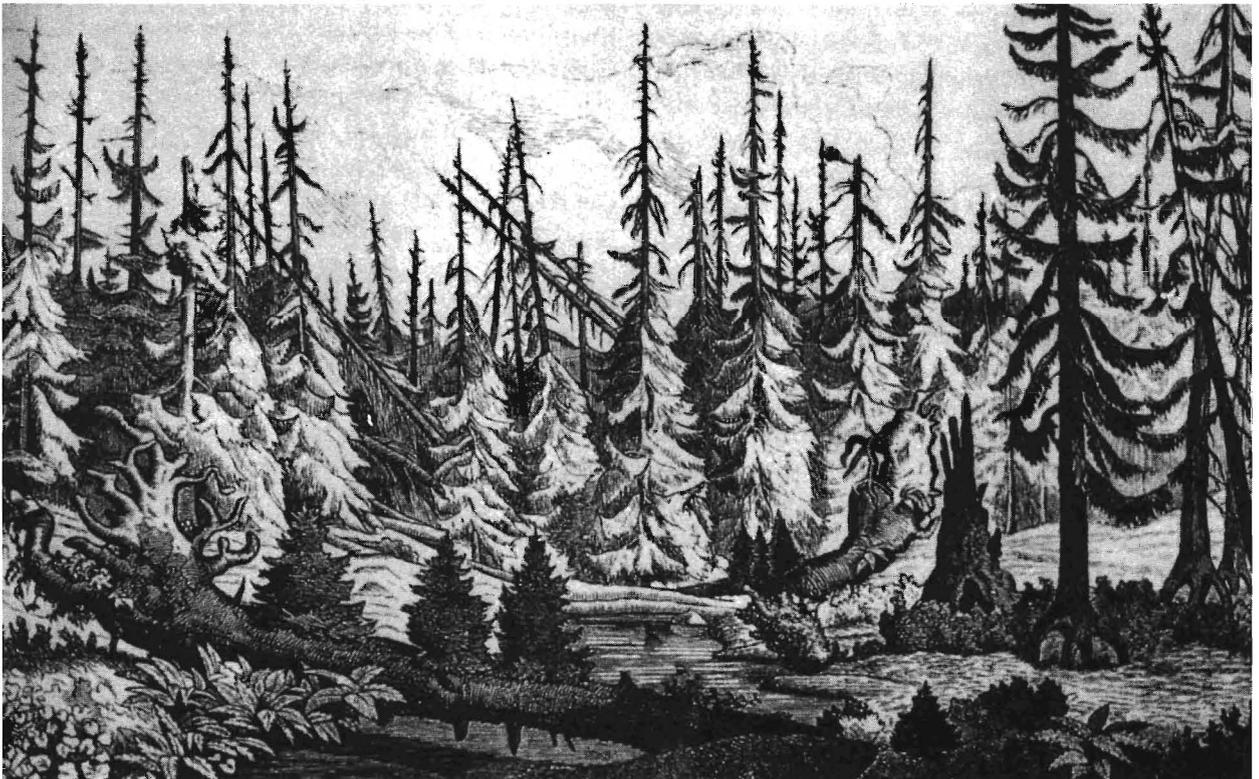


Foto 1: „Fichtenhochwald auf dem Bergkamm“ Holzstich nach Zeichnung von E. HEROLD (aus: WENZIG u. KREJČI „Der Böhmerwald Natur und Mensch“, 1860 – Abdruck mit freundlicher Genehmigung durch Verlag Morsak und Autor entnommen aus dem Buch „Der Dreiländerberg“ von Paul PRAXL).

Ministerialkommissär WALDMANN im Jahr 1840 sollte in Fichtenwäldungen der Hochlagen zunächst das Hauptaugenmerk auf die „Reinigung“ der betreffenden Wälder von dem noch brauchbaren dünnen und abständigen Holz, das einer geordneten Bewirtschaftung vielfach auch einfach im Wege lag, gerichtet werden. „In den meisten Abteilungen hat sich eine große Anzahl der in der letzten Zeit teilweise bis auf mehrere Dezennien zurück abgestorbenen Fichten stehend erhalten. Sie sind zwar rindenlos, versprechen aber

in der Mehrzahl noch brauchbares Material für Brennholz zu liefern“ (ZIERL 1972). Man sah Totholz als Rohstoff und wohl auch als Hindernis bei planmäßiger Bewirtschaftung, von Gefahren als Insektenbrutstätte war zunächst nicht die Rede. Häufig auftretende heftige Stürme warfen von Zeit zu Zeit auch großflächig Fichtenbestände zu Boden. ELLING et al. (1976) beschreiben zahlreiche solche Ereignisse. Infolgedessen waren Borkenkäfermassenvermehrungen ein natürlicher Vorgang – größere zusammenhängende Totholzflächen die Folge.



Foto 2: Waldabteilung „Weiter Schuß“ im Nationalpark Bayerischer Wald 1995 (Foto: Strunz)

Foto 1 und 2: Nur während der rund 130 Jahre dauernden Periode der planmäßigen Forstwirtschaft waren die natürlichen Fichtenwälder des Bayerischen Waldes und Böhmerwaldes infolge der permanenten Holzernte nicht von einem hohen Anteil stehenden und liegenden Totholzes geprägt.

Künftig war es üblich, alles absterbende Holz zu nutzen. Einzelne Totholzanfänge wurden im Rahmen sogenannter „Zufälliger Ergebnisse“ (ZE) ebenso alljährlich genutzt, wie großflächige Windwürfe und vom Borkenkäfer befallene Baumbestände. Solche nicht planmäßigen Nutzungen machten gerade im Inneren Bayerischen Wald oft größere Holzmassen aus als die der regulären Nutzungen.

Dem Borkenkäferbefall in der Folge größerer Windwürfe, beispielsweise 1868 bis 1870 und 1925 bis 1929, als jeweils mehrere Hunderttausend Kubikmeter Windwurfholz das Brutraumangebot für Borkenkäfer schlagartig erhöhten, konnte man dabei nur unter Aufbietung aller Kräfte halbwegs Herr werden. Entsprechende Ängste haben sich noch immer erhalten, obwohl früher auch ohne menschliches Zutun Borkenkäfervermehrungen wieder zusammenbrachen und es nie zur totalen Zerstörung des Waldes, sondern „nur“ zum vorübergehenden Zusammenbruch älterer Baumbestände kam.

Mit der Erklärung des Gebietes zum Nationalpark hat sich die Zweckbestimmung der Wälder geändert und damit die Betrachtungsweise von Sturmereignissen und dem flächigen Absterben von Nadelbäumen. Windwürfe und Borkenkäfervermehrung sind sehr wohl Katastrophenereignisse aus dem Blickwinkel eines Forstbetriebes, der darauf ausgerichtet ist, planmäßig und nachhaltig den Rohstoff Holz zu nutzen. Die natürliche Wald-dynamik zuzulassen, ohne menschliches Zutun, ist hingegen im Nationalpark vorrangige Aufgabe. Die wissenschaftliche Beobachtung soll uns Aufschlüsse geben für eine naturnähere Nutzung unserer Wirtschaftswälder. Nachdem diese Ziele erst mit der Rechtsverordnung über den Nationalpark Bayerischer Wald vom 22. Juli 1992 festgeschrieben wurden, blieb die Frage des Verbleibs oder der Aufarbeitung von toten Bäumen im Rahmen der Waldpflege über mehr als zwanzig Jahre strittig.

Neuartige Bedrohung?

1 Entstehung von Totholzflächen Neuartige Bedrohung oder natürlicher Vorgang?

Als 1982 das Gutachten zur Waldpflegeplanung für die zweite Zehnjahresperiode des Bestehens des Nationalparks Bayerischer Wald vorgestellt wurde (AMMER & UTSCHICK 1982), dachte kaum jemand an die Möglichkeit, daß bereits kurze Zeit später nicht aktives menschliches Handeln, sondern äußere Einflüsse das Bild der Wälder bestimmen würden. Die Vorgänge verliefen ganz anders, als man sie etwa langfristig anbetrachtet der Zielsetzungen eines Waldnationalparks damals für möglich und nötig hielt.

Daß bereits heute auf gesamter Nationalparkfläche angereichertes Totholz (RALL 1995) dem Gebiet einen „Hauch von Urwald“ verleiht, ist auf verschiedene Umstände zurückzuführen:

- Absterben von Einzelbäumen, Baumgruppen und Kleinflächen infolge der Einflüsse durch Luftschadstoffe (seit Anfang der 80er Jahre),
- Sturmwurfereignisse 1983 und 1984 mit nachfolgendem Borkenkäferbefall und Entstehung größerer Totholzflächen,
- Folgen einer deutlich wärmeren Witterung über mehrere Jahre (allgemeine Klimaerwärmung?),
- Nachlassender Druck, im Nationalpark Holz zu ernten, durch landesweites Überangebot an Rohholz infolge der Windwürfe 1990 („Wiebke“) und verstärkte Einfuhr von Rohholz und Zellstoff aus Osteuropa nach der Grenzöffnung zu Tschechien sowie aus Skandinavien.

Seit Anfang der 80er Jahre wird eine dramatische durch Luftschadstoffe bedingte Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Waldbäume im Inneren Bayerischen Wald deutlich. Seinerzeit wurden die Erkrankungserscheinungen nach der Weißtanne auch bei der Fichte für jedermann deutlich sichtbar. Erste Anzeichen waren Vergilbungen und schließlich massive Nadelverluste bis zu vorzeitigen Absterbevorgängen der Fichten in den Bergwäldern der höheren Mittelgebirge, wie man sie bisher nur aus emittentennahen Waldgebieten etwa in der Umgebung des Ruhrgebietes oder aus

dem Erz- oder Riesengebirge kannte. Die dortigen Erfahrungen ließen befürchten, daß vom Auftreten dieser ersten Symptome bis zur flächigen Abtötung alter Fichtenbestände nur wenige Jahre verstreichen könnten.

Unter diesem Eindruck wurde im Gutachten zur Entwicklungsplanung (AMMER & UTSCHICK 1986 3. Fassung) eigens ein Kapitel „Entwicklungsstrategien bei Absterben des Waldes auf großer Fläche“ aufgenommen. AMMER & UTSCHICK gingen darin auch auf Konsequenzen für Fließ- und Grundwasser sowie für Pflanzen und Tiere ein. Die dort getroffenen Feststellungen und formulierten Grundsätze für die Totholzbestände gelten großteils noch heute (Zitat):

Entwicklungsstrategien bei Absterben des Waldes auf großer Fläche

Im Nationalpark treten bei Schwefeldioxyd und Photooxydantien Spitzenkonzentrationen von mehreren Hundert Mikrogramm pro m³ Luft auf. Die Waldschäden sind vor allem im Bereich des Grenzkammes sehr hoch. Rund die Hälfte der Bäume im Nationalpark zeigen bereits Schäden, vor allem die Weißtanne (1984 zu 94% geschädigt) und die Fichte (57%) aber auch Buche (35%) und sonstige Laubbäume (42%) sind stark betroffen. Aus dieser Situation könnten sich für die Zukunft folgende Konsequenzen ergeben:

- Absterben der Wälder auf großer Fläche ausgehend von den Hochlagen; betroffen wären im Nationalpark zunächst ca. 2500 ha Bergfichtenwald;
 - bestandsweise Ausfälle im Bergmischwald.
- Aus diesen Entwicklungen sind folgende Konsequenzen für den Nationalpark zu erwarten:*
- Verlust der typischen Bewohner des Bergfichtenwaldes,
 - Massenvermehrung von Insekten, die wenig vitale Waldbäume nutzen, wie Buchdrucker, Fichtengespinstblattwespe und von Pflanzenfressern, die von der Bodenvegetation leben, wie Mäuse, Reh und Rothirsch;

- völlige Änderung des Landschaftsbildes;
- Änderung des Kleinklimas, z.B. der Temperatur-extreme, der Windgeschwindigkeiten und des Kaltluftabflusses sowie des Wasserhaushaltes qualitativ und quantitativ;
- Entwicklung einer Kahlschlagsituation in den Hochlagen und der Bergmischwaldregion mit einer starken Veränderung der Bodenvegetation von den Klimaxarten hin zur Pioniervegetation; gleichzeitig Zunahme der Tierarten offener Flu-ren.

Das wichtigste Ziel des Nationalparkes ist es, natürliche Prozesse ungestört ablaufen zu lassen. Obwohl Ursachen, Begleiterscheinungen und Folgen des Waldsterbens diese Zielsetzung in existentieller Weise bedrohen, können daher kaum Gegenstrategien ins Auge gefaßt werden:

- Eine Düngung scheidet aus, weil sie, wie die bisherigen Erfahrungen zeigen, kaum Erfolg verspricht und zudem zusätzliche Störungen in den Lebensgemeinschaften verursachen würde. Vor allem eine Kalkung würde zu erheblichen Artenverschiebungen führen und die Nährstoffkreisläufe in den Lebensgemeinschaften empfindlich beeinträchtigen.
- Auch eine Insektenbekämpfung scheidet aus. Sie wird in der Tschechoslowakei angewandt, um die Sekundärschädlinge wie Borkenkäfer zurückzudrängen. Solche Insektenbekämpfungsmaßnahmen würden zu schwerwiegenden Belastungen der Nahrungsketten und der Artenvielfalt führen.

Ähnliches gilt für das Totholz. Es sollte nicht entfernt werden, denn es stellt einen wichtigen Schutz des Bodens dar und verbessert die Möglichkeiten für das Aufkommen einer künftigen Waldgeneration, da es die Klimaextreme mildert. Im Schutz des toten Holzes kann sich eine relativ üppige Pioniervegetation entwickeln unter deren Schirm nach Besserung der Luftsituation eine neue Generation des Klimaxwaldes aufkommen kann. Das tote Holz schützt außerdem den verbleibenden Bestand lebender Bäume. Stark verlichtete Bestände sterben schneller.

Nicht zuletzt ist das tote Holz im Nationalpark für

die Demonstration der Folgen und der Entwicklung der Waldschäden wichtig, weil außerhalb dieses Schutzgebietes die stehenden toten bzw. absterbenden Bäume regelmäßig entfernt werden. Damit ist aber die Argumentation der Forstverwaltung in der Öffentlichkeit erheblich erschwert, weil die Folgen des Waldsterbens nur relativ undeutlich erkennbar sind.

- Auch eine Wiederaufforstung erscheint, das zeigen die Erfahrungen in der Tschechoslowakei, nicht sinnvoll. Bei niedrigen Huftierbeständen erfolgt nämlich die natürliche Wiederbewaldung durch Anflug relativ schnell, wie Beispiele aus dem Erz- und Riesengebirge belegen. Offenbar wird die üppig ankommende Pioniervegetation durch den relativ hohen Stickstoffeintrag stark gefördert. Die Wiederbewaldung erfolgt dort besonders üppig, wo der Vorbestand, auch wenn er total abgestorben ist, als Schutz erhalten geblieben ist.

Eine gezielte Wiederaufforstung könnte allenfalls dort nötig werden, wo die Gefahr irreversibler Erosionsschäden entsteht. Deshalb sollen in belasteten Gebieten Dauerbeobachtungsflächen für die Vegetation eingerichtet werden, in denen die natürliche Entwicklung innerhalb und außerhalb von Zäunen auf Dauer verfolgt wird. Sollte sich eine Wiederaufforstung als unumgänglich herausstellen, so sollte sie im wesentlichen mit Arten der Pioniervegetation und nicht mit den empfindlichen Klimaxbaumarten Fichte und Tanne erfolgen.

- Als wichtige flankierende Maßnahme müssen im Nationalpark die Huftierbestände weiterhin auf einem niedrigen Niveau gehalten werden. Bei Auflichtung des Kronendaches ist eine starke Zunahme von Reh und Rothirsch zu erwarten, wie nach großen Windwürfen festgestellt wurde. Entsprechend starke Reduktionseingriffe sind daher notwendig.
- Insgesamt wird empfohlen, auch bei einem großflächigen Absterben der Nationalparkwälder im Nationalpark selbst keine Maßnahmen gegen das Waldsterben durchzuführen (Zitat Ende).

In der öffentlichen Diskussion traten die Vorgänge im Bergwald und die Befürchtungen über baldige



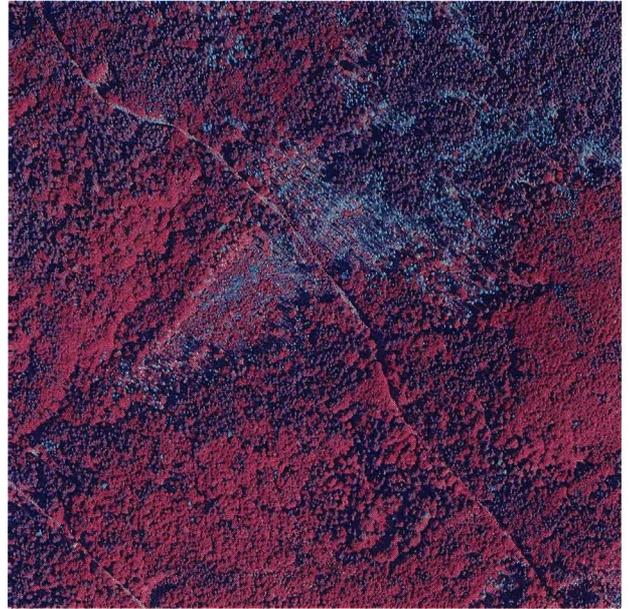
Foto 3 bis 6: Farbinfrarot-Senkrechtluftbilder von der Waldabteilung XII 6 Bärenloch am Südwestabhang des Plattenhausenberges. Aufnahmezeitpunkte (von links): 06. 09. 81, 26. 09. 88, 27. 09. 90, 16. 08. 94. Im Bereich der am 01. 08. 1983 entstandenen Windwurf- fläche tötete der Borkenkäfer während einer explosionsartigen Massenvermehrung 1986 und 1987 vor allem stehende Randbäume und schließlich nestartig offenbar labile Bestandesteile auf Blockböden in den anschließenden oberen Hanglagen und in den Hochlagen ab. Bereits 1988 war am Windwurfrand selbst die Entwicklung zum Stillstand gekommen, obwohl noch Fichten in der Nachbarschaft standen.

Farben: dunkelrot = lebende Fichtenkronen; rot = je nach Bildstruktur Laubbaumkronen bzw. Bodenvegetation; graublau bis grau- grün = tote Fichtenkronen (Foto: LWF)

Folgen der Immissionseinflüsse zunächst in den Hintergrund, wengleich die Ursachenforschung über mehrere Jahre ein Schwerpunkt der Forschung im Nationalpark blieb. Grund dafür war zunächst ein Sturmereignis, das im August 1983 größere Flächen an Fichtenbeständen zu Boden warf und dem weitere Windwürfe im November 1984 folgten. Die anschließende Borkenkäfermassenvermehrung führte zum Absterben von Fichtenbeständen in einem Umfang, wie man ihn höchstens durch Immissionseinflüsse als „Waldsterben“ erwartete. Inzwischen war eine Zuspitzung der luftschadstoffbedingten Zerstörungen von Baumbeständen bekanntlich im Harz, Schwarzwald und

Fichtelgebirge deutlich geworden und selbst im „Reinluftgebiet“ Innerer Bayerischer Wald in dessen Hochlagen in Ansätzen erkennbar. Es war vor allem ein Problem der Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit im Nationalpark, die Unterschiede zwischen dem menschengemachten „Waldsterben“ einerseits und den natürlichen Vorgängen Windwurf und Borkenkäfervermehrung andererseits zu vermitteln.

Der Eindruck der Windwurfereignisse und der folgenden Borkenkäfermassenvermehrung in der Nachbarschaft der Windwurfflächen, die zunächst Besorgnis auslöste, war sowohl Anlaß zur alljährlichen Befliegung des Nationalparkes zur Beobach-



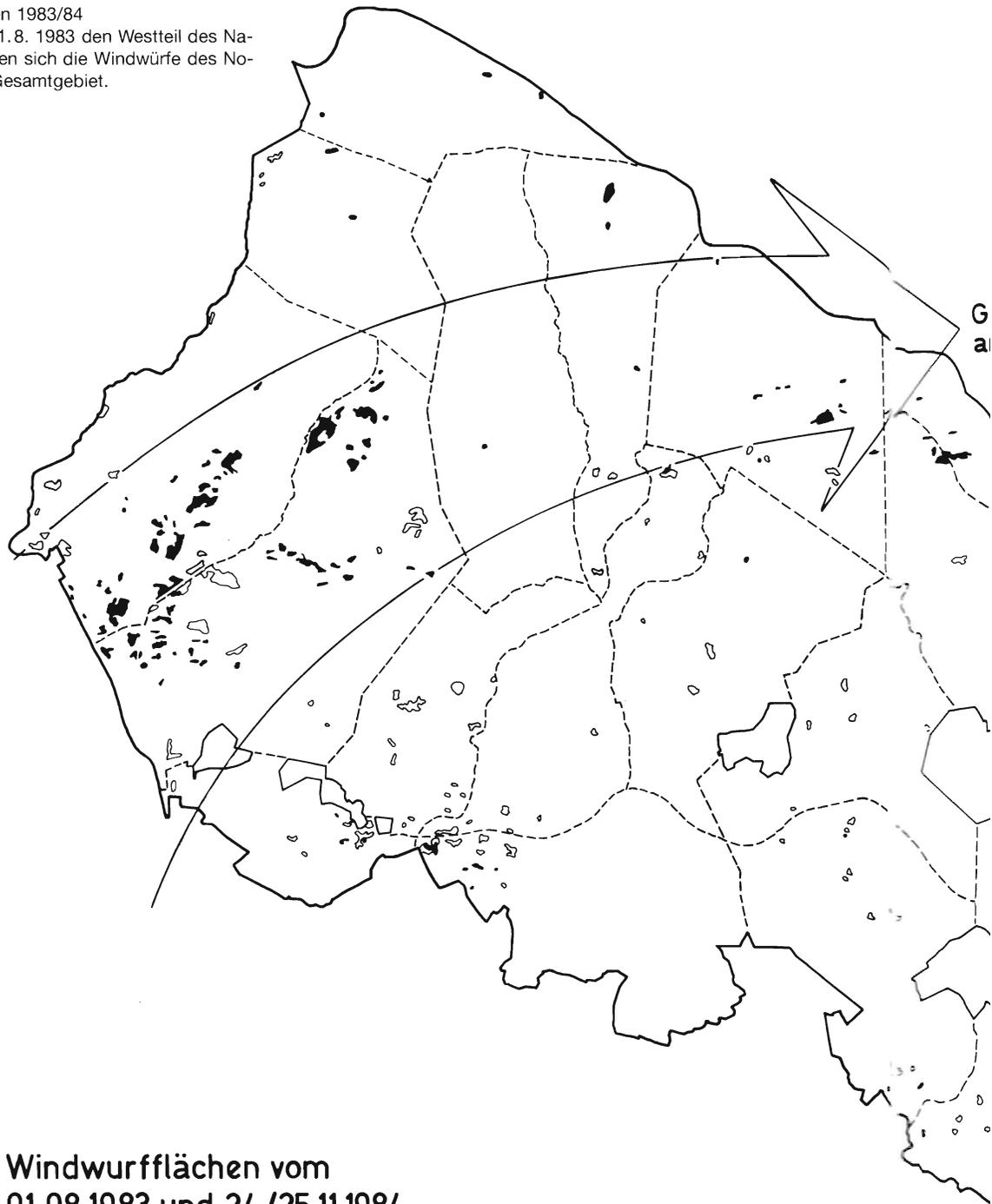
tung der Entwicklung als auch zur Anlage von vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen in Windwürfen und in deren Umgebung (JEHL 1995). Das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten hatte als Ergebnis der Sitzung des Fachbeirates für den Nationalpark im Juni 1988 die damalige Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) beauftragt, zur Dokumentation das Gebiet befliegen zu lassen und die Luftbilder auszuwerten. Die Nationalparkverwaltung (NPV) hatte die Aufgabe, zusammen mit der FVA die Entwicklung sorgfältig weiter zu beobachten.

1988 bis 1993 erfolgten sechs Befliegungen mit

Auswertung der Farbinfrarot-Senkrechtaufnahmen (Beispiele s. Fotos 4 bis 6) durch die Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (LWF, vorher FVA). Die Ergebnisse der siebten Befliegung 1994 wurden erstmals durch die NPV ausgewertet. Damit wurde – wenn auch aus anderem unmittelbaren Anlaß – den Forderungen von AMMER & UTSCHICK nach systematischer begleitender Beobachtung Rechnung getragen. Lediglich die in diesem Zusammenhang angeregte Anwendung einer praktikablen Auswertungsmethode beim Vergleich vorhandener gezäunter und ungezäunter Verbißprobeflächen harret noch einer Umsetzung.

Abb. 1: Karte – Windwurfflächen 1983/84

Während der Gewittersturm am 1.8. 1983 den Westteil des Nationalparks heimsuchte, verteilten sich die Windwürfe des Novembersturmes 1984 über das Gesamtgebiet.



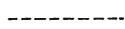
Windwurfflächen vom
01.08.1983 und 24./25.11.1984



belassene Windwurfflächen (Reservate)



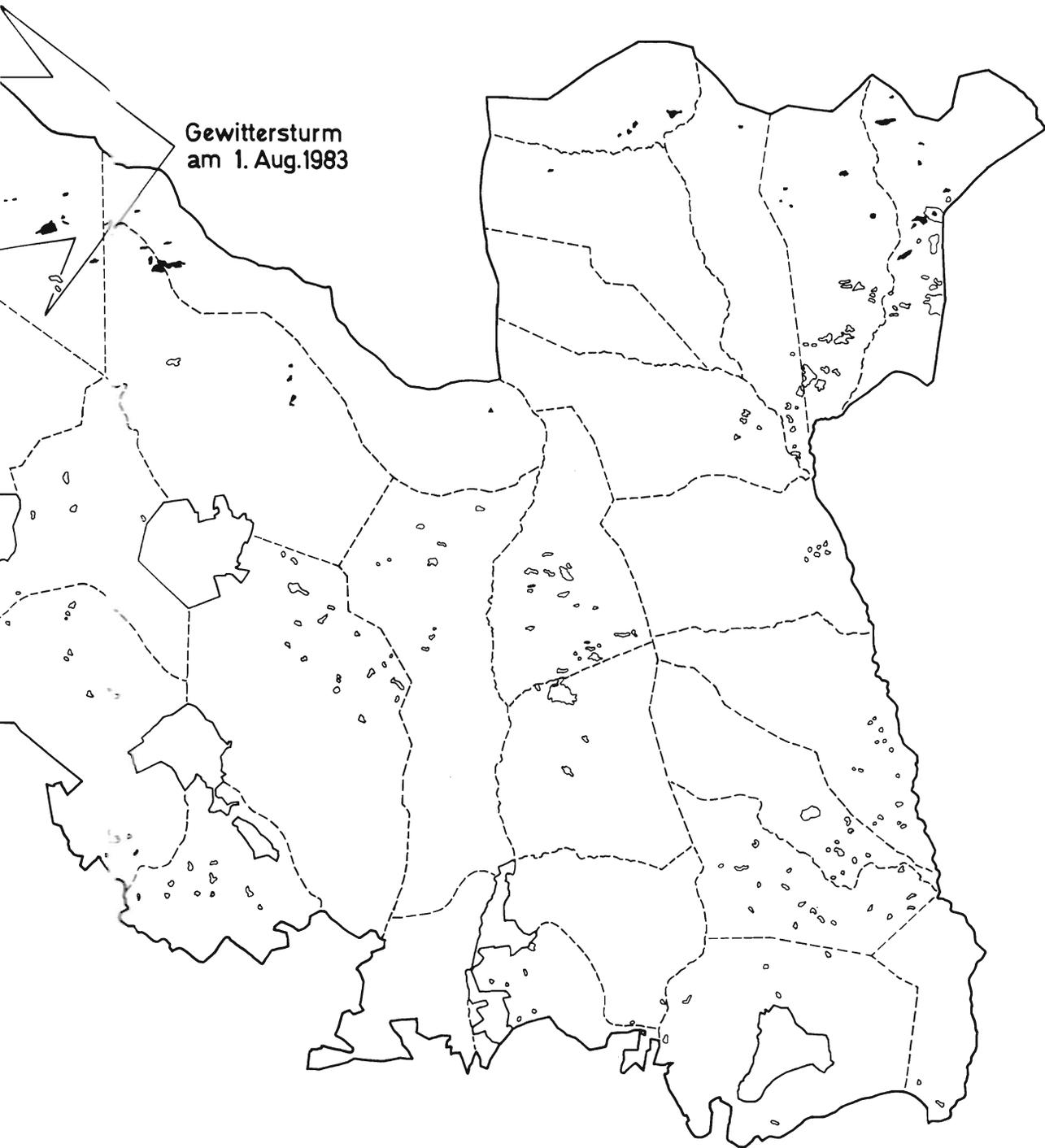
ausgeräumte Windwurfflächen



Distriktsgrenzen

0 1 2 km

Gewittersturm
am 1. Aug. 1983



Umgang mit Totholz

2 Umgang mit Totholz im Nationalpark

Mit Gründung des Nationalparkes forderte das szt. Nationalparkamt von den damals noch bestehenden Forstämtern die Einstellung von sogenannten ZE-Nutzungen (Windwürfe, Borkenkäferbäume). Hintergrund hierfür war die Erkenntnis, daß einer der Hauptunterschiede der Nationalparkwälder im Vergleich zu Naturwäldern der Mangel an Totholz war. Nach Nationalparkgründung führte 1972 am 11./12. März ein sogenannter „Böhmwind“ – ein von Osten kommender stürmischer Überfallwind – zu einem ersten Windwurf mit ca. 5000 m³ Holzanfall – ca. 500 m³ blieben als Einzelbäume und kleine Nester als erstes Zugeständnis an die Nationalparkziele liegen. 1974 erfolgte eine Weisung des zuständigen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, nach der ZE-Anfälle unter 40 m³ im Einzelfall auch außerhalb der Reservate, in denen ohnehin keine Holznutzung mehr erfolgt, zu belassen waren.

2.1 Schlüsselereignis Windwurf 1983/84

1983 kam es zu einem „großen“ Windwurf bei einem Gewittersturm am 1. August, der über die Tal- und Hanglagen im Westteil des Nationalparkes hinwegfegte. Zwischen ca. 19.15 und 19.45 Uhr beendete er mit Orkanböen die seit Bestehen der Klimastation Waldhäuser (1972) ausgeprägteste Hitzeperiode. Mit 32,6 °C war am 27. Juli die bislang höchste Temperatur gemessen worden. Der Sturm fegte, von Südwesten aus dem Raum Kirchdorf – Klingenbrunn kommend, auf den Rachel zu und hinterließ vor allem in den Hang- und Tallagen allein im Nationalpark in 96 verschiedenen Waldorten größere Windwurfneester und Windwurfflächen bis zu 2 ha Größe.

Bis zu diesem Zeitpunkt konnte der Nationalpark noch keine nennenswerten Totholzflächen vorweisen. Eine Auswertung von CIR (Color-Infrarot)-Luftbildern der Befliegung 1981 (Beispielaufnahme s. Foto 3) durch die LWF erbrachte nur einzelne Totbäume und Gruppen mit durchwegs unter 0,1 ha Fläche.

Nach Anhörung des Fachbeirates unter Leitung des szt. Staatsministers Dr. Hans EISENMANN blieben in den mit Inkrafttreten der mittelfristigen Planung auf damals 6500 ha vergrößerten Reservaten alle Windwürfe liegen, außer in 500 m Abstand zu angrenzendem Privatwald. Erfahrungen mit belassenen „ZE“, v.a. von den Windwürfen aus dem Jahr 1972, ermutigten zu dem Schritt. Beispielsweise konnte bei einem besichtigten belassenen Windwurf von 1972 am Rastplatz Graupsäge in XV 6 Rotherberg kein nennenswerter Stehendbefall durch Borkenkäfer, wohl aber eine üppige Waldverjüngung festgestellt werden. Bei Borkenkäferbefall an stehenden Bäumen sollte ggf. mechanisch eingegriffen und so der Befall begrenzt werden (was sich später als illusorisch herausstellte). Zu weiteren Windwürfen kam es, wie in ganz Deutschland, am 24./25. November 1984. Diesmal waren sie über den gesamten Nationalpark nesterweise verteilt mit einem Schwerpunkt in den verebneten Hochlagen im Nordosten. Dort entstanden auch einzelne größere Windwurfflächen (bis ca. 1 ha) auf den Weichböden beiderseits der deutsch-tschechischen Grenze. Die spätere Auswertung von Luftbildern von 1988 durch die FVA ergab als Bilanz dieser beiden Windwureignisse 173 ha Windwürfe (von mehr als 0,1 ha im Einzelfall). Davon wurden 85 ha belassen und 88 ha außerhalb der Reservate aufgearbeitet (Abb. 1). Eine terrestrische Kartierung durch die Nationalparkverwaltung 1983 erlaubt es nur grob, die beiden Ereignisse 1983 und 1984 zu trennen. Fest steht, daß 1983 der weitaus überwiegende Windwurfholzanfall auf das westliche Gebiet des Nationalparkes beschränkt blieb. Die im Mittelteil des Nationalparkes gelegene Klimastation Waldhäuser konnte damals lediglich Randausläufer des Sturmes registrieren.

Der Vergleich mit im Westteil des Nationalparkes unmittelbar nach dem Sturm 1983 zufällig von Dritten gefertigten SW-Luftbildern läßt erkennen, daß dort an den Rändern der Windwurfflächen 1984 weitere Bäume geworfen wurden. So vergrößerte sich z. B. die Fläche des (ausgeräumten) Windwurfes in der Waldabteilung VI 4 Feistenhäng nicht un-

erheblich. In den belassenen Windwürfen hingegen waren keine nennenswerten Ausweitungen zu verzeichnen.

2.2 Totholzzunahme nach der Borkenkäfermassenvermehrung von 1986 bis 1989

1985 kam es zum „Liegendbefall“ durch Borkenkäfer in den Windwurfflächen von 1983 (KARL 1985) und 1986 erstmals zu einem massenhaften Stehendbefall an den Windwurfrändern, der sich 1987 sowohl in benachbarten Fichtenrein- als auch Mischbeständen fortsetzte. Für diese Höhenlage ungewöhnlich hohe Maximumtemperaturen über 20°C im Mai 1986 und 1987 (Tab. 1) ermöglichten vermutlich jeweils zwei Generationen beim Buchdrucker (*Ips typographus*) und erhöhten somit neben dem Brutraumangebot die Disposition für eine Massenvermehrung (vgl. SCHOPF 1995).

Die Luftbildauswertungen von der Befliegung am 26.09.1988 ergaben, daß in diesen beiden Jahren 105 ha Fichtenbestände abgetötet wurden, von 1988 bis zur Befliegung am 22.10.1989 kamen als Folge des Borkenkäferfraßes des Jahres 1988 nochmals 68 ha hinzu. Im Westteil des Nationalparks war es bereits in diesem Jahr letztmals zu

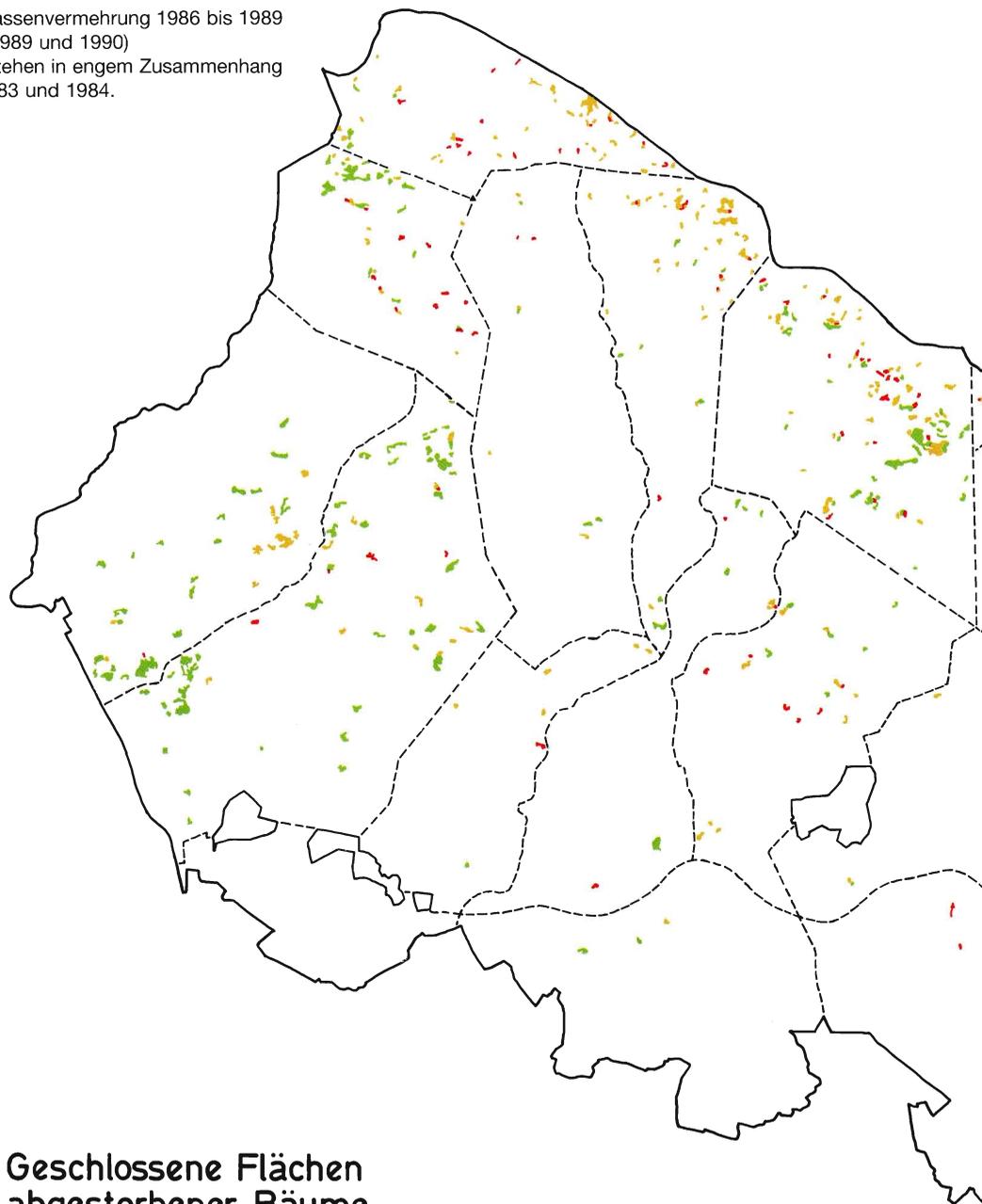
nennenswertem Borkenkäferfraß und schließlich zum Totalzusammenbruch der Borkenkäfermassenvermehrung gekommen, obwohl sich durchaus weitere Fichtenbestände geeigneten Alters in der Nachbarschaft befunden hätten. Die Befliegung im Oktober 1989 brachte jedenfalls im Westteil letztmals einen nennenswerten Zugang an Totholzflächen seit September 1988 (Abb. 2).

Unter dem Eindruck dieser zunächst bedrohlich erscheinenden Entwicklung befaßte sich 1989 der Fachbeirat erneut mit der Borkenkäferentwicklung. Anbetrachts der Brände im Yellowstone-Nationalpark im Sommer 1988 stand die Frage des „Laufenlassens“ natürlicher Entwicklungen in Nationalparks gerade zu diesem Zeitpunkt auf dem Prüfstand – noch hatte man die Erfahrung nicht gemacht, daß sich diese Brandflächen nach wenigen Jahren sehr erfreulich entwickeln würden. Nachdem Prof. Dr. W. SCHWENKE (Forstzoologie/Universität München) den baldigen Zusammenbruch der Massenvermehrung des Buchdruckers im Nationalpark Bayerischer Wald prognostizierte und sich unter vielen Totholzbeständen ausreichende Waldverjüngung fand, entschied Staatsminister S. NÜSSEL, weiterhin nicht einzugreifen. Örtliche Bekämpfungsversuche einer laufenden Massenver-

Tab. 1: Witterungsbedingungen 1983 bis 1994 (Station Waldhäuser 945 ü. M.)

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	20j. Mittel
Jahres-Mitteltemperatur °C	6,3	5,1	4,7	5,4	5,0	5,8	6,6	6,4	5,6	6,5	6,1	7,0	5,6
Jahres-Niederschlag (mm)	1388	1347	1294	1493	1517	1760	1128	1239	1137	1271	1564	1279	1319
Mai Mitteltemperatur °C	9,5	8,0	10,7	12,0	7,0	11,2	10,2	11,1	5,9	11,5	12,4	10,3	9,3
Mai Maximumtemperatur °C	22,8	22,0	23,7	24,3	20,0	20,8	20,9	20,6	18,1	22,2	23,8	21,2	21,6

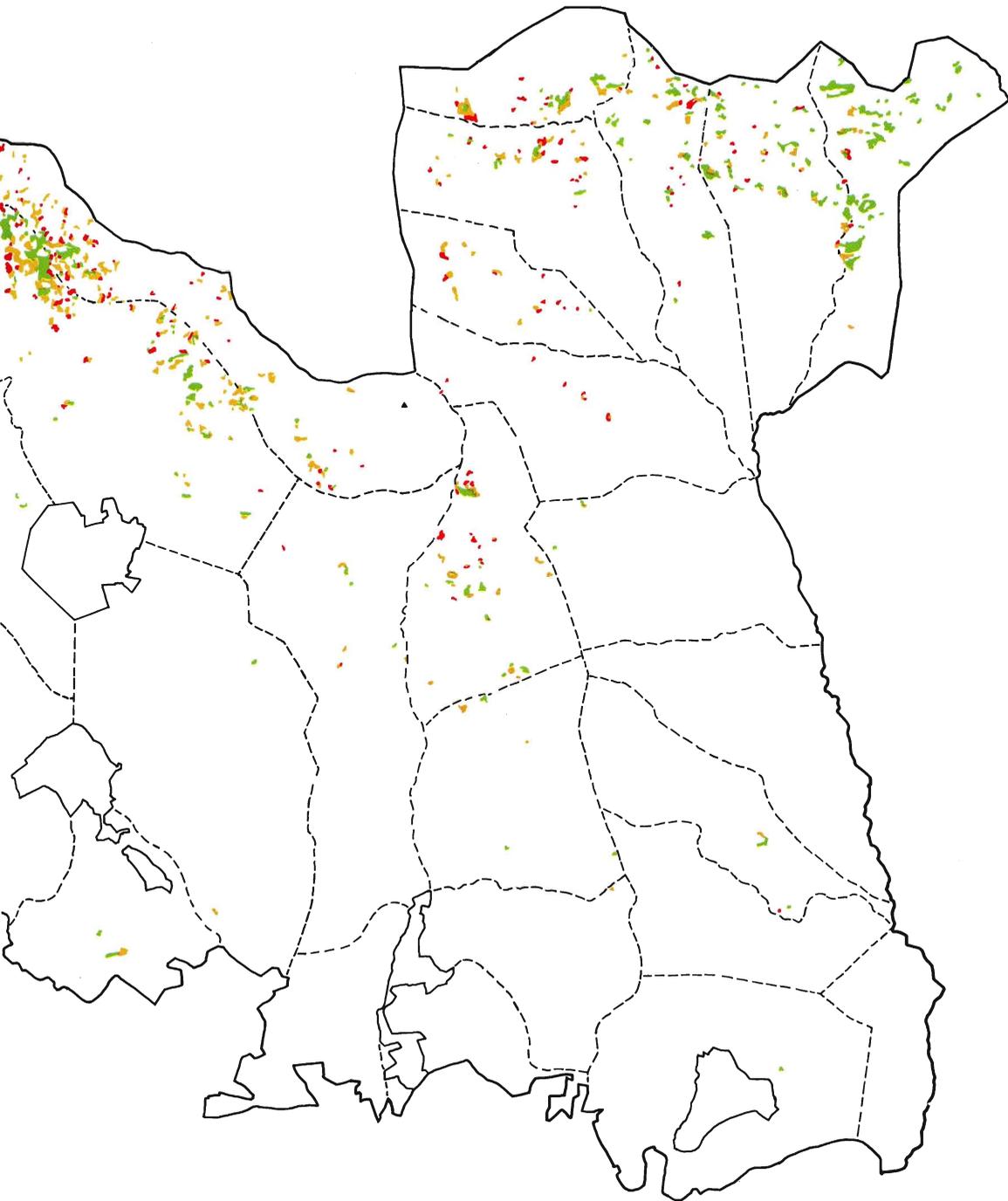
Abb. 2: Karte – Borkenkäfermassenvermehrung 1986 bis 1989
(Befliegungsergebnisse 1988, 1989 und 1990)
Die Borkenkäferbefallsflächen stehen in engem Zusammenhang
zu den Windwurfflächen von 1983 und 1984.



Geschlossene Flächen abgestorbener Bäume

- | | Befliegungsergebnis vom |
|---|-----------------------------------|
|  | 18.08.1988 |
|  | 22.10.1989 (Zugang seit 18.08.88) |
|  | 27.06.1990 (Zugang seit 22.10.89) |
|  | Distriktsgrenzen |

0 1 2 km



mehrung durch Holzeinschlag und Pheromonfalleninsatz hatten sich 1986 als wirkungslos herausgestellt – der Wettlauf war nicht zu gewinnen, zumal der Winterzeitraum bei der Bekämpfung auf Grund der Schneelagen und damit kaum möglichen Zugänglichkeit ausfällt. Die ungestörte Populationsentwicklung bzw. die freie Auseinandersetzung der Natur mit diesem gefürchteten Forstschädling sollte als einmalige Chance wissenschaftlich beobachtet werden, was seither durch die UNI München (vgl. SCHOPF 1995) geschah. Am längsten hielt die Massenvermehrung an der Hochlagengrenze im Mittelteil des Nationalparkes zwischen 1100 und 1250 m ü. M. (nicht standortgerechte Bestockungen – klimabedingtes Ansteigen der Hochlagengrenze?) an. Im Juni 1990 konnte aber im gesamten Nationalpark gegenüber dem Vorjahr nurmehr ein Neubefall von 21 ha festgestellt werden: die Massenvermehrung war also auch in den übrigen Gebieten im Mittel- und Ostteil (Folgen vom Herbststurm 1984 in den Hochlagen) zeitlich verlangsamt und verzögert zusammengebrochen.

1991 kam es nur mehr zu einem marginalen Befall durch Borkenkäfer. Das Befliegungsergebnis im Juli 1992 erbrachte mit weniger als 5 ha Neubefall – das ist etwa ein halbes Promille der Nationalparkfläche – einen absoluten Tiefpunkt. „Schleichend“ kam es aber zu einer Fortsetzung in den deutlich immissionsgeschädigten Hochlagen!

Die Gesamtbilanz der Windwurfereignisse 1983/84 und des dadurch ausgelösten Borkenkäferbefalles von 381 ha Windwurf- und Totholzflächen (über jeweils 0,1 ha im Einzelfall bis zur Befliegung 1991) läßt diese eher als „mittlere Naturereignisse“ einstufen. Die Zahlen werden noch mehr relativiert, wenn man bedenkt, daß bei Gründung des Nationalparkes fast 3000 ha Waldflächen mehr oder weniger vom Hirsch total geschälte Bestände getroffen wurden, auf hundert Prozent reduziert immerhin noch 570 ha (BIBELRIETHER 1972). Die letzten größeren Windwurf- und Borkenkäferereignisse gingen mit rd. 900 ha (1925–1929) bzw. rd. 2025 ha (1868–1875) in die Geschichte des heutigen Nationalparkgebietes ein (VANGEROW et al.

1979). Das sich laut Luftbildauswertungen auf rd. 74000 m³ angesammelte Totholz, das sich auf die beschriebenen Ereignisse von 1983 bis 1991 zurückführen läßt, entspricht etwa gerade dem Gesamtholzzuwachs im Nationalpark eines Jahres und 1,8% des Fichtenvorrates (Stand 1. 1. 92).

Betrachtet man das Flächenmuster der Windwurf- und Borkenkäfergebiete, fällt auf, daß diese vielfach deckungsgleich mit früheren Windwürfen (siehe Kartenbeilage bei ELLING et al. 1987) liegen und zwar nicht nur dort, wo man dies auf Grund der Bodenverhältnisse (Weichböden, auf denen flachwurzelnde Fichten leicht geworfen werden) erwarten würde. Das Muster der Sturmwürfe 1925/29 spiegelt ähnlich dem Windwurf 1983 die Weichböden des Westteiles des Nationalparkes wider, während die Windwürfe 1868/70 mit ihren Schwerpunkten in den Hochlagen und an den Südwesthängen der oberen Hanglagen der Flächenverteilung des Windwurfes von 1984 und dem folgenden Borkenkäferbefall nahe kommen.

Nicht ohne weiteres zu erklären sind dabei die besonders lange anhaltenden Borkenkäferaktivitäten in den oberen Hanglagen, vor allem im Spitzberggebiet. Gewisse Anhaltspunkte ergeben Untersuchungen über Zusammenhänge mit dem Felsblockgehalt der Böden in diesem Raum, der von Haus aus möglicherweise zu öfterem Wassermangel und somit zu besserer Disposition für Borkenkäfer führt (FRANK 1992). Vermutlich würde die natürliche Bestockung dieser blockreichen Standorte weniger Fichten, dafür aber mehr Edellaubbäume, wie Bergahorn, aufweisen. Das inselartige Vorhandensein von Zwergstrauchheiden und seit der Eiszeit weitgehend vegetationsfreie Felsblockhalden deuten auch in diese Richtung. Die betreffenden Waldbestände entstanden bezeichnenderweise nach 1870 durch Wiederaufforstung mit Fichten auf den nach Ausräumung des Sturm- und Käferholzes entstandenen Kahlflächen – damit wurde deren Schicksal vermutlich bereits vorprogrammiert.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß gerade dort, wo das größte Brutraumangebot für Borkenkäfer durch Sturmwürfe geschaffen wurde, nämlich in

den Tal- und Hanglagen des Westteiles des Nationalparkes, die Borkenkäfermassenvermehrung zuerst zusammenbrach (vgl. SCHOPF 1995) – und das, obwohl in der Umgebung reichlich Fichtenbestände in höheren Altersklassen, wie sie der Buchdrucker bevorzugt, vorhanden sind.

Hätte man eine „normale“ forstliche Nutzung betrieben, wären bei einer mittleren Umtriebszeit von 130 Jahren in den 10 Jahren seit dem Windwurfereignis rund 1000 ha Altbestände verjüngt worden. Das entspricht fast dem Dreifachen, was an Verjüngungsfläche durch Windwürfe und Borkenkäfer initiiert wurde. Auf den Holzverkaufserlös mußte zwar verzichtet werden, Sturm und Käfer haben dafür im Vergleich zu Waldumbaumaßnahmen kostenlos die Nationalparkwälder bezüglich ihrer Strukturen in Richtung Naturnähe erheblich weitergebracht. Trotz dieser Naturereignisse mit hohem Totholzanteil fand in den Nationalparkwäldern zwischen 1982 und 1992 eine bemerkenswerte Holzvorratsanreicherung von 337 m³/ha auf 418 m³/ha statt.

2.3 Die weitere Entwicklung seit 1990

Anfang 1990 wurde Mitteleuropa von einer bis dahin nie dagewesenen Serie von Stürmen heimgesucht. Wegen seiner Verwüstungen in den Wäldern wurde vor allem „Wiebke“ (am 1. März) für Meteorologen ebenso wie für Förster zu einem Begriff (DRONIA 1990). Trotz gemessener 137 km/h Windgeschwindigkeit gab es im Nationalpark vergleichsweise wenig Windwürfe. Vorherige Stürme im Januar und Februar („Daria“, „Herta“, „Vivian“) kamen nur abgeschwächt (bis 81 km/h) an und verursachten kaum Windwürfe. Der Gesamtanfall an Windwurfholz wurde im Nationalpark auf rd. 7000 m³ Fichtenholz geschätzt, wobei der Schwerpunkt an den Säumen ausgeräumter Windwürfe und Borkenkäfernester im Randgebiet des Nationalparkes festzustellen war. Die Totholzsäume an den Windwurfrändern von 1983/84 hatten sich in diesem Jahr offenbar als Windenergiebrecher besser bewährt, als elastischere grüne Bäume, die zudem eine größere Angriffsfläche bie-

ten. Die im Randgebiet zu benachbarten Privatwäldern gelegenen Windwürfe wurden zur Vorbeugung eines Borkenkäferbefalles aufgearbeitet.

Am 25.3.1991 gab es erneut nennenswertere Windwürfe mit ca. 4000 m³ Holzanfall. Die betroffenen Waldorte waren die Kernpunkte neuer kleinerer Borkenkäferbefallsgebiete der folgenden Jahre in den Hanglagen. Auf den Luftbildern vom Juli 1992 wurde als Folge davon wieder ein leicht gestiegener Borkenkäferbefall festgestellt. Er wurde abermals außer durch die Steigerung des Brutraumangebotes erneut durch ein warmes Frühjahr gefördert. Festgestellt wurden 14 ha Neubefall seit dem Vorjahr. 1993 hielt diese Tendenz an – sie wurde bei einer Befliegung im August 1994 quantifiziert. Allerdings zeigte sich nun verstärkt das Problem, windwurf- und borkenkäferbedingte von den immissionsbedingten Absterbeprozessen zu unterscheiden.

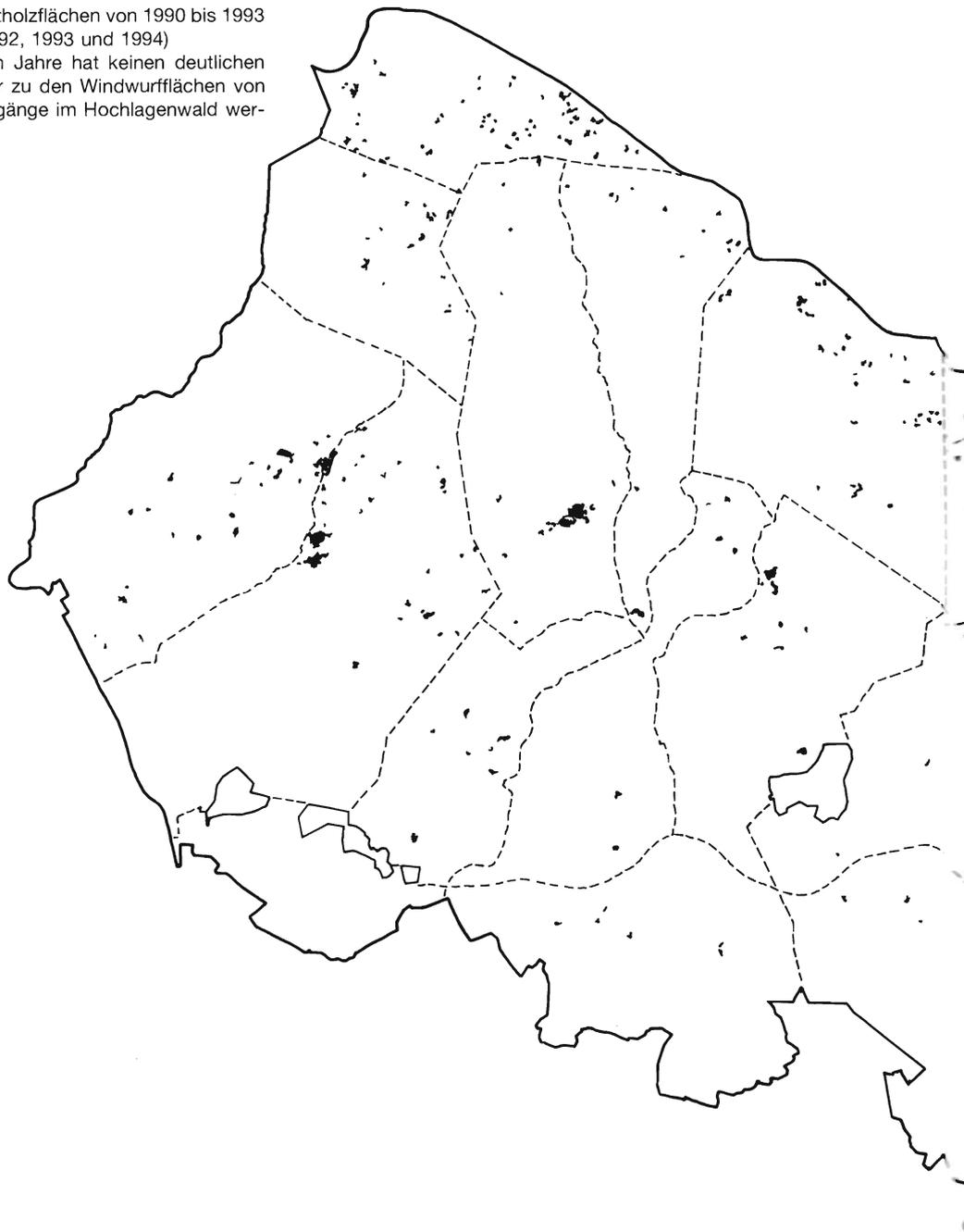
Die Ergebnisse der Befliegung 1994 bestätigten den visuellen Eindruck seit Herbst 1993, nach dem in den Bergfichtenwäldern ein galoppierender Fortschritt der zunächst dahinschleichenden Absterbevorgänge eintrat (Abb. 3). Die Entwicklung in den Hang- und Tallagen geben hingegen derzeit noch keinen Anlaß zur Besorgnis, hier liegt der jährliche Zuwachs an Holzbiomasse nach wie vor weit über der Absterberate, sodaß sich die Waldbestände weiterhin sowohl bezüglich ihrer Struktur als auch der Holzvorräte Naturwäldern annähern. Im übrigen ist hier im Vergleich zur Baumartenzusammensetzung Mitte des 19. Jahrhunderts (PLOCHMANN 1961) die Fichte mit rund 1 Mio. m³ überrepräsentiert.

Die Entwicklung bietet die einmalige Chance, weiter zu beobachten, wie sich die Waldökosysteme auch unter dem Einfluß von Luftschadstoffbelastungen, aber ohne direkte menschliche Eingriffe, wie z.B. Holznutzung, Pflanzungen oder Borkenkäferbekämpfung entwickeln.

Mit der Auswertung der Befliegung 1994 erfolgte die Fortsetzung dieser Untersuchungen erstmals durch die Nationalparkverwaltung. Die bei der LWF bewährte Methode bei der Ansprache von Totholz wurde im wesentlichen beibehalten. Mit der Über-

Abb. 3: Karte – Zunahme der Totholzflächen von 1990 bis 1993
(Belieferungsergebnisse 1991, 1992, 1993 und 1994)

Der Borkenkäferbefall der letzten Jahre hat keinen deutlichen räumlichen Zusammenhang mehr zu den Windwurfflächen von 1983 und 1984. Die Absterbevorgänge im Hochlagenwald werden zunehmend erkennbar.



**Geschlossene Flächen
abgestorbener Bäume**

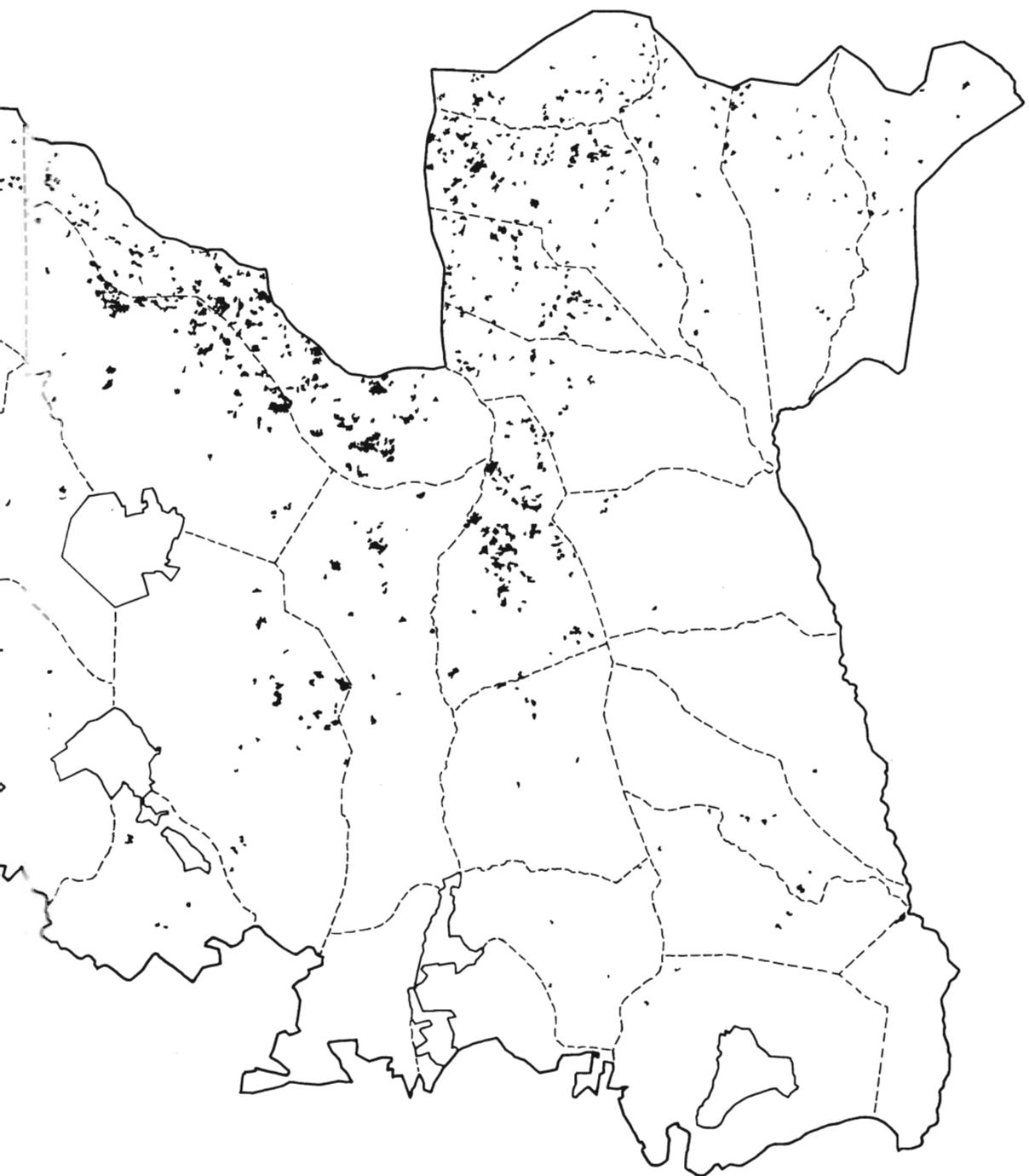


Zugang vom
27. 06.1990 - 16. 08.1994



Distriktsgrenzen

0 1 2 km



tragung der Beobachtung von der LWF an die NPV gingen diese Arbeiten aus der Entwicklungs- und Erprobungsphase in Routinearbeit über. Seitens der NPV wurde in Anbetracht der bemessenen Personalausstattung die Methode etwas vereinfacht (z. B. wurde auf die Erfassung der einzelnen Totbäume vorerst verzichtet), um jeweils möglichst rasch zu Aussagen mit ausreichender Genauigkeit und trotzdem Vergleichbarkeit zu den vorangegangenen Erhebungen zu kommen.

Der Übergang der Luftbildauswertung an die NPV bot auch Anlaß, die Art der Darstellung der Ergebnisse zu überdenken. Außerdem stehen mittlerweile aktuellere Hilfsmittel zur Verfügung. Die Waldinventur 1992 lieferte aktuelle Daten z. B. für die Umrechnung von Flächen auf Holzmassen. Besseres Kartenmaterial, das mit den Topografischen Karten des Landesvermessungsamtes deckungsgleich ist, wurde auf der Basis entzerrter Luftbilder erstellt und steht nun ebenfalls seit diesem Jahr zur Verfügung. Die Möglichkeit grenzübergreifender Befliegungen, wie sie erstmals 1991 und erneut 1994 durch die Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) erfolgten, bieten die

Möglichkeit, die aus den Luftbildern kartierten Totholzflächen auch im grenznahen Bereich verzerrungsfrei auf das Kartenmaterial zu übertragen. Bei der Auswertung 1994 hat sich deutlich gezeigt, daß die zunächst mit Schrägaufnahmen und später aus gewissem Abstand zur Staatsgrenze entstandenen Luftbilder nur ungenaue Lokalisierungen zuließen, die nunmehr auch mit Hilfe eines mittlerweile verfügbaren modernen Mapping-Systems korrigiert werden können.

Nachdem seit der ersten Entstehung nennenswerter Totholzflächen (1986) fast zehn Jahre vergangen sind, brechen diese zunehmend morschen Baumskelette zusammen, werden von nachschiebenden Zwischenständern (Buchen), von Vogelbeere oder vorhandener Fichten-Vorausverjüngung vielfach bereits überwachsen und sind im Luftbild dann kaum mehr erkennbar. Es wird deshalb auf Darstellungen verzichtet, die den gesamten Totholzzuwachs über die Jahre zusammenfassen, weil die alten Totholzflächen in der Natur tatsächlich als solche nicht mehr existieren und wie die neue Waldkarte zeigt, auf rd. 100 ha bereits als Verjüngungsstadium anzusprechen sind.

Methode der Dauerbeobachtung

3 Methode der Dauerbeobachtung der Totholzflächenentwicklung

Die Größe neu entstandener bzw. erweiterter Flächen mit stehenden toten Fichten (über 0,1 ha) wurde aus den CIR-Luftbildern erhoben. Daneben wurden isolierte Gruppen mit mindestens 5 Totbäumen aber weniger als 0,1 ha kartenmäßig erfaßt und ausgezählt. Die Waldabteilung bildete dabei die kleinste Bezugseinheit.

Die Flächenermittlung erfolgte mittels digitalem Polarplanimeter Haff 350 E (Meßgenauigkeit 10 mm², entspricht 0,1 ha im Maßstab 1 : 10000). Die Luftbilder wurden zu diesem Zweck mittels Liesegang-„Antiskop“ auf die Waldkarte 1 : 10000 projiziert.

Abweichend vom bisherigen Verfahren wurde ab 1994 aus den genannten Vereinfachungsgründen die Anzahl stehender Einzelbäume zunächst nicht erfaßt und innerhalb der Waldabteilungen nicht mehr nach Altersklassen unterschieden. Stattdessen wurden die Flächen getrennt nach Hochlagen (natürlicher Bergfichtenwald) einerseits und Hang- und Tallagen (Bergmischwald und Aufichtenwald) andererseits erfaßt. Der Standraum von 5 Einzelbäumen wurde ab 1994 mit 118,3 m²* und der Mittelwert der Gruppen unter 0,1 ha demnach mit $118,3 + 1000,0 = 1118,3 \text{ m}^2 : 2 = 559 \text{ m}^3$ (0,056 ha) angesetzt.

Die vereinfachte Methode erlaubt es, weiterhin den Zugang von im Zusammenhang stehenden Totholzflächen mit dem der vergangenen Jahre zu vergleichen (Abb. 4) und abteilungsweise die Schwer-

*) gewogener Mittelwert für die Waldentwicklungsstadien (WS): Reifungs- (RS), Verjüngungs- (VS) und Zerfallstadium (ZS) von Fichtenbeständen gemäß Tabelle 26.2.4 der Inventur 1992:

	WS	Fläche	Bäume/ha
Fichtenbestände	RS	1241,1	447
	VS	1244,3	405
	ZS	79,5	308
gewogener Mittelwert (10000 m ² : 422 × 5 = 118,3 m ²)			422

punkte darzustellen (siehe Abb. 5 und 6). Darüber hinaus kann eine Aussage über den seit einigen Jahren besonders unter immissionsbedingten Absterbevorgängen leidenden Bergfichtenwald getroffen werden, was bisher nicht geschah.

Anbetrachts der Nichterfassung der einzelnen stehenden Totbäume ist hingegen keine Gesamtaussage über die im Luftbild erkennbare stehende tote Holzmasse mehr möglich, was vertretbar erscheint, da der Nationalpark keine Rohstofflieferfunktion mehr besitzt. Biomassenberechnungen können anhand der nunmehr vorliegenden Inventurdaten (RALL 1995) erfolgen, ebenso wie die Ermittlung des Verhältnisses von Totholz zum Vorrat noch lebender Fichten. In den Hang- und Tallagen ist die Fichte im Vergleich zum potentiell natürlichen (Bergmischwald/Tannen-Buchen-)Wald nach wie vor überrepräsentiert. Deshalb sind Verluste beim prozentualen Anteil in keiner Weise schmerzhaft. Hingegen erlaubt die gesonderte Betrachtung des offensichtlich kritisch bedrohten Bergfichtenwaldes über die Flächenangabe grobe Berechnungen und Aussagen zum Anteil des Totholzes am Gesamtvorrat der Fichte, da diese dort die einzige bestandsbildende Baumart ist.

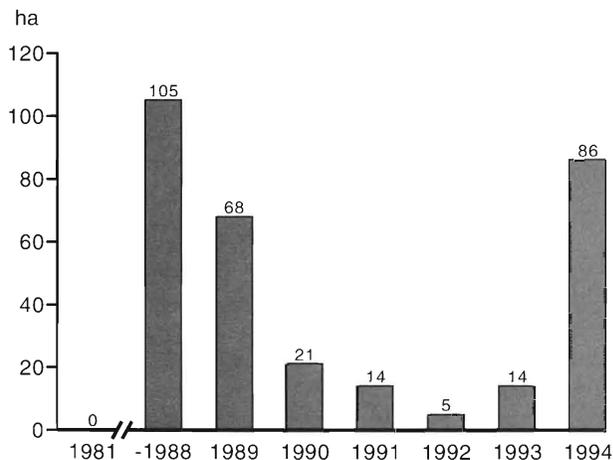


Abb. 4: Grafik – Zunahme an geschlossenen Flächen abgestorbener Bäume 1988 bis 1994 (jeweils neu abgestorbene Flächen gegenüber der vorhergehenden Befliegung)

Durch die LWF erfolgten ferner Auswertungen bezogen auf Höhenstufen, Hangrichtungen, Standort und Baumartenmischung der Bestände. Die Fortführung solcher Auswertungen mußten einerseits mangels eines Geografischen Informationssystems (GIS) bei der NPV unterbleiben. Andererseits unterblieb sie aber auch deshalb, weil die bisherigen Ergebnisse dieser Auswertungen keine

nennenswerten neuen Erkenntnisse gebracht hatten. Es war im Grunde zu erwarten, daß z.B. vor allem Weichböden von Windwürfen betroffen sein würden und Südwesthänge, die häufigste Exposition im Nationalpark. Die Auswertung der abteilungsweise erfaßten Daten erfolgte an der Siemens-Rechenanlage MX 500.

4 Ergebnisse 1994 unter dem Eindruck der Luftschadstoffbelastung

Die zusammenhängenden Totholzflächen (über 0,1 ha im Einzelfall) haben im Vergleich zur Befliegung im Mai 1993 bis zum August 1994 um rd. 86 ha zugenommen (Abb. 4). Damit ist erneut, ähnlich wie nach den Windwurfereignissen 1983/84, ein deutlicher Flächenzuwachs eingetreten. Die

absolute Flächenzunahme pro Waldabteilung beträgt maximal 2,3 ha (3,6%) in den Hang- und Tallagen (Abt. XX 3 Bärenhäng) und 6,7 ha (8,1%) in den Hochlagen (Abt. XIII 4 Lusen).

Sowohl das Absterben von Einzelbäumen, Baumgruppen und Kleinflächen in den Hang- und Tallagen infolge Käferbefall als auch der massive immissionsbedingte Ausfall von Fichten in den Hochlagen dürften wesentlich durch die seit 1988 ohne

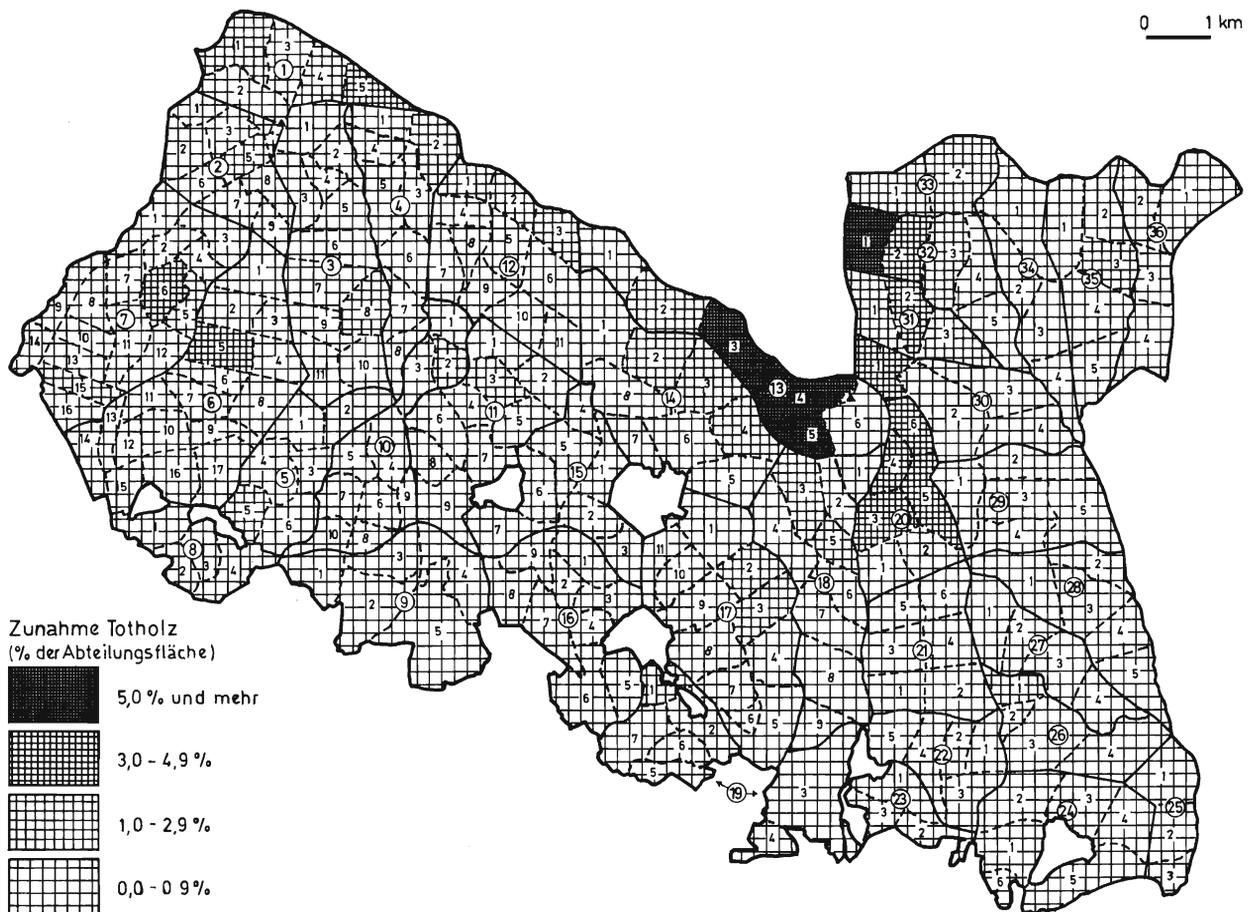


Abb. 5: Karte – Zunahme der Totholzflächen 1993 bis 1994 (Anteil an der Fläche der Waldabteilung)

Schwerpunkt der Absterbevorgänge sind West- und Südwestseiten der Hochlagen und oberen Hanglagen. Die im Windschatten von Moorberg und Lusen gelegenen Hochlagen im Nordosten sind kaum betroffen. Der punktuell stärkere Borkenkäferbefall in den Hanglagen steht im Zusammenhang mit einem kleineren Sturmereignis vom 25. März 1991.



Foto 7 und 8: Blick vom Lusen zum Rachel über die Bergfichtenwälder der Kammlagen 1975 (Foto 7, links) und 1995 (Foto 8, rechts). Innerhalb von zwanzig Jahren hat sich der Gesundheitszustand des Hochlagenwaldes der deutschen Mittelgebirge drastisch verschlechtert, wie die hohen Nadelverluste belegen. Seit 1993 nimmt die Absterberate der geschwächten Bäume unter Beteiligung des Fichtenborkenkäfers zu. (Foto: Strunz)

Unterbrechung überdurchschnittlich warmen Witterungsbedingungen (Vergleich zum 20jährigen Mittel 1971–1992) begünstigt worden sein (Tabelle 1). In allen Lagen zeigt sich außerdem, daß in älteren Beständen, in denen die Fichte dem natürlichen Höchstalter allmählich nahe kommt, die Absterbevorgänge erwartungsgemäß stärker auftreten, als in jungen und mittelalten Beständen. Bei Verfügbarkeit eines GIS könnte diesen Feststellungen noch genauer nachgegangen werden.

4.1 Hang- und Tallagen

Analysiert man die Schwerpunkte der Zunahme der Totholzflächen der Hang- und Tallagen (0,3% der Fläche Zunahme gegenüber 1993, Tab. 2), zeigen sich, wie im Vorjahr einige Gebiete in den Hanglagen, in denen die Zunahme auf Windwürfe (letztes größeres Ereignis 25.3.91) und anschließenden Borkenkäferbefall zurückzuführen ist (Abb. 5). Die Situation ist ähnlich wie seinerzeit, als im



Westteil des Nationalparkes 1983 Windwürfe anfielen. Es kam damals erst mit einer zeitlichen Verzögerung 1985 zu Liegend- und 1986 zu massivem Stehendbefall, die gesamte Borkenkäfermassenvermehrung brach dann aber 1989 zusammen, wie die Luftbilder von 1990 belegen (Beispiele: III 8 Gfällreuten, VI 5 Lärchenberg, VII 5 Schwarzachenebene, VII 6 Käferau und XVII 3 Hochseigen).

An den Westflanken der oberen Hanglage zeichnet sich eine Situation ab, die der in den Hochlagen

nahekommt. Wenn auch in abgeschwächter Form, so ist das doch an der Zunahme der Totbaumgruppen (Beispiele, s. Abb. 6: XIV 3 Rehdobel, 4 Hochwinkel, 5 Waldhäuserriegel, XVII 1 Waldhäuserruck, 2 Eschenhäng) zu erkennen.

4.2 Hochlagen

Wesentlich deutlicher als in den Hang- und Tallagen haben die Totholzflächen in den vergleichs-

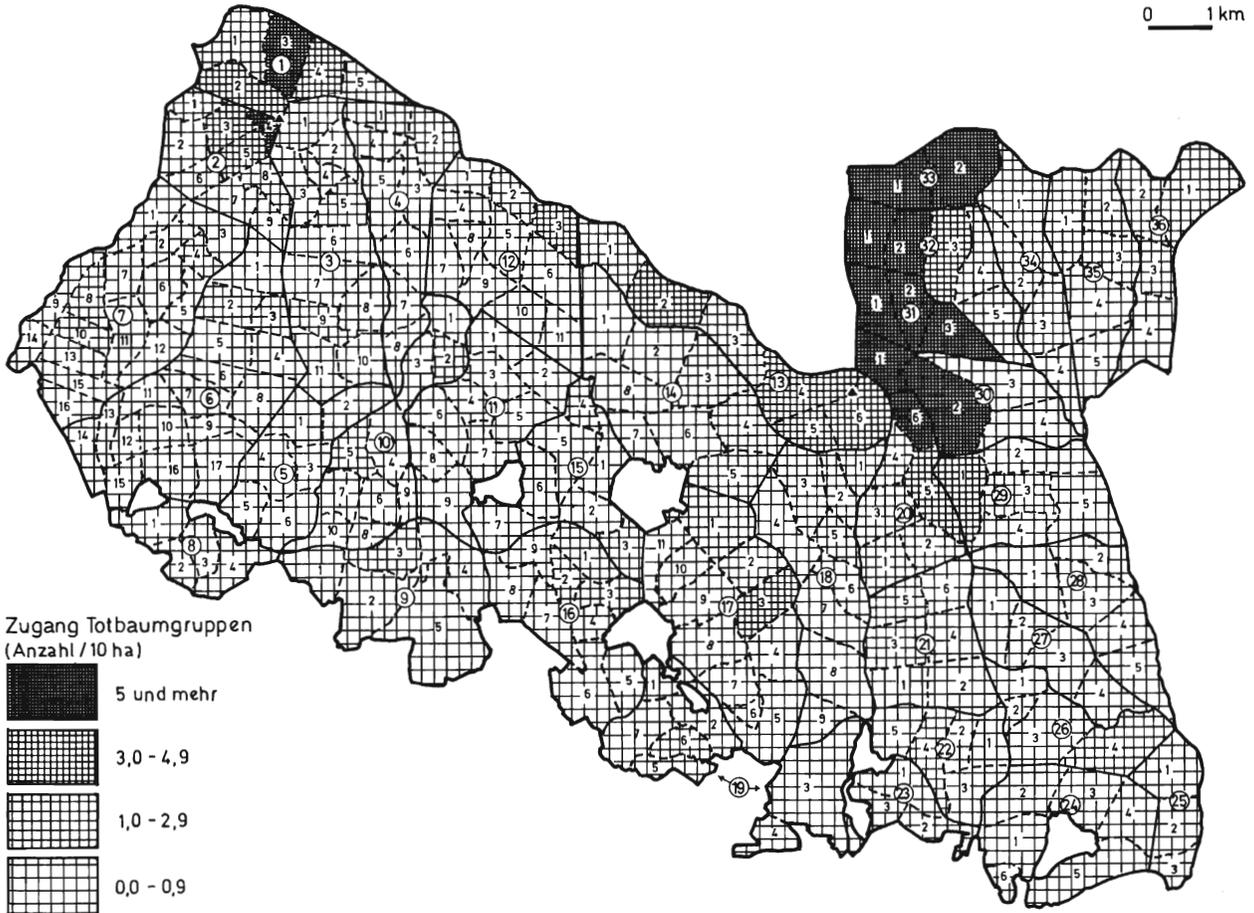


Abb. 6: Karte – Zunahme der Totbaumgruppen 1993 bis 1994 (Anzahl pro 10 ha der Fläche der Waldabteilung)
Die Zunahme der Totbaumgruppen kündigt das weitere Absterben von Fichtenbeständen im gesamten Hochlagenbereich an. Schwerpunkte befinden sich an den Westhängen und erwartungsgemäß auch in Bereichen mit sehr alten Fichtenbeständen.

weise weniger Fläche umfassenden Bergfichtenwäldern der Hochlagen zugenommen. Vor allem am Lusen (Fotos 7 und 8) ist dies der Fall, wo ein deutlicher Zusammenhang zu Windwürfen nicht herstellbar ist. Der Zuwachs an Totholzflächen beträgt hier 2,5% im Vergleich zu 0,3% in den Hang- und Tallagen (Tab. 2). Dort liegen die Schwerpunkte an den Westhängen und in den daran anschließenden Verebnungen. Beispiele: Distrikte I, XIII, XX, XXXI und XXXII. Im Bereich des Spitzber-

ges ist die Zunahme der Totholzfläche offenbar „mangels Masse“ nur mehr abgeschwächt, dafür am Lusen um so stärker.

Die Situation an den Westhängen spricht anbe-trachts der bei den vorherrschenden Westwinden (LANG & STRUNZ 1992) hohen Luftschadstoffimmissionen in den vergleichsweise auch niederschlagsreicheren Hochlagen dafür, daß Immissionen und nicht primär der Borkenkäferbefall die Ursache für diese Vorgänge im Bergfichtenwald ist,

wengleich er bei der endgültigen Abtötung der geschwächten Bäume maßgeblich beteiligt ist. Im Windschatten des Hauptkammes, z. B. östlich des Steinfleckberges (Distrikte XXXIV–XXXVI) halten sich die Zunahmen an Totbäumen in Grenzen.

Tab. 2: Totholzzunahme von 1993 bis 1994 im Vergleich von Hochlagen mit Hang- und Tallagen

		Hochlage	Hang-/Tallage	Gesamt
Waldfläche	ha	2281,0	10499,0	12780,0
Zugang Totholzflächen >0,1 ha	ha	56,8	29,2	85,9
	% der Fläche	2,5	0,3	0,7
Zugang Tot-Baumgruppen <0,1 ha	Anzahl	940,0	651,0	1591,0
	Anz. pro 10 ha	4,1	0,6	1,2
	×0,056* = Sa. ha	52,6	36,5	89,1
	% der Fläche	2,3	0,3	0,7

*) s. Seite 77

An den Westhängen sind auch die einzelnen abgestorbenen Fichten von größerer Zahl. Besonders deutlich ist der Unterschied von West- zu Ostseiten in Abb. 5 entlang der Nord-Süd verlaufenden Kammlinie von Steinfleckberg, Hochfilzberg und Sulzriegel am abrupten Übergang von der mit 3,0–4,9% Zugang zu unter 1% Zugang dargestellten Fläche erkennbar. In Abb. 6 deutet sich vermutlich bereits die künftige Ausdehnung der geschlossenen Totbaumflächenanteile an. Einzelne Totbäume finden sich nunmehr auch vermehrt in Jungbeständen (z. B. auf den Verebnungen von Steinfleck- und Hochfilzberg), was zu Besorgnis Anlaß gibt. Die Auszählung von Totbaumgruppen mit mindestens 5 Bäumen, insgesamt aber weniger als 0,1 ha im Einzelfall, bestätigt das Bild (Tab. 2 und Abb. 6). Es ist damit zu rechnen und wird bereits beobachtet, daß sich tote Einzelbäume und Baumgruppen zu größeren Flächen zusammenschließen. Diese neuen Gruppen toter Bäume ergeben – obwohl ökologisch noch nicht so bedenklich – bei entsprechender Umrechnung mit 2,3% der Hochlagenfläche in etwa die gleiche Flächen-dimension wie die zusammenhängenden Totholzbestände (2,5%, Tab. 2).

Vergleich mit Tschechien



Foto 9: Die durch Windwürfe 1983 und 1984 ausgelöste Borkenkäfermassenvermehrung kam im Nordostteil des Nationalparks, ohne daß eingegriffen wurde, bald zum Stillstand. Auf tschechischer Seite (oberes Bildviertel) sind an den Hängen des Černá hora (Schwarzberg) im Zuge der Borkenkäferbekämpfung große Kahlfelder entstanden, an deren labilen Rändern Wind und Borkenkäfer ihr Werk fortsetzen. (Foto: Strunz)

5 Erfahrungen aus dem Vergleich mit benachbarten Gebieten (CZ)

Im benachbarten tschechischen Gebiet wurde erst 1991 der Nationalpark Šumava gegründet. Außerhalb der strengen Naturschutzzone wurde uneingeschränkt weiterhin auf Borkenkäferbefall mit Holzeinschlägen reagiert. Die Eingriffe führten zu ständig größer werdenden Kahlschlägen mit zunehmend länger werdenden frischen Bestandsrändern,

die ihrerseits neue Windwürfe und Borkenkäferbefall provozierten – die Entwicklung kommt nicht zur Beruhigung und endet erst mit dem völligen Verschwinden der benachbarten Altbestände durch Holzeinschlag, wie bei früheren Kalamitäten offenbar auch.

Vergleicht man in einem etwa 2,5 km breiten und 5,6 km langen Gebiet (Abb. 7) des Bergfichtenwaldes beiderseits der Staatsgrenze einen Bereich, in dem sich die Standorts- und Bestandsbe-

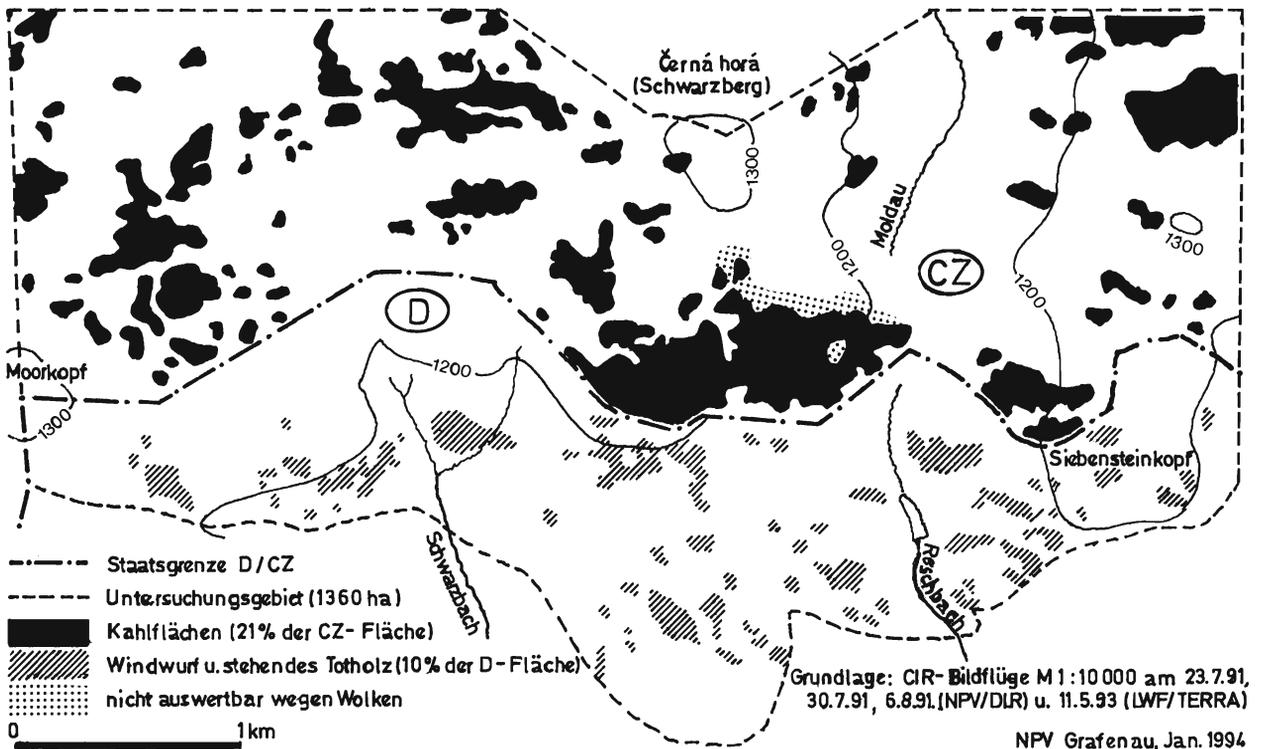


Abb. 7: Karte – ausgeräumte Totholzgebiete (CZ) und belassene Flächen im Nordostteil des Nationalparks Bayerischer Wald. Die Ausräumung von Windwurf und Borkenkäferbefall auf tschechischer Seite führte dort zu einem beschleunigten Verschwinden der Fichtenaltbestände.

dingungen ähneln (Folgebestände der großflächigen Kalamität 1870, verebnete Hochlagen im Nordosten des Nationalparks), ergibt sich nach Auswertung von Luftbildern aus dem Sommer 1991 ein für diese Situation bezeichnendes Bild. Während auf bayerischer Seite belassene Windwürfe und vom Buchdrucker verursachte Totholz-

bestände 10,2% der Waldfläche umfassen, befinden sich auf tschechischer Seite als Folge der Ausräumung von Windwürfen und der Bekämpfung der Borkenkäfer 21,1% Kahlflächen (Foto 9), die man mit großem Aufwand wieder aufforstete und deren Weiterentwicklung zu strukturarmen Altersklassenbeständen damit vorprogrammierte.

Aspekte der Klimaerwärmung

6 Aspekte der Klimaerwärmung

Die Windwurf- und Borkenkäferereignisse überlappen offenbar mit Witterungseinflüssen. Die Zehnjahresperiode 1983–1992 weist im Vergleich zur vorangegangenen (1973 – Beginn der Wetterbeobachtungen im Nationalpark – bis 1982) einen Anstieg der Jahresmitteltemperatur von 5,6 auf 5,8 °C (in 930 m ü. M.) = 0,2 °C auf. Die von der UN geförderte Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) prognostiziert bei einer Erwärmung von 0,3 °C pro Jahrzehnt im Verlauf eines Jahrhunderts einen Anstieg der Klimazonen in Gebirgen um 550 Meter. Umgerechnet würde das bei 0,2 °C in 20 Jahren 73 Höhenmeter bedeuten. Das bedeutet, daß seit 20 Jahren die durchschnittliche Untergrenze der Klimabedingungen für den Bergfichtenwald von den sztl. angenommenen (ELLING et al. 1976) durchschnittlich 1160 m innerhalb der

letzten 20 Jahre (1060–1260 m ü. M.) auf 1233 m angestiegen ist. Nachdem die Bergkämme mit Ausnahme einiger bis max. 1453 m reichenden Berggipfel durchschnittlich eher bei etwa 1280 m liegen (Mittel von 28 Meßpunkten des Landesvermessungsamtes an der Kammlinie), würden bei anhaltender Tendenz etwa im Jahr 2005 die Klimabedingungen für den Bergfichtenwald nurmehr auf inselartigen Miniarealen um die Berggipfel gegeben sein. Um den zusammenhängenden ca. 3000 ha umfassenden Bergfichtenwald auf bayerischer Seite wäre es dann „mit Hilfe“ von Immissionen und Borkenkäfern – so wie sich das derzeit abzeichnet – wohl bald geschehen.

Auf tschechischer Seite wäre die Situation nur wenig besser, obwohl das sich dort anschließende auf über 10 000 ha erstreckende Bergfichtenwaldareal dank vergleichsweise häufigerer Nordexpositionen um einige Höhenmeter weiter hinunterreicht.

7 Totholzflächen und Nationalpark-Politik

Die Untersuchungen auf Stehendtotholzflächen (Vegetationsentwicklung, Artenwandel der Tierwelt), sind noch im Gange (vgl. Beiträge JEHL und SCHERZINGER 1995). In den Hochlagen spielen sich Wachstumsprozesse langsamer ab. Es zeigt sich aber bereits, daß auch stehende Totholzränder und Übershirmungen eine wichtige Schutzfunktion haben. Tote Bäume sind hervorragende Windbrecher (Erfahrungen bei „Wiebke“) und schützen dahinterliegende Bestände vor Stürmen. Herabfallende Rinde, Feinreisig und schließlich ganze Kronen und Stämme schaffen nach deren Vermoderung zeitlich verzögert wieder gute Bedingungen für die Waldverjüngung, sofern die Fruktifikation nicht immissionsbedingt weitgehend ausfällt, wie z.B. im Riesengebirge an der Bergkiefer nachgewiesen wurde (LOKVENC & STURSA 1985).

Die Windwurf- und Borkenkäferereignisse und die Entstehung von größeren Totholzflächen ereigneten sich fast zeitgleich mit den Diskussionen in der Bevölkerung über Reservatsflächenvergrößerungen und die Einführung von Wegegeboten. Die Akzeptanz des Nationalparks war somit einer starken Belastungsprobe ausgesetzt. Die üppige und vielfältige Wiederbestockung der belassenen Windwurfflächen (KIENER 1990; JEHL 1995) – in den rauheren Hochlagen mit zeitlicher Verzögerung und mehr aufgelockerten Strukturen – überzeugte mittlerweile selbst hartnäckige Kritiker des Nationalparkkonzeptes. Das Vertrauen in Selbstregulierungskräfte der Natur wurde wesentlich gestärkt.

Die innige Vermischung von Totholz mit lebenden Bäumen kann auch als Indiz dafür angesehen werden, daß diese Wälder sich bei Kalamitäten aller Art im Vergleich zum Wirtschaftswald auch ohne menschliche Hilfe gut behaupten können. Schon bei der Begutachtung der totholzreichen Urwälder des Böhmerwaldes Mitte vorigen Jahrhunderts wurde diesen ein vergleichsweise guter Gesundheitszustand attestiert („*Wo alle Lebensbedingungen zu gedeihlicher Entwicklung in so harmoni-*

schem Vereine wirken, wie hier, pflegen Erkrankungen auch nur ausnahmsweise einzutreten“) – ja man hatte sogar den Eindruck, daß diese Waldteile selbst gegen Insektenfraß besser gefeit seien (GÖPPERT 1868).

Auch Beobachtungen am Urwald von Bialowieza bestätigen dies. Dort wurden im Vergleich zu den Wirtschaftswäldern viel höhere Dichten an Sekundärschädlingen als an Primärschädlingen festgestellt (ESCHERICH 1917). Auch der Parasitierungsgrad der Schadinsekten und die Dichte der natürlichen Feinde ist im Urwald ungleich höher (OKOLOW 1987). Im dortigen Wirtschaftswald sind die Verhältnisse genau umgekehrt.

Die bisher an Betrachtung der im Vergleich zu Naturwäldern noch eher positiv zu sehende Anreicherung mit Totholz sollte allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, daß der Gesundheitszustand auch der Wälder im Nationalpark kritisch zu beobachten ist. Das von der LWF im Auftrag des Umweltbundesamtes im Forellenbachgebiet angelegte Monitoringprogramm im Rahmen der ECE-Luftreinhaltkonvention (BEUDERT et al. 1994) zeigt nämlich, daß nicht nur in den Hochlagen eine immissionsbedingte Verschlechterung des Gesundheitszustandes eingetreten ist. Die Auswertung von Luftbildern ergab auf den dortigen Fichten- und Buchen-Dauerbeobachtungsflächen der Hanglagen in den 90er Jahren eine weiterhin anhaltende sichtbare Verschlechterung des Kronenzustandes.

Der in der Nationalparkverordnung formulierte Hauptzweck des Nationalparks – die Erhaltung der charakteristischen bewaldeten Mittelgebirgslandschaft, insbesondere ihrer natürlichen Waldökosysteme und die Gewährleistung des Wirkens der natürlichen Umweltkräfte und ungestörter Dynamik – wäre Makulatur, wenn sich diese nunmehr unübersehbare, durch Luftschadstoffe ausgelöste, tiefgreifende Veränderung der Rahmenbedingungen tatsächlich so fortsetzen würde. Mit Borkenkäferbekämpfung ließe sich das jedoch nicht verhindern – im Gegenteil: die dabei entstehenden Kahlflächen würden die Situation noch verschlimmern.

Untersuchungen zur Populationsdynamik der Fichtenborkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald

von Reinhard Schopf und Ursula Köhler

Inhaltsverzeichnis

89	1	Vorbemerkung
90	2	Allgemeines
90	2.1	Wirtsfindung und Brut
92	2.2	Abwehrsystem der Fichte gegen Borkenkäferbefall
93	2.3	Sturm und Borkenkäfer
94	2.4	Borkenkäfer in Naturwäldern
95	3	Besiedelung der Fichten durch Borkenkäfer in der Folge der Sturmwürfe 1983/84
96	4	Zeitlich-räumliche Ausdehnung des Borkenkäferbefalls
97	5	Befallsentwicklung auf ausge- wählten Untersuchungsflächen
97	5.1	Befalldynamik
97	5.2	Entwicklungserfolg des Buch- druckers
99	5.3	Generationsverhältnisse
101	6	Borkenkäfer-Gegenspieler
104	7	Gesundheitszustand der Fichten und Stehendbefall
105	8	Zum Stehendbefall in den oberen Hanglagen und Hochlagen
105	8.1	Auswirkungen von kleinstandört- lichen und baumbezogenen Para- metern auf einen Befall durch den Buchdrucker.
107	8.2	Entwicklung kleiner Befallsflächen im Lusenengebiet
107	8.2.1	Nadelverlust und Chlorosen
107	8.2.2	Standörtliche Parameter
108	8.3	Potentielle Befallsursachen in den Hochlagen
110	9	Abschließende Betrachtung zur Borkenkäferentwicklung nach den Windwürfen 1983/84

1 Vorbemerkung

Rindenbrütende Fichtenborckenkäfer, insbesondere Buchdrucker und Kupferstecher, vermehren sich in unseren Wäldern oft in der Folge von Windwürfen. Beim Erreichen hoher Populationsdichten steigt die Gefahr, daß sie auch stehende, noch lebende Fichten erfolgreich besiedeln und durch ihren Fraß in der Bast­schicht zum Absterben bringen. Daher werden diese beiden sowie andere, in der Lebensweise ähnliche Borckenkäferarten von Forstwirtschaftlern gefürchtet und bekämpft. Die genannten Zusammenhänge erklären auch, wieso biologische Studien an sich natürlich entwickelnden Borckenkäferpopulationen in unserer, von der Landnutzung geprägten Umwelt kaum möglich sind.

Im August 1983 und November 1984 verursachten Unwetter im Nationalpark auf insgesamt etwa 173 ha Windwürfe. Vor allem waren Fichtenbestände auf weichen, anmoorigen Böden in südwest- und westexponierten Lagen betroffen. Dem Nationalparkgedanken folgend, blieben auf ca. 85 ha die Fichten unbehandelt liegen. Die Hauptverbreitungsgebiete der nicht aufgearbeiteten Windwürfe lagen im Westen des Nationalparks in den Tal- und unteren Hanglagen, in den oberen Hanglagen und Hochlagen zwischen Rachel und Lusen sowie in den nordöstlichen Hochlagen (STRUNZ 1995). Liegendes Fichtensturmholz und ausbleibende Waldschutzmaßnahmen boten somit die Chance, eine vom Menschen unbeeinflusste Entwicklung von Borckenkäfern, insbesondere des Buchdruckers *Ips typographus*, zu verfolgen.

Käfer und Fichte im Widerstreit

2 Allgemeines

2.1 Wirtsfindung und Brut

Die meisten heimischen Borkenkäfer sind mit Bäumen vergesellschaftet. Sie verbringen den größten Teil ihres Lebens im Verborgenen, meistens im Baum oder – bei der Überwinterung, hierbei jedoch nicht immer – versteckt in der Bodenstreu. Nur während der kurzen Schwärmphase fliegen sie frei umher. Dieser Lebensabschnitt dauert zwar nur maximal ca. 2 Wochen, ist jedoch für das Überleben der Population von außerordentlicher Bedeutung. Der Flug dient dem Auffinden neuer Wirtsbäume, da die Bäume, in denen die Käfer erbrütet wurden, für Folgebruten meist untauglich geworden sind.

Wirtsbäume sind normalerweise geschwächte Bäume (s. Kap. 2.3), die in den Beständen häufig ungleichmäßig verteilt oder selten vorkommen. Viele Borkenkäfer, so auch der Buchdrucker, sind in hervorragender Weise befähigt, Gerüche zu orten. Diese Eigenschaft hilft ihnen, die Wirtsbäume zu finden. Während des Fluges gelangen männliche Buchdrucker mehr oder minder zufällig in die spezifische Duftwolke befallsgeeigneter Fichten, die sie dann gezielt anfliegen. Die Erstbesiedler (Pionierkäfer) bohren sich fressend in die Rinde ein und geben mit dem Kot u. a. flüchtige Signalstoffe ab, die andere, noch umherfliegende Artgenossen anlocken. Substanzen mit diesen Eigenschaften werden als Aggregationspheromone bezeichnet. Sie sind um ein Vielfaches attraktiver als die Fichtenduftstoffe. Die neu hinzukommenden, sich einbohrenden männlichen Käfer bilden ebenfalls Aggregationspheromone und verstärken so die attraktive Wirkung der Pionierkäfer. Die ökologische Bedeutung der Aggregationspheromone liegt in der wirkungsvollen Markierung befallsgeeigneter Bäume, die normalerweise selten und verstreut vorkommen. Durch die Aggregationspheromone erhalten andere Artgenossen bessere Kenntnis von der Existenz und der Lage des Brutmaterials. Somit wird u. a. die Absterberate aufgrund erfolgloser Brutbaumsuche verringert und eine höhere

Nachkommenzahl ermöglicht. Die Aggregationspheromone sind auch die Ursache für das bekannte massenhafte Anfliegen und Einbohren in Brutbäume.

Das Einbohren der Borkenkäfer in die Bäume dient ihrer Ernährung und Fortpflanzung. Artspezifisch besiedeln Borkenkäfer den Holzkörper oder die Rinde. Entsprechend werden die ökologischen Gruppen auch als Holz- oder als Rindenbrüter bezeichnet. Käfer und Larven rindenbrütender Borkenkäfer ernähren sich von den nährstoffreichen



Foto 1: Buchdrucker *Ips typographus*, Käfer
(Foto: Köhler)

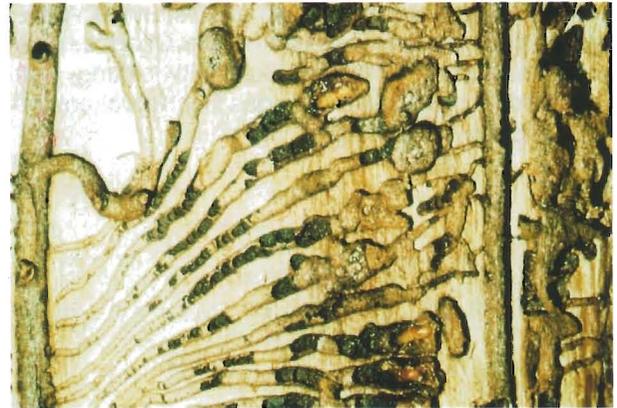


Foto 2: Muttergänge verschiedener Brutsysteme des Buchdruckers bei hoher Siedlungsdichte in der Rinde (Foto: Köhler)



Foto 3: Brutsystem vom Buchdrucker mit Muttergängen (längs) und Larvengängen (quer, mit Bohrmehl gefüllt) (Foto: Köhler)

äußeren Baumschichten Kambium und Bast. Holzbewohnende Borkenkäfer sind in besonderer Weise an das nährstoffarme Substrat Holz angepaßt. Sie verzehren nicht direkt das Holz, sondern züchten in ihren Bohrgängen Pilze, die ihnen dann zur Ernährung dienen. Das typische Bild aus Mutter- und Larvengängen ermöglicht in vielen Fällen eine Artbestimmung der Borkenkäfer. Oft ist die Bestimmung einer Borkenkäferart an Hand des Fraßbildes viel einfacher als mit Hilfe der morphologischen Merkmale der Käfer.

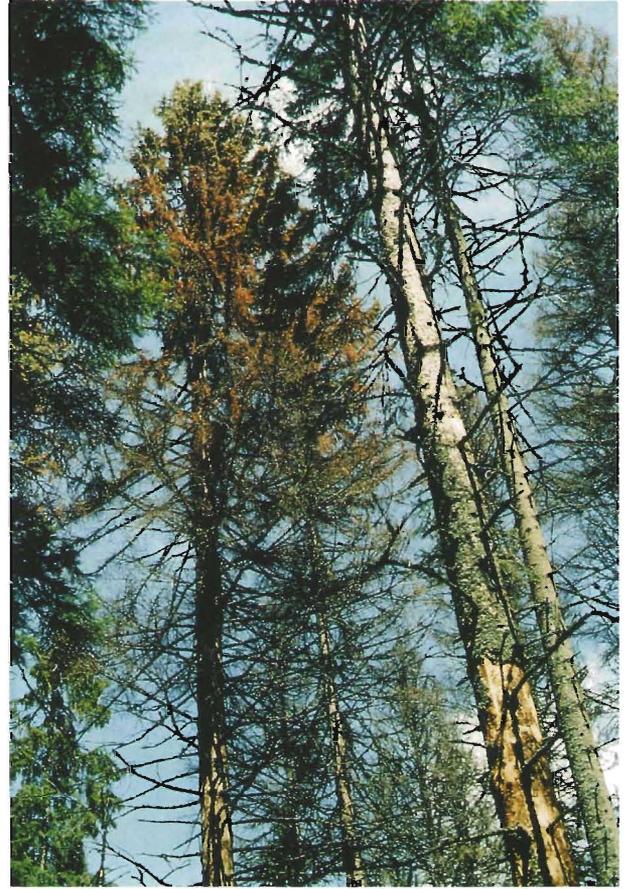


Foto 4: Stehendbefall von Fichten durch Buchdrucker mit rot verfärbten Nadeln und abblätternder Borke (Foto: Köhler)

Die Populationsentwicklung heimischer rindenbrütender Fichtenborkenkäfer wird maßgeblich durch die Temperaturen gesteuert. Einerseits schafft Wärme günstige Bedingungen für den Schwärmflug (der Buchdrucker schwärmt ab 16–18 °C), andererseits entwickelt sich die Brut rascher. Folglich kann die Vermehrung durch eine größere Anzahl an Bruten pro Jahr ansteigen. In vielen mitteleuropäischen Fichtenforsten durchläuft der Buchdrucker aufgrund günstiger Temperaturen zwei, mitunter drei Generationen, bei zusätzlich zwei

Geschwisterbruten. Diese enorme Vermehrungskraft begründet seine forstwirtschaftliche Bedeutung.

Die grundsätzlich niedrigen Durchschnittstemperaturen und hohen Niederschläge im Gebiet des Nationalparks weisen auf tendenziell ungünstige Entwicklungsbedingungen für Borkenkäfer hin. Jedoch zeigt ein Blick in die Waldgeschichte der Region, daß sich auch unter diesen klimatisch rauen Bedingungen wiederholt Buchdruckerübervermehrungen ereigneten (STRUNZ 1995). Genaue Beobachtungen zeigen z.B., daß 1990 aufgrund

warmer Frühjahrstemperaturen der Schwärmflug des Buchdruckers fünf Wochen früher einsetzte als im folgenden Jahr 1991.

2.2 Abwehrsystem der Fichte gegen Borkenkäferbefall

Im Regelfall gelingt es Borkenkäfern nicht, gesunde Fichten erfolgreich zu besiedeln. Fichten, wie auch andere Nadelbäume, verfügen über verschiedene chemisch/mechanische Abwehrsysteme, um sich gegen Freßfeinde zu wehren. Im



Foto 5: Bei ungewöhnlich warmer Witterung reicht selbst das „Brutmaterial“ eines kleinen Sturmwurfes aus, um eine Borkenkäfer-Gradation auszulösen, in deren Folge vor allem exponierte, vorgeschädigte oder sonstwie gestreßte Bäume abgetötet werden können (Foto: Scherzinger)

Falle von Nadelbäumen spielen Harz und die darin gelösten Terpene eine wichtige Rolle bei der Abwehr von Eindringlingen. Harze und Terpene befinden sich in den Harzkanälen, die ein weit verzweigtes Verbundsystem im Baum bilden. Die Harzkanalzellen sondern Terpene und Harze in den Kanal ab. Des Weiteren halten die Kanalzellen in Abhängigkeit von ihrem Quellungsdruck das Kanalsystem unter Druck, so daß bei Verletzungen der Rinde, z. B. durch Einbohren von Borkenkäfern, Harz austreten kann. Das Harz verklebt Mundwerkzeuge, Fühler, Flügel und Atemöffnungen der Käfer. Oft werden die Eindringlinge durch den Harzfluß direkt mechanisch ausgeschwemmt. Hinzu kommt, daß die im Harz gelösten Terpene in die Tiere eindringen und dort Vergiftungen hervorrufen können.

Die Widerstandskraft der Bäume gegen Borkenkäferbefall wird jedoch durch äußere Einflüsse wie z. B. Dürrestreß, Sturm, Sturmwurf und -bruch, Schneebruch und Blitzschlag vermindert. In unbewirtschafteten Wäldern wie im Nationalpark fehlt die Holzernte und hierdurch kommt als weiterer Faktor die ganz natürliche Altersschwäche der Bäume hinzu. In Wirtschaftswäldern werden die Bäume bekanntlich vor dem Erreichen ihres natürlichen Lebensendes entnommen und verwertet. Solche Schwächungszustände vermindern u. a. über den nachlassenden Quellungsdruck der Harzkanalzellen die Möglichkeit zum spontanen Harzaustritt im Fall einer Verletzung. Als Ergebnis folgt, daß die Bäume befallsdisponiert werden.

Borkenkäfer bevorzugen für ihre Brut geschwächte Bäume, bei denen die genannten Fähigkeiten, Freifeinde abzuwehren, vermindert sind. Gleichwohl sind unter den heimischen Fichtenborkenkäfern auch solche Vertreter bekannt, die gesunde Fichten erfolgreich besiedeln können. Hierzu gehören die Rindenbrüter Buchdrucker (*Ips typographus*), Kleiner Achtzähliger Fichtenborkenkäfer (*Ips amitinus*), Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) und Doppelläugiger Fichtenbastkäfer (*Polygraphus poligraphus*). Voraussetzung für den erfolgreichen Befall gesunder Fichten ist ein innerhalb kurzer Zeit erfolgender Massenbefall. Dieser

ist aufgrund der Wirkung der Aggregationspheromone möglich, sofern die Populationsdichte insgesamt hoch genug ist. Zahlreiche gleichzeitig stattfindende Einbohrungen mindern den Harzdruck, senken den Harzaustritt am einzelnen Einbohrloch ab und erschöpfen so das Abwehrsystem des Baumes. Aber Massenbefall, der sich in dieser Weise kurzzeitig vollzieht, birgt die Gefahr der Nahrungskonkurrenz unter den sich später entwickelnden Larven, die hierdurch ein erhöhtes Absterberisiko erleiden (siehe Punkt 5.2).

Den vergleichsweise aggressiven Erstbesiedlern folgen meist Borkenkäferarten, die ausschließlich in stark geschwächten, absterbenden oder abgestorbenen Fichten brüten.

2.3 Sturm und Borkenkäfer

Sturmereignisse disponieren Fichten in mehrfacher Hinsicht für Borkenkäferbefall, insbesondere über den Weg von Trockenheits- und Hitzestreß:

- (1) Gebrochene Bäume werden sofort und unmittelbar von der Wasserzufuhr abgeschnitten.
- (2) Mit dem Wurzelstiel geworfene Bäume besitzen noch eine teilweise Wasserversorgung, die den Zeitpunkt des Trockenheitsstresses hinauszögert, aber nicht verhindert.
- (3) Bäume, die nach Stürmen stehen bleiben, erleiden aufgrund der Erschütterung Verletzungen im Wurzelsystem. Besonders betroffen sind die zarten Feinwurzeln, über die der Baum Wasser aufnimmt.
- (4) Im Fichtenbestand beschattet das geschlossene Kronendach den Stamm. Werden im geschlossenen Bestand herangewachsene Fichten durch Windwürfe plötzlich freigestellt, erleiden sie eine Überhitzung des Bastes, die sie u. a. für Rindenbrüterbefall disponiert.

Zusammengefaßt: Windwürfe bieten Rindenbrütern reichlich und leicht auffindbares Brutmaterial. Somit sind Verluste während der Schwärmphase und innerartliche Konkurrenz um Brutraum gering und optimale Voraussetzungen für ein starkes Anwachsen der Populationsdichte gegeben. Fallen solche Situationen zeitlich noch zusammen mit ge-

ringen Niederschlägen und hohen Temperaturen, wird nicht nur die Borkenkäferentwicklung direkt begünstigt, sondern auch der bereits erwähnte Trockenstreß verschärft. Spätestens hierdurch wird eine Massenvermehrung mit Stehendbefall eingeleitet.

2.4 Fichtenborkenkäfer und Naturwälder

Fichtenborkenkäfer sind natürlich vorkommende Waldinsekten, die sich im Zuge der Evolution an ihre Wirtsbäume angepaßt haben. Daher sind sie mit ihrer eigenen Verbreitung stets an die der Fichte gebunden. Unter natürlichen Bedingungen kommen Fichten in unseren Breiten in Mittelgebirgen, im Voralpen- und Alpengebiet vor, meist als Mischbaumart. Natürliche Fichtenreinbestände finden sich nur in höheren Lagen dieses Gebietes. Damit ist der natürliche Lebensraum von Fichtenborkenkäfern auch als klimatisch rauh zu charakterisieren.

Die ökologische Bedeutung des Buchdruckers und verwandter Arten ist grundsätzlich in der Einleitung der Waldverjüngung zu sehen. Alle Lebewesen, auch Bäume, müssen einmal sterben. Natürlich absterbende Bäume sind aber in unserer stark von der Forstwirtschaft und Holznutzung geprägten Waldlandschaft ein eher seltener Anblick. Gleichwohl ist das Absterben eines Baumes ein durchaus natürlicher Vorgang. Buchdrucker und

ökologisch verwandte Arten befallen kränkelnde, altersschwache bzw. unter Trockenstreß leidende Fichten und beschleunigen den eingeleiteten Absterbeprozess oder verschärfen einen Schwächezustand, von dem sich die Bäume ohne Käferbefall möglicherweise wieder erholt hätten. Befallene Fichten verlieren einige Wochen oder Monate nach der Besiedelung durch die Borkenkäfer ihre Nadeln und machen das Kronendach durchlässig für Licht und Wärme. In der Folge entwickeln sich Jungpflanzen auf dem Waldboden; die Erneuerung des Waldes beginnt unter dem Schirm der noch 15–20 Jahre verbleibenden Baumskelette.

Bäume eines Bestandes werden im Regelfall nie gleichzeitig altersschwach oder durch andere Ereignisse geschädigt, sondern die beschriebenen Schwächungsereignisse treten normalerweise inselartig begrenzt und zeitlich unregelmäßig auf. Dies bedeutet langfristig, daß solche Tiere, wie z. B. der Buchdrucker, den Wald mosaikartig auflichten. Weiterhin wird bei jeder natürlich ablaufenden Verjüngung, d.h. ohne eingreifende Pflege des Försters, ein Konkurrenzprozess unter den Pflanzen eingeleitet, in dem sich langfristig nur solche Arten und Genotypen durchsetzen, die an den Standort angepaßt sind. Borkenkäfer, wie z. B. der Buchdrucker, sorgen letztlich dafür, daß nur die am besten an den Standort angepaßten Baumarten überleben und bestandesbildenden Charakter erhalten.

Borkenkäfer im Schlepptau der Sturmwürfe

3 Besiedelung der Fichten durch Borkenkäfer in der Folge der Sturmwürfe 1983/84

Die im August 1983 geworfenen Fichten wurden in demselben Jahr – wenn überhaupt – nur in einem geringen Umfang von Borkenkäfern befallen. Ihr Befall setzte 1984 voll ein, mit guten Wurzelkontakt ausgestattete Bäume waren auch noch 1985 bruttauglich. Als zusätzliches Brutmaterial im Jahr 1985 kamen die beim zweiten Sturmwurf im Herbst 1984 geworfenen Fichten hinzu. Dominierende Borkenkäferart in dem Befallsgeschehen war der Buchdrucker *Ips typographus*, der ab dem Jahr 1986 auch stehende Fichten befiel. Erwartungsgemäß begann der Stehendbefall in der Anfangsphase an den Rändern der Windwürfe. Bezogen auf den einzelnen Baum, vollzog sich die Besiedelung mit hoher Regelmäßigkeit nach folgendem Schema:

Der Buchdrucker trat im Befallsjahr stets als Erstbesiedler auf. Der Befall begann am Kronenansatz und dehnte sich von dort nach unten aus. Mitunter wurde der Stamm durchgängig bis in ca. 2 m über dem Boden befallen. Es blieben aber auch Stammabschnitte auf größerer Länge unbefallen. In den Hochlagen des Nationalparks, insbesondere im Ostteil, wurde der Kleine Achtzähne Fichtenborkenkäfer (*Ips amitinus*) mit dem Buchdrucker am Stamm vergesellschaftet gefunden. In den Brutsystemen des Buchdruckers wurden häufig winzige *Crypturgus*-Arten (*C. pusillus*, *C. cinereus*) gefunden, die ihrerseits kein eigenes Brutsystem anlegen, sondern diejenigen anderer Borkenkäfer besiedeln. Im Kronenraum war fast immer der Doppeläugige Fichtenbastkäfer (*Polygraphus poligraphus*) zu finden. Bemerkenswert war, daß der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) nur ganz selten auftrat. Offensichtlich übernahm unter

den räumlich-klimatischen Bedingungen des Nationalparks der Doppeläugige Fichtenbastkäfer die ökologische Nische, die in den Wirtschaftswäldern tieferer Lagen der Kupferstecher besetzt.

Im Folgejahr bohrte sich in den noch nicht besiedelten Bereichen sehr häufig der Buchdrucker ein, jedoch selten zum Brutfraß, sondern häufiger zum Ernährungsfraß. In diesem Zusammenhang ist die Frage von Interesse, ob auch beim Ernährungsfraß Aggregationspheromone gebildet werden. Sie könnten lokal vorhandene Käferpopulationen veranlassen, sich sofort wieder einzubohren und eine Ausweitung von Käfernestern begünstigen. GRIES (1984) konnte beim Kupferstecher während des Reifungsfraßes Pheromone nachweisen.

In der Sukzession folgten, insbesondere im zweiten Jahr, Fichtenbastkäfer (*Hylurgops palliatus*, *H. glabratus*), der Zottige Fichtenborkenkäfer (*Dryocoetes autographus*). Im zweiten Jahr trat regelmäßig ein Holzbrüter auf, der Gestreifte Nutzholzborkenkäfer *Trypodendron lineatum* (Tab. 1).

Tab. 1: Spektrum und Häufigkeit (Individuen/m² Stammoberfläche) verschiedener Borkenkäferarten an Fichten in den Befallsjahren 1989 bis 1991. Untersuchungen an 31 Stammabschnitten. In der Spalte „ohne“ ist die Anzahl der Abschnitte ohne Ausschluß vermerkt.

	Mittel	min	max	ohne
<i>Ips typographus</i>	918	22	4533	0
<i>Ips amitinus</i>	46	0	1300	29
<i>Pityogenes chalcographus</i>	487	0	5000	28
<i>Polygraphus poligraphus</i>	41	0	647	16
<i>Hylurgops palliatus</i>	40	0	722	20
<i>Hylurgops glabratus</i>	6	0	62	24
<i>Dryocoetes autographus</i>	25	0	313	23
<i>Crypturgus cinereus</i>	1545	0	9733	7
<i>Crypturgus pusillus</i>	46	0	708	25
<i>Trypodendron lineatum</i>	41	0	616	20
sonstige Borkenkäfer	0	0	3	1

Käferbefall nach Raum und Zeit

4 Zeitlich-räumliche Ausdehnung des Borkenkäferbefalls

Mit den ersten Anzeichen von Stehendbefall erhob sich die zentrale Frage, ob, wo und mit welcher Intensität sich der Stehendbefall fortsetzen würde. Daher wurde die räumlich-zeitliche Ausdehnung des Buchdruckerbefalls durch die Auswertung von Farbinfrarot-Luftaufnahmen erfaßt (Bearbeitung durch das Sachgebiet Planung und Produktion der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft). Im Luftbild kann derzeit nur die abgestorbene Fichte erkannt, nicht jedoch die Todesursache festgestellt werden. Allerdings zeigten alle Überprüfungen im Freiland, daß am Absterbeprozess der Fichten stets Buchdruckerbefall beteiligt war.

Schwerpunktbereiche des eingetretenen Borkenkäferstehendbefalls sind die Windwurfflächen. Dabei stagnierte die Befallsentwicklung im tiefer liegenden Westteil ab 1988, während in den oberen Hanglagen und Hochlagen, insbesondere nordwestlich des Lusen und in den grenznahen Lagen zur tschechischen Republik, der Befall in den Folgejahren weiter zunahm.

Aus Abb. 1 ist ersichtlich, daß der Anteil Totholz am Fichtenvorrat 1981 0,2% betrug. In der Folge der Windwürfe stieg er bis 1992 im Durchschnitt auf einen Wert von 2,6% an. In den Hochlagen, die von den vier höhenklimatischen Stufen des Nationalparks den höchsten Totholzanteil aufweisen, waren 1992 ca. 5% der Fichten befallen. Die Befallsdynamik zeigt jedoch auch für diese Region ab

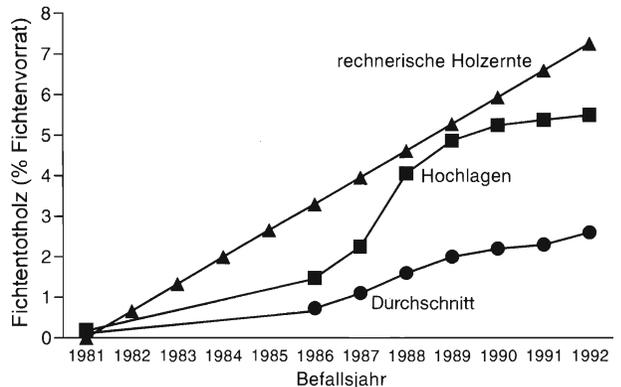


Abb. 1: Anstieg der Totholzmasse durch Borkenkäferbefall im Nationalpark Bayerischer Wald.

1990 einen deutlich verlangsamten Anstieg des Totholzanteils. Zur besseren zahlenmäßigen Einordnung des entstandenen Fichtentotholzes zeigt die Abb. 1, wieviel Fichtenholz einem Wald in dieser Lage im Bewirtschaftungsfall entnommen worden wäre. Diese Überlegungen gehen von einer 150jährigen Umtriebszeit aus, was bedeutet, daß im langfristigen Mittel 0,66% des Fichtenvorrats entnommen würden. Diese Gegenüberstellung von Fichtentotholz und rechnerischer Holzernte zeigt, daß auch in den von der Borkenkäfervermehrung am stärksten betroffenen Hochlagen der Totholzanteil im 10jährigen Mittel geringer bleibt als die Holzernthnahme im angenommenen Bewirtschaftungsfall.

Entwicklung auf Untersuchungsflächen

5 Befallsentwicklung auf ausgewählten Untersuchungsflächen

5.1 Befallsdynamik

Auf vier Beobachtungsflächen (untere Hanglage im Westen; obere Hanglage und Hochlage nordwestlich des Lusen) wurde die zeitliche Entwicklung des Stehendbefalls mit Hilfe von Infrarot-Luftbildern und durch terrestrische Erhebungen erfaßt. 1981 lag der Totholzanteil auf allen Flächen noch im Promillebereich. Bemerkenswerter Stehendbefall durch den Buchdrucker trat mit Sicherheit erst nach den Windwürfen von 1983/84 auf. In allen

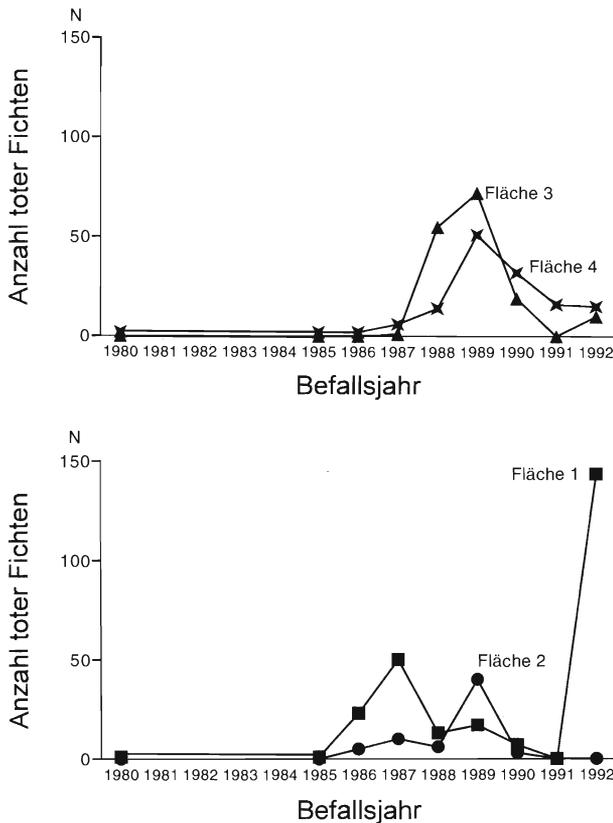


Abb. 2: Dynamik des jährlichen Neubefalls durch den Buchdrucker auf ausgewählten Untersuchungsflächen in den unteren Hanglagen im Westen und im Lusengebiet.

vier Fällen wurde deutlich, daß der Befall nach 3 bis 4 Jahren einen Höhepunkt erreichte und sich danach rückläufig entwickelte (Abb. 2).

Bemerkenswert war die Situation auf einer Fläche in den westlich gelegenen unteren Hanglagen. Großräumig stagnierte in diesem Gebiet der Befall seit 1988. Jedoch ereignete sich im Westteil des Nationalparks 1991 ein kleinerer Windwurf, in dessen Nähe im Folgejahr die ersten stehenden Käferbäume (noch in geringer Anzahl) zu finden waren (1. Generation). Eine eigentliche Ausdehnung erfolgte Ende Juli/Anfang August 1992, losgelöst von den Windwürfen, durch Geschwisterbruten und die zweite Generation. Auf der Beobachtungsfläche selbst konnten im Herbst des Jahres plötzlich 143 neue Käferbäume gezählt werden, wobei sich der Befall mit mindestens gleichem Umfang auch außerhalb der Fläche fortsetzte. Diese Beobachtung verdeutlicht, daß neu auftretende Windwürfe auch im zwischenzeitlich „beruhigten“ Westteil des Nationalparks rasch wieder zu erkennbarem Stehendbefall führen.

5.2 Entwicklungserfolg des Buchdruckers

THALENHORST (1958) unterscheidet und charakterisiert drei Phasen im Massenwechsel von *Ips typographus*, die sich allerdings nicht immer klar trennen lassen: Latenz, extensive und intensive Phase.

In der Latenz ist die Populationsdichte niedrig („eiserer Bestand“) und durch die Konkurrenz um den knappen Brutraum gegeben. Die extensive Phase wird ausgelöst durch ein hohes Angebot an Brutmaterial, z. B. nach Sturmwürfen. Eine Raumkonkurrenz entfällt; hohe Eizahlen der Weibchen und fehlende Nahrungskonkurrenz unter den Larven ermöglichen eine hohe Vermehrung. Ein Übergreifen des Befalls auf stehende Brutbäume kann erfolgen (intensive Phase).

Im Jahr 1990 gab es in allen drei Untersuchungsbereichen liegende Brutbäume, die sehr dicht und solche, die nicht oder kaum besiedelt wurden. Sonnig liegende Stämme in den unteren Hanglagen im Westteil des Nationalparks wiesen Besie-

delungsdichten auf, die mit z. T. über 2200 Muttergängen pro m² noch höher lagen als die aus der Literatur bekannten Höchstwerte von umgerechnet 2080 Muttergängen pro m² (THALENHORST 1958). Im Lusengebiet traten Einbohrdichten von fast ähnlicher Größenordnung auf, und in den östlichen Hochlagen wurden ebenfalls Dichten von über 1000 Muttergängen pro m² gezählt. Diese Zahlen verdeutlichen den spektakulären Massenbefall des Buchdruckers.

Schattig liegende Bäume wurden jedoch nur in einem geringen Umfang durch den Buchdrucker bebrütet. Diese Beobachtung zeigt, daß neben der Pheromonorientierung auch die Faktoren Licht und Wärme ganz entscheidend zur Auswahl und Besiedelung der Wirtsbäume durch den Buchdrucker beitragen.

Nach BOMBOSCH (1954) gibt die Eisterblichkeit Auskunft über das Alter einer Befallssituation: Je älter ein Befallsherd, desto höher liegt die Eisterblichkeit. Sie beträgt in Wirtschaftswäldern in etwa im ersten Jahr 10%, im zweiten 20% und im dritten Jahr 30%. Die in den Untersuchungsflächen des Nationalparks ermittelten Werte lagen fast durchgängig höher, in der Mehrzahl der Fälle etwa zwischen 30 und 50%. Unterschiede zwischen den einzelnen Beobachtungsflächen einerseits und -jahren andererseits sind nicht augenfällig. Aus dem Jahr 1990 liegen Werte für die Eisterblichkeit im Bereich Altschönau (außerhalb der Kernzone des Nationalparks) vor, einem Gebiet mit nur geringer Käferaktivität (VON PREEN 1991). Hier lag die Eisterblichkeit mit ca. 15 bis etwa 25% deutlich niedriger. Somit läßt die hohe Eisterblichkeit in den Untersuchungsflächen auf eine bereits seit Jahren anhaltende Aktivität des Buchdruckers schließen, was auch durch die Rekonstruktion der Befallsentwicklung für die einzelnen Flächen bestätigt wird.

Die Bewertung des Bruterfolges als Weiser für eine bestimmte Phase des Massenwechsels ergibt keine eindeutige Aussage. In den östlichen Hochlagen waren die Eizahlen pro Weibchen möglicherweise etwas höher, ebenso der Bruterfolg, gemessen an der Anzahl schlüpfender Jungkäfer. Jedoch

wird die höhere Produktivität dadurch kompensiert, daß in diesem Bereich nur eine Generation zur Entwicklung kommt. Der Bruterfolg im Jahr 1991 schien, bezogen auf die Einzelbrut, insgesamt höher zu liegen als 1990. Allerdings gab es 1991 in allen Untersuchungsflächen auch nur eine vollständig entwickelte Generation. Nach MERKER (1951) ist der Bruterfolg in wärmeren Lagen vergleichsweise höher. Er fand während der Buchdruckerübervermehrung nach dem 2. Weltkrieg im Bodenseegebiet (400 m) bis zu 2730 Puppen bzw. Jungkäfer pro m², jedoch nur maximal 1446 im Schwarzwald in 1000 m Höhe. Diese Beobachtungen konnten im Bayerischen Wald nicht bestätigt werden. In den östlichen Hochlagen des Nationalparks auf 1150 m lagen die Werte der tatsächlich geschlüpfen Jungkäfer meist in einer Größenordnung zwischen 2000 und 4000. In tiefer gelegenen Gebieten streuten die Ergebnisse sehr stark, doch schlüpfen hier oft weniger als 1000 Buchdrucker pro m².

Intensiver Massenbefall löst beim Buchdrucker rückgekoppelte Prozesse zur Regulierung der Po-

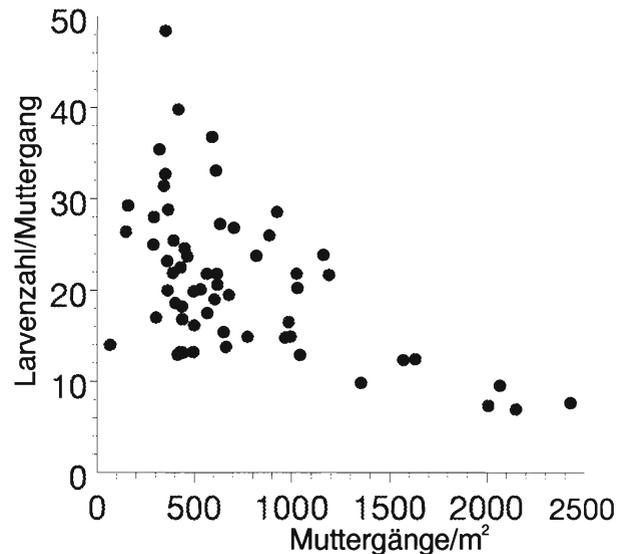


Abb. 3: Abhängigkeit der Larvenzahl des Buchdruckers pro Muttergang von der Besiedlungsdichte.

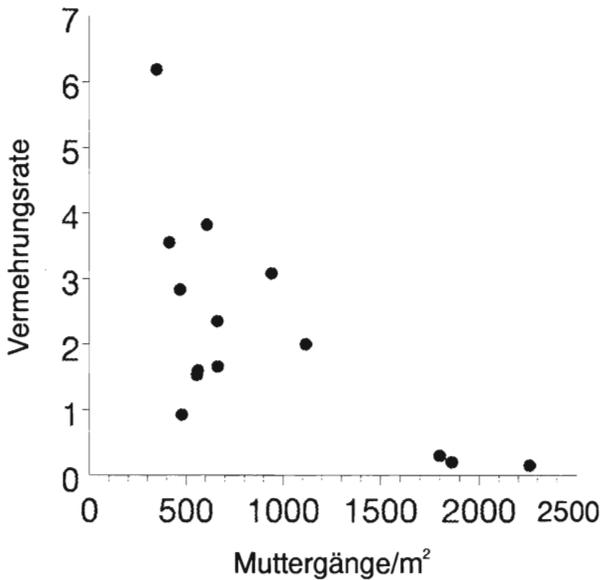


Abb. 4: Abhängigkeit der Vermehrungsrate des Buchdruckers (Quotient „Ausbohrer/Einbohrer“) von Besiedelungsdichte.

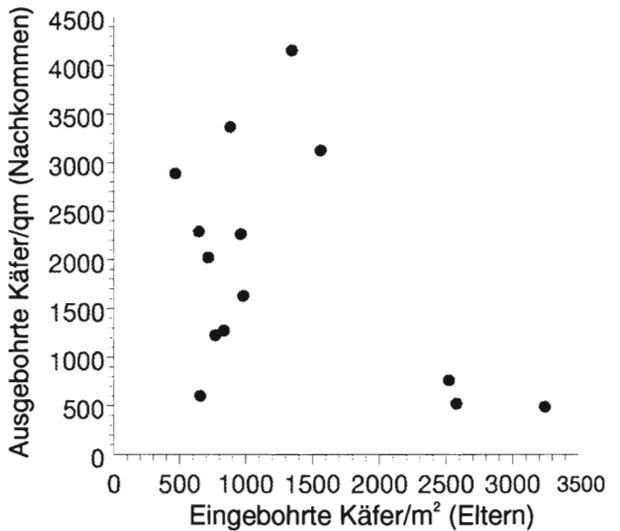


Abb. 5: Beziehung zwischen der Einbohrdichte des Buchdruckers und zugehöriger Nachkommenzahl.

pulationsdichte aus. Bei steigenden Besiedelungsdichten vermindert sich die Anzahl der Eier, die ein Weibchen ablegt. Die Abb. 3 bis 5 verdeutlichen, daß eine zu intensive Besiedelung der Fichten Nahrungskonkurrenz und hierdurch eine erhöhte Sterblichkeit unter der Nachkommenschaft auslöst. Eine optimale Nutzung des Brutmaterials lag bei etwa 1200–1300 eingebohrten Imagines pro m², die dann ca. 4000 Nachkommen erbrüteten.

5.3 Generationsverhältnisse

1990: In milderen Lagen konnten sich 1990 zwei Generationen mit Geschwisterbruten entwickeln. Dies zeigte sich vor allem in den unteren Hanglagen, wo die bruttauglichen Stämme Anfang Mai schlagartig und sehr intensiv besiedelt wurden. Hier hatten die Altkäfer Ende Mai die Eiablage abgeschlossen und die Stämme zur Anlage von Geschwisterbruten wieder verlassen. Die Entwicklung der ersten Generation dauerte bis Ende Juli, was auch in dem Maximum der Fangzahlen in den Phe-

romonfallen Ende Juli/Anfang August zum Ausdruck kam. Die verbleibende Zeit reichte noch zur Ausbildung einer 2. Generation.

In den kühleren Lagen fand die Besiedelung verzögert statt. Die Entwicklung der Bruten dauerte bis zum September. Daher konnte hier von einer Generation ausgegangen werden.

1991: Infolge der kühlen Temperaturen im Mai war der Beginn der Besiedelung von liegenden Brutstämmen durch den Buchdrucker 1991 etwa um 4 Wochen gegenüber 1990 verzögert. In den unteren Hanglagen landeten erst Anfang Juni die ersten Käfer auf den Stämmen an; in den oberen Hanglagen und Hochlagen begann die Besiedelung etwa 14 Tage später.

Obwohl die Sommermonate überdurchschnittlich warm waren, entwickelte sich die Brut nur langsam. Selbst in wärmeren Lagen verließ nur noch ein geringer Teil der Käfer der ersten Generation die Brutstämmen, um eine zweite Generation zu begründen. Diese befand sich jedoch Anfang September noch im ersten Larvenstadium und

konnte daher ihre Entwicklung 1991 nicht mehr vollendet haben. Im weißen Stadium haben Buchdrucker nur eine geringe Chance, den Winter zu überleben.

1992: Die Aktivität des Buchdruckers begann vereinzelt in wärmeren Lagen Anfang Mai, jedoch auch hier in größerem Umfang etwa erst Mitte Mai

und lag somit im Beginn zwischen den Jahren 90 und 91. Aufgrund der überdurchschnittlich warmen Witterung während der gesamten Aktivitätsphase des Buchdruckers boten sich günstige Entwicklungsbedingungen, so daß ähnlich wie 1990 in wärmeren Lagen zwei Generationen mit Geschwisterbruten durchlaufen wurden.

Nutzer, Räuber, Parasiten

6 Borkenkäfer-Gegenspieler

Tab. 2 gibt eine Übersicht über Spektrum und Häufigkeit der in den drei Untersuchungsbereichen des Nationalparks gefundenen potentiellen Parasiten und Räuber der Borkenkäfer für die Befallsjahre 1989, 1990 und 1991. Vergleicht man das Spektrum an Gegenspielern der drei Untersuchungsbereiche, so zeigt sich, daß es Unterschiede in Menge und Vorkommen einzelner Arten bzw. Gruppen zwischen den Untersuchungsbereichen und -jahren gibt. Jedoch zeichnen sich nur bedingt Regelmäßigkeiten ab.

Brackwespen (Hym., Braconidae): Bei *Coeloides bostrichorum* Gir. handelt es sich um einen Larvalparasiten des Buchdruckers, der auch weitere Borkenkäferarten der Gattungen *Ips*, *Pityokteines* und *Orthotomicus* parasitiert. *C. bostrichorum* war,

mit Ausnahme von Einzelexemplaren, nur in tiefer gelegenen Beständen zu finden. Während diese Art hier 1989 und 1990 sehr häufig auftrat, fehlte sie 1991 ganz. *C. bostrichorum* schien bevorzugt Buchdrucker in höheren Stammbereichen zu parasitieren. Dies läßt sich dadurch erklären, daß das *Coeloides*-Weibchen die Borkenkäferlarven durch einen Stich mit dem Legebohrer durch die Rinde belegt. Für die dickere Rinde der unteren Stammbereiche ist der Legebohrer zu kurz (HAESEL/BARTH 1967). Ihr Vorkommen ist auffällig, da sie sich zur Verpuppung in grauweiße bis bräunliche Kokons einspinnt, die in den Puppenwiegen des Buchdruckers liegen. *C. bostrichorum* verschonte 1990 die Larven einer ersten Brutbaumserie, parasitierte jedoch sehr stark – in manchen Stammbereichen über 90% – die Brut einer zweiten Stammserie.

Tab. 2: Spektrum und Häufigkeit von natürlichen Borkenkäfer-Feinden für die Jahre 1989–1991. Gliederung nach Jahren, Versuchsort und Befallsart (liegend/stehend = Besiedelung liegender/stehender Fichten).

Befall	untere Hanglage		Lusengebiet		Hochlage im Osten	
	stehend	liegend	stehend	liegend	stehend	liegend
Befall 1989						
Braconidae	221		8		1	
Chalcidiodea	48		52		16	
Medetera	21		53		223	
Thanasimus	21		5		1	
Larven und Käfer*)	99		262 (582)		677	
Befall 1990						
Braconidae	396	42	67	2	35	–
Chalcidiodea	11	168	102	1	22	–
Medetera	40	9	59	1	30	–
Thanasimus	11	43	57	1	4	2
Larven und Käfer*)	95	43	232	47	240	67
Befall 1991						
Braconidae		–	–	–	–	–
Chalcidiodea		–	20	10	157	14
Medetera		6	4	6	9	–
Thanasimus		10	–	8	15	–
Larven und Käfer*)		26	272	590	521	134

*) Rindenkäfer, Kurzflügler und Glanzkäfer



Foto 6: Im durch Borkenkäfer geschädigten Fichtenwald leistet der **Schwarzspecht** „Schwerarbeit“: Sobald er die Brutkammern durch Abstemmen der Borke freigelegt hat, können auch schwächere Spechtarten und Singvögel das reiche Angebot an rindenbrütigen Insekten ausbeuten.
(Foto: Scherzinger)

In den höher gelegenen Untersuchungsflächen im Lusengebiet und im Ostteil des Nationalparks traten 1990 häufiger Braconiden der Gattung *Cosmophorus* (*C.klugii* Ratz. und *C.regius* Niezabitowski) auf. *C.klugii* lebt entoparasitisch in Käfern von *Ips typographus* und anderen Borkenkäferarten (u.a. *Ips amitinus*, *Polygraphus poligraphus*, *Hylurgops glabratus*, *Dryocoetes autographus*).

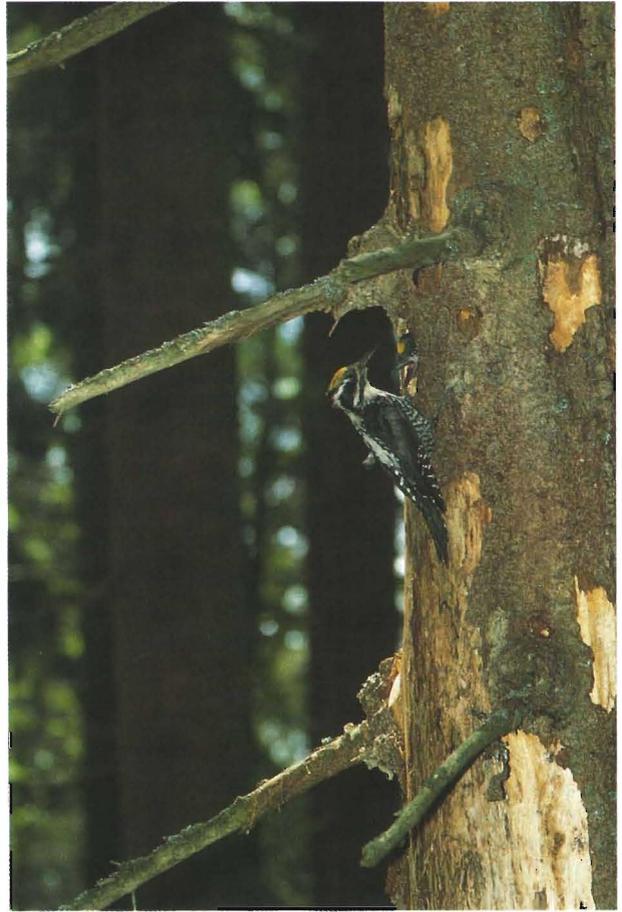


Foto 7: Als Borkenkäfer-Spezialist im Bergwald gilt der **Dreizehenspecht**, dessen Bruterfolg durch eine Borkenkäfer-Gradation vorübergehend deutlich gesteigert werden kann.
(Foto: Scherzinger)

Erzwespen (Hym., Chalcidoidea): Erzwespen, vorwiegend aus der Familie Pteromalidae, waren in allen Untersuchungsbereichen mit wechselnden Anteilen in den einzelnen Jahren und Bereichen vorhanden. Folgende Arten wurden bestimmt: *Roptrocerus xylophagorum* Rtz., *R. mirus* Wlk., *Rhopalicus tutela* Wlk., *Dinotiscus eupterus* Wlk., *Tomicobia seitneri* Ruschka, *Mesopolobus typ-*

graphi Ruschka, *Eurytoma* spp. Bei fast allen Arten handelt es sich um Borkenkäferparasiten (HEDQUIST 1963).

Am häufigsten war die Art *Rhopalicus tutela* gefolgt von *Roptrocerus xylophagorum*, die beide ektoparasitisch an Borkenkäferlarven leben. *R. tutela* legt ähnlich wie *Coeloides bostrichorum* ihre Eier durch die Rinde ab, wodurch sie an dünnrindige Stammbereiche gebunden ist, während die *Rhopetrocerus*-Arten die Parasitierung auch im Inneren des Brutsystems vornehmen und somit in dickborkeigen Stammbereichen wirken können; sie sind allerdings hier meist auf die dem Eingangsbereich nahegelegenen Larven beschränkt. Beide Arten sind, wie auch die übrigen parasitischen Hymenopteren, nicht nur an *Ips typographus* gebunden, sondern parasitieren auch eine große Anzahl anderer Wirte.

Tomicobia seitneri, ein Imaginalparasit des Buchdruckers spielte insgesamt nur eine geringe Rolle. Sein Anteil an den Erzwespen machte meist deutlich weniger als 10% aus.

Medetera (Dipt., Dolichopodidae): Bei dieser Diptere ngattung aus der Familie der Dolichopodidae handelt es sich um wichtige Räuber, deren Larven der Borkenkäferbrut nachstellen. Sie war ebenfalls, vorwiegend in den 1989 und 1990 befallenen Stämmen aller drei Untersuchungsbereiche vorhanden und schien 1990 in den östlichen Hochlagen etwas häufiger vorzukommen als in den übrigen Gebieten. In der Tab. 2 wurden nur die Vollkerfe dieser Art erfaßt. Jedoch wurden an untersuchten Stammabschnitten des öfteren auch größere Mengen weißer, nicht näher bestimmter Dipterenlarven gefunden, bei denen es sich zumindest teilweise auch um Jugendstadien dieser Borkenkäferfresser handeln dürfte. THALENHORST (1958) berichtet von *Medetera*-Populationen in einer Größenordnung von 100–250 Larven/m², während MILLS (1985) 0 bis 74 Larven/m² findet, die nicht mit der Larvensterblichkeit des Buchdruckers korreliert waren.

Thanasimus (Col., Cleridae): In der Regel schlüpfen aus eingekägigten befallenen Stammabschnitt-

ten Larven von Ameisenbuntkäfern. Lediglich im Frühjahr 1990 wurden auch erwachsene Käfer gefunden. Dabei stellte sich heraus, daß es sich um zwei Arten, *T. formicarius* und *T. rufipes* handelt. Das Vorkommen der Buntkäfer (Cleriden) war sehr heterogen; die Dichte (Larven und Imagines) schwankte zwischen 0 und 134 Individuen/m². Selbst nebeneinander liegende Stämme waren in einem Fall sehr dicht, im anderen Fall fast überhaupt nicht durch Ameisenbuntkäfer besetzt. Aufgrund dieser heterogenen Verteilung war es auch nicht möglich, Unterschiede zwischen verschiedenen Untersuchungsgebieten festzustellen. Lediglich 1991 dürfte die Abundanz der Ameisenbuntkäfer etwas geringer als in den beiden vorangegangenen Jahren gewesen sein.

GAUSS (1954) bezeichnet (umgerechnet) etwa 70 Larven/m² Rindenfläche als hohen Wert. Als tägliche Beutezahl des Käfers gibt er im Maximum drei Borkenkäfer an, während die Buntkäferlarven im Schnitt nur eine Borkenkäferlarve bzw. Puppe in fünf Tagen verzehrt haben. Nach MILLS (1985) frißt eine Cleridenlarve 44 Beutetiere im Laufe ihrer Entwicklung. Nach ihm läßt sich die Larvenmortalität mit der Dichte der Cleriden korrelieren.

Rindenkäfer (Col., Rhizophagidae), Kurzflügler (Col., Staphylinidae), Glanzkäfer (Col., Nitidulidae): Eine Wertung einzelner Arten bzw. Familien als Gegenspieler ist häufig problematisch, da selbst Arten wie der Ameisenbuntkäfer nicht ausschließlich von Borkenkäfern oder gar dem Buchdrucker leben, sondern auch Arten erbeuten, die ihrerseits Gegenspieler des Buchdruckers sein können. Umso schwieriger wird die Zuordnung der Staphyliniden, Nitiduliden oder Rhizophagiden sowie deren Larven. Jedoch befinden sich unter den genannten Käferfamilien eine Reihe kleinerer Arten, die sich von Borkenkäferiern ernähren können. Daher werden sie in Tab. 2 aufgeführt und in der Rubrik „Larven und Käfer“ zusammengefaßt. Diese kleinen Käferarten und ihre Larven sind anscheinend in den Hochlagen häufiger zu finden als in tiefer gelegenen Gebieten.

Stehendbefall und Schadstoffe

7 Gesundheitszustand der Fichten und Stehendbefall

Buchdrucker bevorzugen als Brutmaterial geschwächte Fichten. Es war daher von Interesse zu prüfen, ob neuartige Waldschäden einen Borkenkäferbefall begünstigen. Mit Hilfe von Luftbildserien ließ sich die Entwicklung des Gesundheitszustandes von Einzelbäumen beurteilen, was einen rückblickenden Vergleich der Schadstufen von später befallenen und nicht befallenen Bäumen ermöglicht.

Exemplarisch ist in Abb. 6 der Stehendbefall des Jahres 1990 in Abhängigkeit vom Nadelverlust der Bäume im Jahr zuvor (1989) dargestellt. Dieses Ergebnis und alle anderen entsprechenden Auswertungen zeigten, daß sich die Schadstufenverteilung befallener und unbefallener Bäume (Einwertung der Bäume vor dem Käferbefall) statistisch nicht unterschieden. Dies bedeutet, Bäume werden unabhängig von ihrem Benadelungsgrad und der chlorotischen Verfärbung durch den Buchdrucker befallen. Oder anders formuliert, diese Erhe-

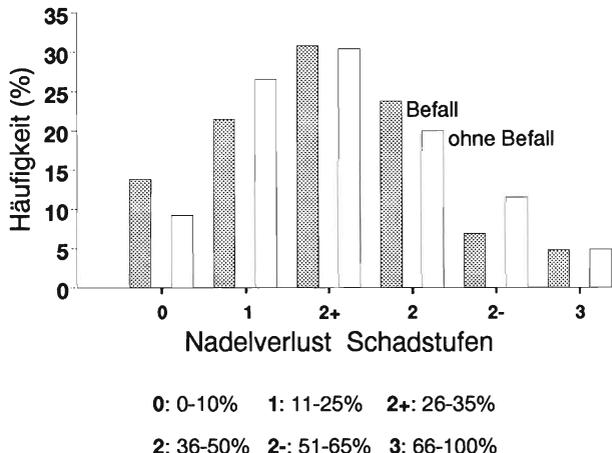


Abb. 6: Gesundheitszustand von Fichten im Jahre 1989, die im Jahr 1990 vom Buchdrucker befallen bzw. nicht befallen wurden.

bungen liefern keine Hinweise darauf, daß Fichten mit Nadelverlusten oder Nadelverfärbungen bevorzugt vom Buchdrucker befallen werden.

8 Zum Stehendbefall in den oberen Hanglagen und Hochlagen

8.1 Auswirkungen von kleinstandörtlichen und baumbezogenen Parametern auf den Befall durch den Buchdrucker

Unter zeitlich-räumlichen Gesichtspunkten waren im Nationalpark zwei unterschiedliche Befallsentwicklungen zu beobachten. Im Westteil, insbesondere in Tal- und unteren Hanglagen, schloß sich der Stehendbefall eng an die Windwürfe an und stagnierte ab 1988. Im Gegensatz dazu löste sich in den oberen Hanglagen und insbesondere in den Hochlagen der Stehendbefall ab 1989 von den Windwurfflächen ab und entwickelte sich zu einem delokalisierten, „schrotschußartigen“ Nesterbefall. In diesem Gebiet wurde daher der Frage nachgegangen, ob es Hinweise auf bestimmte standörtliche Bedingungen oder baumbezogene Parameter gäbe, die den Stehendbefall fördern bzw. begrenzen. Eine diesbezügliche Erhebung wurde auf einer Beobachtungsfläche nordwestlich des Lusen durchgeführt (FRANK 1992). Die Befallsentwicklung wurde mit Hilfe von Luftbildern rekonstruiert. Von den 402 untersuchten Fichten der Versuchsfläche wurden bis zum Jahr 1991 insgesamt 149 vom Buchdrucker abgetötet. Diese toten Bäume werden bei den anschließenden Untersuchungen der einzelnen Parameter in Beziehung zu den 253 noch lebenden Fichten gesetzt.

Nach den Erhebungen auf dieser Fläche ergaben sich keine Hinweise darauf, daß Fichten in bestimmten Durchmesserklassen bevorzugt vom Buchdrucker befallen werden. Jedoch lag der Kronenansatz befallener Bäume signifikant höher als bei den nicht befallenen. Ebenso korrespondiert steigende Baumhöhe mit zunehmendem Befallsrisiko. Möglicherweise wird die Befallseignung durch die stärkere Besonnung der Stämme verursacht, die ja aufgrund des höheren Kronenansatzes vergleichsweise wenig beschattet werden. Auf die Bedeutung der Untersonnung als disponierender Faktor wird im folgenden noch hingewiesen. Die typische Bodenart der Untersuchungsfläche

ist ein teilweise stark steiniger, sandig-grusiger Lehm über verfestigtem Schutt aus kristallinem Granit. Charakteristisch nicht nur für diese Untersuchungsfläche, sondern generell für die Hanglagen und Hochlagen des Nationalparks ist eine unregelmäßige Blocküberlagerung. Auf der Untersuchungsfläche wurden daher drei Stufen der Blocküberlagerung ausgeschieden: stark ($> 50\%$), schwach (> 10 bis 50%) und ohne (bis 10%). Wie aus Abb. 7 hervorgeht, sind die Fichten auf blocküberlagertem Gelände bis 1992 hoch signifikant häufiger befallen als solche, die auf Böden ohne Blocküberlagerung stocken. Ein differenzierteres Bild ergibt sich, wenn der Einfluß der Blocküberlagerung auf die Befallsdynamik betrachtet wird (Abb. 8). So schien der Befall vor 1988 unabhängig von der Blocküberlagerung zu sein. Auch im Jahr 1989 ist noch kein bevorzugter Befall von Bäumen auf Böden mit Blocküberlagerung festzustellen. Erst ab dem Jahre 1990 kann nachgewiesen werden, daß sich der Befall auf blocküberlagerten Böden erhöht. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, daß die Winter ab 1990 ausgesprochen

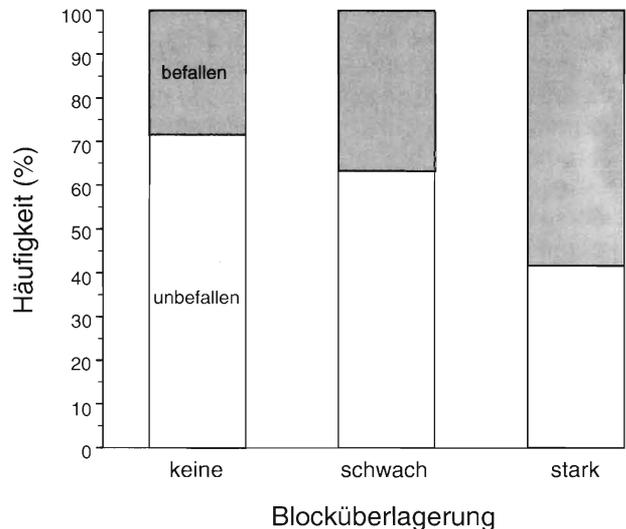


Abb. 7: Einfluß der Blocküberlagerung des Standorts (Fläche Waldhäuser 4) auf den Befall durch den Buchdrucker. Zustand im Jahr 1992.

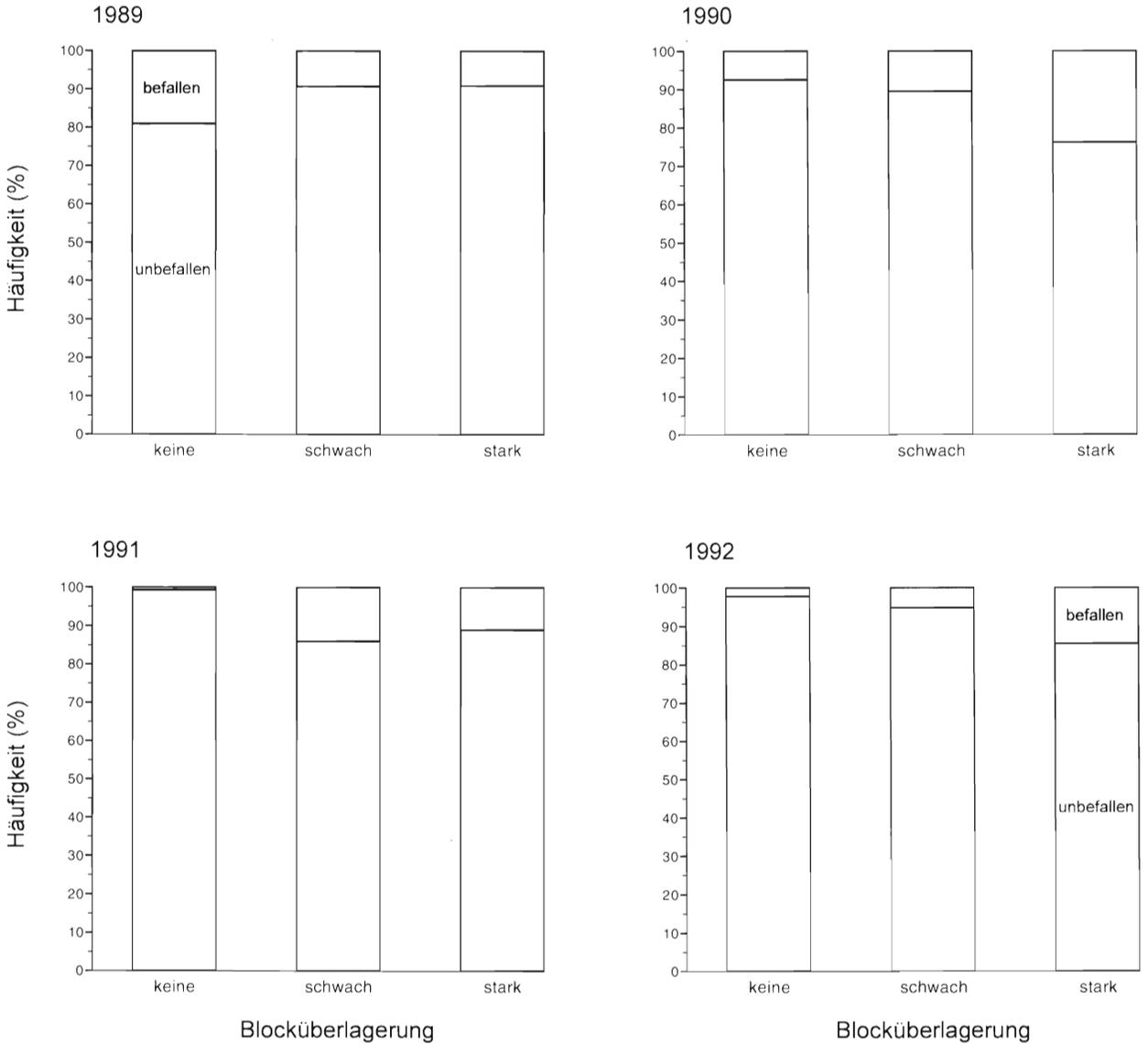


Abb. 8: Einfluß der Blocküberlagerung des Standorts (Fläche Waldhäuser 4) auf den Befall durch den Buchdrucker. Dynamik der Befallsentwicklung von 1989 bis 1992.

schneearm waren und daß die geringen Schneemengen überdies sehr früh abschmolzen. Hohe Schneelagen, die weit bis in das Frühjahr hinein

verfügbar bleiben, sind wichtig für die Wasserversorgung der Bäume am Beginn der Vegetationsperiode. Die besondere Bedeutung der Schneeauf-

lage wird vor allem durch die häufig anzutreffenden block- und gerölldurchsetzten Böden in den oberen Hanglagen und Hochlagen unterstrichen, die nur ein geringes Wasserspeichungsvermögen besitzen. Daher muß angenommen werden, daß die Schneeverhältnisse anfangs der 90er Jahre zu lokalem Wassermangel geführt haben und hierdurch die Bäume für den Buchdruckerbefall disponiert haben.

8.2 Entwicklung kleiner Befallsflächen im Lusengebiet

Im Lusengebiet wurden 1991 42 Käfernester (kleiner 0,1 ha) bzw. kleine Befallsflächen (0,1 bis 0,2 ha) ausgewählt, die in einer Höhe zwischen 910 und 1240 m lagen. An ihnen sollten mögliche Ursachen auf die Befallsentstehung und -ausweitung untersucht werden (LOHBERGER 1993).

8.2.1 Nadelverlust und Chlorosen

Sofern es rekonstruierbar war, erfolgte an Hand von Luftbildern eine Ansprache des Gesundheitszustandes der jeweils erstbefallenen Bäume in den Käfernestern sowie von 10 bis 15 nicht befallenen Referenzbäumen. Es sollte damit geprüft werden, ob „neuartige Waldschäden“ einen Erstbefall auslösten und auf diesem Wege zur Bildung von Käfernestern führten. Auf 12 Flächen, die für diese Fragestellung auswertbar waren, wurden keine statistisch absicherbaren Hinweise erhalten, daß Bäume mit Symptomen wie Nadelverlust oder -vergilbung den Ausgang für ein Käfernest bilden.

8.2.2 Standörtliche Parameter

Entstehungszeitpunkt und -ort: Ein Großteil der Käfernester ist 1990 oder vor 1988 entstanden, ein Minimum liegt bei 1989. Das Jahr 1990 erwies sich bezüglich der Witterungsvoraussetzungen als günstig für Borkenkäfer (siehe 5.3). Der Entstehungs-ort, als Lage der erstbefallenen Bäume in den Befallsflächen definiert, war am häufigsten Süden (38%), gefolgt von zentral (22%) und Westen (16%).

Einflußfaktoren: Plausible potentielle Entstehungsereignisse sind nachfolgend zusammengefaßt. Als wahrscheinliche Ursachen für die Entstehung eines Befalls wurden gefunden:

– Besonnung	18 Fälle
– Blocküberlagerung	6 Fälle
– Vernässung	5 Fälle
– Grobskelettgehalt	4 Fälle
– Windwürfe	4 Fälle
– Verdichtung	3 Fälle
– trockener Standort	2 Fälle
– wechselfeuchter Standort	1 Fall

Es zeigt sich deutlich, daß Besonnung ein dominanter Faktor für Befallsentstehung ist. Blocküberlagerung, Grobskelettanteil, Wechselfeuchte, Vernässung und Wipfelbrüche folgen in abnehmender Häufigkeit.

Ausbreitung der Befallsflächen: Die Mehrzahl der Flächen entwickelte sich kontinuierlich, d.h. ohne Unterbrechung von Jahr zu Jahr. Jahrweise Stagnation mit späterer Weiterentwicklung war ebenso selten wie nur einmaliger Befall ohne Weiterentwicklung. Die Käfernester vergrößerten sich im Schnitt in den folgenden 2 bis 4 Jahren. Danach stagnierte im Regelfall die weitere Ausdehnung. Die Ausbreitung der Käferflächen erfolgte vorwiegend nach Norden, Nordosten und Osten. Einflußfaktoren für die Ausbreitungsereignisse ähneln denen der Entstehung, wobei der Faktor primäre und sekundäre (nach Absterben von beschattenden Nachbarbäumen) Besonnung eine noch dominantere Rolle zu spielen schien. Bei den Ausbreitungsereignissen in Richtung Nordwest, Nord, Nordost und Ost hatte der Faktor Besonnung die größte Bedeutung, während bei den Ausbreitungsereignissen nach Südost, Süd, Südwest und West häufiger auch die anderen standörtlichen Parameter vertreten sind. Bereits deutlich weniger vorhanden waren die Parameter Neigung, Blocküberlagerung, Grobskelettgehalt und Dichte (an weiteren Befallsflächen), während die restlichen Faktoren eine untergeordnete Rolle spielten.

Laubholzbeimischung: Offensichtlich sinkt die Wahrscheinlichkeit einer Befallsausbreitung mit

steigender Buchenbeimischung. In acht Fällen grenzten Laubholzgürtel oder ausgedehnte Laubholzbestände an die Flächen an.

Angrenzende junge Fichtenbestände: Ähnlich wie reine Laubholzbestände wirkten auch Dickungen und geringes Stangenholz, da Bäume in diesem Alter nicht bruttauglich sind. Dies war in vier Flächen der Fall.

Standortsverhältnisse: In sechs Fällen endete der Befall auf vernäbten Flächen genau dort, wo das Gelände ansteigt und es demzufolge trockener wird. Ebenso in sechs Fällen bildete der Übergang von starker Blocküberlagerung innerhalb der Flächen zu blockfreiem Boden außerhalb eine klare Befallsgrenze.

Ameisen: GÖSSWALD (1990) führt Ameisen als potentielle natürliche Feinde des Buchdruckers an. Ameisennester befanden sich auf insgesamt fünf Flächen. Davon waren vier Käfernester sehr klein und zeigten nach ihrer Entstehung praktisch keine Ausbreitung mehr.

Wahrscheinliche Ursachen für die Ausbreitung des Befalls waren:

– sekundäre Besonnung	30 Fälle
– primäre Besonnung	14 Fälle
– Vernässung	5 Fälle
– Grobskelettanteil	4 Fälle
– Blocküberlagerung	4 Fälle
– Windwürfe	3 Fälle
– wechselfeuchter Standort	1 Fall

8.3 Potentielle Befallsursachen in den Hochlagen

In den oberen Hanglagen und in den Hochlagen des Nationalparks ergaben sich viele kleinstandörtlich bedingte Befallssituationen. MERKER (1952) beschreibt ein ähnliches mosaikartiges Befallsmuster als typisch für das „Gebirge“ (Schwarzwald). Er erklärt den „Spritzbefall“ mit der kleinräumigen Geländeausprägung.

So scheinen sich z. B. Vernässung oder Blocküberlagerung begünstigend für einen Befall auszuwirken. Selbst wenn die Jahresniederschläge hoch sind, kann es in ausgesprochenen Trockenzeiten

auf extremen Standorten zu Wassermangel kommen. Auf Fels- und Blockböden wurzelt die Fichte meist nur oberflächlich, das Wasser fließt in den Spalten rasch ab, so daß die Fichte in Trockenstreß gerät. Störungen im Wasserhaushalt führen zur Befallsdisposition (MERKER 1956). Andererseits schädigt auch Staunässe die Wurzelfunktion und stört hierüber möglicherweise die Wasseraufnahme. Somit geraten die Bäume trotz reichlichem Wasserangebot in Streßsituationen und werden befallsdisponiert. Die hohe Populationsdichte des Buchdruckers nach den Windwürfen hat vermutlich dazu beigetragen, daß disponierte Bäume auch als brutgeeignet erkannt und aufgefunden werden konnten.

Je nach Witterungssituation scheinen standörtliche Effekte eine mehr oder minder große Rolle zu spielen. Während MERKER (1951) eine sehr enge Korrelation zwischen Standort und Befall sieht, kann SCHWERDTFEGER (1955) diesen Zusammenhang für den Harz nicht erkennen. SCHWERDTFEGER erklärt diesen Widerspruch mit den Niederschlagsdefiziten im Südbadischen Raum, während die Niederschläge im Harz nur unwesentlich unter dem Durchschnitt lagen.

Nach ELLING et al. (1987) werden zu Ende des Winters bedeutende Wassermengen aus dem Schnee zur Verfügung gestellt, so daß zu Beginn der Vegetationszeit die Böden gut durchfeuchtet sind. Bezogen auf das gesamte Gebiet des Nationalparks wiesen die Bodenarten mittel- bis tiefgründige Lehme über verfestigtem Schutt die höchsten Totholzanteile auf. Möglicherweise machte sich auf diesen Böden der Schneemangel im Frühjahr besonders bemerkbar. Der verfestigte Schutt ist zwar porös, kann aber zu Zeiten von großem Wasserangebot, wie zur Schneeschmelze, stauend und somit wasserrückhaltend wirken. Schneereichtum führt somit zu einer Wassersättigung des Bodens.

Vor diesem Hintergrund ist es plausibel, daß die drei aufeinanderfolgenden schneearmen Winter zu einer Disponierung der Fichte beigetragen haben, insbesondere auf blocküberrollten Standorten. Blocküberlagerung wirkte sich ab 1989 befallsbe-

günstig aus. Die Winter vor 1989 waren schneereich und der Schnee schmolz spät im Frühjahr, so daß die Wasserversorgung der Fichte sichergestellt gewesen sein dürfte. Danach folgten drei Jahre, die gekennzeichnet waren durch Trockenheit, Schneemangel und relativ hohe Temperaturen im Winter und angehenden Frühjahr. In diesen drei Jahren waren die auf den blocküberlagerten Böden wachsenden Bäume signifikant häufiger durch den Befall betroffen als die restlichen Bäume. Gut in dieses Bild paßt der Befall im Jahr 1992, der sich wieder außerhalb der Blocküberlagerung abspielte. Die Wasserversorgung der Bäume im Frühjahr mußte 1992 aufgrund „normaler“ Schneeverhältnisse ausreichend gewesen sein.

Von größtem Einfluß auf die Entstehung und Ausbreitung von Befallsflächen scheint der Faktor Besonnung zu sein. Sehr häufig nahm der Befall seinen Ausgangspunkt an untersonnten Stellen im Bestand (kleine Lichtungen, Blößen, Straßen etc.) bzw. breitete sich infolge der sekundären Verlichtung (durch Entnadelung der Käferbäume) weiter aus. In eine ähnliche Richtung weisen auch die Beobachtungen, daß hohe Bäume mit kleinen Kro-

nen vergleichsweise oft befallen werden. Auf solche kleinklimatisch günstigen Befallsbedingungen weist schon ESCHERICH (1923) hin.

Die Untersonnung ist auch in Zusammenhang mit der Geländeneigung und Sonneneinstrahlung zu sehen. Nach einer von GIETL (1974) durchgeführten Insulationskartierung ergibt sich für den sich von NW nach SO erstreckenden Teil des Nationalparks eine Zunahme der Größe der Sonneneinstrahlung mit zunehmender Neigung. Nach der Auswertung des Gesamtgebietes des Nationalparks weisen die am stärksten geeigneten Bereiche die höchsten Totholzanteile auf.

Jedoch ergibt sich hier eine Überschneidung mehrerer Faktoren: die relativ höchsten Befallsquoten sind in den höheren Lagen festzustellen; hier ist die Hangneigung am größten und es kommen die Bodenarten vor, die Störungen im Wasserhaushalt der Fichten verursachen können. Weiterhin sind hier die Bestände gekennzeichnet durch hohes Alter und hohen Fichtenanteil – Merkmale für eine besondere Befallsanfälligkeit, wobei sich bei der Vielzahl sich überlagernder Faktoren die Frage nach Ursache und Wirkung stellt.

9 Abschließende Betrachtung zur Borkenkäferentwicklung nach den Windwürfen 1983/84

Folgende Kausalkette im Befallsablauf bietet sich als Erklärung an: Totbäume traten vor 1981 nur einzeln oder nesterweise auf, ein flächiges Absterben war zu dem Zeitpunkt nicht festzustellen. Anzeichen für einen stärkeren Befallsdruck durch *Ips typographus* waren nicht vorhanden. Als Auslöser der Massenvermehrung des Buchdruckers können somit die Windwürfe vom August 1983 angesehen werden, die im Laufe des Jahres 1984 besiedelt wurden, wodurch der Übergang aus der Latenz in die extensive Phase eingeleitet wurde. Im November 1984 kam es zu weiteren Windwürfen an den alten, vorwiegend im Westteil liegenden Flächen sowie in größerem Umfang im Nordostteil. Damit war erneuter liegender Brutraum vorhanden, für eine weitere Erhöhung der Populationsdichte im Jahr 1985. Ab 1986 stand Brutmaterial in Form liegender Fichten nicht mehr oder nur eingeschränkt zur Verfügung.

Es kam – begünstigt durch warme Witterung – zunächst an den alten aufgerissenen Bestandesrändern zu Stehendbefall, der sich jedoch sehr rasch ausdehnte, 1986 und 87 im Westteil seinen Höhepunkt hatte und 1988 wieder weitgehend zum Erliegen kam.

Im Ostteil lief im Bereich der großen Windwurfflächen eine ähnliche Befallsentwicklung mit einer Verzögerung von etwa einem Jahr ab, die durch den späteren Anfall an Windwürfen (überwiegend erst 1984) und die verlangsamte Käferentwicklung in den Hochlagen zu erklären ist. Der Hang- und Hochlagenbereich zwischen Rachel und Lusen verzeichnete ab 1987 eine deutliche Zunahme an Käferflächen. Auch hier war zunächst ein Befall um die großen Windwürfe festzustellen. Möglicherweise wäre es in diesen hochgelegenen Bereichen 1989 oder 1990 zum Zusammenbruch gekommen, ähnlich wie 1988 im Westteil, wenn sich nicht spezielle Witterungskonstellationen ergeben hätten. Es folgten ab 1988 drei schneearme Winter, die zu einer ungenügenden Wasserversorgung der Fichte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 vor allem auf den in den höheren Lagen vorkommenden Böden und Kleinstandorten geführt haben könnten. Kleinräumige abiotische Schadeinwirkungen vor allem durch Schneebruch haben zu einer zusätzlichen Disponierung der Bestände beigetragen. Somit setzte sich der Befall noch fort, allerdings mit deutlich abnehmender Tendenz. Charakteristisch für den Befall in den Hochlagen ist weniger ein ausgeprägter flächenhafter Befall, sondern eher eine mosaikhafte Auflichtung der Altbestände, die somit langfristig in ungleichaltrige, kleinräumig strukturierte Wälder überführt werden.

Foto 8: Pilze sind die wichtigsten Nutzer und Zersetzer von Totholz, gleichzeitig schaffen sie Lebensräume für spezialisierte Insekten und bereiten das Keimbett im Moderholz für die Waldverjüngung. (Foto: Scherzinger)



Die Waldentwicklung auf Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald

von Hans Jehl

Inhaltsverzeichnis

113	1	Einleitung	128	4	Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen
116	2	Die vegetationskundliche Dauerbeobachtung der Waldentwicklung auf Windwurfflächen	128	4.1	Die Bodenvegetation verändert sich
116	2.1	Ziel und Konzeption der Dauerbeobachtung	136	4.2	Eine neue Waldgeneration entsteht
119	2.2	Aufnahmemethodik			
121	3	Die untersuchten Windwürfe	138	5	Viele Faktoren beeinflussen die Vegetationsentwicklung
121	3.1	Das Untersuchungsgebiet			
124	3.2	Der Sturm verändert die Umweltbedingungen	142	6	Windwürfe – eine Katastrophe für den Wald?
127	3.3	Die Folgen der Windwurfaufarbeitung			

1 Einleitung

Passauer Neue Presse, 3. 8. 1983:

„Orkanartiges Unwetter hinterließ im Nationalpark ein Chaos

Sturmböe jagte mit 75 Stundenkilometern über den Grenzkamm hinweg – Urlaubertour eingeschlossen

Spiegelau (bi/ls). Am Montagabend, dem zweiten „Tropentag“ in diesem Jahrhundertsommer, jagte um 19.30 Uhr eine Gewitterböe mit Windstärke neun über die Wälder des Nationalparks hinweg, knickte Baumriesen an den Waldrändern und entlang von Straßen um, deckte Dächer ab, vernichtete ganze Dachstühle und legte den Verkehr auf Straße und Schiene lahm.

Diesem orkanartigen Sturm, der eine Geschwindigkeit von 75 Stundenkilometer erreichte, war ein Temperatursturz von 30,5 auf 12 Grad Celsius vorausgegangen, was bei ähnlichen Unwettern der vergangenen Jahrhunderte, so ist in Forstchroniken aufgeschrieben, als sicheres Zeichen der Sturmwarnung gilt. Das Gewitter selbst hatte nur schwache Entladungen.

... Der kurz nach dem Gewittersturm einsetzende Regen brachte im Bereich um Waldhäuser innerhalb von viereinhalb Stunden 22 Liter Niederschläge pro Quadratmeter. Seit Bestehen des Nationalparks ist ein ähnlich verheerendes Unwetter in den Wäldern zwischen Rachel und Lusen nicht bekannt. Die aus Nordwesten gegen den Waldkamm des bayerisch-böhmischen Grenzgebirges anbrausende Gewitterböe selbst dauerte, so teilte Forstamtmann Strunz von der Nationalpark-Wetterwarte mit, nur wenige Minuten.“

Heftige Stürme, wie dieses orkanartige Sommergewitter, das am 1. August 1983 über ganz Bayern hinwegzog und innerhalb weniger Minuten verheerende Schäden an Häusern, landwirtschaftlichen Kulturen und Verkehrseinrichtungen verursachte und unzählige Bäume zu Boden riß, sind immer wiederkehrende Ereignisse, dies belegen ein-

drückliche Schilderungen v. a. von Forstleuten. So zeigen z. B. Dokumente aus Forstarchiven, daß im Deutschen Reich in der Zeit von 1800 bis 1912 ca. 45 Millionen Festmeter Holz infolge von Stürmen aufgearbeitet wurden (HESS 1916). Im Gebiet des heutigen Nationalparks Bayerischer Wald ereigneten sich seit Mitte des 18. Jahrhunderts bis heute über 90 Stürme mit zum Teil beträchtlichen Windwürfen (ELLING et al. 1976).

In Anbetracht des „Chaos“ aus zerborstenen Stämmen, die sich häufig mehrere Meter übereinandertürmen, der aufgeklappten Wurzelteiler und des „Verhaus“ von Baumkronen spricht der ordnende und wirtschaftende Mensch von „Verwüstung“ oder „Katastrophe“. Für die Forstwirtschaft bedeuten derartige Ereignisse eine immense betriebliche und finanzielle Belastung: Die Aufarbeitung des geworfenen Holzes ist außerordentlich schwierig und muß schnell erfolgen, sollen Folgeschäden durch Insekten oder Pilze am liegenden Holz oder an den verbliebenen Waldbeständen vermieden werden. Aufgrund des Überangebots und der verringerten Qualität ist der Absatz des Windwurfholzes nur mit erheblichen finanziellen Einbußen möglich, die Aufforstung der Kahlflecken und spätere Pflege der Kulturen mit erheblichem Aufwand verbunden.

Doch welche Bedeutung haben diese Störungen für die Lebensgemeinschaft Wald? Sind sie auch im Naturgeschehen als „Katastrophe“ aufzufassen oder müssen sie als zum System gehörende oder gar das System tragende Faktoren betrachtet werden? Wie sieht die weitere Entwicklung auf Windwurflecken aus, wenn der Mensch nicht eingreift? Ist die bis heute praktizierte Strategie des Aufräumens und Wiederaufforstens von Windwurflecken die einzige Alternative in der Bewältigung dieser „Forst-Katastrophen“?

Derartige Fragen stellen sich zunehmend in einer Zeit, in der von Fachleuten Klimaveränderungen prognostiziert werden, mit der Folge, daß sich Witterungsextreme, wie die Orkane Vivian und Wiebke im Februar 1990 als jüngste Beispiele, häufen.

Die Kenntnisse über die Bedeutung von „Katastrophen“ in Wäldern sind noch sehr lückenhaft, da



Foto 1: Nach dem Gewittersturm vom 1. August 1983:

Wirken derartige Naturereignisse, die für die Forstwirtschaft sicherlich eine außergewöhnliche Belastung darstellen, auch als „Katastrophe“ für die Lebensgemeinschaft Wald? (Foto: Bibelriether)

vom Menschen unbeeinflusste Naturwälder in Europa nur noch auf sehr kleinen Flächen existieren, und in Wirtschaftswäldern bis heute Windwurfflächen akribisch geräumt und aufgeforstet werden. Hier bietet der Nationalpark Bayerischer Wald eine einmalige Chance, denn wenige Jahre nach dessen Gründung im Jahre 1970 wurde die Entscheidung für den „Urwald“ gefällt: Wälder auf bedeutender Fläche sollen sich selbst überlassen bleiben, das Wirken der natürlichen Umweltkräfte und die ungestörte Dynamik der Lebensgemeinschaften soll gewährleistet werden.

Zu diesem Zweck erfolgte die stufenweise Ausweisung von Reservatsflächen, in denen weder Nutzungen noch lenkende Eingriffe erfolgen, die Natur bleibt sich dort selbst überlassen.

Im Frühsommer 1983 beschloß der Nationalpark-Fachbeirat unter Leitung des damaligen Landwirtschaftsministers Dr. Hans EISENMANN, 6400 ha des 13300 ha großen Nationalparks als striktes Reservat zu schützen.

Wenige Wochen später, am 1. August 1983, wurden beim ersten bedeutenden Sturmereignis seit Gründung des Nationalparks innerhalb weniger

Minuten 87 ha Wald zu Boden gerissen. Schwerpunkte der Windwürfe waren die Tal- und Hanglagen im Westteil des Nationalparks. Weitere Stürme im November des folgenden Jahres vergrößerten die Windwurfgesamtläche vor allem im Osten und in den Hochlagen des Nationalparks auf 173 ha. Beinahe die Hälfte der Windwurfflächen, nämlich 85 ha, lagen in den sogenannten Reservaten (BIBELRIETHER 1988).

Mit der sehr weitreichenden Entscheidung, das geworfene Holz in den Reservaten – insgesamt etwa 30 000 m³ – nicht aufzuarbeiten und lenkende Eingriffe zu unterlassen, wurde die einmalige Gelegenheit in Mitteleuropa geschaffen, die natürliche Waldentwicklung nach Windwurfereignissen auf bedeutender Fläche wissenschaftlich zu beobachten und mit der Entwicklung auf geräumten, jedoch nicht aufgeforsteten Flächen außerhalb der Reservate zu vergleichen.

In den Folgejahren wurde deshalb mit umfangreichen Forschungsarbeiten auf ausgewählten

Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald begonnen. Da es sich in der Regel um Untersuchungen im Rahmen von Diplom- und Doktorarbeiten handelte, stellen die Ergebnisse „Momentaufnahmen“ der Entwicklung dar. Für das Verständnis der Walddynamik sind jedoch langfristig angelegte Forschungsprojekte auf dauerhaft markierten Untersuchungsflächen unbedingt erforderlich. Deshalb wurden seit 1988 auf mehreren ausgewählten Windwürfen Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet und die Erstaufnahmen durchgeführt.

Obwohl erst wenige Jahre seit dem Sturm verstrichen sind, werden schon große Unterschiede in der Waldentwicklung auf den Windwurfflächen deutlich, je nachdem, ob das geworfene Holz liegengelassen oder aufgearbeitet wurde. Bemerkenswert scheint zudem, daß bereits die Ergebnisse der Erstaufnahmen in wesentlichen Punkten der Lehrmeinung über die natürliche Wiederbewaldung auf Sturmwurfflächen widersprechen.

Dauerbeobachtung der Waldentwicklung

2 Die vegetationskundliche Dauerbeobachtung der Waldentwicklung auf Windwurfflächen

2.1 Ziel und Konzeption der Dauerbeobachtung

Beim Studium forstwissenschaftlicher Literatur wird deutlich, daß die Auswirkungen von Sturmereignissen auf Waldbestände bislang vorwiegend aus wirtschaftlicher oder waldwachstumskundlicher Sicht untersucht wurden. Ökologische Gesichtspunkte traten dabei vielfach in den Hintergrund, obwohl sie insbesondere für die waldbauliche Behandlung sturmgeschädigter Bestände wertvolle Informationen liefern könnten. Aufgrund dieser Tatsache war es nicht möglich, auf be-

währte Fragestellungen und Untersuchungsmethoden zurückzugreifen. Außerdem zwang die Fülle der noch offenen Fragen im Zusammenhang mit der Dynamik von Waldlebensgemeinschaften dazu, Bearbeitungsschwerpunkte zu bilden. Deshalb mußten zunächst die Ziele, die mit den langfristigen Untersuchungen auf Windwurfflächen verfolgt werden, festgelegt werden.

Mit der Einrichtung von geobotanischen Dauerbeobachtungsflächen, die überwiegend von der Nationalparkverwaltung selbst betreut werden, soll eine „Hauptachse“ des Forschungsansatzes über die Waldentwicklung geschaffen werden, an die jederzeit weitere Forschungsprojekte zu Detailfragen anknüpfen können (Abb. 1). Im wesentlichen sollen bei dieser vegetationskundlichen Dauerbeobachtung drei Aspekte umfassend dokumentiert werden:

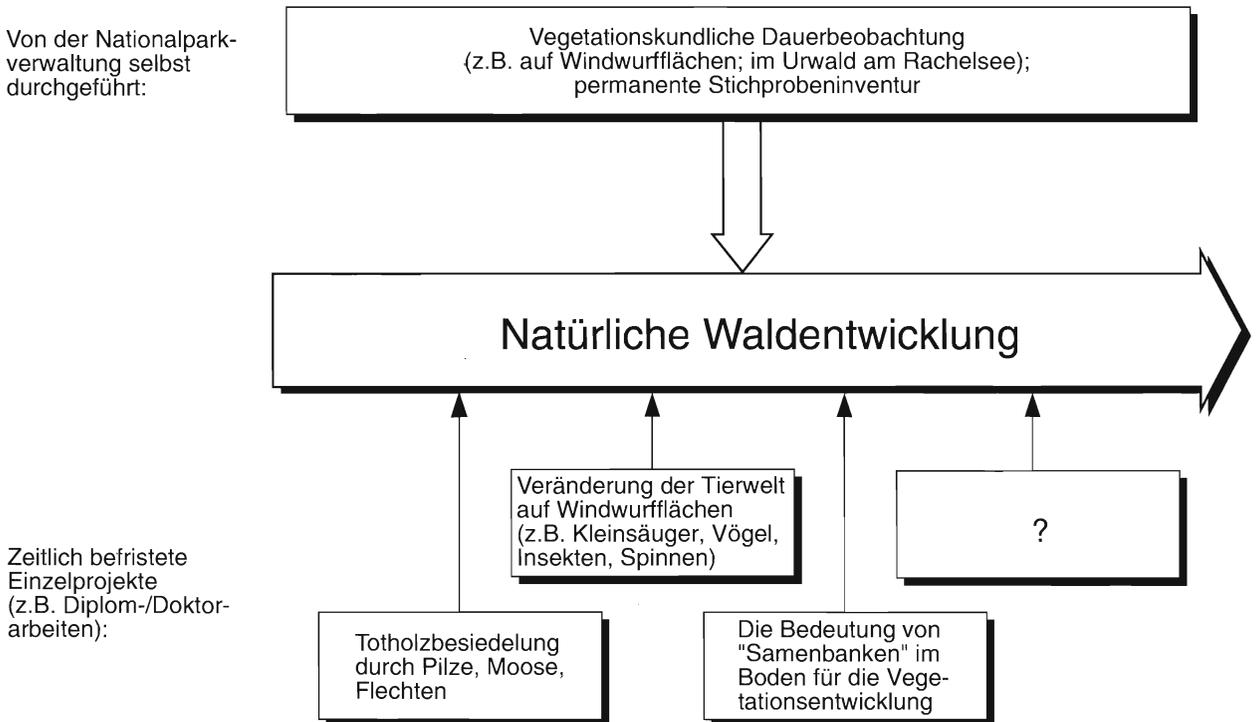


Abb. 1: Konzept der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald zur wissenschaftlichen Beobachtung und Erforschung der natürlichen Entwicklung von Waldlebensgemeinschaften.

1. Die Artenzusammensetzung der Vegetation (Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht) in den Windwurf- und Borkenkäfer-totholzflächen sowie im angrenzenden intakten Waldbestand und deren Veränderung im Laufe der Zeit.
2. Die Strukturen (liegendes und stehendes Totholz, lebende Bäume, Wurzelteller, Waldverjüngung, geomorphologische Besonderheiten, usw.) und deren Veränderungen.
3. Die Abhängigkeit der Vegetationsentwicklung vom Reaktionspotential des Standorts bzw. von der Qualität und Intensität von Störungen (z. B. Räumung des geworfenen Holzes).

Um einen Einblick in die Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen in den verschiedenen Waldgesellschaften des Nationalparks zu erhalten, wurden Dauerbeobachtungsflächen jeweils in einem belassenen und einem geräumten Windwurf im Bereich des Au-Fichtenwaldes der Tallagen mit Kaltluftstau, im Bergmischwald der Hanglagen und im Berg-Fichtenwald der Hochlagen eingerichtet (Tab. 1, Abb. 3).

Bei einer Langzeitstudie spielt die Konzeption der Dauerbeobachtung eine Schlüsselrolle. Aufnahmeverfahren und Flächenanordnung müssen sowohl eine möglichst genaue Dokumentation der Vegetationsentwicklung ermöglichen als auch gleichzeitig so zeitsparend sein, daß Wiederholungsaufnahmen in relativ kurzen Zeitabständen – etwa alle 5 Jahre – durchgeführt werden können. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Lehrereinheit Geobotanik der Forstwissenschaftlichen Fakultät an der Ludwig-Maximilian-Universität München (LMU) wurden deshalb Fragen zu Form, Lage, Anordnung und Größe der Dauerbeobachtungsflächen sowie der Aufnahmemethodik geklärt (LENZ 1989; FISCHER et al. 1990).

Als praktikabelste Lösung erschien die Anlage von sogenannten Transekten. Dies sind 10 m breite und je nach Windwurfgröße bis zu mehrere hundert Meter lange Streifen, die in jeweils 100 m² große Probequadrate unterteilt sind (Abb. 2).

Diese Flächenanordnung hat im Vergleich zu anderen in der Geobotanik gebräuchlichen Methoden, wie z. B. der rasterartigen oder zufälligen Vertei-

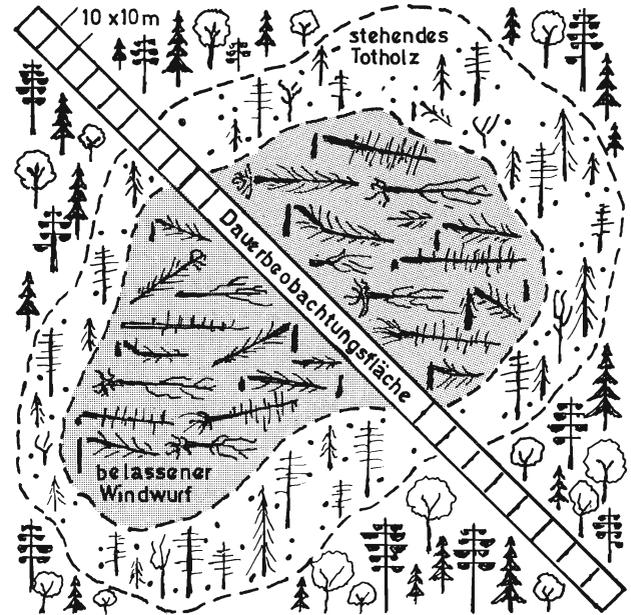


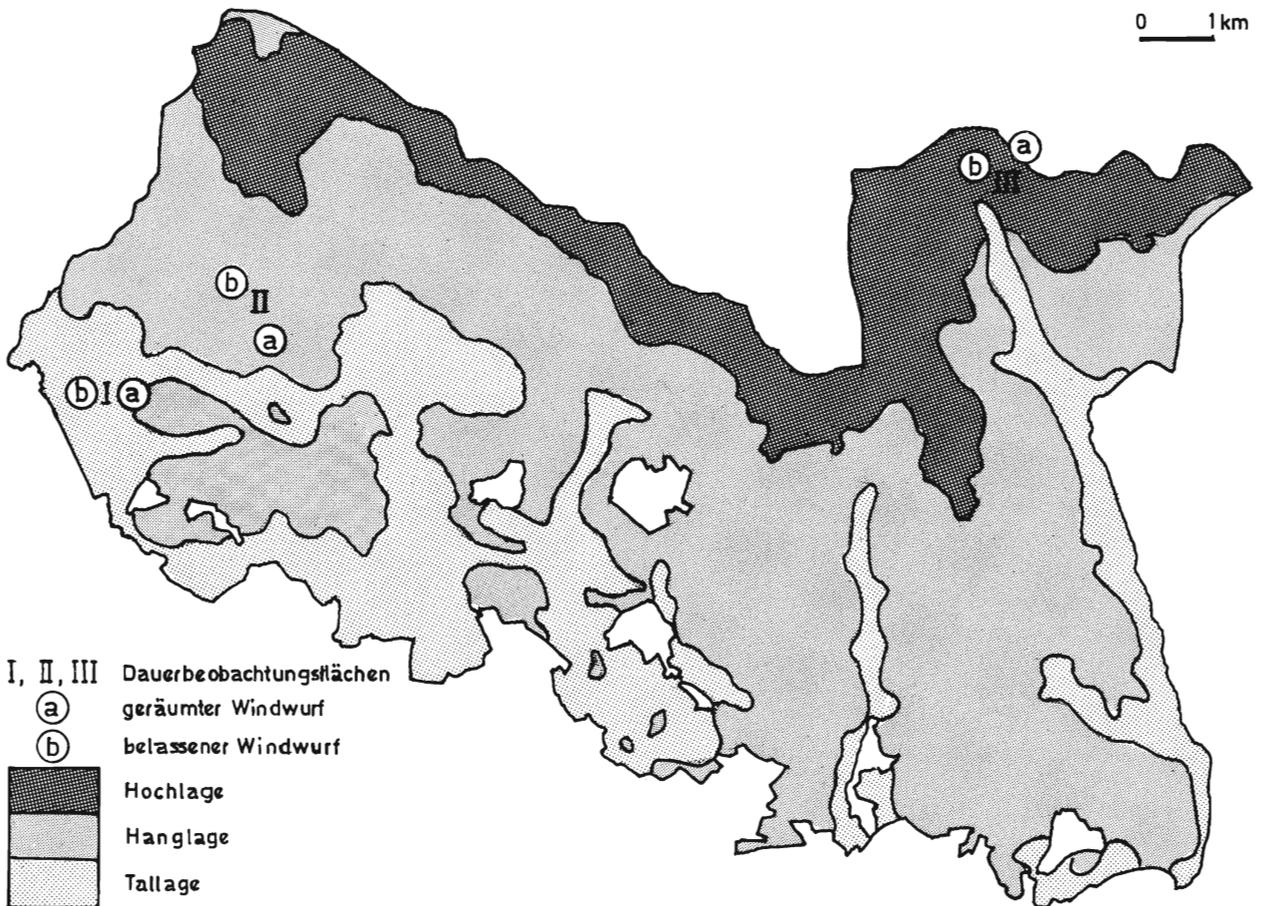
Abb. 2: Anordnung der Dauerbeobachtungsflächen.

Auf sogenannten Transekten werden die Vegetationsverhältnisse, ausgehend vom angrenzenden intakten Waldbestand über den Borkenkäfer-Totholzsaum zum Windwurf, repräsentativ erfaßt. Die Transekte sind in jeweils 10 × 10 m große Probequadrate unterteilt, auf denen detaillierte Vegetations- und Strukturaufnahmen durchgeführt werden.

lung einer großen Zahl von Kleinflächen (1–4 m²) oder der räumlichen Fixierung subjektiv positionierter Großflächen (100–500 m²), einige wesentliche Vorzüge:

- Es wird ein relativ großer Teil der Gesamtfläche bei minimalem Vermessungs- und Markierungsaufwand erfaßt, zudem kann der Verlauf des Transekts auch beim Verlust mehrerer Markierungen leicht wieder festgestellt werden.
- Die Anordnung der einzelnen Teilflächen folgt einem vorgegebenen Muster, ist also objektiv.
- Auf den 100 m² großen Teilflächen kann sowohl die Baum- als auch die Kraut- und Moosschicht sinnvoll erfaßt werden.
- Die Strukturaufnahmen auf den Probequadraten sind technisch verhältnismäßig einfach, es wer-

Nr.	Waldort (Abteilung)	Windwurf ...	Höhe ü. NN	Höhen- stufe	natürliche Waldgesellschaft	Transekt- größe (m)	Erstaufnahme im Jahr/durch
Ia	Hochfallen/Weiter Schuß	geräumt	750m	Tallagen mit Kaltluftstau	Au-Fichtenwald (<i>Calamagrosti villosae- Piceetum bazzanietosum</i>)	330 × 10	1988/ LMU München, LE Geobotanik
Ib	Hahnenfalz	belassen	760m			430 × 10	
IIa	Feistenhäng	geräumt	880 m	Hanglagen	bodensaurer Fi-Ta-Bu-Berg- mischwald (<i>Luzulo-Fagion</i>)	280 × 10	1990/ NPV Bayer. Wald
IIb	Schönort/Schachtenriegel	belassen	900m			400 × 10	
IIIa	Ebengeichted	geräumt	1220 m	Hochlagen	Berg-Fichtenwald (<i>Calamagrosti villosae-Pice- etum barbilophozietosum</i>)	280 × 10	1992/ NPV Bayer. Wald
IIIb	Gfeichtethöh	belassen	1200 m			390 × 10	



Tab. 1, Abb. 3: Lage der Dauerbeobachtungsflächen zur wissenschaftlichen Dokumentation der Waldentwicklung auf geräumten und belassenen Windwurfflächen in den verschiedenen Höhenstufen des Nationalparks Bayerischer Wald.

den dazu nur wenige Vermessungsinstrumente benötigt.

- Die Ergebnisse der Untersuchungen können auch für den Laien anschaulich in Form von Bestandsaufritten dargestellt werden.
- Eine statistische Auswertung der Geländeerhebungen ist relativ leicht möglich. Die Ergebnisse von den einzelnen Teilflächen können mit anderen publizierten pflanzensoziologischen Daten verglichen werden.

Da die Vegetationsverhältnisse auf den Windwurf- flächen vor dem Sturm nicht bekannt sind – es existierten dort leider noch keine Dauerbeobach- tungsflächen – wird mit den Transekten bereits in den angrenzenden intakten Waldbeständen be- gonnen. Somit besteht die Möglichkeit, die Verän- derungen auf den Windwurfflächen mit denen in den lebenden Altholzbeständen zu vergleichen; der intakte Wald dient also als sog. „Nullfläche“. Außerdem werden durch diese Transektanordnung Übergangszonen, wie z.B. der für belassene Windwürfe typische Saum stehender toter Bäume, erfaßt.

Bei dieser Konzeption kann somit davon ausge- gangen werden, daß eine repräsentative Erfassung der Vegetationsentwicklung auf den Windwurf- und angrenzenden Wald- und Totholzflächen ge- währleistet ist und Wiederholungsaufnahmen in re- lativ kurzen Zeitabständen möglich sind.

2.2 Aufnahmemethodik

Zur Erfassung der Vegetation wurden auf den einzelnen Probequadraten pflanzensoziologische Aufnahmen durchgeführt: Sämtliche Pflanzenarten wurden getrennt nach Baum-, Strauch-, Kraut- und Mooschicht registriert und ihre Artmächtig- keiten – Individuenzahl bzw. Deckung – nach einer in der Vegetationskunde üblichen Schätzskala (Skala nach BRAUN-BLANQUET 1964, etwas ver- ändert, Tab. 2) ermittelt. Sämtliche Vegetationsauf- nahmen werden zu Vegetationstabellen zusam- mengestellt und nach verschiedenen Kriterien ge- ordnet. Dabei können Arten, die häufig gemeinsam auftreten und ähnliche Standortsansprüche stel-

Tab. 2: International verwendete Schätzskala für Vegetations- aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964), etwas verändert.

Häufigkeits- klassen	Individuenzahl bzw. Deckung	Mittelwerte für statistische Auswertungen
r	1–2 Individuen, Deckung < 1%	0,01
+	(2)3–5 Individuen, Deckung < 1%	0,20
1	6–50 Individuen, Deckung < 5%	2,50
2 m	> 50 Individuen, Deckung < 5%	5,00
2 a	Individuenzahl beliebig, Deckung 5–15%	10,00
2 b	Individuenzahl beliebig, Deckung 16–25%	20,00
3	Individuenzahl beliebig, Deckung 26–50%	37,50
4	Individuenzahl beliebig, Deckung 51–75%	62,50
5	Individuenzahl beliebig, Deckung 76–100%	87,50

len, zu sogenannten „soziologisch-ökologischen Artengruppen“, wie z.B. Waldarten, Schlagflurarten, Vernässungs- und Verdichtungszeiger, zusam- mengefaßt werden. Anhand dieser strukturierten Vegetationstabellen ist es möglich, die Pflanzen- bestände der verschiedenen Teilbereiche des Transekts – belassener oder geräumter Windwurf, Totholzsaum, intakter Altbestand – miteinander zu vergleichen und Veränderungen in der Artensam- mensetzung zu erkennen.

Zur Dokumentation der weiteren Entwicklung der Strukturverhältnisse auf den Dauerbeobachtungs- flächen, wie z.B. liegendes oder stehendes Tot- holz, Wurzelteller oder Waldverjüngung, sind um- fangreiche Vermessungsarbeiten notwendig. Ne- ben der Ermittlung der genauen Lage der Struk- turelemente auf den Probequadraten mittels

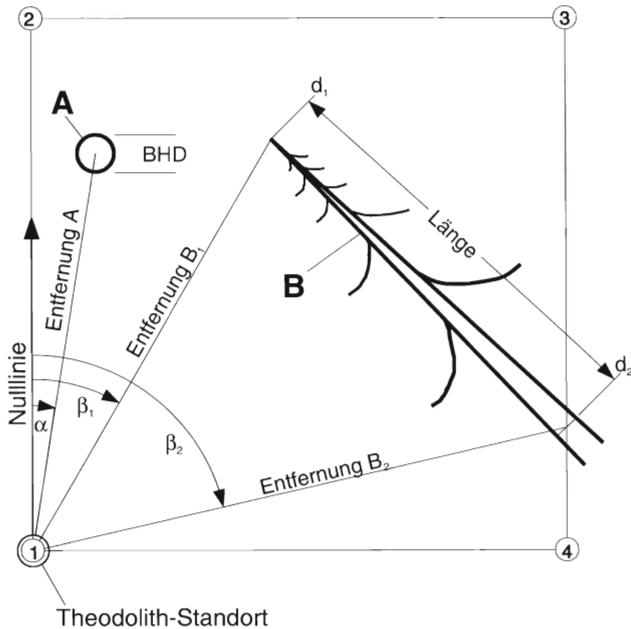


Abb. 4: Technik der Strukturaufnahme.

Die Standorte der „Strukturelemente“ werden über deren Entfernung zum Theodolithen und Winkelabweichung zur Nulllinie (α , β) genau ermittelt. Bei stehenden Bäumen (A) werden neben dem Brusthöhendurchmesser (BHD) die Gesamthöhe und die Höhe des Kronenansatzes gemessen, bei liegenden Bäumen der Anfangs- und Enddurchmesser (d_1 , d_2) sowie deren Länge im Probequadrat.

Winkelmesser (Theodolith) und Ultraschall-Entfernungsmessgerät (Abb. 4) werden noch weitergehende Messungen zu deren genauer Beschreibung durchgeführt. In Tab. 3 sind sämtliche erhobenen Aufnahmeparameter zusammengestellt.

Diese detaillierten Aufnahmen eröffnen viele Möglichkeiten der Auswertung: Neben der bildhaften Darstellung der Strukturverhältnisse auf den Tran-

Tab. 3: Aufnahmeparameter für die Strukturaufnahmen in den Probequadraten.

„Strukturelement“	Aufnahmeparameter
1. Bäume (lebend oder tot), Höhe ≥ 1 m	<ul style="list-style-type: none"> ● genauer Standort ● Brusthöhendurchmesser ● Gesamthöhe und Höhe des Kronenansatzes ● Verbiß-, Schäl- oder Fegeschäden ● Besonderheiten im Wuchs (z. B. Zwiesel, o.ä.)
2. Bäume (lebend oder tot), Höhe < 1 m	<ul style="list-style-type: none"> ● Anzahl der Individuen jeder Baumart, getrennt nach Sämlingen und älteren Pflanzen ● Altersspanne ● Größenspanne ● Verbiß- oder Fegeschäden
3. Liegendes Holz ab einem Durchmesser von 7 cm mit Rinde	<ul style="list-style-type: none"> ● genaue Lage ● Anfangs- und Enddurchmesser im Probequadrat ● Länge ● Vermoderungsgrad
4. Sonstiges (Wurzelteller, Bäche, Felsen, Rückwege, o.ä.)	<ul style="list-style-type: none"> ● genauer Standort ● Dimension

sekten, ausgehend vom intakten Wald über den Totholzsaum zum geräumten oder belassenen Windwurf (Bestandsaufrisse), können umfangreiche statistische Berechnungen, wie z.B. Vorräte an liegendem und stehendem Holz, Naturverjüngungsangebot und -entwicklung, Einfluß großer Pflanzenfresser, usw. durchgeführt werden. Zusätzlich zu diesen terrestrischen Aufnahmen erfolgt eine Fotodokumentation aus der Luft mit Hilfe eines Fesselballons.

Die untersuchten Windwürfe

3 Die untersuchten Windwürfe

Während auf den Windwurfflächen im Bereich der Bergmischwälder der standörtlich begünstigten Hanglagen bereits 10 Jahre nach dem Sturm deutliche Veränderungen in der Vegetation beobachtet werden können, läuft die Waldentwicklung in den rauen Berglagen, aber auch in den von Kaltluftstau und Bodenvernässung geprägten Tallagen, beinahe im Zeitlupentempo ab. Deshalb werden im folgenden lediglich die Ergebnisse aus den Untersuchungen auf Sturmwurfflächen der Hanglagen dargestellt.

3.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Wälder am Südwestabhang des Rachel (1453 m) waren vom Gewittersturm, der am 1. August 1983 von Nordwesten kommend über das Bayerisch-Böhmische Grenzgebirge zog, besonders stark betroffen. Neben zahlreichen kleinen „Nesterwürfen“ entstanden auch einige mehrere Hektar große, zusammenhängende Windwurfflächen. Da lediglich ein Teil der betroffenen Waldbestände als Reservate ausgewiesen waren, in denen das geworfene Holz liegengelassen wurde, bestand die Möglichkeit, auf engstem Raum Dauerbeobachtungsflächen sowohl

in geräumten als auch in belassenen Windwürfen einzurichten.

Ausgewählt wurden Sturmwürfe in den nur etwas mehr als einen Kilometer voneinander entfernten gelegenen Waldabteilungen Schönort (Windwurf belassen) und Feistenhäng (Windwurf geräumt), da sich die Wälder vor dem Sturm hinsichtlich Waldaufbau und Standortverhältnissen ähnelten (Abb. 5).

In beiden Fällen handelte es sich um naturnah aufgebauete, zweischichtige Altholzbestände aus Fichte und Buche. Lediglich die von Natur aus in Bergmischwäldern dieser Höhenstufe stärker beteiligte Tanne wurde sowohl durch die Förderung der forstwirtschaftlich interessanteren Baumart Fichte als auch durch den selektiven Verbiß durch überhöhte Reh- und Rotwildbestände in der Vergangenheit stark zurückgedrängt, sie war nur mehr sporadisch beigemischt.

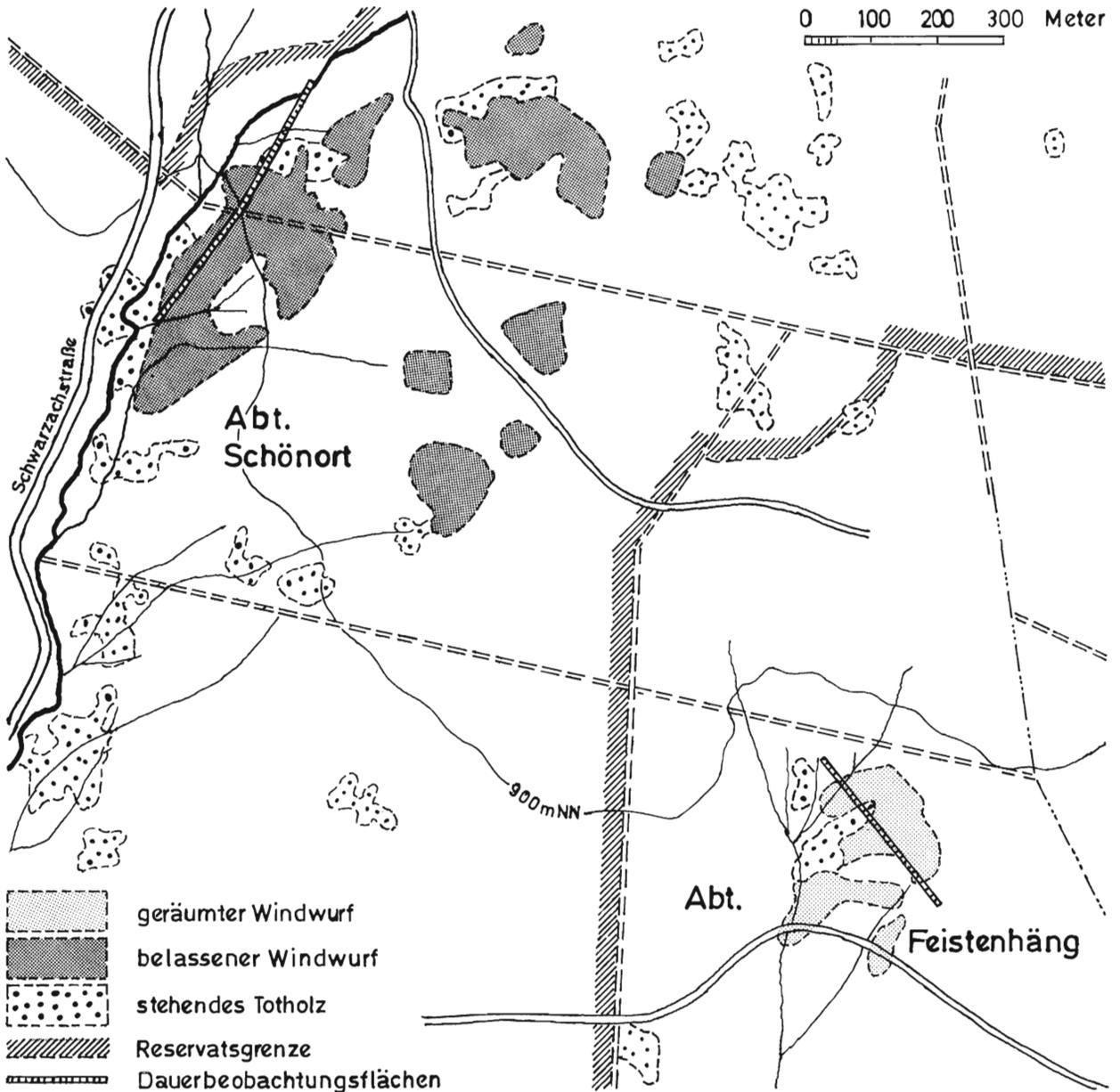
Aufgrund der klimatisch günstigen Wuchsbedingungen in diesen Hanglagen hatten die Bäume bereits beträchtliche Dimensionen erreicht: Baumhöhen bis 40 m und Brusthöhendurchmesser bis zu 70 cm waren keine Seltenheit.

Zur näheren Charakterisierung der Wälder sind in Tab. 4 die wesentlichen Standorts- und Bestandes-

Tab. 4: Standortverhältnisse und Bestandsdaten der untersuchten Windwurfflächen in den Hanglagen, erhoben im Rahmen der Waldinventur 1981. Aus diesen Angaben wird deutlich, daß sich die ausgewählten Waldbestände vor dem Sturm ähnelten.

	Feistenhäng (geräumter Windwurf)	Schönort (belassener Windwurf)
Standort	mineralischer Naßboden, untere Hanglage (ca. 880 m ü. NN)	mineralischer Naßboden, untere Hanglage (860–880 m ü. NN)
Jahresdurchschnittstemperatur	5,5–6 °C	5,5–6 °C
Jahresniederschläge	1100–1300 mm	1100–1300 mm
Bestandsform	Fi-Bu-Bestand mit Bu-Nebenbestand	Fi-Bu-Bestand mit Bu-Nebenbestand
Bestandsalter	90–120 (110) Jahre	105–120 (115) Jahre
Bestandsgröße	11,3 ha, davon ca. 2 ha geworfen	21,0 ha, davon ca. 4 ha geworfen
Baumartenzusammensetzung (%)	82 Fi, 17 Bu, 1 BAh	73 Fi, 23 Bu, 4 Ta
Bestockungsgrad	1,0	0,82
Beschirmungsgrad	0,9	0,9
Holzvorrat	551 fm/ha	458 fm/ha

Abb. 5: Lage der Dauerbeobachtungsflächen am Südwestabhang des Rachel (1453 m ü. NN). Während innerhalb der Reservate (Abt. Schönort) nach den Stürmen 1983 und 1984 keinerlei forstliche Maßnahmen durchgeführt wurden (Ausnahme siehe 3.1), erfolgte außerhalb (Abt. Feistenhäng) die Aufarbeitung des geworfenen Holzes und eine mechanische Bekämpfung des Borkenkäfers.



daten aus der Waldinventur 1981 zusammengestellt. Vom Sturm erfaßt und zu Boden gerissen wurden vor allem die Bestandsteile, die auf Naßböden stockten. In diesen Bereichen dominierte die Fichte, die dort ein extrem flach dahinstreichendes Wurzelsystem ausbildete und dadurch außerordentlich sturmgefährdet war. Bemerkenswert ist, daß eben diese Wälder bereits im vorigen Jahrhundert (1868/70) von den wohl bedeutendsten Stürmen, die sich seit Anbeginn einer geregelten Forstwirtschaft im Gebiet des heutigen Nationalparks ereignet haben, heimgesucht worden waren (ELLING et al. 1976).

Das Ausmaß dieser Windwürfe nach dem Sommergewitter im Jahr 1983 war beträchtlich: In der Abteilung Schönort wurden ca. 4 ha Wald zu Boden geworfen. Auch heute noch, 12 Jahre nach dem Sturm, türmen sich die entwurzelten und zerborstenen Stämme bis zu 4 m hoch über dem Boden auf und bilden ein schier undurchdringliches Wirr-Warr.

In den ersten Jahren nach dem Windwurf kam es infolge des immensen Brutraumangebots zu einer Borkenkäfermassenvermehrung. Neben dem liegenden Holz wurden vor allem Fichten am Rande der Windwurffläche vom Buchdrucker befallen und abgetötet. Die Wucht des Sturmes reichte zwar nicht mehr aus, diese Randbäume umzuwerfen, ihre Feinwurzeln waren jedoch offensichtlich stark beschädigt worden, was eine verminderte Versorgung mit Wasser und Nährstoffen nach sich zog. Außerdem erlitten die Bäume durch die plötzliche Freistellung „Sonnenbrand“ (Rindenbrand). Dadurch hatten sie zusätzlich noch an Widerstandskraft eingebüßt und konnten so erfolgreich vom Buchdrucker besiedelt werden. Es entwickelte sich deshalb im Laufe der Zeit ein je nach Exposition mehr oder weniger breiter Saum stehender toter Bäume um die Windwurffläche (Foto 2).

Mit der explosionsartigen Vermehrung der Borkenkäfer wuchs auch die Sorge um den Fortbestand des Waldes. Wegen des zunehmenden Widerstan-



Fotos 2 und 3: Color-Infrarot-Luftbilder von den untersuchten Windwurfflächen.

Bereits sieben Jahre nach dem Sturm werden signifikante Unterschiede deutlich: Während sich auf dem geräumten Windwurf Feistenhäng (rechts) eine gleichförmige und üppige Decke aus krautigen Pflanzen etabliert hat (kräftig rot), ist auf der belassenen Fläche das vielfältige Standortsmosaik noch erkennbar (rot/grau/grün). (Fotos: LWF)

des in der Bevölkerung gegen die Zielsetzung des Nationalparks, jegliche lenkenden Eingriffe in den Reservaten zu unterlassen, mußten 1986 am Rand dieser Windwurffläche aus politischen Erwägungen heraus auf begrenzter Fläche Maßnahmen zum Schutz der verbliebenen Altholzbestände ergriffen werden: Vom Borkenkäfer frisch befallene Bäume wurden gefällt und entrindet und die Rinde verbrannt. Das Holz wurde jedoch nicht genutzt, es verblieb im Wald. Diese „Störung“ der natürlichen Entwicklung beschränkte sich auf eine relativ schmale Zone um die Windwurffläche herum. Sie wird von den Dauerbeobachtungsflächen ebenfalls erfaßt (bei der folgenden Darstellung der Untersuchungsergebnisse wurde dieser Bereich mit „Borkenkäfer bekämpft“ bezeichnet!). Heute, beinahe 10 Jahre nach Durchführung dieser „Waldschutzmaßnahmen“ wird deutlich, daß dieser Eingriff kaum einen Einfluß auf die Borkenkäfergradation ausgeübt hat.

In der Abteilung Feistenhäng waren etwas mehr als 2 ha des Waldes vom Sturm betroffen. Dort wurde allerdings in den folgenden Jahren das geworfene Holz, über 1600 m³, aufgearbeitet und die vom Borkenkäfer befallenen Bäume immer wieder entfernt. Seit 1987 gehört diese Waldabteilung zur mittlerweile vergrößerten Reservatsfläche des Nationalparks, weshalb ab diesem Zeitpunkt keine forstwirtschaftlichen Maßnahmen mehr stattfinden (Foto 3).

3.2 Der Sturm verändert die Umweltbedingungen

Durch die Öffnung des Kronendaches veränderten sich die Umweltbedingungen für die Bodenvegetation der Altholzbestände schlagartig. Prägten vorher gedämpftes Licht, geringe Temperaturschwankungen im Tagesverlauf, Windruhe und hohe Luftfeuchtigkeit die Lebensgemeinschaften des Waldes, so herrschen nun plötzlich Freilandbedingungen auf der Sturmwurffläche. Das heißt: Licht, Strahlung und Niederschlag erreichen in größeren Mengen den Waldboden, der Wind wird nicht mehr gebremst. Während an Sommertagen

die Luft über dem Windwurf vor Hitze flimmert, kommt es in klaren Nächten zu einer deutlichen Abkühlung.

Diese Veränderungen der Standortfaktoren sind jedoch nur scheinbar gleichförmig, bildet doch dieser Verhau aus aufgeklappten Wurzeltellern, umgeknickten oder umgeworfenen Stämmen und ineinander verkeilten Kronen ein außerordentlich vielfältiges Mosaik unterschiedlichster Kleinstandorte (Foto 4): Stark besonnte Bereiche wechseln



Foto 4: Fesselballon-Aufnahme vom belassenen Windwurf aus ca. 40 m Höhe.

Liegendes Totholz, aufgeklappte Wurzelteller, freigelegter Mineralboden ...: Der Sturm verursachte ein außerordentlich vielfältiges Mosaik unterschiedlichster Kleinstandorte. (Foto: Jehl)

geräumter Windwurf - Feistenhäng -

belassener Windwurf - Schönort -

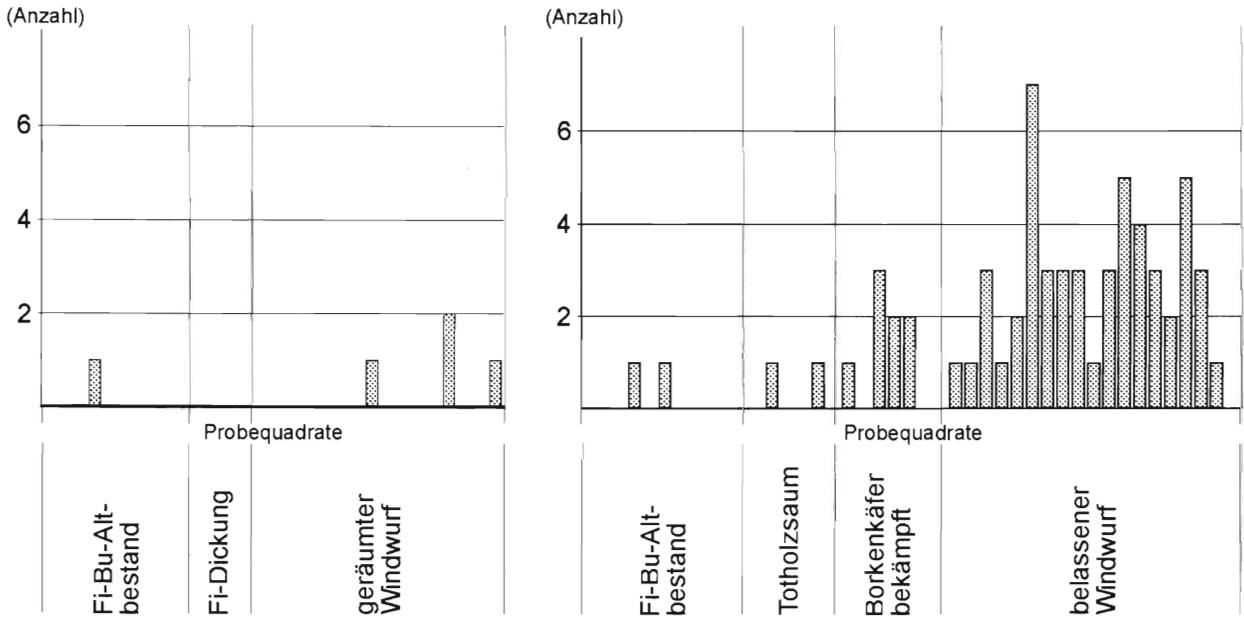


Abb. 6: Anzahl der aufgeklappten Wurzelsteller in den Probequadraten.

Während im belassenen Windwurf Schönort durch die zahlreichen herausgehebelten Wurzelsteller eine außerordentliche Strukturvielfalt entstanden ist, wurden in der geräumten Fläche Feistenhäng die Standortverhältnisse „nivelliert“, denn ein Großteil der Wurzelsteller sind bei der Windwurfaufarbeitung zurückgeklappt.

mit völlig beschatteten, dem Wind ausgesetzten Stellen mit vollkommen windgeschützten. Auch die Bodenverhältnisse variieren jetzt sehr kleinräumig: Die herausgehebelten Wurzelsteller bewirken eine größere morphologische Feinstrukturierung der Bodenoberfläche, der mineralische Rohboden wird freigelegt und unterschiedliche Bodenschichten werden miteinander durchmischt. Auf größeren Flächen bleibt der Boden aber auch unverändert. Aus Abb. 6, in der die Anzahl der aufgeklappten Wurzelsteller je Probequadrat dargestellt ist, wird deren Bedeutung für die Strukturvielfalt ersichtlich. Neben diesen mechanischen Bodenveränderungen

erhöht vor allem die beträchtliche Menge des liegenden Stamm- und Astholzes der geworfenen und gebrochenen Bäume noch die Vielfalt der Kleinstandorte. Bis zu 14 m³ Totholz je Aufnahme- fläche wurden bei den Strukturaufnahmen ermittelt. Das Holz ist jedoch nicht gleichmäßig über die Fläche verteilt, auf einigen Probequadraten liegen lediglich 2 bis 3 m³ (Abb. 7).

In der Übergangszone zwischen den verbliebenen Altbeständen und der Windwurffläche, dort, wo der Borkenkäfer die geschwächten und kränkelnden Fichten abgetötet hat, sind die Umweltveränderungen weit weniger drastisch. Durch die abge-

geräumter Windwurf
- Feistenhäng -

belassener Windwurf
- Schönort -

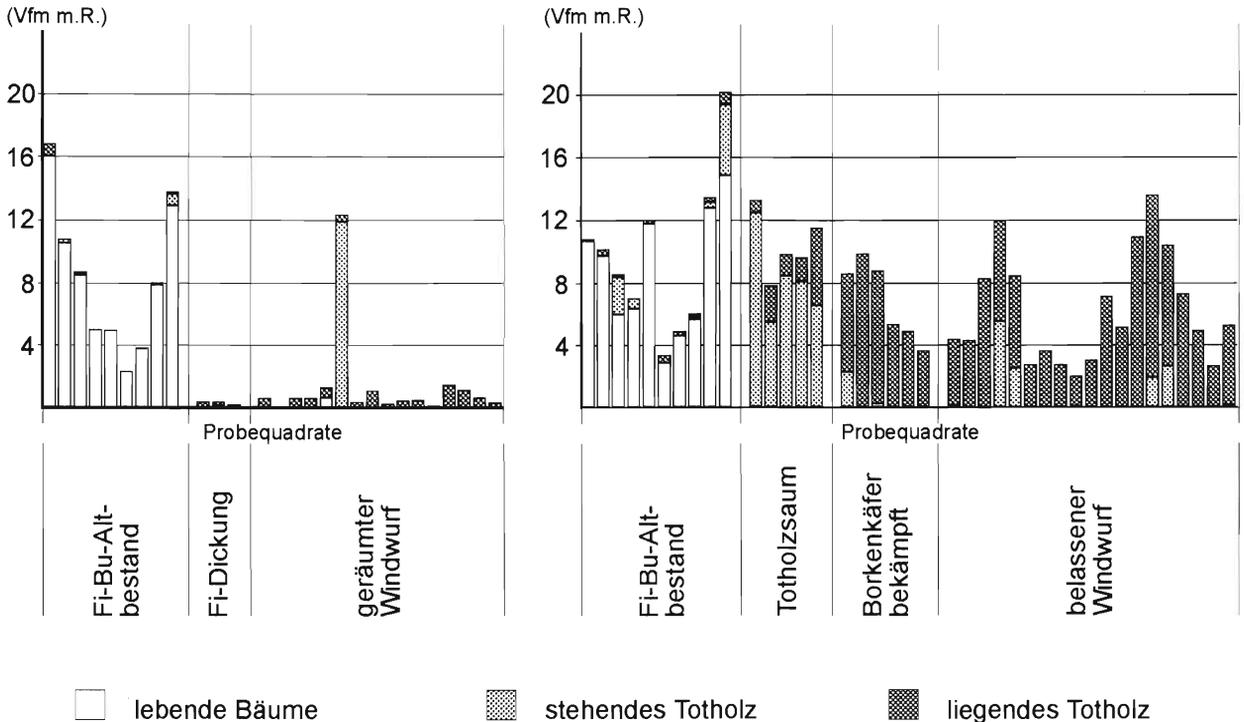


Abb. 7: Holzvolumen der lebenden Bäume sowie des stehenden und liegenden Totholzes in den Probequadraten. Bei den zu Boden gerissenen Altholzbeständen handelte es sich um geschlossene, außerordentlich ertragreiche Wälder: Im belassenen Windwurf Schönort wurde umgerechnet auf den Hektar ein Holzvorrat von 770 Vorratsfestmetern mit Rinde (Vfm m. R.) ermittelt; im intakten Waldbestand am Rand des geräumten Windwurfs Feistenhäng, der den geworfenen Bestandesteilen ähnelte, sind es sogar 822 Vfm!

storbenen Kronen der Altbäume können zwar vermehrt Licht und Strahlung, aber auch Niederschläge auf den Waldboden fallen. Das stehende Totholz – zwischen 7 und 12 m³ je Probequadrat (Abb. 7) – dämpft aber dennoch beträchtlich die extremen klimatischen Bedingungen, wie sie im Freiland herrschen. Vor allem für die dahinterliegenden intakten Altholzbestände bietet es einen nicht zu unterschätzenden Schutz vor Wind und zu

starker Besonnung. Besonders deutlich wurde dies nach den verheerenden Stürmen im Spätwinter 1990: Während „Vivian“ und „Wiebke“ in den angrenzenden Forstämtern Zwiesel, Regen und Freyung wieder beträchtliche Windwürfe verursachten, blieben die Wälder des Nationalparks beinahe unversehrt und dies, obwohl unzählige Altholzbestände nach den Stürmen der 80er Jahre „aufgerissen“ waren.

3.3 Die Folgen der Windwurfaufarbeitung

Wenige Wochen nach dem Sommergewitter wurde in der Abteilung Feistenhäng damit begonnen, das geworfene Holz aufzuarbeiten. Nur wenige Wurzelstücker sind bei der Windwurfaufarbeitung nicht zurückgeklappt (Abb. 6). Ein Großteil der über die gesamte Fläche verteilten Baumkronen und Äste, die als Brutmaterial für Borkenkäfer geeignet gewesen wären, wurde verbrannt. Lediglich faule oder sehr schwache Stammstücke, deren Nutzung nicht lohnte, blieben auf der Windwurffläche zurück (Abb. 7).

Trotz rascher Aufarbeitung der liegenden Bäume kam es in den folgenden Jahren auch um diese geräumte Sturmwurffläche herum immer wieder zu massivem Borkenkäferbefall, vor allem an den sonnenexponierten Rändern der Altbestände. Bis 1987 wurden die absterbenden Fichten entfernt, die Freifläche vergrößerte sich dadurch auf annähernd 4 ha.

Diese Eingriffe zerstörten das kleinräumige und außerordentlich vielfältige Standortsmosaik weitgehend, und es konnte sich auch kein schützender Saum stehender toter Bäume um die Windwurffläche entwickeln.

Nach der Windwurfaufarbeitung bot sich somit ein Bild, wie wir es aus Wirtschaftswäldern gewohnt sind: Eine große, relativ gleichförmige Kahlfläche war entstanden, die Umweltbedingungen hatten sich erneut einschneidend verändert. Wechselten



Foto 5: Geräumter Windwurf Feistenhäng (Sommer 1991). Durch die Aufarbeitung des geworfenen Holzes wurde das vielfältige Standortsmosaik zerstört, der Boden verwundet und verdichtet und sicherlich ein Großteil bereits vor dem Sturm vorhandener Naturverjüngung vernichtet. (Foto: Jehl)

vorher die klimatischen Bedingungen für die Bodenpflanzen auf engstem Raum, so herrscht jetzt auf der gesamten Fläche das für Bodenpflanzen des Waldes extreme Freilandklima. Auch auf der Bodenoberfläche bestehen nur noch Unterschiede je nach Art und Intensität der Bodenverwundung und -verdichtung durch die Aufarbeitung und Rückführung des geworfenen Holzes (Foto 5).

Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen

4 Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen

Im Frühjahr 1990 wurden die Dauerbeobachtungsflächen in den Hanglagen eingemessen und dauerhaft mit Rohrmarken und Plastikstäben markiert. In den darauffolgenden Sommer- und Herbstmonaten erfolgte erstmals die Aufnahme der Vegetations- und Strukturverhältnisse auf den einzelnen Probequadraten, ausgehend vom angrenzenden intakten Fichten-Buchen-Altbestand über den Totholzsaum zu den Windwurfflächen.

In den sieben Jahren, die seit dem Sturm verstrichen sind, hat sich vor allem die belassene Windwurffläche in der Waldabteilung Schönort in einer Art und Weise verändert, wie es vorher kaum vorstellbar war. Dies wird bereits anhand des Bestandsaufresses (Abb. 9) deutlich.

Vor allem die Draufsicht vermittelt recht anschaulich die in vorangegangenen Abschnitten geschilderte Vielfalt unterschiedlichster Kleinstandorte im belassenen Windwurf, hervorgerufen durch die große Zahl liegender toter Stämme und aufgeklappter Wurzelteller. Darüberhinaus wird erkennbar, daß sich im belassenen Windwurf ganz offensichtlich bereits eine neue Waldgeneration entwickelt hat. Lediglich der schmale Bereich, in dem 1986 forstliche Maßnahmen zur Bekämpfung des Borkenkäfers durchgeführt wurden, fällt etwas aus dem Rahmen. Auffallend zahlreich sind die Vogelbeeren, viele haben bereits eine Höhe von 4 bis 5 m erreicht. Bei genauer Betrachtung erkennt man aber auch, daß die sogenannten Schlußwaldbaumarten Fichte, Buche und Tanne überall mit beigemischt sind.

Im geräumten Windwurf Feistenhäng dagegen fehlt die Strukturvielfalt, da nur wenige Wurzelteller aufgeklappt blieben und kaum Totholz auf der Windwurffläche liegengelassen wurde. Anders als auf der belassenen Windwurffläche findet man hier nur spärliche Naturverjüngung, überwiegend typische Pionierbaumarten, wie Birken, Aspen und Weiden (Abb. 10).

Diesen Eindruck von der unterschiedlichen Waldentwicklung auf den Windwurfflächen, je nachdem, ob das geworfene Holz liegengelassen oder

aufgearbeitet wurde, untermauert die statistische Auswertung der Vegetations- und Strukturaufnahmen. Im folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse dargestellt.

4.1 Die Bodenvegetation verändert sich

Neben den bereits im geschlossenen Wald vorhandenen schattenertragenden Pflanzen, wie Sauerklee (*Oxalis acetosella*), Schattenblümchen (*Maianthemum bifolium*), Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*) oder Sprossender Bärlapp (*Lycopodium annotinum*), konnten sich wegen der verän-

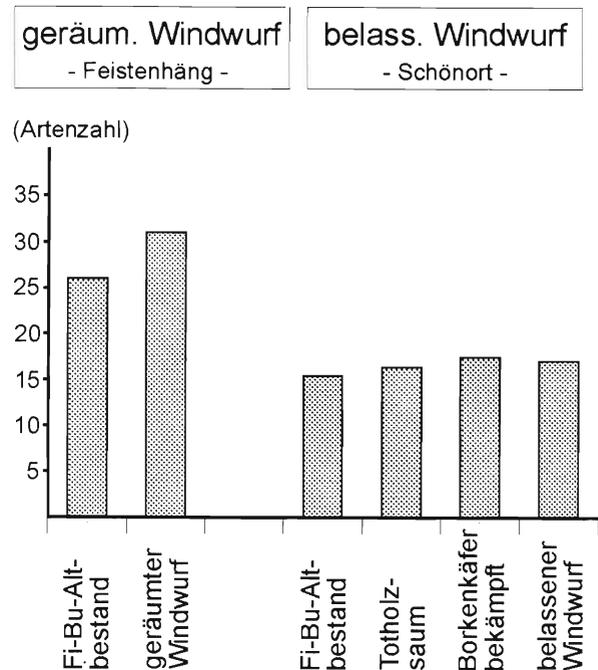


Abb. 8: Mittlere Artenzahl in der Kraut- und Strauchschicht in den Transektabschnitten.

Während im belassenen Windwurf im Vergleich zum angrenzenden intakten Altholzbestand lediglich ca. zwei neue Arten hinzugekommen sind, ist die Artenzahl im geräumten Windwurf um beinahe sechs Arten gestiegen. Es handelt sich vor allem um Arten der Schlagfluren und Vorwaldgebüsche sowie um Vernässungs- und Verdichtungszeiger.

Tab. 5: Liste der Pflanzenarten, die häufig gemeinsam auftreten und ähnliche Ansprüche an die Umweltbedingungen stellen, sogenannte „soziologisch-ökologische Artengruppen“.

Soziologisch-ökologische Artengruppe	Pflanzenarten	
<p>1. <i>Waldarten:</i> Arten der Fichten-Tannen- und Fichtenwälder:</p> <p>Arten der Buchen- und Tannen-Buchenwälder:</p>	<p>Heidelbeere (<i>Vaccinium myrtillus</i>) Woll. Reitgras (<i>Calamagrostis villosa</i>) Alpenlattich (<i>Homogyne alpina</i>) Wald-Hainsimse (<i>Luzula sylvatica</i>) Rippenfarn (<i>Blechnum spicant</i>) Tannen-Bärlapp (<i>Huperzia selago</i>)</p> <p>Sauerklee (<i>Oxalis acetosella</i>) Frauenfarn (<i>Athyrium filix-femina</i>) Buchenfarn (<i>Phegopteris connectilis</i>) Hasenlattich (<i>Prenanthes purpurea</i>) Berg-Ehrenpreis (<i>Veronica montana</i>) Waldmeister (<i>Galium odoratum</i>)</p>	<p>Sprossender Bärlapp (<i>Lycopodium annotinum</i>) Schattenblümchen (<i>Maianthemum bifolium</i>) Berg-Trodelblume (<i>Soldanella montana</i>) Europäischer Siebenstern (<i>Trientalis europaea</i>) Korallenwurz (<i>Corallorhiza trifida</i>)</p> <p>Dorniger Wurmfarne (<i>Dryopteris carthusiana</i>) Breitblätt. Dornfarn (<i>D. dilatata</i>) Wald-Habichtskraut (<i>Hieracium murorum</i>) Eichenfarn (<i>Gymnocarpium dryopteris</i>) Quirlblätt. Weißwurz (<i>Polygonatum verticillatum</i>) Alpen-Hexenkraut (<i>Circaea alpina</i>)</p>
<p>2. <i>Arten der Schlagfluren und Vorwaldgebüsche:</i></p>	<p>Himbeere (<i>Rubus idaeus</i>) Brombeere (<i>R. fruticosus</i>) Stachelsegge (<i>Carex muricata</i> agg.) Sand-Birke (<i>Betula pendula</i>) Moor-Birke (<i>B. pubescens</i>) Weiden (<i>Salix spec.</i>)</p>	<p>Trauben-Holunder (<i>Sambucus racemosa</i>) Schwarzer Holunder (<i>S. nigra</i>) Berg-Weidenröschen (<i>Epilobium montanum</i>) Schmalblätt. Weidenröschen (<i>E. angustifolium</i>) Kleinblütiger Hohlzahn (<i>Galeopsis bifida</i>)</p>
<p>3. <i>Vernässungs- und Verdichtungszeiger:</i></p>	<p>Flatterbinse (<i>Juncus effusus</i>) Igel-Segge (<i>Carex echinata</i>)</p>	<p>Grau-Segge (<i>C. curta</i>)</p>
<p>4. <i>Sonstige Arten:</i></p>	<p>Dies sind Arten, die nicht eindeutig zugeordnet werden können, wie z.B.:</p> <p>Rotes Straußgras (<i>Agrostis capillaris</i>) Alpen-Milchlattich (<i>Cicerbita alpina</i>) Mauerlattich (<i>Mycelis muralis</i>) Sumpf-Kratzdistel (<i>Cirsium palustre</i>)</p> <p>Kriechender Günsel (<i>Ajuga reptans</i>) Behaarter Kälberkropf (<i>Chaerophyllum hirsutum</i>) Harzer Labkraut (<i>Galium hircynicum</i>) Berg-Johanniskraut (<i>Hypericum maculatum</i>)</p>	

dernten Umweltbedingungen neue Arten ansiedeln. Die Artenzahl nahm in den geräumten und belassenen Windwurfflächen, aber auch in den vom Borkenkäfer abgetöteten Waldbeständen zu (Abb. 8).

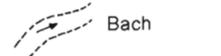
Faßt man die Pflanzenarten, die häufig gemeinsam auftreten und ähnliche Ansprüche an die Umweltbedingungen stellen, zu sogenannten „soziologisch-ökologischen Artengruppen“ zusammen (Tab. 5), erhält man einen tieferen Einblick in die Veränderungen der Bodenvegetation.

Bei den neu hinzugekommenen Arten handelt es sich vorwiegend um Hochstauden und Gehölze, die auch in Wirtschaftswäldern unmittelbar nach der Rodung von Waldbeständen vegetationsbe-

stimmend auftreten, wie z. B. das Schmalblättrige Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*, Foto 6), die Himbeere (*Rubus idaeus*) oder Schwarzer- und Trauben-Holunder (*Sambucus nigra*, *S. racemosa*). Man nennt sie deshalb sehr treffend Schlagflurarten (Abb. 11).

Da diese Arten für die Keimung ihrer Samen, aber auch für ihre weitere Entwicklung verhältnismäßig viel Licht benötigen und sie außerdem hohe Anforderungen an die Nährstoffversorgung stellen, findet man sie in geschlossenen Wäldern höchstens in kümmerlichen Exemplaren. Erst die Öffnung des Kronendachs schafft die Bedingungen, unter denen sie sich üppig entfalten können: Licht und Wärme erreichen in größeren Mengen den Boden,

Legende

Ansicht	Draufsicht	Ansicht	Draufsicht	Draufsicht
	○ Fichte		+ Vogelbeere	× Baum abgestorben
	● Tanne		○ Birke	⊙ Baumstumpf
	□ Buche		* Weide	
	△ Bergahorn		* Aspe	
	▲ Esche		+ Holunder	

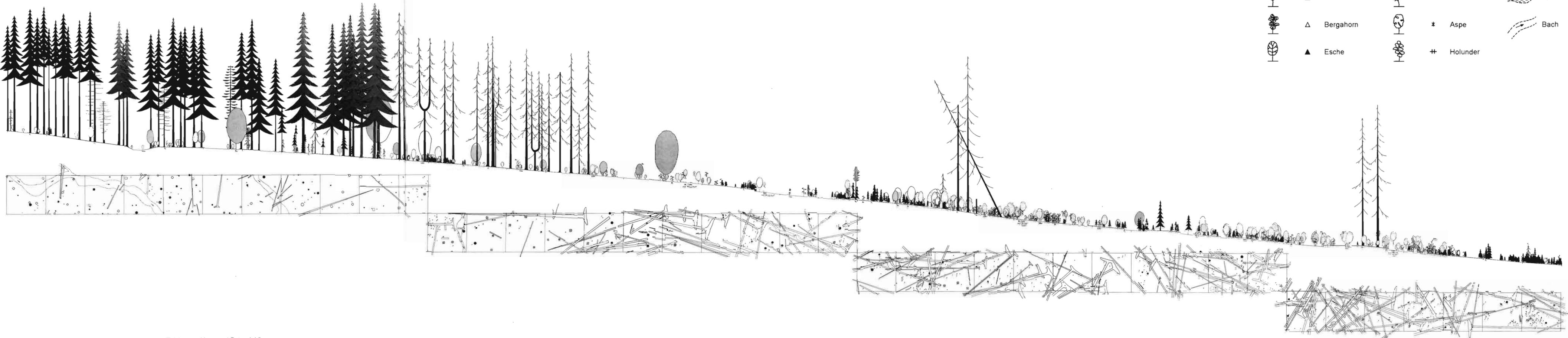


Abb. 9: Bestandsaufriß belassener Windwurf Schönort. (Zeichnung: Hans und Petra Jehl)

Legende

Ansicht		Draufsicht		Ansicht		Draufsicht		Draufsicht	
		Fichte				Vogelbeere			Baum abgestorben
		Tanne				Birke			Baumstumpf
		Buche				Weide			Quellsumpf
		Bergahorn				Aspe			Bach
		Esche				Holunder			

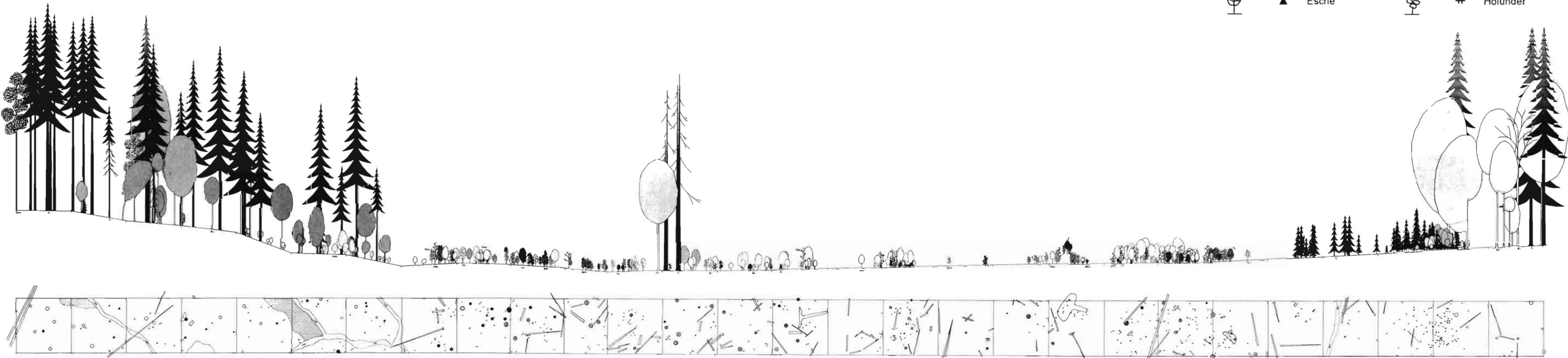


Abb. 10: Bestandsaufriß geräumter Windwurf Feistenhäng. (Zeichnung: Hans und Petra Jehl)



Foto 6: Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*).

Nach dem Sturm konnten sich neue Arten etablieren. Im Gegensatz zum geräumten Windwurf, auf dem sich diese sogenannten Schlagflurarten auf der gesamten Fläche ansiedelten, findet man sie in der belassenen Sturmwurffläche überwiegend nur punktuell und kleinflächig dort, wo der Mineralboden durch die herausgehobenen Wurzelteller freigelegt wurde. (Foto Scherzinger)

der Abbau der organischen Auflage, des Humus, wird beschleunigt und große Mengen an Nährstoffen werden dadurch freigesetzt.

Daneben findet man jetzt häufiger Binsen und Sauergräser, die an feuchte oder nasse Bodenstellen gebunden sind. Diese sogenannten Vernässungs- und Verdichtungszeiger konnten sich nach dem Sturm vor allem dort etablieren, wo der Boden durch die fehlende Pumpwirkung der Bäume mehr

und mehr versumpfte oder durch schwere Rückfahrzeuge verwundet und verdichtet wurde (Abb. 11).

Die Artenzahl ist zwar sowohl in der geräumten als auch in der belassenen Windwurffläche gestiegen; trotzdem bestehen große Unterschiede in der Vegetationsentwicklung seit dem Sturm (Abb. 12): Im belassenen Windwurf Schönort prägen weiterhin die typischen Waldarten die Krautschicht (Foto 7). Lediglich dort, wo durch die aufgeklappten Wur-

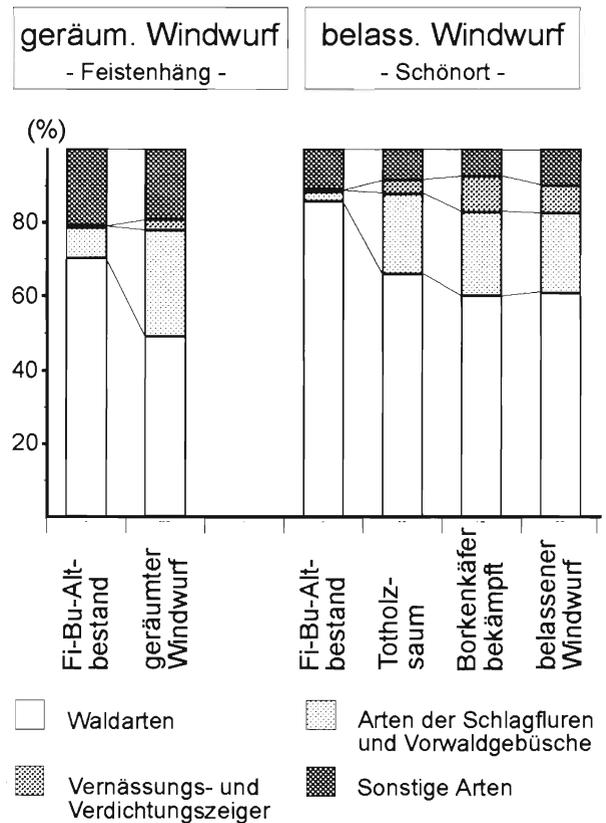
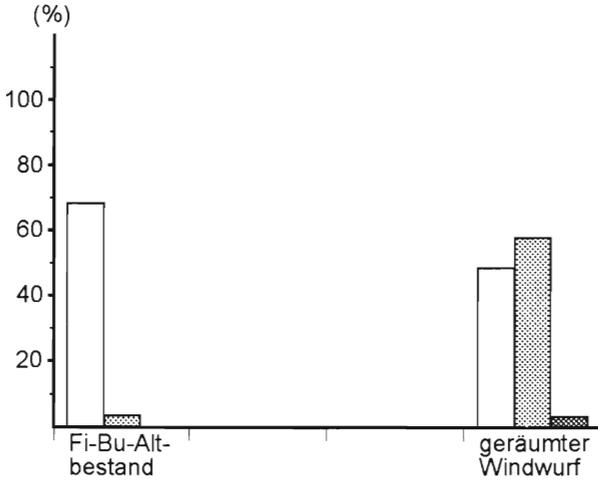


Abb. 11: Anteil der „soziologisch-ökologischen Artengruppen“ am Gesamtartenspektrum in den verschiedenen Transektabschnitten.

Im geräumten Windwurf zeichnet sich eine deutliche Verschiebung im Artenspektrum ab, die typischen Waldarten sind nur mehr zu 50% beteiligt; im belassenen Windwurf dagegen dominieren sie weiterhin.

geräumter Windwurf

- Feistenhäng -



belassener Windwurf

- Schönort -

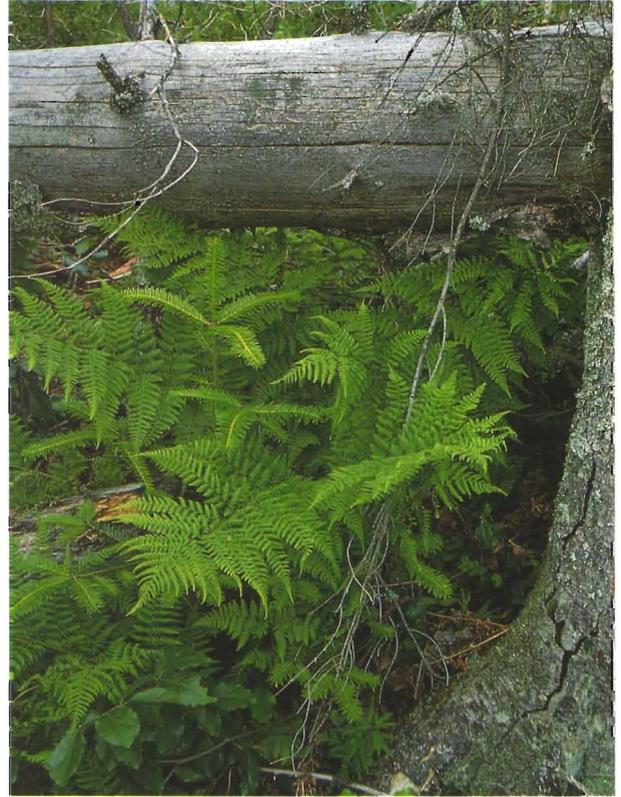
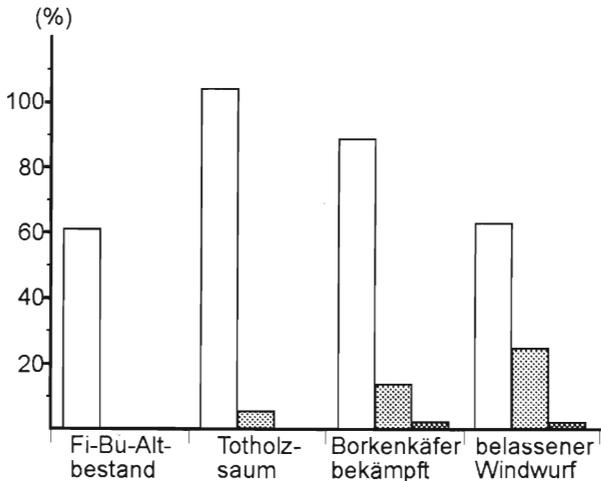


Foto 7: Vegetationsentwicklung im belassenen Windwurf Schönort (Sommer 1991).

Auf der überwiegenden Fläche blieb die typische Waldbodenvegetation erhalten: Zwischen den Wedeln des Dornfarn (*Dryopteris dilatata*) spitzen Tanne und Buche hervor, sie hatten den Sturmwurf überlebt. (Foto: Jehl)

◁ Abb. 12: Mittlere Deckung der „soziologisch-ökologischen Artengruppen“.

Die Veränderungen in der Vegetation werden hier besonders deutlich: Während im belassenen Windwurf die Waldarten weiterhin die dominante Artengruppe bilden, bedecken die Arten der Schlagfluren und Vorwaldgebüsche im geräumten Windwurf mittlerweile mehr als die Hälfte der Aufnahmefläche.

zelteller der Mineralboden freigelegt wurde, bereichern Himbeere und Weidenröschen, Seggen und Binsen das Artenspektrum.

Im geräumten Windwurf Feistenhäng dagegen hat bereits ein markanter floristischer Wandel stattgefunden. Es dominieren mittlerweile die licht- und nährstoffliebenden Arten der Schlagfluren und Vorwaldgebüsche auf der überwiegenden Fläche. Auf vernässten und verdichteten Stellen wachsen Binsen und Seggen.

Im Totholzsaum am Rand des intakten Altholzbestandes in der Abteilung Schönort waren es vor allem die bereits vor dem Sturm vorhandenen Bodenpflanzen, die von den Veränderungen profitierten. Sie konnten sich wegen des höheren Lichtgenusses üppiger entwickeln und bilden heute unter dem lichten Schirm der abgestorbenen Fichten eine geschlossene Pflanzendecke.

Ähnlich war sicherlich anfangs die Entwicklung in der Zone, in der im Jahr 1986 die vom Borkenkäfer befallenen Bäume gefällt wurden. Durch die Aufarbeitung wurde jedoch die vorhandene Bodenvegetation mancherorts zerstört und der Boden verwundet, Schlagflurarten konnten einwandern.

4.2 Eine neue Waldgeneration entsteht

Ist die Bestürzung über das unheilvolle Durcheinander liegender Stämme, hoch aufragender Wur-

Abb. 13: Naturverjüngungsangebot (Bäume bis 6 m Höhe). ▷

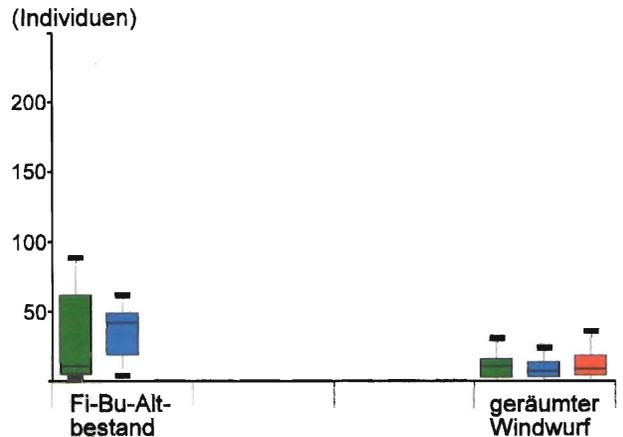
Da die Anzahl der Pflanzen in den einzelnen Probequadraten sehr variiert, vermittelt die „box-plot-Darstellung“ ein realistisches Bild vom Verjüngungsangebot. Der „box-plot“ verkörpert 50% der Probequadrate je Transektabschnitt, 25% liegen zwischen Minimalwert und 1. Quartil, 25% zwischen 3. Quartil und Maximalwert. Der Median ist derjenige Punkt der Meßskala, unter- und oberhalb dessen 50% der Werte liegen.

Im belassenen Windwurf findet man überall reichlich Naturverjüngung. Vor allem Buchen, Fichten und Tannen sind zahlreich vorhanden. Während sich Birken, Aspen und Weiden erst nach dem Windwurf etablieren – sie kann man deshalb als typische Pioniere ansprechen – findet man die Vogelbeere bereits in geschlossenen Wäldern in großer Zahl.

Im geräumten Windwurf dagegen ist deutlich weniger Naturverjüngung, obwohl im angrenzenden intakten Altholz, und somit vermutlich auch auf der Windwurfelfläche vor dem Sturm, zahlreiche Verjüngung vorhanden ist.

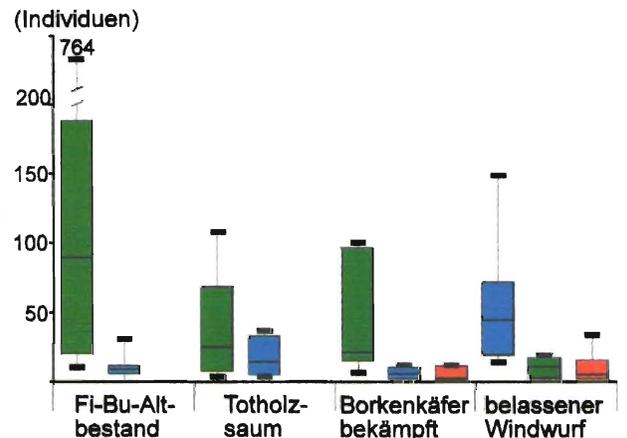
geräumter Windwurf

- Feistenhäng -



belassener Windwurf

- Schönort -



— Maximalwert
— 3. Quartil
— Median
— 1. Quartil
— Minimalwert

■ Bu, Fi, Ta
■ Vogelbeere
■ Bi, As, Wei, Hol



Foto 8: Naturverjüngung im belassenen Windwurf (Sommer 1991).

Auf dem Standortsmosaik zwischen umgestürzten Bäumen, aufgeklappten Wurzeltellern und ineinander verkeilten Kronen entwickelt sich eine unregelmäßig verteilte, ungleichaltrige neue Waldgeneration aus Fichten, Buchen und Tannen. (Foto: Jehl)

zeln und ineinander verkeilter Baumkronen kurz nach dem Sturm groß, so fällt es heute, nur wenige Jahre später, schwer, angesichts der üppigen Naturverjüngung im belassenen Windwurf von „Zerstörung“ oder „Katastrophe“ zu sprechen. Ohne daß ein Forstmann junge Bäume gepflanzt oder sonst irgendwie lenkend eingegriffen hätte, hat sich eine neue Waldgeneration in überraschender Vielfalt entwickelt (Abb. 13).

War es vor dem Sturm ein überwiegend von Fichten aufgebaute, ziemlich gleichaltriger Wald, so entwickelt sich jetzt auf dem Standortsmosaik zwischen aufgeklappten Wurzeltellern und langsam vermodernden Stämmen eine einzeln bis truppweise gemischte, unregelmäßig verteilte und ungleichaltrige Waldgeneration aus Fichten, Buchen und Tannen. Unzählige Vogelbeeren bilden auf der gesamten Windwurffläche einen bereits mehrere Meter hohen lockeren Schirm, der Klimaextreme dämpft und so günstige Wuchsbedingungen für die empfindlicheren Schlußwaldbaumarten schafft (Foto 8).

Lediglich dort, wo der Mineralboden freigelegt und die Mineralisierung des Humuskapitals wegen des



Foto 9: Geräumter Windwurf Feistenhäng (Sommer 1991).

Nur wenig Naturverjüngung ist nach der Aufarbeitung des geworfenen Holzes übriggeblieben. Erste kleine Gruppen von Birken, Aspen, Weiden und Holunder zwischen dichter Schlagflurvegetation kündigen die Entstehung eines Pionier(Vor-)waldes an. (Foto: Jehl)

höheren Licht- und Wärmeangebots angeheizt wurde, gelang es raschwüchsigen Pionierbaumarten, wie Birken, Aspen und Weiden, in den Folgejahren Fuß zu fassen (Abb. 13).

Völlig anders ist die Entwicklung im geräumten Windwurf Feistenhäng: Zwischen dichter, bis zu 2 m hoher Schlagflurvegetation findet man nur spärliche Naturverjüngung (Foto 9). Es handelt sich überwiegend um Weichlaubhölzer, wie Birken, Aspen und Weiden. Mit ihren leichten Samen, die vom Wind oft viele Kilometer transportiert werden, konnten sie in den ersten Jahren nach dem Sturm offene, vegetationsfreie Stellen, die durch die Bodenverwundung bei der Windwurfaufarbeitung entstanden sind, besiedeln.

Während also im belassenen Windwurf Schönort bereits auf der überwiegenden Fläche ein junger Bergmischwald mit Fichten, Buchen und Tannen entstanden ist, in den nur punktuell und kleinflächig Pionierbaumarten eingesprengt sind, entwickeln sich auf der geräumten Windwurffläche in der dichten Schlagflurvegetation erste kleine Vorwaldgruppen.

Viele Faktoren beeinflussen die Vegetationsentwicklung

5 Viele Faktoren beeinflussen die Vegetationsentwicklung

Eine wesentliche Rolle in der Vegetationsentwicklung nach einem Windwurf spielt neben den Pflanzen, die bereits vor dem Sturm im Wald vorhanden waren, das unermessliche Reservoir von „Diasporen“ (Sporen, Samen und Früchte), das ständig im Waldboden ruht. Diese sogenannten Samenbanken können entstehen, da die Sporen, Samen und Früchte zahlreicher Pflanzen in der Lage sind, ungünstige Umweltbedingungen in Keimruhe zu überdauern. Vor allem die Diasporen vieler Arten der Schlagfluren und Vorwaldgebüsche bleiben bei der Lagerung im Boden über Jahre und Jahrzehnte keimfähig. Im Gegensatz dazu sind die Samen der meisten krautigen Pflanzen des Waldes und vieler Waldbäume verhältnismäßig kurzlebig (FISCHER 1987; POSCHLOD 1991).

Erst die Zerstörung der Pflanzendecke und Freilegung des Mineralbodens aktiviert diese Samenbanken, die Schlagflurarten können sich neben der bereits vorhandenen Bodenvegetation ziemlich rasch etablieren. Wegen des höheren Lichtgenusses, aber auch aufgrund des höheren Nährstoffangebots durch die Mineralisierung des Humuskapitals entwickelt sich binnen weniger Jahre eine dichte Krautschicht; eine Ansammlung weiterer Pflanzen wird immer schwieriger.

Durch den Windwurf entstehen derartig „gestörte“ Stellen, an denen sich Schlagfluren ansiedeln können, nur punktuell und relativ kleinflächig im Bereich der aufgeklappten Wurzelteller. Auf der überwiegenden Fläche dominieren deshalb weiterhin die typischen Waldarten. Bei der Aufarbeitung des geworfenen Holzes wird dagegen die Pflanzendecke auf großer Fläche zerstört und der Boden verwundet; ein markanter floristischer Wandel tritt ein.

Von großer Bedeutung bei der Wiederbewaldung von Windwurfflächen ist die Naturverjüngung, die bereits vor dem Sturm in den Wäldern vorhanden war. Bei den Vegetationsaufnahmen in den Altholzbeständen am Rande der untersuchten Windwürfe

wurde eine überraschend große Zahl kleiner Fichten, Buchen und Tannen gefunden (Foto 10). Weder in der Abteilung Schönort, noch in der Abteilung Feistenhäng war auch nur eine Aufnahmefläche im Fichten-Buchen-Altholz ohne Naturverjüngung; in einem 100 m² großen Probequadrat wurden sogar 764 Bäumchen unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Größe gefunden (Abb. 13)! Ähnlich war vermutlich das reichliche Angebot an Naturverjüngung in den vom Sturm betroffenen Bestandesteilen. Zu gleichlautenden Ergebnissen kamen HOMANN & ENGELS (1987), die eine andere belassene Sturmwurffläche im Nationalpark Bayerischer Wald unter waldbaulichen Gesichtspunkten untersuchten. Sie stellten fest, daß 80% der Verjüngungspflanzen auf der Windwurffläche noch vor dem Sturm gekeimt waren, von den gefundenen Fichtenjungpflanzen waren es sogar 94%!

Bleibt das Kronendach geschlossen, so findet auf dem Waldboden ein ständiges Wechselspiel zwischen Werden und Vergehen statt: Baumsamen fallen auf den Boden, keimen und kleine Waldbäumchen entwickeln sich. Im Dunkel des Waldes



Foto 10: Reichliche Naturverjüngung im Buchen-Fichten-Altholzbestand am Rand des Windwurfs Feistenhäng.

Bleibt das Kronendach geschlossen, so findet ein ständiges Werden und Vergehen junger Waldbäume statt. Bemerkenswert sind die zahlreichen jungen Vogelbeeren, sie können überraschend lange im Schatten ausharren. (Foto: Jehl)



Foto 11: Ein Großteil der bereits vor dem Sturm vorhandenen Naturverjüngung übersteht den Windwurf völlig unbeschadet. Im Schutz des „Verhaus“ liegender Stämme und Kronen kann sie sich ausgezeichnet entwickeln. (Foto: Bibelriether)

kümmern sie jedoch, bleiben klein und zierlich, viele sterben sogar im Konkurrenzkampf um Licht, Wasser und Nährstoffe. Letztendlich schafft es nur ein kleiner Teil dieser „Waldjugend“, solange auszuharren, bis sich für sie die Lebensbedingungen entscheidend verbessert haben.

Bedeutet ein schwerer Sturm zwar den Tod für viele Altbäume, so schafft er aber auch die notwendigen Voraussetzungen für die weitere Entwicklung des „Nachwuchses“. Da ein Großteil der vorhandenen Naturverjüngung vom Windwurf völlig unbeschadet bleibt (Foto 11), entsteht eine neue Waldgeneration im Standortsmosaik des Windwurfs in ungeahnter Vielfalt. Anfangs reagieren die kleinen Waldbäume noch sehr zaghaft auf die schlagartig veränderten Umweltbedingungen.

Abb. 14: Anteil der Pflanzen, die bereits über einem Meter hoch sind an der gesamten Naturverjüngung.

Während der überwiegende Teil der Pionier-Baumarten und Vogelbeeren sowohl in der geräumten als auch in der belassenen Windwurffläche bereits über einem Meter hoch sind, besteht jedoch ein deutlicher Unterschied in der Höhenentwicklung bei den „Schlußwald-Baumarten“: Sind es in der Abt. Feistenhäng gerade 17%, so haben in der Abt. Schönort bereits 32% eine Höhe über einem Meter!

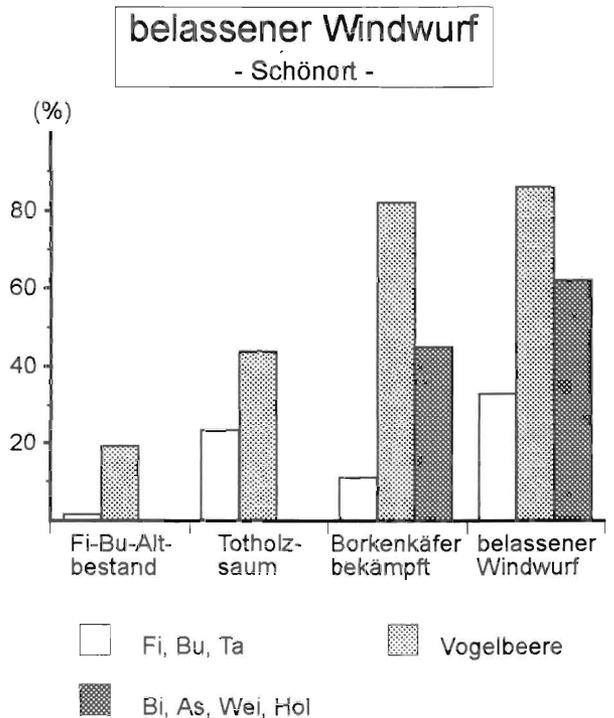
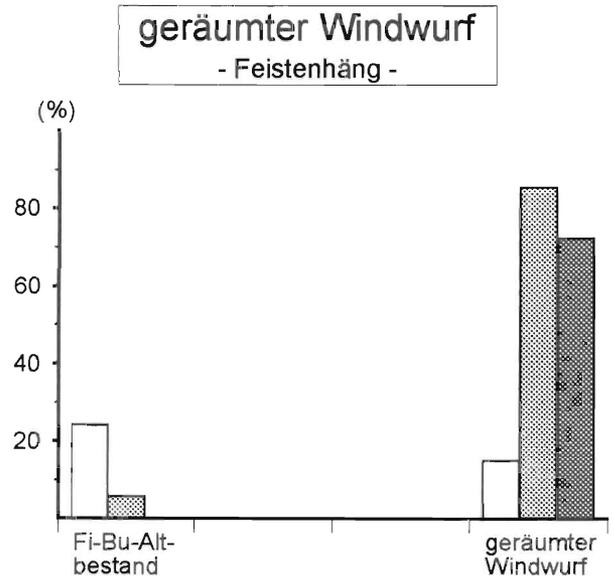




Foto 12: Die umgestürzten Bäume sind zehn Jahre nach dem Sturm schon deutlich zusammengesackt. Vogelbeeren bilden einen bereits mehrere Meter hohen lockeren Schleier über der gesamten Fläche. Sie schaffen die Halbschattbedingungen, unter denen Fichten, Buchen und Tannen hervorragend gedeihen können. (Foto: Jehl)

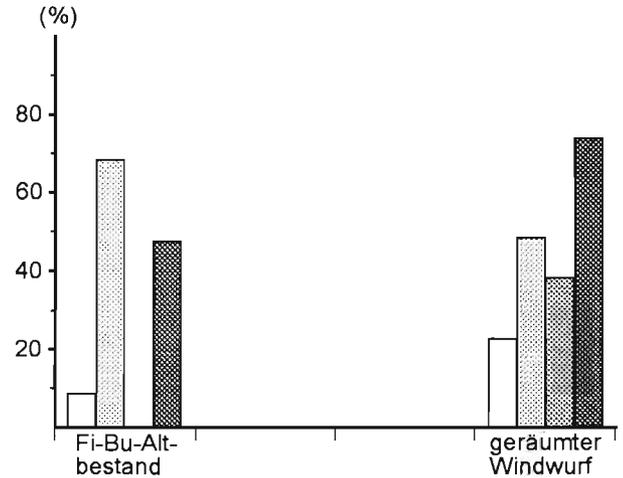
Doch schon wenige Jahre nach dem Sturm entwickeln sie sich üppig, viele sind heute bereits über einen Meter hoch (Abb. 14).

Eine bedeutende Rolle in der natürlichen Waldentwicklung nach Windwurf scheint der Vogelbeere zuzukommen. Sie steht in ihrer „Ökologie“ zwischen den typischen Pionierbaumarten und den Baumarten des Schlußwaldes: Während sich Birken, Aspen und Weiden erst auf „gestörten“ Stellen nach dem Sturm ansiedeln (Pionier = Erstbesiedler!), samt sich die Vogelbeere bereits in geschlossenen Wäldern außerordentlich reichlich an. Diese als „lichthungrig“ charakterisierte Baumart kann in ihrer Jugend überraschend lange im Schatten ausharren. Nach einem Windwurf entwickelt sie jedoch aufgrund des höheren Lichtgenusses eine außerordentliche Wuchskraft. Schon wenige Jahre nach dem Sturm bilden die Vogelbeeren einen schützenden Schleier über der Windwurf- fläche und schaffen so günstige Wuchsbedingun-

Abb. 15: Anteil der Pflanzen mit Verbiß-, Schäl- oder Fegeschäden an der Naturverjüngung.

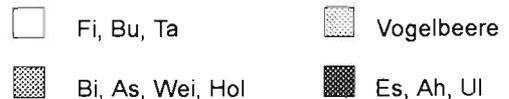
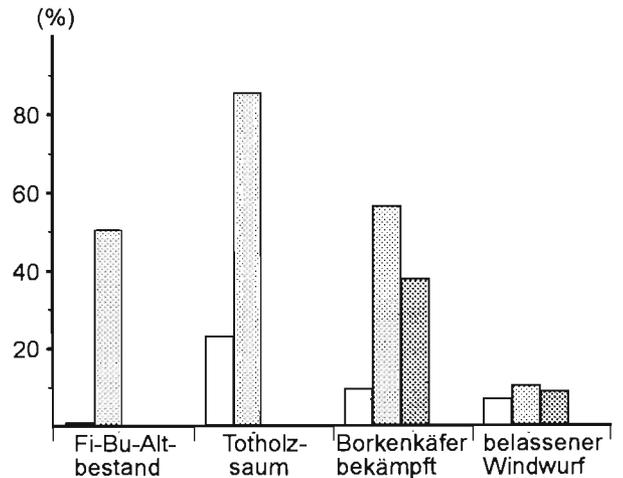
geräumter Windwurf

- Feistenhäng -



belassener Windwurf

- Schönort -



gen für die empfindlicheren Fichten, Buchen und Tannen (Foto 12).

Im Gegensatz zum Windwurf scheint die Aufarbeitung und Rückung des geworfenen Holzes nicht nur die Vielfalt von unterschiedlichsten Kleinstandorten, sondern auch einen bedeutenden Teil der vorhandenen Naturverjüngung zu zerstören. Die geringe Zahl an Vogelbeeren auf der geräumten Fläche im Vergleich zum angrenzenden Altholz (Abb. 13) und deren strauchförmiger Wuchs sind ein Indiz für diese Behauptung: In Bodennähe abgebrochen gehen viele Individuen zu Grunde. Aber einige sind in der Lage, von neuem auszutreiben, sie bilden sog. Stockausschläge. Deren Habitus ähnelt jedoch eher einem Strauch, als einem Baum. Auffallend ist bei diesen Vogelbeeren auch die wesentlich geringere Größe, als im belassenen Windwurf: Während dort bereits viele eine Höhe von 4–5 m erreicht haben, sind sie im geräumten Windwurf gerade erst 2–3 m hoch.

Ein weiterer Faktor, der die Waldentwicklung nach dem Sturm wesentlich beeinflusst, ist sicherlich die unterschiedliche Möglichkeit für Rehe und Hirsche, die Windwurfflächen und angrenzenden Randbereiche zu nutzen: Der geräumte Windwurf bildet einen hervorragenden Estand für Reh und Hirsch. Die hochwüchsigen Schlagfluren behindern das Schalenwild kaum in der Fortbewegung, sie bieten vielmehr sehr gute Deckung vor Feinden. Außerdem findet das Wild dort ein reichliches Angebot nahr- und schmackhafter Pflanzen, wie das Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), den

Alpen-Milchlattich (*Cicerbita alpina*) oder Vogelbeeren. Dementsprechend ist die Verbißbelastung hoch (Abb. 15).

Dagegen bildet das Durcheinander liegender Stämme und aufgeklappter Wurzelteller im belassenen Windwurf einen ausgezeichneten natürlichen Verbißschutz. Vor allem das große und etwas schwerfälligere Rotwild scheint den „Windwurfverhau“ zu meiden. Das bedeutend zierlichere Rehwild nutzt im Gegensatz dazu zwar diese Flächen, jedoch sind weite Bereiche auch für Rehe unerreichbar. Zudem müssen sie dort ständig auf der Hut sein vor dem seit einigen Jahren im Gebiet des Nationalparks Bayerischer Wald wieder heimischen Luchs. Auf den hoch aufgetürmten Stämmen und Wurzeltellern findet dieser Überraschungsjäger unzählige Ansitzmöglichkeiten und seine Erfolgsaussichten sind in den für das Rehwild unübersichtlichen Sturmwurfflächen relativ groß.

Im Totholzsaum, aber auch dort, wo 1986 Maßnahmen zu Bekämpfung des Borkenkäfers durchgeführt wurden, halten sich Reh- und Rotwild anscheinend sehr gerne auf. Diese Bereiche sind leicht zugänglich und übersichtlich, da die zur Borkenkäferbekämpfung gefällten Bäume flach auf dem Boden liegen. Außerdem findet das Schalenwild in diesen lichtdurchfluteten und somit warmen Randzonen ein reichliches Äsungsangebot. Deshalb ist dort die Verbißbelastung ebenso hoch, wie in der geräumten Sturmwurffläche, zahlreiche Vogelbeeren und Weiden wurden von Rothirschen geschät.

Windwürfe – eine Katastrophe für die Lebensgemeinschaft Wald?

6 Windwürfe – eine Katastrophe für die Lebensgemeinschaft Wald?

Windwürfe sind keine Erscheinungen, die auf forstwirtschaftlich geprägte Wälder beschränkt sind. Vielmehr kommen mehrere Autoren aufgrund langjähriger Beobachtungen in den letzten Urwaldgebieten Europas und Amerikas zu dem Schluß, daß Windwürfe und Windbrüche zum natürlichen Erscheinungsbild der Urwaldlandschaft gehören (z. B. SPURR 1956, LEIBUNDGUT 1959, FALINSKY 1977). Sie sind eine wesentliche Ursache für die Aufrechterhaltung der Vielfältigkeit der natürlichen Waldentwicklung und geben häufig den Anstoß zur Erneuerung von Waldbeständen (FOSTER 1988).

Vor allem „Bestände mit vorwiegend rascher Jugendentwicklung der dominierenden Bestandglieder altern rasch und zerfallen in verhältnismäßig kurzer Zeit, oft großflächig durch Windwurf, während sich stadial stark ungleichaltrige Bestände zumeist langsam auflösen“ (LEIBUNDGUT 1978).

Die Ergebnisse der ersten Vegetationsaufnahmen auf Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald sieben Jahre nach dem Sturm lassen erkennen, daß sich dort überraschend schnell eine neue Waldgeneration ohne Zutun des Menschen entwickelt hat (Foto 13).

Von herausragender Bedeutung für die Wiederbewaldung ist das Naturverjüngungskapital, das zum Zeitpunkt des Sturmereignisses schon vorhanden war, denn der überwiegende Teil übersteht den Windwurf völlig unbeschadet. Es handelt sich vor allem um die schattenertragenden Buchen, Fichten und Tannen. Daneben findet man auch sehr zahlreich die Vogelbeere.

Durch die abrupte Störung in der Struktur und der kontinuierlichen Entwicklung des Waldes werden auf kleinster Fläche höchst unterschiedliche Bedingungen für Ansamung und Entwicklung weiterer Pflanzenarten und somit die Voraussetzung für die Artenvielfalt in Wäldern geschaffen. Auf den neu entstandenen Lebensräumen – aufgeklappte Wurzelteller, freigelegter Mineralboden, vermo-

derndes Holz, usw. – können sich Freilandarten etablieren, die unterschiedliche Strategien entwickelt haben, um diese schlagartig entstandenen und verhältnismäßig kurzlebigen Biotope möglichst rasch zu besiedeln.

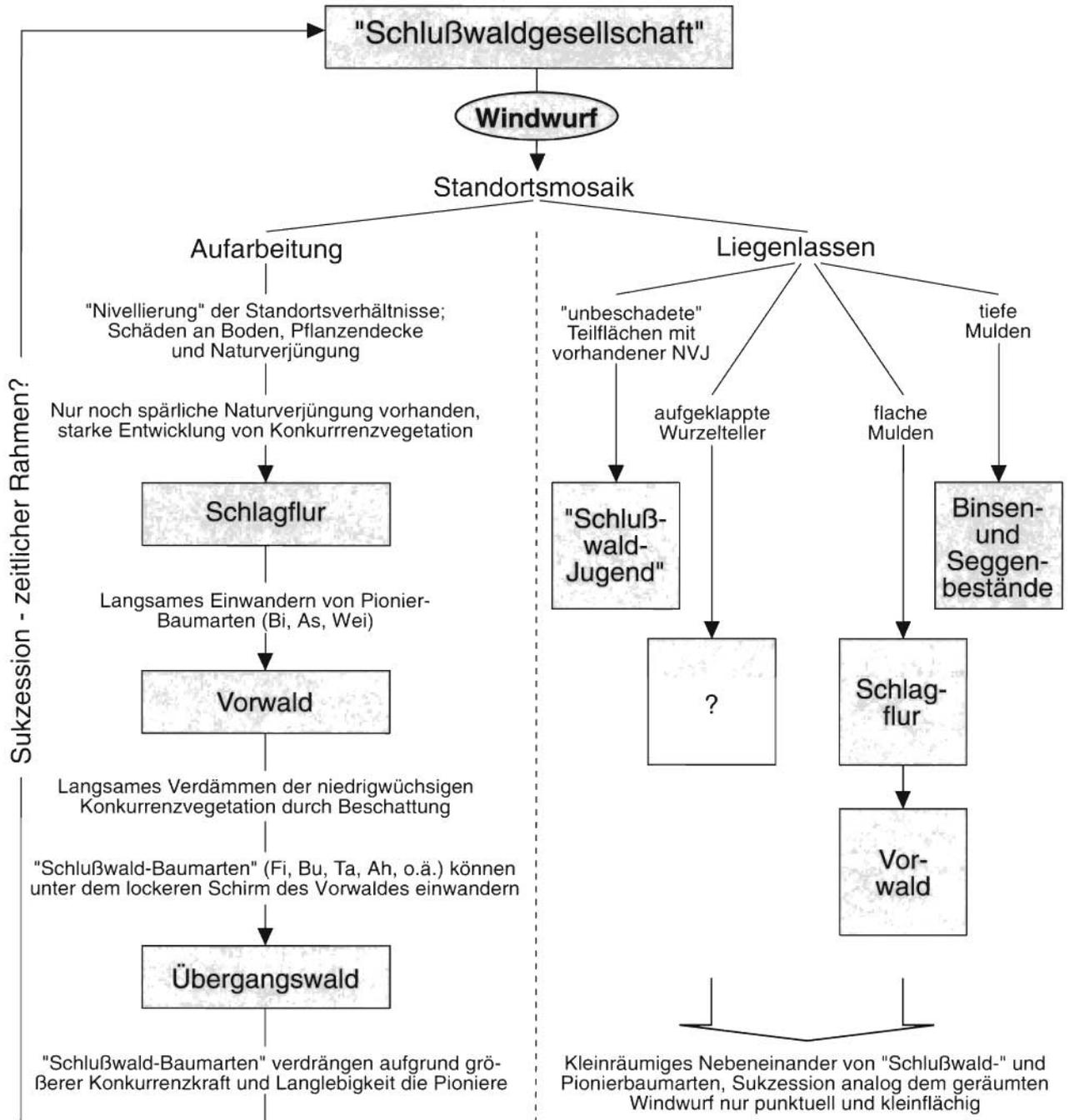
Eine erhebliche Abweichung von der naturgegebenen Vegetationsentwicklung nach dem Sturmwurf bewirkt die Aufarbeitung und Nutzung des geworfenen Holzes. Dies wird innerhalb weniger Jahre deutlich.

Während im belassenen Windwurf auf der überwiegenden Fläche schon heute eine einzeln bis truppweise gemischte, unregelmäßig verteilte Verjüngung aus Baumarten des sog. Schlußwaldes dominiert – Schlagfluren und Pioniergehölze sind nur punktuell und kleinflächig vorhanden – zeichnet sich auf der geräumten Windwurffläche Feistenhäng eine völlig andere Entwicklung ab: Von der Naturverjüngung und den krautigen Pflanzen, die ursprünglich im Wald vorhandenen waren, ist wenig übriggeblieben. Stattdessen etablieren sich auf offenen Bodenstellen rasch Arten der Schlagfluren und Vorwaldgebüsche sowie Vernässungs- und Verdichtungszeiger; ein markanter floristischer Wandel ist eingetreten. Einige kleinere Gruppen von Weichlaubhölzern kündigen die Entstehung eines Pionierwaldes an. Es findet also auf der gesamten Fläche eine klassische Sukzession statt, wie sie die Vegetationskunde als zeitliche Aufeinanderfolge unterschiedlicher Pflanzengemeinschaften definiert und in wesentlichen Zügen der Lehrmeinung entspricht (Abb. 16).

Beim Vergleich der Vegetationsentwicklung auf den beiden Sturmwurfflächen muß auch der Einfluß von Reh und Rothirsch berücksichtigt werden. Im Gegensatz zum belassenen Windwurf, der einen natürlichen Verbißschutz darstellt, bildet die üppige Schlagflurvegetation auf der geräumten Windwurffläche einen hervorragenden Einstand für diese Pflanzenfresser. Dementsprechend ist dort die Verbißbelastung hoch.

Foto 13: Windwürfe bedeuten nicht das Ende des Waldes! Sie sind vielmehr ein Neubeginn in ungeahnter Vielfalt. (Foto: Kiener) ▷





Diese ersten Beobachtungen auf Windwurfflächen in den Hanglagen des Nationalparks Bayerischer Wald wenige Jahre nach dem Sturm müssen noch vorsichtig interpretiert werden und dürfen keinesfalls verallgemeinert werden. So benötigt z. B. die Wiederbewaldung auf Windwurfflächen in den Fichtenwäldern der rauhen Berg- und Tallagen bedeutend längere Zeitspannen als in der begünstigten Bergmischwaldzone. Prinzipiell zeichnet sich dort aber eine ähnliche Entwicklung ab.

Anhand der Untersuchungen wird deutlich, daß der großflächige Zusammenbruch alter Waldbestände keinesfalls das Ende für die Lebensgemeinschaft Wald bedeutet. Sturmwürfe sind vielmehr „Bestandteil einer natürlichen Waldentwicklung, zu

der unverzichtbar auch totes Holz, stehende und liegende tote Bäume gehören. Ohne sie ist ein natürlicher Lebenszyklus von Wäldern nicht möglich“ (BIBELRIETHER 1988).

Die weitere wissenschaftliche Beobachtung der Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald wird sicherlich auch für den praktischen Forstbetrieb wertvolle Hinweise geben können, beispielsweise bei der Frage, ob Windwürfe in Schutzwäldern aufgearbeitet und künstlich aufgeforstet werden sollen, oder ob die natürliche Wiederbewaldung im Schutz des geworfenen Holzes die ökologisch sinnvollere und ökonomisch bessere Alternative darstellt.

Abb. 16: Schematische Darstellung der Vegetationsentwicklung auf den Windwurfflächen.

Während sich auf der geräumten Fläche eine Abfolge unterschiedlicher Pflanzengesellschaften („Sukzession“) abzeichnet – dies entspricht im wesentlichen der Lehrmeinung – findet man auf der belassenen Windwurffläche ein kleinräumiges Nebeneinander von „Schlußwald-“ und Pionier-Baumarten; eine Sukzession analog dem geräumten Windwurf findet hier lediglich punktuell und kleinräumig statt.

Der große Sturm, wie meistern Tiere diese „Katastrophe“?

von Wolfgang Scherzinger

Inhaltsverzeichnis

147	1	Einleitung	174	4	Angebot und Nachfrage
147	1.1	Schlaglichter	174	4.1	Wie es Euch gefällt
148	1.2	Die Ruhe davor	174	4.1.1	Licht und Schatten
148	1.2.1	Aufichtenwald	175	4.1.2	Totholz
149	1.2.2	Bergmischwald	176	4.1.3	Gras und Kraut
151	1.2.3	Hochlagenfichtenwald	177	4.1.4	Wer zuerst kommt ...
			177	4.1.5	Maß für Maß
153	2	Der Tragödie erster Teil	179	5	Strategie ist alles
153	2.1	Die „Katastrophe“			
156	2.2	Wie Phönix aus der Asche			
161	2.3	Die forstliche Bewältigung der Kalamität	181	6	Der große Sturm – Motor der Lebensraumvielfalt
169	3	Der Tragödie zweiter Teil			
			182	6.1	Nationalpark – „Nullfläche“ für die Forschung

1 Einleitung

Wenn heute – 10 bis 12 Jahre nach den Sturmereignissen von 1983/84 – rotfrüchtige Vogelbeeren, zartlaubige Aspen und eine Üppigkeit aus rosa Weidenröschen, mehlblättrigen Himbeeren und den Blütenbüscheln des Hirschholunders einen nahrungsreichen Lebensraum auf den Sturmlichtungen anzeigen, so kann das friedliche Bild nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Gewalt des Sturmes für die Lebewesen des Waldes eine wirkliche „Katastrophe“ bedeutet haben muß, im Sinne eines schlagartigen Verlustes der gewohnten Anordnung bzw. der benötigten Lebensräume: Gestern noch Wald, mit tiefbeschattendem Kronendach, mächtigen Stammsäulen und jahrealter Bodenstreu, mit modrig-feuchten Baumleichen und zaghaften Moospolstern, wie es für das feuchtkühle Klima des Waldesinneren als typisch gilt. – Doch im Überraschungsangriff einer Gewitterböe stürzen die scheinbar zeitlosen Baumriesen. Wurzelteller werden hochgerissen und hinterlassen klaffende Erdwunden. Zersplitterte Wipfel, von chaotischen Naturgewalten heruntergeschleudert, verhängen sich irgendwo in undurchschaubarem Gewirr aus Stämmen und Reisig, Borke und Steinen, Wurzeln und Zapfen, Grasbüscheln und Sträuchern. Erst in der Ruhe nach dem Sturm, zeigt sich das ganze Ausmaß der Verheerung: Gebrochen, geborsten, gespalten und gestürzt; liegend, schwebend, verkippt, verklemmt oder kopfüber in den Boden gerammt – so hat die wilde Jagd die Waldbäume zurückgelassen.

Wie kann die Tierwelt einen solchen abrupten Wechsel überstehen? Welche Bedeutung haben nachfolgendes Gebüsch und Jungwald als Lebensraum? Kann der Forstmann der Tierwelt durch rasches Eingreifen helfen oder sind die Waldtiere an die natürliche Entwicklung von Wäldern ohnehin ausreichend angepaßt? – Viele Fragen stürmen auf den Betrachter anläßlich derart dramatischer Veränderungen von Waldlebensräumen ein. Dieser Beitrag soll versuchen, in einer Art Zusammenschau stichprobenhafter Einzelarbeiten aus dem Nationalpark sowohl die Veränderung der

Lebensbedingungen als auch die Reaktionsmöglichkeiten wichtiger Tiergruppen darauf zu erläutern.

1.1 Schlaglichter

Als Basis dienen 5 Projektarbeiten, 2 Doktor- und 13 Diplomarbeiten sowie 3 Praktikumsberichte aus den Fachbereichen Zoologie, Faunistik und Tierökologie, soweit sie in den Jahren 1977 und 1982–1995 auf Probeflächen im Nationalpark Bayerischer Wald durchgeführt wurden. Insgesamt wurden dabei 306 Arten von Spinnen und Weberknechten, 224 Nachtschmetterlingsarten, rund 70 Vogelarten, 65 Hummel-, 42 Laufkäfer-, 27 Ameisen- und 19 Bockkäferarten festgestellt, neben 10 Arten von Borkenkäfern, 7 Nagetierarten unter den Mäusen und Schläfern, letztlich 6 an Spitzmäusen und Maulwurf. – Selbstverständlich gibt es des weiteren ungezählte Fliegen, Milben, Asseln, Schnecken oder Würmer im Nationalpark, deren Vielfalt aber bisher bei weitem nicht annähernd erfaßt werden konnte.

Für eine Aussage über die Lebensraumansprüche einzelner Tierarten bzw. deren Zeigerwert für bestimmte Entwicklungen im Lebensraum eignen sich Luchse oder Hirsche sehr viel schlechter als Ameisen und Laufkäfer, weshalb in obiger Aufstellung die Wirbellosen auch deutlich überwiegen.

Alle diese Beobachtungen und Aufsammlungen freilebender Tiere können selbstverständlich nur Schlaglichter auf das sehr komplexe Geschehen innerhalb und zwischen den einzelnen Populationen werfen, doch soll hier der Versuch gemacht werden, diese anekdotenhaften Einzelergebnisse in ein Gesamtbild natürlicher Lebensraumbesiedlung zu stellen, – auch wenn es absolut nicht leicht fallen kann, bei der großen Artenfülle zu generalisieren. Optimal wären ohne Zweifel langjährige Beobachtungsreihen, womöglich aller Artengruppen auf identischer Probefläche. Diese Forderung ließ sich aber nicht realisieren, da zum einen das Angebot entsprechend interessierter Studenten recht beschränkt ist, zum anderen gerade studentische

Arbeiten – jeweils für sich genommen – eine originelle Prüfungseinheit darstellen müssen und nicht als stures Wiederholungsprogramm angesetzt werden können.

Um die Vergleichbarkeit der Einzelarbeiten aber so gut wie möglich zu gewährleisten, wurden insgesamt 6 Kontrollgebiete eingemessen, auf die sich alle Projekte zur Besiedlungssukzession auf Windwurfflächen beziehen. Weitere Daten stammen von Bestandserhebungen, wie sie für das gesamte Nationalparkgebiet (z. B. Spechte) oder spezielle Fragen (z. B. Gelbhalsmaus) durchgeführt wurden. Da eine bloße Beschreibung von Artenlisten, Verbreitungsbildern und Besiedlungsdichten auf den naturbelassenen Sturmflächen für sich genommen noch keine weitergehende Interpretation zuließe, bemühten sich die meisten Autoren um eine gleichzeitige Beobachtung auf Vergleichsflächen im „Naturwald“, bzw. – zur Erfassung der Auswirkungen menschlicher Lenkung – in „Forst“- und herkömmlich aufgearbeiteten Sturmflächen.

Nun leben die meisten Tiere unauffällig und versteckt, nicht alle sind so gut zu beobachten wie die tagaktiven Vögel. Es ist daher unter Zoologen durchaus üblich, verschiedenste Fallensysteme zum Nachweis nachtaktiver Mäuse, in Streu verborgener Käfer oder im morschen Holz lebender Maden einzusetzen. Im Nationalpark gelten da jedoch zum Teil strengere Vorgaben, – schließlich will man die Tiere ja schonen und in ihrer Bestandsentwicklung möglichst wenig irritieren –, weshalb speziell bei Wirbeltieren und Großinsekten keine Tötungsfallen verwendet werden dürfen. Bei der Vielzahl der Tiergruppen führt es wohl zu weit, die Nachweismethoden bis ins Detail vorzustellen (das läßt sich jeweils in den Originalarbeiten nachlesen); hier sei bloß Direktbeobachtung (Vögel), Fang in beköderten Kastenfallen (Mäuse), Anlocken mit Licht (Nachtschmetterlinge), Abfangen an Glasfenstern (Hummeln), Aufstellen von Plumps-Töpfen (Spitzmäuse, Ameisen, Käfer, Spinnen) und Installation komplizierter Fangtrichter an Baumstämmen (Käfer, Springschwänze) genannt, – neben dem direkten Auflesen freilaufender Tiere (Spinnen, Ameisen, Raupen).

1.2 Die Ruhe davor

Um die Dimension der Lebensraumveränderung durch den Sturmwurf einigermaßen nachvollziehen zu können, lohnt es zunächst, die faunistisch-ökologischen Verhältnisse im ungestörten Wald zu betrachten:

Der Nationalpark Bayerischer Wald gilt als repräsentativer Ausschnitt des weitläufigen Waldgebirges entlang der bayerisch-böhmischen Grenze. Für den Wald der flachauslaufenden Mittelgebirgshänge ist eine klimabedingte Zonierung typisch, mit finsternem Nadelwald aus dichtstehenden Fichten und eingesprengten Mooren in den frostreichen Talmulden, mit vielfältigem Bergmischwald, geprägt durch massige Tannen, Buchen, Fichten und Ahorn, entlang der begünstigten Sonnenhänge, und weiträumig monotonem Fichtenwald der schneereichen Hochlagen. Je nach Höhenlage und Waldgesellschaft, Himmelsrichtung und Bodenprofil sind die Lebensraumverhältnisse für waldbewohnende Tiere extrem verschieden, und auch die Reaktionen von Waldvegetation und Waldfauna auf ein Sturmereignis können extrem verschieden sein. – Entsprechend grob vereinfachend muß ein Versuch, die jeweiligen Lebensbilder in Generalisation zu skizzieren, ausfallen:

1.2.1 Aufichtenwald

In den fichtenreichen Aulagen, die sich im Nationalpark meist zwischen 700 und 800 m NN erstrecken, ist die Tierwelt einerseits durch ein feucht-kühles Klima, andererseits durch die relativ dichten und gleichförmigen, langsamwüchsigen und hager wirkenden Nadelwälder geprägt. Unter den Vögeln dominieren entsprechend Meisen, Wacholderdrossel, Rotkehlchen und Heckenbraunelle – alles eher „anspruchslöse“ Arten. Die Erhebung auf Probeflächen durch SCHUSTER (1985) hob Tannenmeise (Dominanz 24–32%), Fichtenkreuzschnabel (18%), Wintergoldhähnchen (16%) – und den „Allerweltsvogel“ Buchfink (12%) als die häufigsten Arten hervor; von insgesamt 23–29 hier festgestellten Vogelarten, – im Vergleich zu rund 70–80 Vogelarten des Gebietes.

Soweit moorige und versumpfte Lichtungen eingesprengt sind, finden sich Waldschnepfe, Haselhuhn, bis 1975 auch noch Auerhuhn. Neben dem Schwarzspecht, der vor allem die kernfaulen Fichten nach Roßameisen abklopft, kann hier auch der Dreizehenspecht leben, dessen Hauptnahrung das eher schütterere Borkenkäferangebot stellt. Als Nachmieter nutzen Sperlings- und wesentlich seltener auch Raufußkauz – den Höhlenbau dieser Spechte.

Je nach Lichteinfall wachsen Moose, Farne, Reitgras oder Seegras, – auf Lichtungen auch Heidel- und Preiselbeere – auf dem Waldboden; empfindlichere Pflanzen sind durch die sommerlichen Bodenfröste ausgeschaltet. Hier stöbern die unermüdlichen Spitzmäuse nach Nacktschnecken, Würmern und Käfern; Wühlmäuse halten sich vor allem in dichtem Graswuchs auf. Nur wenige Insekten können dem kühlen Wald-Innenklima trotzen, wie Hummeln bei der Nektarsuche an Heidelbeerblüten. SÖNTGEN (1983) konnte 6 Ameisenarten feststellen, also nur einen geringen Bruchteil von insgesamt 27 Arten des Nationalparkgebietes, wobei aber tiefbeschattete Bereiche für diese Hautflügler unbewohnbar sind.

Deutlich reicher ist das Leben der Kleintiere auf den eingesprengten Waldmooren, wo speziell Laufspinnen, Kleinschmetterlinge, aber auch Libellen zu beobachten sind.

Insgesamt erinnert die deutlich beschränkte Artenvielfalt im Aufichtenwald an den borealen Nadelwald kalter Zonen, – ein Hauch von Lappland.

1.2.2 Bergmischwald

Die Waldhänge zwischen 800 und 1100 m Seehöhe liegen oberhalb der frostreichen Talmulden, – und unterhalb der kalten Kammlagen, und genießen volle Besonnung, so daß der abwechslungsreiche Bergmischwald das Maximum an Lebensraum Qualität demonstriert, wie es dieses Waldgebirge eben zu bieten vermag.

Da die meisten faunistischen Proben aus dieser Höhenstufe stammen, wird es notwendig sein, auf die Biotopverhältnisse im naturnahen Fichten-Tan-

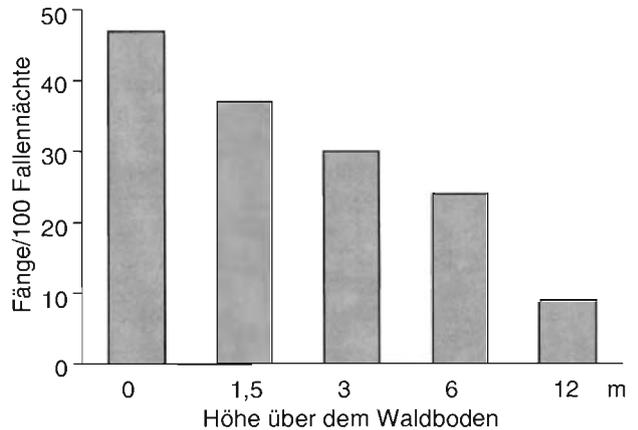


Abb. 1: Gelbhalsmäuse sind gewandte Kletterer und nutzen die Waldbäume bis wenigstens 12 m Höhe, wodurch sie die relative Fläche ihrer Wohngebiete deutlich vergrößern können (aus SCHULZ 1994).

nen-Buchenwald näher einzugehen, zumal sich auch die interpretatorische Gesamtschau auf das Modell der Hangwälder beziehen wird.

Sicherlich würde es zu weit führen, hier die breite Differenzierungsreihe an Waldlebensräumen vom Jungwald über „Baumholz“ und „Altholz“ bis zum totholzreichen Uraltwald vorzustellen, vielmehr soll die Tierwelt im naturnahen Altbestand betrachtet werden, wie sie ja auch vom Sturmereignis am meisten betroffen war.

Die auffälligsten Bewohner uriger Mischwälder sind zweifellos die Vögel, von insgesamt 77 im Nationalpark nachgewiesenen Arten (STRUNZ & LANG 1994) leben bis zu 50 Arten in den alten Reliktbeständen (vgl. SCHERZINGER 1985): wenigstens 6 verschiedene Spechtarten, die zusammen mit Kleiber und Baumläufer Baumstämme und anbrüchige Kronenteile auf Beutetiere kontrollieren, die eilige Schar der Meisen, die mit Goldhähnchen und Kreuzschnäbeln die äußersten Zweige absuchen, neben Eulen, Drosseln oder Waldschnepfe, die auf dem Waldboden Jagd machen. Die Kartierung von SCHUSTER (1985) erwies den Buchfink mit rund 20% Dominanz als häufigste Vogelart des Bergmischwaldes.

Wenn auch meist versteckt, sind die Kleinsäuger eine nicht minder wichtige Wirbeltiergruppe der Wälder. Von insgesamt 7 Insektenfressern (ohne Fledermäuse) und 10 Nagetieren (inklusive Schläfer) sind ganz besonders Gelbhalsmaus und Rötelmaus für den geschlossenen Waldbestand typisch. In der Aufnahme von HERRCHEN (1989) dominierte die wendige Langschwanzmaus mit 40% (Jahresmittel). In den Bodenfallen von WEISEL (1990) war sie sogar mit 61% vertreten. Sie gilt als typisch für unterwuchsarme Althölzer und kann durch ihre ausgeprägte Kletterfähigkeit auch Bäume – bis in Kronenhöhe – nutzen: Von über 2000 Fängen an Baumstämmen fielen 85% auf die Gelbhalsmaus, die SCHULZ (1994) selbst in Höhen von 12 m und mehr noch antraf. Die gedrungenere Wühlmausart bevorzugt hingegen dichten Unterwuchs; z.B. aus jungen Buchen. Sie klettert gerne in der Strauchschicht, doch deutlich seltener auf hohe Bäume (nur 1/4 so viele Individuen wie Gelbhalsmaus; SCHULZ 1994). Die Rötelmaus erreichte in den Fallenfängen von WEISEL (1990) einen Anteil von 24%, bei HERRCHEN (1989) von 26%. In der relativen Dichte folgt gleich die Waldspitzmaus nach, die vor allem Laubstreu, Wurzelstöcke, Moderholz und Bodenfugen nach Freßbarem absucht, ausnahmsweise aber auch schon als Baumkletterer bestätigt wurde. Als Jahresmittel berechnete HERRCHEN (1989) für diesen rastlosen Insektenfresser 26% Fanghäufigkeit im „Naturwald“, bei WEISEL (1990) waren es 10%. (Zum Problem der Fangselektivität verschiedener Fallentypen haben HERRCHEN, 1989 sowie GRIESINGER & GÜSTEN, 1987 vergleichende Beobachtungen angestellt).

Die Masse an Waldtieren wird aber von den Wirbellosen gestellt, von denen bisher nur repräsentative Beispiele bearbeitet werden konnten. So gelten die räuberischen Laufkäfer als besonders aufschlußreiche Insektengruppe, die über die Artenausstattung eines Waldes sogar Rückschlüsse auf dessen relatives Alter zuläßt. Mit Hilfe von Fanggläsern und Einzelaufsammlung konnte OTTE (1989) von insgesamt 42 Laufkäferarten 17 im „Na-

turwald“ feststellen, von denen wiederum 94% als „gute“ Waldarten gelten. Diese sind vor allem durch relativ große Körper (15–22 mm) und mehrjährige Lebensdauer gekennzeichnet (vgl. Kapitel 5). Auf vergleichbaren Flächen sammelte SCHÄFFER (1991) sogar 24 Arten. Hervorzuheben ist für die Artenausstattung langfristig konstanter Altbestände vor allem die gleichmäßige Häufigkeit aller Arten, – ganz im Gegensatz zu gestörten Waldgebieten.

Wesentlich bekannter unter den kleinen „Räubern“ am Waldboden sind die Ameisen, doch benötigt diese Insektengruppe viel Sonnenwärme, so daß sie im geschlossenen Wald benachteiligt ist, bzw. diesen nur auf Lücken und Blößen besiedeln kann. Entsprechend fand THEOBALD-LEY (1990) im Waldesinnern auch nur eine Art per Nestersuche, bzw. 4 Arten mit Hilfe von Fallengläsern. Wo ausreichend besonnte Waldränder geboten werden, steigt die Dichte mit 13 Arten nachweisen und einer Nesterdichte von 3 pro m² sprunghaft an. SÖNTGEN (1983) ermittelte immerhin 14 von insgesamt 27 Ameisenarten des Nationalparkgebietes im Bergmischwald. Als Sonderfall sei die Waldkuppe am „Rindelberg“ hervorgehoben, wo mit 517 Kolonien der Waldameise *Formica lugubris* auf nur 100 ha die höchste Konzentration des Gebietes gegeben ist (durch frühere Waldweide aufgelockerter Altbestand).

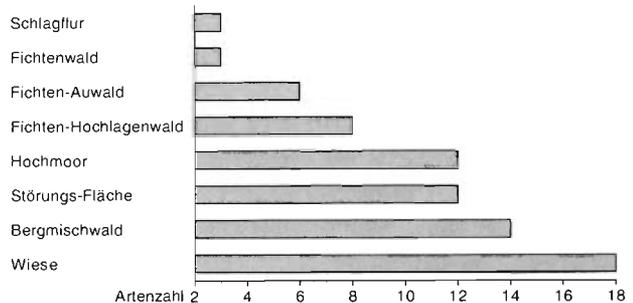


Abb. 2: Mittlere Artenzahl an Ameisen je Vegetationstyp; deutlich kommt die Präferenz für voll besonnte bzw. lückige Flächen zur Geltung (aus SÖNTGEN 1983).

1.2.3 Hochlagenfichtenwald

Der Hochlagenwald am Grenzkamm ist durch eine „endlose“ Weite wellig ausgebreiteter Fichtenbestände gekennzeichnet, deren düstere Monotonie durch die artenarme Vegetation noch verstärkt wird. Trotz des Überwiegens alter Bäume bleibt der Wald durchbrochen und lückig, da die schmalen Kronen den Lichteinfall nicht so stark abschiemen. Erst auf den zweiten Blick erschließt sich die Differenzierung des Waldbodens in Bergreitgrasflächen, Drahtschmielen-Kissen, hüfthohe Üppigkeit aus Bergfrauenfarn und die sperrigen Zwergsträucher der Heidelbeere. Wo immer sich morsche Strünke, modrige Baumleichen oder Felsbrocken anbieten, wurden sie von Jungfichten besetzt, die in diesen schneereichen, neblig-kalten Gebirgslagen auf solche Sonderstandorte angewiesen sind.

Das rauhe Klima läßt nur Tierarten zu, die sich mit den kurzen Sommermonaten bescheiden können und auch mit dem anspruchslosen Nahrungsangebot zurechtkommen. – Überall zeigt sich der krasse Gegensatz zwischen Angebotsmenge (aus Fichten, Gras und Moosen) und der bescheidenen Nutzung durch Pflanzenfresser, die die schlechte Kost kaum verarbeiten können. Als Spezialist für karge Bergwälder gilt das Auerhuhn, das sogar die harzreichen Fichtenzweige verdauen kann, die Heidelbeeren aber eindeutig bevorzugt. Fichtensamen sind attraktiv für Eichhörnchen und Kreuzschnäbel (Dominanz = 36%), die übrige Masse der 22 von SCHUSTER (1985) in dieser Höhenlage festgestellten Vogelarten ernährt sich von Insekten der Baumkronen (Tannenmeise; Dominanz = 31%) oder als Allesfresser (Buchfink; Dominanz = 19%). Der sprunghafte Rückgang der Artendichte mit zunehmender Seehöhe kommt in der maximalen Vielfalt pro Rasterfläche (je 2 ha) einer Bestandserhebung entlang einem Höhen transekt von DIEPOLDER (1991) deutlich zum Ausdruck:

Aufichtenwald = 14–16 Arten pro 2 ha,
Bergmischwald = 17–22 Arten pro 2 ha,
Bergfichtenwald = 8– 9 Arten pro 2 ha.

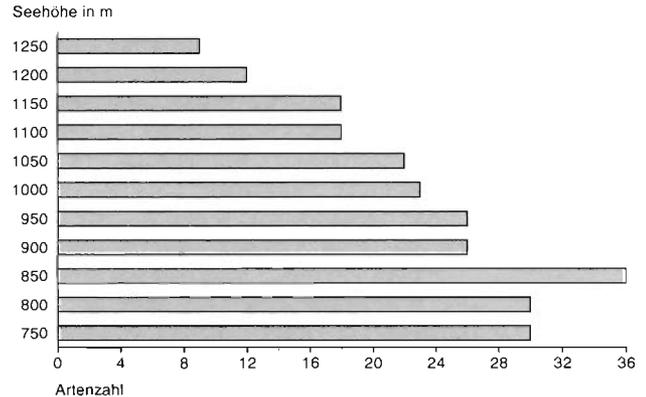


Abb. 3: Vielfalt der Vogelarten auf einem Höhen transekt; die höchste Artenzahl fällt auf die untere Hanglage, während die Kaltluftbereiche der Täler bzw. der Hochlagen deutlich artenärmer sind (aus ECE-Projekt, DIEPOLDER 1991).

In urwaldartigen Kontrollflächen hat SCHERZINGER (1985) als Maximum 50 Vogelarten auf der 700 m Stufe (Mittelsteighütte), noch 24–28 Arten bei 1000 m–1100 m und in den Kammlagen nur 10–20 Arten registriert (entspricht einer mittleren Artenzahl pro 0,25 ha Rasterfläche von 5,2–9,1 Arten in der unteren Hanglage bzw. 3,3–4,5 in der oberen Hanglage, und nur 1,1–2,5 in den Hochlagen).

Da die Hochlagenwälder zur Gänze im strenggeschützten Kernbereich des Nationalparks liegen, konnten hier keine grundlegenden Kartierungsprogramme durchgeführt werden. Unsere Kenntnis der weiteren Faunenausstattung beschränkt sich bisher auf Rötel- und Gelbhalsmaus, Maulwurf, Igel, Gartenschläfer und – nur als Einzeltier belegt – die Waldbirkenmaus unter den Kleinsäugetern (vgl. WENDT 1977, MÜLLER-STIES in Vorbereitung, KLETTENHEIMER 1990, SALAMON 1990, CERVENY brieflich). Im Rahmen einer Erhebung des Beutepotentials für Auerhuhnküken hat BIEDERMANN (1992) 14 Arten an Laufkäfern und 29 Arten an Spinnen erfaßt. SÖNTGEN (1983) betont, daß der Hochlagenwald – trotz geringer Durchschnittstemperatur – immerhin noch 8 Ameisenar-

ten (von 27) beherbergen kann, wobei die ehemaligen Waldweidegebiete auf Grund des stark durchbrochenen Lückensystems die höchste Dichte an Ameisenhöhlen aufweisen. Der Durchschnittswert

für Ameisennester je Probestelle (400 m²) fällt allerdings mit steigender Seehöhe jäh ab: 23 Nester auf 700–900 m, 12 auf 900–1100 m, 9 auf 1100–1300 m und nur noch 5 auf 1400 m NN.



Foto: Mit dem Sturmwurf werden gewachsene Waldstrukturen schlagartig zerstört, gleichzeitig entstehen neue Lebensräume, wie sie z. B. dem Luchs Rückzugsraum und Aussichtswarte bieten (Foto: Scherzinger).

2 Der Tragödie erster Teil

Peitscht der Sturm die alten Fichten, so reißt er Äste aus der Krone, kappt die Wipfel, biegt die Stämme zu Boden und kippt die Bäume samt den Wurzeln aus dem Erdreich. In nur wenigen Minuten brach die Sturmböe vom 01.08.1983 über 100 ha Baumbestand nieder. Eine Katastrophe für den wirtschaftenden Forstmann, der erhebliche Ernteverluste zu beklagen hat, abgesehen von den Folgekosten durch Aufräumarbeiten, Nachpflanzung und Präventivmaßnahmen gegen Sekundärschäden durch Insektenbefall. – In einem Nationalpark gelten jedoch ganz andere Ziele als im Wirtschaftswald, und zählen Wirkungen natürlicher Gestaltungskraft in streng geschützten Lebensräumen gerade zum zentralen Leitgedanken der Nationalpark-Idee. Freilich bedeutet das Sturmereignis auch eine Katastrophe für alle betroffenen Waldtiere, die so abrupt ihres gewohnten Lebensraumes beraubt werden. Doch langfristig entwickeln sich völlig neuartige Lebensbedingungen auf solchen Störungsstellen, so daß sich hier andersartige Lebensgemeinschaften entfalten können, – wenn auch nur vorübergehend.

2.1 Die „Katastrophe“

Genauso wie niemand auf das Sturmereignis vorbereitet war, – sonst hätte man ja an genau den betroffenen Stellen vorher noch die wichtigsten Glieder der Tier- und Pflanzenwelt erfassen können, – dauerte es natürlich auch Jahre, bis die Möglichkeiten einer gezielten Beobachtung der Folgeereignisse gegeben waren. Die erste Erfassung von Kleinsäufern auf den Sturmflächen 1984/85 bezeugte aber noch deutlich den „Schock“ durch die schlagartige Veränderung der Waldstruktur: Die typischen Waldarten sind seltener geworden, lokal dürften einzelne Arten sogar vorübergehend ganz verschwunden sein (Rötelmaus 18%, Waldspitzmaus 13% der Fänge; n = 770, LEIBL 1988 b). Die bisherigen „Minderheiten“ nutzen das konkurrenzfrei gewordene Feld und mehrten sich sprunghaft (Zwergspitzmaus 30% Dominanz)!

Tab. 1: Standortpräferenz von Kleinsäufern entsprechend der Fangdichte (Individuen/100 Fallennächte) an unterschiedlichen Strukturtypen: 1 bis 2 Jahre nach dem Sturm ist der „katastrophale“ Lebensraumverlust noch erkennbar, die Wiederbesiedlung der „Störstelle“ hat für die meisten Arten erst begonnen (aus LEIBL 1988 b)

Art	Wald	Waldrand	Windwurf	χ^2 -Test
Waldspitzmaus <i>Sorex araneus</i>	3,20	2,70	1,80	n. s.
Zwergspitzmaus <i>Sorex minutus</i>	6,80	4,80	4,30	12,86; p < 0,01
Rötelmaus <i>Clethrionomys glareolus</i>	3,50	4,30	3,70	n. s.
Kurzohrmaus <i>Pitymys subterraneus</i>	0,06	0,60	0,43	18,30; p < 0,001
Erdmaus <i>Microtus agrestis</i>	0,06	0,60	0,72	9,61; p < 0,05
Waldmaus <i>Apodemus sylvaticus</i>	1,5	1,20	0,65	n. s.
Gelbhalsmaus <i>Apodemus flavicollis</i>	8,60	5,20	3,70	17,40; p < 0,001
Sa.	23,72	19,40	15,30	14,08; p < 0,01

Man muß sich stets klarmachen, daß die „Katastrophe“ eines Sturmwurfs aus der Perspektive einzelner Arten und jeweiliger Standorte extrem verschiedene Bedeutung haben kann. Der Primäreffekt heißt für den menschlichen Betrachter: Umgestürzte Bäume, chaotisches Gewirr, aufgerissener Waldboden und geknickte Verjüngung. Auch für die Vögel zählt der strukturelle Wechsel (vom geschlossenen Kronendach 20–40 m über dem Boden, und senkrechten Bäumen, von Wipfeln in sicherer Höhe und mehrschichtigem Angebot an Zweigen von Laub- und Nadelbäumen, – zum Stammverhau mit abdörrendem Reisig) sicher zu den prägendsten Eindrücken: Biotopverlust für Kronenbrüter (z. B. Meisen, Finken, Drosseln), für

Stammabsucher (z. B. Spechte, Kleiber) und Wartenjäger (z. B. Fliegenschnäpper). Mäuse wiederum sollten sich unter dem neuen Deckungsangebot wohlfühlen, doch scheint das Gros unter den Wirkungen des Umbruchs schlichtweg verstorben oder abgewandert zu sein!

Speziell unter den frostigen Bedingungen der Kaltluftbecken wirken sich die Klimaextreme auf dem durch Sturmwurf freigestellten Waldboden gravierend aus. Dennoch konnte hier LEIBL (1988 b) 1–2 Jahre nach dem Sturm 4–6 Kleinsäugerarten je Rasterfläche (50 x 50 m) nachweisen, insgesamt 9 Arten. Im Vergleich zur Besiedlung wärmerer Hanglagen betonen GRIESINGER & GÜSTEN (1987) die Ungunst der kalten Aufichtenwälder mit verzögerter Vegetationsentfaltung, artenarmer Krautschicht und der Dominanz von Gräsern, die höchstens als Erdmausbiotop geeignet sind. Diese Differenz nimmt mit sukzessiver Wiederbegrünung noch permanent zu: In den Herbstmonaten 1987 wurden hier im Verlauf dieser Projektarbeit 10–20 Gelbhalsmäuse, 20 Rötelmäuse und 15–20 Erdmäuse/pro ha gefangen, das sind um 60% weniger Kleinsäuger als zur gleichen Zeit die Sturmflächen im Mischwald besiedelten.

Vorwegnehmend sei jedoch darauf hingewiesen, daß die düster-feuchten Aulagen für viele Tierarten überhaupt erst durch die zahlreichen Windbruch- und Borkenkäferlücken attraktiv werden. Schließlich kommt über ein solches Lückensystem volle Besonnung bis zum Waldboden und bereichert die Sukzessionsflächen des Fichteneinerlei durch Himbeerfluren, Birken- und Erlengestrüpp, auch fruktifiziert die Heidelbeere auf den sonnigen Lichtungen um vieles reicher.

Da studentische Arbeiten unter einem bestimmten Erfolgsdruck stehen, sind insgesamt nur wenige Bearbeiter das Risiko zu kleiner Fangzahlen eingegangen. Entsprechend dürftig sind die Kenntnisse zur Fauna der arten- und individuenarmen Aufichtenwälder. – Ganz anders stellt sich die Bilanz für die relativ reichen Standorte im günstigeren Bergmischwald dar: Hier konnten für wenigstens 2 Sukzessionsstadien die relevanten Tiergruppen erfaßt werden.

Interessanterweise ist der Primäreffekt der „Katastrophe“ im Fichten-Tannen-Buchenwald zunächst noch schwerwiegender als im Auenbereich. Während dort unter den Fichtenkronen immer wieder Moospolster, Heidelbeerhorste und Grasflecken ausharrten, die nach dem Bestandeszusammenbruch ein immerhin schütteres Vegetations-Mosaik bereitstellen, bleibt der streubedeckte Boden im buchenreichen Mischwald ziemlich kahl. Darüberhinaus decken die breit ausladenden Kronen der massereichen Altbäume im gestürzten Mischwald die Störungsfläche in mehrschichtigen Lagen ab, so daß unter dem wüsten Verhau aus Holz und Wipfeln wohl nur schattentolerante Pflanzen, wie Vogelbeersämlinge oder Jungtannen ausharren. Jedenfalls weisen die Kleinsäugerdichten auf der Sturmwurffläche im Bergmischwald 1984/85 mit durchschnittlich 3,3 Individuen/je 50 x 50 m – Raster die geringsten Werte auf, verglichen mit 3,7 im verbliebenen Wald bzw. 5,1 an Waldrändern. Auch die Artenvielfalt ist mit 7 (von 10) eher bescheiden. LEIBL (1988 b) interpretiert diese Daten mit einem weitgehenden Verlust der ursprünglichen Mäusepopulation durch den Sturmwurf. Durch Zuwanderung neuer Arten und Arealausweitung der Überlebenden aus dem benachbarten Wald wird der



Foto 1: Zu den erfolgreichen "Raubtieren" des Waldbodens zählt die Waldspitzmaus, soweit ein beschattendes Kronendach allzudichte Bodenvegetation unterbindet (Foto: Aichhorn).



Foto 2: Mit der plötzlichen Ausschaltung der größeren Konkurrenten durch die „Katastrophe“ konnte die Zwergspitzmaus die kurzlebigen Biotope der Sturmflächen rasch und in hoher Dichte besiedeln (Foto: Aichhorn).

neue Lebensraum allmählich neu besiedelt: GRIESINGER & GÜSTEN (1987) fingen in den Herbstmonaten 2–3 Jahre später immerhin bereits 45–80 Gelbhalsmäuse, 70–80 Rötelmäuse und 35–40 Erdmäuse als Mittelwerte je ha, bei insgesamt 9 Arten. Dabei weisen die Autoren auf die Meidung der besonders totholzreichen Partien durch Spitz-, Erd- und Langschwanzmäuse hin, während die Rötelmäuse das Sturmholz offensichtlich als Strauchwerk-Ersatz zu nutzen verstehen.

Ähnlich einschneidend muß das Naturereignis für Ameisen gewirkt haben. Die Aufnahme von THEOBALD-LEY (1990) im Sommer 1987 zeigt eine von Natur aus sehr geringe Besiedelung des verbliebenen „Naturwaldes“, wo von 4 nachgewiesenen Arten 54 Individuen gefangen (hauptsächlich Waldameise *Formica lugubris*) und 15 Nester von *Myrmica ruginodis* gefunden wurden. Der Sturmwurf vernichtete diese Ansiedlung weitgehend, doch drängen bald neue Arten in den neuen Lebensraum: Auf der Sturmfläche wurden 8 Arten in 50 Individuen gefangen, bei gleichmäßig geringer Dichte. Der hohe Anteil an Roßameisen (18 Individuen von *Camponotus herculeanus*) belegt, daß die neue Besiedelung in vollem Gange und das frische Totholzangebot entdeckt worden war.

Gleichzeitig unterstreicht die Aufsammlung die enge Abhängigkeit der Ameisen von der Besonnung: Je dichter die Sturmholzpackung, desto geringer die Arten- und Siedlungsdichte. Die Optimalwerte fallen hingegen auf die frisch aufgerissenen Waldränder, wo gleich 15 Arten aufgelesen werden konnten. Aus diesen Saumbiotopen dürften die Pioniere stammen, die in die allmählich heller werdende Sturmfläche vordringen, sobald die Wipfel entnadelt und das Reisig abgewittert sind. Völlig anders sieht die Entwicklung für Laufkäfer aus: Der Vergleich der Artenzusammensetzung im verbliebenen „Naturwald“ und auf der Sturmfläche 1987 durch die Aufsammlung von OTTE (1989) weist 17 Arten im Wald und 23 auf der Sturmfläche nach. Der neue Lebensraum hat einerseits neue Arten aus der freien Landschaft angelockt, besitzt durch das verkeilte Sturmholz gleichzeitig aber immer noch genügend strukturelle Wald-Merkmale, so daß 61% der Laufkäfer als typische Waldarten anzusprechen sind. OTTE (1989) betont, daß das jeweilige Strukturangebot wichtiger sei als die Vegetation, wobei die vorwiegend dämmerungsaktiven Tiere keine Aufwärmung durch die Sonne benötigen.

Im Beispiel der Vogelwelt kommt es zwar zu keinem so deutlichen Austausch von Waldarten gegen Offenlandarten, doch belegte die Kartierung von LEIBL (1988) eine schrittweise Veränderung der Dichteproportionen: Ergab die Kontrolle 1984 für sturmverschonte Waldflächen höchste Rasterfrequenzen (Antreffhäufigkeit je 50 x 50 m Rasterfläche in %) für Rotkehlchen (94%), Sommergoldhähnchen (80%), Mönchsgrasmücke (65%), Kohlmeise (63%) und Zaunkönig (60%), so hatten sich die Proportionen der relativen Häufigkeit auf der Sturmfläche verschoben: mit Zaunkönig (92%), Rotkehlchen (83%), Mönchsgrasmücke (78%) und Sommergoldhähnchen (71%).

Die an intakten Baumbestand gebundenen „Waldvögel“ verloren durch den Sturmwurf schlagartig an Lebensraum, – insgesamt tauchen in der Auswertung LEIBLs (1988) 18 Arten mit abnehmender Dichte auf (speziell Kohlmeise, Amsel, Singdrossel, Gimpel). Zahlreiche Arten können aber ihren Ak-

tionsradius vom Waldrand in die Störungsfläche ausdehnen (speziell Bunt- und Dreizehenspecht, Waldbaumläufer und Tannenhäher). Eine regelrechte Präferenz der Freiflächen zeichnete sich für Zaunkönig, Wacholderdrossel und Gebirgsstelze ab. Wirklich neue – bzw. waldfremde – Vogelarten drangen aber bis dahin nicht ein, wie es für Baum- pieper, Goldammer, Heide- und Feldlerche, Neuntöter oder Ziegenmelker aus Waldlandschaften mit großflächigem Sturmwurf bzw. Großkahlschlag bekannt geworden ist.

2.2 Wie Phönix aus der Asche

Nun wäre die Darstellung der in das Kronendach gewaltsam gebrochenen Sturmlücke bzw. des sturmgeknickten Baumbestandes – mit allen geschilderten Fazetten des Infernos – nur die halbe Wahrheit. Zeitgleich mit dem Zusammenbruch des Waldes als Primäreffekt der Sturmböe setzt nämlich bereits der Wettlauf um die Neubesiedelung der entwaldeten Blöße durch entsprechende Pflanzen ein, verändern sich Wasserhaushalt und Humusdecke, und macht sich das unsichtbare Heer von Destruenten über die Reste des gestürzten Waldes her, um Blätter wie Nadeln, Astwerk, Borke und Stammholz aufzuarbeiten.

Diese Sekundäreffekte sind vielfältig und bestimmen schon wenige Jahre nach der „Katastrophe“ die Lebensraumqualität, so daß die Folgebesiedelung der Störungsfläche einer sehr diversen Eigendynamik folgt, und mit dem ursprünglichen Wald nur noch über das allmählich verrottende Totholz verwurzelt bleibt.

Für die zufallsbedingten Entwicklungswege gilt – in noch höherem Maße als für den ehemaligen Wald – unser Unvermögen, die Vielfalt in einem griffigen Schema zu beschreiben: Der wasserzehrenden Bäume beraubt, wird der Boden auf der Freifläche vom Wasserüberschuß überstaut. Quellgerinne, Kleintümpel und wassergesättigte Erdmulden sind die Folge, belebt mit Moosen, Seggen, Binsen, Farnen, durchsetzt mit den gelben Blüten von Spring- oder Pfennigkraut. Solche Miniatur-Feuchtbiootope werden von Spinnen, Lauf-

käfern, Schnecken, Mückenlarven, – in Einzelfällen sogar von Kaulquappen des Grasfrosches – besiedelt. Ihnen folgen die „Raubtiere“ Sumpf- und Wasserspitzmaus, Gebirgsstelze und Zaunkönig. Entblößte Steine und morsche Holzstrünke werden zu Siedlungszentren der Ameisen, sofern sie sonnenexponiert aufgeheizt werden. In erstaunlich kurzer Zeit reagieren die feinen Samen von Himbeere und Waldweidenröschen auf den sturmbedingten Bodenbruch, und ihr signalfarbener Blütenfloor lockt Hummeln, Wildbienen und blütenbesuchende Käfer in den Windwurf.

Wie die Bestandsaufnahme von JEHL (1995) zeigt, wachsen nun Pioniersiedler auf Rohboden (z.B. Moose, Himbeere) mit den Stauden und Jungbäumen des unverletzt gebliebenen Waldbodens (z.B. Hasenlattich, Tanne) um die Wette. Dazwischen drängen sich raschwüchsige Weiden und Birken, und bilden mit den hochschießenden Vogelbeerbäumchen ein buntes Strauchwerk. Einer gegenteiligen Entwicklung ist das Lagerholz ausgesetzt, das unter der zersetzenden Auslaugung durch Pilzbefall seine Spannkraft verliert, allmählich in sich zusammensackt, rissig und brüchig wird – und in jahrelanger Auszehrung zu Moder verrottet.

Diese floristische Sukzession wird von einer faunistischen Sukzession begleitet, wobei die Ansprüche einzelner Arten sehr verschieden sind – und keineswegs immer in Beziehung zum Sturmereignis stehen müssen. Auch sind wir Menschen meist nicht in der Lage, die feine Differenzierung der Standortsunterschiede wahrzunehmen, die z.B. ein Vorkommen von 130 Nachtschmetterlingsarten, 20 Laufkäferarten, 10 Ameisenarten, 5 Spitzmaus- oder 60 Vogelarten ermöglicht. In jedem Fall muß man aber davon ausgehen, daß die Individuen einzelner Tierarten nicht den „Sturmwurf“ als Flächen- und Struktureinheit besiedeln sondern jeweils ganz bestimmte Ressourcen – in relevanter Kombination und Textur – als jeweils artspezifischen Lebensraum benutzen.

LEIBL (1989) wiederholte seine Vogelbestandsaufnahme 1986, 3 Jahre nach dem Sturmereignis. Mit dem Hochwachsen einer Strauchschicht war die

Tab. 2: An der Schwelle zwischen Lebensraumzerstörung durch den Sturmwurf und Lebensraumbegründung durch die Vegetationsentfaltung auf der Störfäche läßt sich ein Arten-„turnover“ in der Vogelwelt erkennen (aus LEIBL 1988)

Rasterflächen Windwurf	1984				1985			
	ohne		mit		ohne		mit	
1. Arten ohne erkennbare Schwerpunkte								
Mönchsgrasmücke	34	65,4	56	77,7	37	71,1	45	62,5
Grünling	11	21,1	18	25,0	5	9,6	8	11,1
Gimpel	28	53,8	49	68,0	19	36,5	27	37,5
Haubenmeise	26	50,0	36	50,0	25	48,0	40	55,5
Sommergoldhähnchen	41	80,4	51	70,8	35	67,3	40	55,5
Rotkehlchen	49	94,2	60	83,3	42	80,7	57	79,2
2. Arten mit erkennbarer Präferenz für Waldquadrate								
Gartengrasmücke	4	7,7	2	2,7	5	9,6	2	2,7
Zilpzalp	19	36,5	15	20,8	25	48,1	20	27,7
Waldlaubsänger	13	25,0	11	15,3	16	30,7	7	9,7
Blaumeise	9	17,3	1	1,3	7	13,5	3	4,1
Zwergschnäpper	4	7,7	2	2,7	5	9,6	1	1,4
3. Arten mit erkennbarer Präferenz für Quadrate mit Windwurfflächen								
Gebirgsstelze	3	5,7	9	12,5	0	0,0	5	6,9
Wacholderdrossel	2	3,8	3	4,1	4	7,7	8	11,1
Zaunkönig	31	59,6	66	91,6	13	25,0	49	68,0
Zeisig	6	11,5	21	29,1	2	3,8	10	13,9
4. Arten mit deutlicher Zunahme auf Windwurfflächen während des Untersuchungszeitraumes								
Buntspecht	9	17,3	2	2,7	15	28,8	20	27,7
Dreizehenspecht	2	3,8	1	1,3	1	1,9	7	12,5
Fitis	19	36,5	15	20,8	13	25,0	27	37,5
Kohlmeise	33	63,4	45	62,5	19	36,5	49	68,0
	absolut	%	absolut	%	absolut	%	absolut	%
	(n = 52)		(n = 72)		(n = 52)		(n = 72)	

Störungslichtung zunächst bewohnbar für Fitis, Zilpzalp, Gartengrasmücke, Rotkehlchen und Hekkenbraunelle. Der Zaunkönig profitiert hauptsächlich von den hochgekippten Wurzeltellern, wiewohl

er im Jungwuchs nach Beute suchen kann. Die Gebirgsstelze hingegen wird auf die noch nicht verbuschten Freiflächen zurückgedrängt. Infolge des explosiven Emporschießens von Hochstauden



Foto 3: Mit dem Aufwachsen von Gräsern, Sträuchern und Jungbäumen auf der besonnten Sturmfläche gewinnen die Wühlmäuse, wie die Rötelmaus erheblich an Lebensraum (Foto: Aichhorn).



Foto 4: Die Gelbhalsmaus gilt als typischer Waldbewohner, der durch den Sturmwurf an Terrain verliert, wenn seine weiträumigen Exkursionen auch bis auf die Freifläche führen (Foto: Aichhorn).

und Gebüsch hatte sich die Artenzusammensetzung der Vögel auf der Sturmfläche „Schachthäng/Schwarzachebene“ im Bereich des Bergmischwaldes innerhalb von nur 2 Jahren markant verändert, mit 19 Arten in zunehmender Häufigkeit je Rasterfläche gegenüber 28 abnehmenden Arten. Das Verhältnis der Singvögel zu den in der Regel besonders empfindlichen Nichtsingvögeln verschob sich vom Index 0,40 zu 0,28 Punkte auf 0,31, was auf die Abdrängung typischer Waldarten zurückzuführen ist.

Detaillierter bekannt ist die Besiedelungsdynamik bei den Kleinsäugern, die als vorwiegende Pflanzenfresser (Nagetiere) bzw. Insektenjäger (Spitzmäuse) in besonderer Abhängigkeit zur Vegeta-

tionsentfaltung stehen. Für die frühe Sukzessionsphase zeigen die Fangergebnisse von LEIBL (1988 b) allein mit den Bestandsveränderungen von 1984 auf 1985 den Trend auf: Die vormem rasch angewachsene Dominanz der Zwergspitzmaus stagniert, ebenso wird von stark vergrasteten Flächen die konkurrenzschwache Kurzohr- oder Kleinwühlmaus von der kräftigeren Erdmaus verdrängt (Rückgang auf das 0,8fache bzw. Zunahme um das 2,7fache); einen gewaltigen Vorstoß unternehmen die Mäusearten offener Waldlücken, wie die Gelbhalsmaus (Zunahme um das 5,0fache) bzw. stark bewachsener und durchbrochener Waldränder wie Rötelmaus (5,1fache) und Waldmaus (5,8fache)!

Zu den 7 Arten, die LEIBL (1988 b) auf der Sturmfläche nachweisen konnte, kam in der Fangaktion des Herbstes 1987 (GRIESINGER & GÜSTEN 1987) die Haselmaus als Kletterkünstler im aufkommenden Jungwald hinzu. Die Siedlungsdichte der Kleinsäuger nimmt jetzt allgemein sprunghaft zu, mit einem Maximalwert von 210 Individuen/ha im September 1987 (das entspricht einer Biomasse von wenigstens 5,3 kg/ha an Kleinsäufern, das ist etwa der 5fache Relativwert, den z. B. Rotirsche im Gebiet erreichen)!

Die nächste Stichprobe erfolgte 1988 auf den inzwischen undurchdringlich begrüneten Sturmflächen durch HERRCHEN (1989), also 5 Jahre nach der „Katastrophe“. Die Artenausstattung stieg auf 5 Arten und gleicht sich somit den Verhältnissen im alten Wald an. Der hohe Deckungsgrad der Vegetation aus Pionierwald, Verjüngung, Schlagflur und Jungbäumen aus dem ehemaligen Waldbestand verdrängt die Zwergspitzmäuse als Siedlungspioniere wieder, begünstigt aber gleichzeitig die Waldspitzmäuse. Die Gewinner dieser Etappe sind die Rötelmäuse, die Jungwuchs und Beeresträucher gleichermaßen nutzen können (Anteil im Jahresmittel = 38,3%). Für das Folgejahr 1989 bestätigte MÜNCH (1990) den Neuzugang des Maulwurfs, was auf ein reiches Bodenleben bzw. eine Erstarkung der Regenwurmdichte hinweist, offensichtlich infolge verstärkten Nährstoffumsatzes im sonnenerwärmten Boden. Die Einzelarten sind jedoch auf der Sturmlichtung sehr ungleich repräsentiert, da nur 3 Arten 93% aller Fangergebnisse bestimmen. Zum Höchststand der Kleinsäugerpopulation lebten 1989 rund 51 Gelbhalsmäuse (August/September), 28 Rötelmäuse (September/Oktober) und 7 Waldmäuse (August) je ha Sturmwurf (maximale Gesamtdichte = 84 Ex/ha in August/September).

Die füllige und vollbesonnte Vegetation lockt noch ganz andere Pflanzenfresser an, z. B. spezialisierte Schmetterlingsraupen, wie sie LEY (1989) im Sommer 1987 mit 9 Arten an Nachtschmetterlingen auf der Sturmfläche erfaßte. 26 Nahrungspflanzen wurden genutzt, allen voran die Vogelbeere (im Vergleich zu Raupen von 15 Schmetterlingsarten

auf 31 Pflanzenarten im naturnahen Altwald). Bei Nachtfängen mit speziellen UV-Leuchtstoffröhren konnte der Besuch von adulten Nachtfaltern in 130 Arten auf der Windwurffläche bestätigt werden (im Vergleich zu 165 Arten im „Naturwald“ vergleichbaren Standorts, bzw. 224 im Nationalpark bisher insgesamt nachgewiesenen Arten). Die höchste Fangdichte fiel auf die Spanner (*Geometridae*) (maximal 42% der Arten und 44% der Individuen) und Eulenfalter (*Noctuidae*) (maximal 47% der Arten und 42% der Individuen).

Einzig für das Blütenangebot der jungen Waldvegetation interessieren sich die Hummeln, von denen OTTE (1989) im Sommer 1987 6 Arten im

Tab. 3: Populationsentwicklung der Kleinsäuger im Verlauf des Sommers 1989; die meisten Arten erreichen im August/September eine Klimax bei insgesamt höherer Siedlungsdichte auf dem „ungeräumten“ Windwurf (aus MÜNCH 1990)

Dichte (Individuen/ha) der Nagerarten auf beiden Untersuchungsflächen					
Feistenhäng, geräumter Windwurf					
Art	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
<i>Apodemus flavicollis</i>	8,8	13,6	37,1	54,0	29,0
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0,0	0,0	1,1	6,3	5,8
<i>Clethrionomys glareolus</i>	5,9	8,8	19,1	23,2	26,6
<i>Microtus agrestis</i>	0,0	4,0	0,7	1,8	5,5
<i>Microtus subterraneus</i>	1,3	4,0	1,5	0,7	1,5
Gesamt	16,0	30,4	59,5	86,0	68,4
Schönort, ungeräumter Windwurf					
Art	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
<i>Apodemus flavicollis</i>	8,4	17,6	51,4	41,2	17,2
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0,0	0,4	2,6	7,4	2,9
<i>Clethrionomys glareolus</i>	8,8	21,0	28,6	27,9	26,5
<i>Microtus agrestis</i>	2,9	2,2	1,8	1,8	1,8
<i>Microtus subterraneus</i>	-	-	-	-	-
Gesamt	20,1	41,2	84,4	78,3	48,4

Sturmwurf feststellen konnte, im Vergleich zu nur 1 Art im stark beschatteten – und deshalb blütenarmen – „Naturwald“. Das viele Sturmholz sichert einen Rest von „Wald“-Merkmalen, weshalb 50% dieser Hautflügler durch „gute“ Waldarten vertreten sind.

Entsprechend ihrer nahen Verwandtschaft zu den blütenbesuchenden Hummeln nutzen zahlreiche Ameisenarten Pflanzensäfte (an Rindenverletzungen oder Bruchstellen bzw. über den Honigtau saftsaugender Blattläuse), doch spielt ihre „räuberische“ Lebensweise für die Waldökologie eine bedeutendere Rolle. 1993 ergab die Suche nach Ameisennestern auf der 10 Jahre alten Windwurffläche durch GARTNER (1994) eine relativ hohe Dichte unter Steinen und Moospolstern (56%); an 2. Stelle dienten Totholz und Reisig (30%), gefolgt von Baumstümpfen (12%) oder Erdlöchern (2%) zur Nestanlage. Die auffällig hochragenden Wurzelteiler der Sturmopfer wurden – entgegen der Erwartung – überhaupt nicht genutzt. Die Kartierung zeigte auch eine Präferenz für mäßig feuchte Böden, bei gleichzeitiger Meidung von staunassen und trockenen Orten. Insgesamt wurden bei dieser Direktaufsammlung 9 Ameisenarten, mit Hilfe von Fallengläsern 6 Arten auf der verbuschten Sturmfläche nachgewiesen (im Vergleich zu 27 Artnachweisen für den Nationalpark, 76 für Bayern bzw. 85 für Deutschland). GARTNER (1994) weist auf die gleichmäßige Verteilung der Ameisenarten in diesem Sonderbiotop hin.

Ausschließlich „räuberisch“ lebt das Heer der Laufkäfer, die zusammen mit Spinnen, Tausendfüßlern, Wespen usw. den Waldboden nach Freßbarem absuchen. Ein solches „Räubernetz“ mit etwa 400 Individuen pro m² erscheint auch in durchschnittlichen Waldgebieten nahezu unpassierbar. Von diesen meist schwarzen zum Teil auch goldgrün bis violettblau schillernden Käfern wurden durch den Einsatz unterschiedlichster Fangsysteme auf den Kontrollflächen insgesamt 42 Arten festgestellt, davon auf den Sturmflächen 23 Arten 1987 (OTTE 1989) bzw. 22 Arten 1990 (SCHÄFFER 1991). – Im Vergleich zum naturnahen Altbestand – mit insgesamt 17 Arten – erklärt sich

	FA	FH	BM	FF	SF	ZH	W	HM
FA		●	●	●	●	●	●	●
FH	42.8		●	●	●	●	●	●
BM	50.0	72.7		●	●	●	●	●
FF	44.4	36.4	23.5		●	●	●	●
SF	55.5	80.0	84.6	26.6		●	●	●
ZH	44.4	54.5	35.3	33.3	40.0		●	●
W	50.0	53.8	56.2	19.0	66.6	28.5		●
HM	55.5	50.0	69.2	26.6	75.0	26.6	73.3	

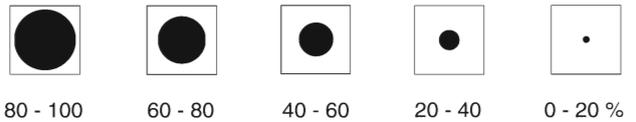


Abb. 4: Artenidentität der Ameisenfauna auf 8 Vegetationstypen im Vergleich (aus SÖNTGEN 1983).

der erwähnte Artenzuwachs durch reichere Bodenvegetation auf der Sturmfläche. Bei der Erstaufnahme fiel bereits die erstaunliche Gleichverteilung in der Artenhäufigkeit auf, mit nur einer dominanten Art (im „Naturwald“ sind 3 von insgesamt 10 Arten dominant; OTTE 1989).

Wichtig für die Interpretation des Besiedlungsverlaufes ist der Hinweis bei OTTE (1989) auf die hohe Übereinstimmung der Artenzusammensetzung bei den Laufkäfern des Ausgangsbestandes (Naturwald) und der Störungsfläche (belassener Windwurf), bei 4 gemeinsamen Arten.

Trotz der inhomogenen Beobachtungsdaten läßt sich insgesamt erkennen, daß das Windwurfereig-

nis zunächst als „Katastrophe“ wirkt, und eine erhebliche Zahl betroffener Tierarten ihres Lebensraums abrupt beraubt. Die völlig veränderten Bedingungen bieten aber gleichzeitig völlig neue Möglichkeiten, die – zunächst noch konkurrenzfrei – von rasch reagierenden Pionierarten wahrgenommen werden können. Mit hochwachsender Vegetation auf der Waldlichtung ändert sich das Bild sukzessive und permanent. Die Lebensraumqualität für die Tierwelt wird zunehmend vom Angebot an Pflanzen bestimmt, doch bleibt die Biotoptextur noch über Jahrzehnte durch das kreuz- und querliegende Sturmholz geprägt. Letztlich wird sich hier ein Jungwald über der Störungsstelle schließen, der nur noch in Gliederung und Moderholzaufgabe des Bodens eine Erinnerung an die „Katastrophe“ aufrecht hält.

2.3 Die forstliche Bewältigung der Kalamität

Die Waldbewirtschaftung zielt in zunehmendem Maße auf langlebige und nachhaltig nutzbare Baumbestände ab, was eine störungsfreie Wachstums Konstanz über viele Jahrzehnte voraussetzt. Baumartenwahl und waldbauliche Pflegemaßnahmen dienen der Maximierung der „Stabilität“, damit die vielseitige Leistungsfähigkeit der Wirtschaftswälder möglichst konstant gehalten werden kann. – Eine achtlos weggeworfene Zigarette, eine einzige Orkanböe können diese langwierige Aufbauarbeit mit einem Schlag zunichte machen. Der Sturmwurf bedeutet für den Forstmann eine „Katastrophe“, und zur Schadensbegrenzung muß er bemüht sein, das Sturmholz so gut als möglich zu verwerten und die Wiederbewaldung der Störungsfläche zu beschleunigen. Die traditionelle Rezeptur heißt daher: Aufarbeiten des Schadholzes, Abräumen der Sturmlücke von Bruchholz, Zurückkippen der Wurzelteller und Aufforstung, ehe die Konkurrenzvegetation aus Schlagflur und Pionierwald das plötzlich freigelegte Nährstoffpotential an sich reißt.

In der Grundsatzdiskussion, ob Sturmschäden in einem Nationalpark als „naturegeben“ hingenommen oder nach forstlicher Tradition aufgearbeitet

werden sollen, erwartete die Nationalpark-Strategie in der Natur unbehauener Wälder ein ausreichendes Potential zum Wiederaufbau der Lebensgemeinschaft, während es für den klassischen Forstbetrieb keine Zweifel zu geben schien, daß diese Entwicklung über ein forstliches Management schneller und risikoärmer erfolgen würde. Da mit dem strengen Schutzstatus eines Nationalpark-„Kerngebiets“ nun einerseits zentrale Flächen ohne jedes Management verblieben, im Außenbereich andererseits das Schadholz beseitigt und genutzt wurde, war es für die faunistische Beobachtung der Besiedlungssukzession auf den Sturmflächen daher von Anfang an sinnvoll, die naturnah „belassenen“ mit den forstlich „geräumten“ Gebieten im Nationalpark zu vergleichen – und dabei ergaben sich eine Reihe wesentlicher Unterschiede: Durch das Entfernen des Sturmholzes wird ein prägendes Strukturmerkmal genommen, gleichzeitig aber auch ein stark beschattendes Element, so daß die Besonnung den Waldboden ungehindert aufheizen bzw. die Nachtkälte diesen ohne jede Abschirmung abkühlen kann. Entsprechend verschieden wirken sich Extremtemperaturen im „belassenen“ und „geräumten“ Windwurf aus: 1978 maß THEOBALD-LEY (1990) auf den Vergleichsflächen im Bergmischwald-Bereich eine Differenz von 0,5–1,0 °C für die Lufttemperatur und 3–7 °C für die Temperatur der Bodenoberfläche. Solange die neue Vegetation den Waldboden nicht abdeckt, erfährt er auf der geräumten Fläche eine deutlich stärkere Aufheizung. GARTNER (1984) ermittelte eine um 4 °C niedrigere Temperatur unter schwebendem Sturmholz, wobei liegende Stämme selbst krasse Temperaturunterschiede bieten, mit einer trocken-heißen Oberseite und einer feucht-kalten Unterseite. Da der Sturmverhau auch die Luftzirkulation hemmt, bleibt die Luftfeuchte im belassenen Windwurf relativ konstant, was für den Befall durch holzersetzende Pilze sehr förderlich ist. Jedenfalls ist die Gesamteinstrahlung des Sonnenlichtes auf der geräumten Fläche deutlich höher, was sowohl wärmebedürftigen Tieren als auch der Bodenvegetation zugute kommt.

Dies demonstrieren in besonderem Maße die Ameisen, die auch günstigste Strukturen und Substrate (wie Steine, Erdhügel, Holzstrünke, Wurzelteller) nur bei voller Besonnung nutzen können. THEOBALD-LEY (1990) fand auf den künstlichen Kahlflächen 9, GARTNER (1994) 10 Ameisenarten bei jeweils maximaler Dichte (zusammen 118 Nester bzw. 301 Individuen, – im Vergleich zu 97 Nestern bzw. 205 Individuen im belassenen Windwurf). Beide Autorinnen betonen die Negativwirkung des beschattenden Totholzes – so paradox dies gerade für Ameisen klingt, die ansonsten für ihre positive Affinität zum Totholz bekannt sind! Doch die Sonnenwärme wirkt hier als limitierender Faktor und die Ameisen begnügen sich mit abgesägten Baumstümpfen (49% der Neststandorte auf der geräumten Fläche – im Vergleich zu 12% auf der naturbelassenen). Der Negativfaktor Beschattung kommt auch in der hohen Präferenz deckungsarmer Standorte zum Ausdruck. Nach GARTNER (1994) fanden sich die meisten Amei-

senarten bei einem Deckungsgrad unter 30%, die meisten Nester unter 60%.

Interessanterweise reagieren die vom Sonnenlicht gar nicht abhängigen Nachtschmetterlinge völlig anders auf die Lichtverhältnisse. Wie LEY (1988) nachwies, wird die Flugaktivität dieser Insekten durch den relativ hellen Himmel außerhalb des Waldes gehemmt. Die Fangzahlen bleiben daher im geschlossenen Wald weitgehend gleichmäßig, wenn sich das Vollmondlicht freilich auch hier deutlich negativ auswirkt (mittlere Fangzahl pro Nacht bei Neumond = 79, bei Vollmond = 20). Über der Sturmlichtung wurden aber grundsätzlich nur wenige Tiere gefangen (Neumond = 14–16, Vollmond = 4), was durch die Totholzstrukturen im belassenen Windwurf nicht gemildert wurde. Insgesamt schien die forstliche Maßnahme für diese Schmetterlingsgruppe – zumindest für ausgereifte Imagines – als belanglos, unterschied sich die Artenzahl mit 130 ja nicht von der im belassenen Windwurf. In den Vergleichsflächen waren jeweils 3 und 4 Arten dominant, 23 und 21 Arten subdominant oder rezedent (Diversitätsunterschied nicht signifikant). Diese Mathematik darf allerdings nicht übersehen, daß die Zusammensetzung der Artenausstattung auf den beiden Flächen doch sehr verschieden war bzw. nur 92 Arten beiden Flächen gemeinsam waren (= 55% Artenidentität). In jedem Fall lockten die Sturmlichtungen zahlreiche neue, walduntypische Arten an, so daß deren Artenidentität mit dem Kontrollgebiet „Naturwald“ eher ge-

Tab. 4: Dominanzunterschiede bei Ameisen nach Nestfunden auf belassenem und geräumtem Windwurf (nach GARTNER 1994)

Dominanzklasse	belassener Windwurf	geräumter Windwurf
eudominant (32,0–100%)		<i>F. lemani</i>
dominant (10,0–31,9 %)	<i>F. lemani</i> <i>F. fusca</i> <i>M. ruginodis</i> <i>M. sulcinodis</i> <i>F. sanguinea</i>	<i>F. fusca</i> <i>M. ruginodis</i>
subdominant (3,2–9,9%)	<i>C. herculeanus</i> <i>L. acervorum</i>	<i>C. herculeanus</i>
rezedent (1,0–3,1%)	<i>M. rubida</i> <i>L. niger</i> <i>L. acervorum</i>	<i>M. rubida</i> <i>C. ligniperda</i> <i>F. truncorum</i> <i>M. laevinodis</i> <i>M. sulcinodis</i>

	BWW	AWW	FBF	NW
BWW		92	104	104
AWW	24.40		103	106
FBF	30.23	26.66		127
NW	21.59	24.63	35.65	

Ähnlichkeitsindex K_w

gemeinsame Arten

Abb. 5: Gemeinsame Arten an Nachtschmetterlingen in belassenem (BWW) und geräumtem Windwurf (AWW), im Vergleich zu Wirtschaftswald (FBF) und „Naturwald“ (NW; aus LEY 1988).



Foto 5: Milde Temperaturen und ein reiches Blütenangebot in Kombination mit angemorschten Baumstämmen, wie dies Sturmflächen z.B. bieten, ermöglichen der Baumhummel die Aufzucht ihrer Brut (Foto: Aichhorn).

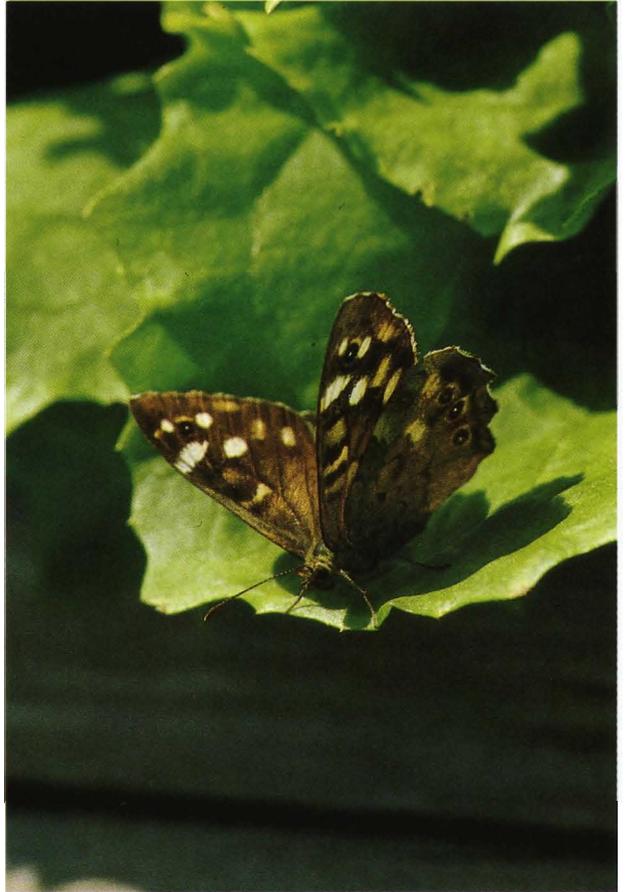


Foto 6: Auf durchsonnten Waldlücken markiert das Waldbrettspiel seine Mini-Revier. Im Gegensatz zu den meisten Tagfaltern des Waldes meidet diese Art die grell besonnten Katastrophenflächen (Foto: Scherzinger).

ring ausfällt (54% mit belassenem und 56% mit geräumtem Windwurf bei jeweils 104 bzw. 106 gemeinsamen Schmetterlingsarten). Das Sturmereignis hat wenigstens 22 Arten begünstigt, die im Wald selten bis gar nicht vorkämen, darunter 3 Waldarten, 3 Arten krautreicher Wiesen, 5 aus Waldlichtungen oder Bachufern und 13 vom offenen Waldrand (LEY 1988).

Für die Langzeitdynamik auf der geräumten Sturmfläche wirkt sich aber die Belastung des Waldbodens durch Schleppereinsatz und Holztransport mindestens so gravierend aus wie die Holzentnahme. In allen Vergleichsflächen zeigten sich massive Bodenverwundung und -verdichtung, wodurch Staunässe und Pflanzen der Schlagflur gefördert wurden, bei gleichzeitiger Schädigung

vorhandener Verjüngung aus dem Vorbestand, was das Konkurrenzverhältnis zwischen den Sämlingen der Weichlaubhölzer und der „Klimax-Bäume“ verschärfte. Bereits 1987 dominierten auf der geräumten Fläche die Feuchtezeiger in der Vegetation mit 65% (im Vergleich zu 50% im belassenen Windwurf, 40% im Naturwald; THEOBALD-LEY 1990). Der angehobene Wasserstand behindert die Ameisen bei der Nestanlage unter Steinen und Erdlöchern, dafür verbessert sich ihr Nahrungsangebot durch die anthropogen geförderte Krautschicht erheblich.

Die Aufräumungsarbeiten durch den Forstbetrieb begünstigen also nicht nur die Bodenvegetation, sie verzögern auch die Naturverjüngung, so daß sonnenliebende Tierarten des Waldbodens, besonders aber Blütenbesucher und alle Nutzer von Kraut- und Strauchschicht hier sehr gefördert werden. Das gilt z. B. für die Hummeln, die im Vergleich zu den 6 Arten im belassenen Sturmwurf die kahlschlagartige Freifläche aufgrund des reichen Blütenangebotes gleich mit 65 Arten besiedeln können (OTTE 1989). Da nur 50% dieser Vielfalt aus dem Wald stammt, müssen wenigstens 30 Arten aus Offenland-Biotopen zugewandert sein. Die Feststellung gilt auch für die Raupen der Nachschmetterlinge, die die hohe Artenvielfalt in der Vegetation (57 Pflanzenarten im Vergleich zu nur 26 auf dem naturbelassenen Windwurf) mit 17 nachgewiesenen Arten (im Vergleich zu 9 im belassenen Windwurf) nutzen. Damit erreicht die Kahlfläche dieselbe Artendichte wie der „Naturwald“ (15 Arten; LEY 1988).

Je besser die Insektendichte, desto höher das Beuteangebot für Laufkäfer, weshalb auch diese Gruppe durch das forstliche Management – hinsichtlich der Artenvielfalt – deutlich begünstigt wird: 4 Jahre nach dem Sturmereignis sammelte OTTE (1989) 20 Arten auf dem geräumten Windwurf (im Vergleich zu 23 auf dem belassenen Windwurf), 7 Jahre nachher waren es schon 27 Arten (im Vergleich zu 22), was auf einen allmählichen Zuzug gebietsfremder Laufkäfer hinweist. Gestützt wird diese Vermutung aus dem geringen Prozentwert der Artenidentität von 6,2% der ge-

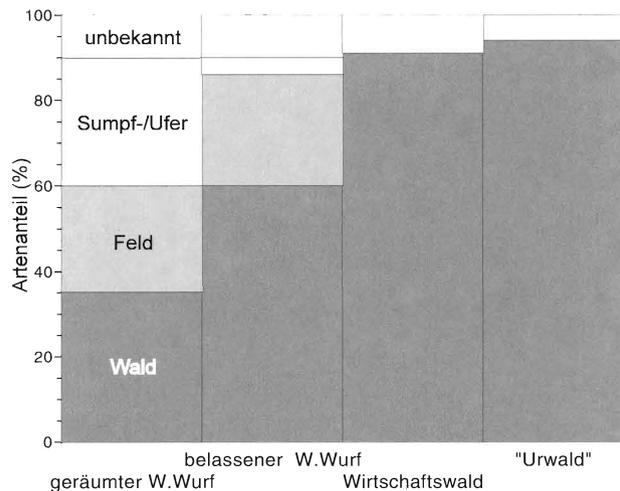


Abb. 6: Biotoppräferenz der Laufkäfer nach den Fangergebnissen: Der Anteil walddispersiver Arten ist im belassenen Windwurf deutlich höher als im forstlich geräumten (aus OTTE 1989).

räumten Fläche im Vergleich zum „Naturwald“ (hingegen 23% bei belassener Fläche; SCHÄFFER 1991)!

OTTE (1989) gelang durch den Einsatz unterschiedlicher Fangtechniken noch ein anderer Weg der Beweisführung: Die Bodenfallen erbrachten auf der geräumten Fläche 50%, die Bodenelektoren (Sammeltrichter für Käfer, die aus dem Boden schlüpfen) 40% an Waldarten (im Vergleich zu 89% bzw. 91% an Waldarten im belassenen Windwurf), die Fensterfallen (Glasscheiben, gegen die freifliegende Käfer anprallen) hingegen 50% weiträumig agierender Feldarten.

Besser noch als die Artenvielfalt bezeugt die Individuendichte die hohe Biotopqualität der Kahlfläche für Laufkäfer. So fing SCHÄFFER (1991) 1990 ebenda 987 Individuen (im Vergleich zu 161 auf dem belassenen Windwurf bzw. zu 238 im Naturwald“), allerdings wird die Masse an Käfern von wenigen, relativ kleinwüchsigen Arten gestellt.

Körpergröße bzw. Körpergewicht sind wichtige Merkmale zur Interpretation der Besiedelungsdynamik, zeigt sich doch bei den Laufkäfern eine er-

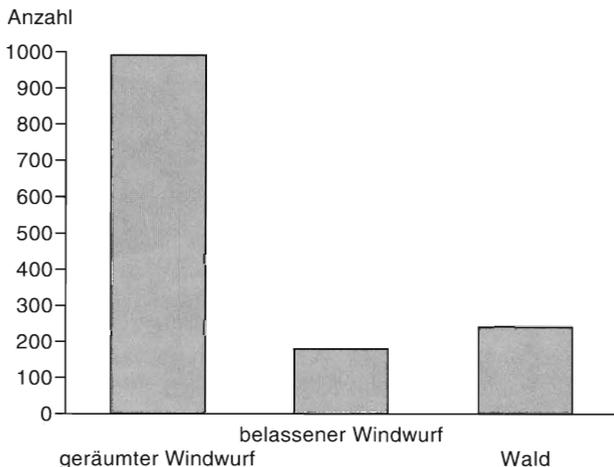


Abb. 7a: Gesamtzahl auf den Vergleichsflächen gefangener Laufkäfer; der geräumte Windwurf zeigt die höchste Siedlungsdichte, der belassene Windwurf erscheint weniger attraktiv als die Waldfläche (dargestellt individuelle Fänge und Mehrfachfänge; aus SCHÄFFER 1991).

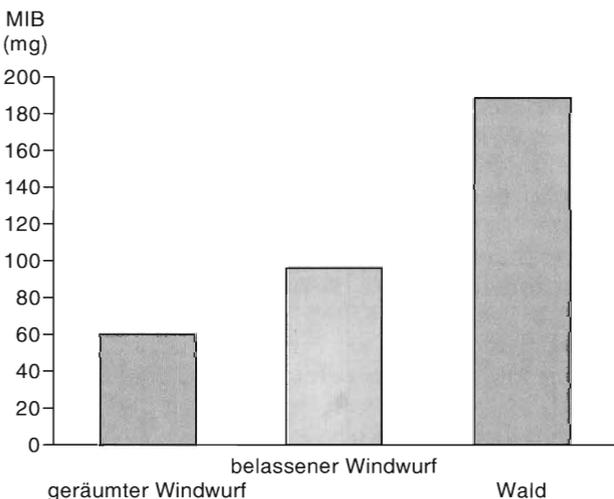


Abb. 7b: Mittlere individuelle Biomasse (MIB) aller gefangenen Laufkäfer auf den Vergleichsflächen; je intensiver die „Störung“, desto kleiner die Käfer, die größten Arten leben im naturnahen Wald (dargestellt individuelle Fänge und Mehrfachfänge; aus SCHÄFFER 1991).

staunliche Korrelation zwischen der Größe der Insektenarten und der Größe der Waldbäume: Die kleinen, wendigen Arten können noch große Flugstrecken zurücklegen, um neu entstandene Lebensräume zu besiedeln. Als typische Pionierarten leisten sie eine enorme Vermehrungsrate, so daß eine Störungslücke rasch besetzt ist. Je älter ein Wald, desto „reifer“ die Lebensgemeinschaft der Waldböden und desto gleichmäßiger und ausgeglichener die Lebensbedingungen unter dem Kronendach. Altwaldarten unter den Laufkäfern sind daher in der Regel groß, eher schwerfällig, durch Langlebigkeit und relativ geringe Reproduktion gekennzeichnet.

OTTE (1989) fand als jeweils häufigste Größenklasse Laufkäfer mit 7,8 mm im geräumten Windwurf (16,7%), mit 8–15 mm im belassenen Windwurf (58,3%), im Vergleich zu 15–22 mm im „Naturwald“ (50% der Fänglinge). SCHÄFFER (1991) kommt zu einer entsprechenden Reihung nach Gewichtsklassen, wobei bereits der Durchschnittswert aller an einem Standortstyp gefangenen Käfer (mittlere individuelle Biomasse = MIB) den Trend widerspiegelt: 61 mg im geräumten, 96 mg im belassenen Windwurf und 189 mg im naturnahen Altbestand.

Die verblüffende Relation von großen Käfern und dicken Bäumen hat sich bisher für recht unterschiedliche Waldgesellschaften bestätigt. Aus diesem Blickwinkel erweist sich die Wohngemeinschaft der Laufkäfer im naturbelassenen Windwurf als sehr konservativ, da unter dem Verhau aus Sturmholz sowohl ein höherer Anteil an Waldarten als auch an großen Arten überlebt. Der ausgeräumte Windwurf, mit seiner waldfernen Kahlschlagscharakteristik verliert hingegen die walddtypischen und großen Arten, erfährt dafür eine völlig neue Artenausstattung durch Pioniersiedler aus der freien Landschaft. Diese Ergebnisse nehmen bereits den wesentlichen Aspekt zur vergleichenden Interpretation der Sukzessionswege naturbelassener und forstlich gepflegter Störungsflächen vorweg.

In Abhängigkeit zum Angebot an Käfern, Spinnen und an Pflanzenmasse entwickeln sich auch die

Bestände der Kleinsäuger auf der künstlichen Kahlfäche auffällig anders als im belassenen Sturmwurf: Die maschinelle Störung des Bodens begünstigt – zusammen mit der deckungsfreien Besonnung – die Entfaltung von Graspolstern, dichter Krautvegetation und üppiger Schlagflur aus Hochstauden. Solche Flächeneinheiten werden vor allem von Wühlmäusen präferiert (Kurzohrmaus, Erdmaus). Feuchte Stellen mit krautreicher Vegetation lieferten nach SCHÖN (1990) die höchsten Fangzahlen an Wald- und Zwergspitzmäusen, die im Windwurf somit wesentlich günstigere Lebensraumbedingungen vorfinden (mittlere Zahl der Fänge je Fangtermin = 17,4 Waldspitzmäuse und 8,4 Zwergspitzmäuse) als im Wald (je 2,0 und 0,7 Fänglinge pro Fangtermin).

Soweit Himbeergebüsch und Jungbäume eine Strauchschicht bilden, kann dort die Rötelmaus leben. Die Langschwanzmäuse hingegen durchstreifen das gesamte Gebiet, bevorzugen aber Wald-ränder bzw. baumbestandene Restflächen. 1 und 2 Jahre nach dem Sturmwurf – bzw. der forstlichen Pflegemaßnahme – registrierte LEIBL (1989 b) 10 Kleinsäugerarten auf der geräumten Fläche im Bergmischwaldbereich bzw. 7 im Aufichtenwald (im Vergleich zu jeweils 7 bzw. 9 Arten im belasse-

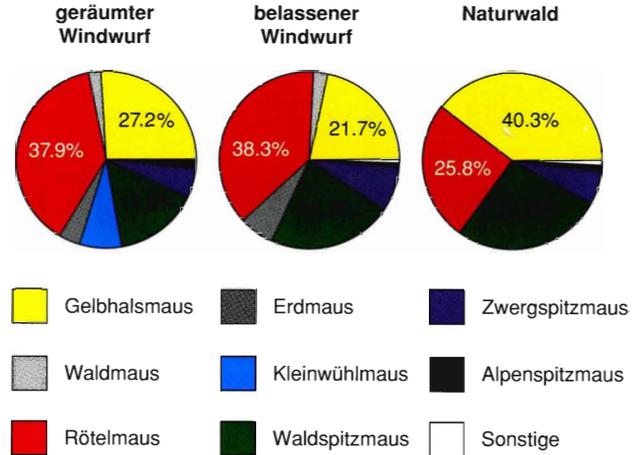


Abb. 8: Prozentuale Anteile einzelner Kleinsäuger-Arten auf den Vergleichsflächen „geräumter“, „belassener“ Windwurf und „Naturwald“; die ausgewogensten Proportionen weist der naturnahe Altbestand auf (Angaben für 1988; aus HERRCHEN 1989).

nen Windwurf). Nach 5 Jahren waren es in der gepflegten Fläche der Hanglage bereits 12 Arten (9 in der belassenen; HERRCHEN 1981). Allein der Vergleich der Siedlungsdichten zeigt die grundlegende Verschiedenartigkeit der Lebens-

Tab. 5: Dominanzveränderung bei Kleinsäufern in % im Laufe der Vegetations-Sukzession auf Windwurf (aus HERRCHEN 1989 und MÜNCH 1990)

	1984			1985			1987			1988			1989	
	WWg	WWb	NW	WWg	WWb									
Rötelmaus	10	-	-	18	25	-	25	34	-	38	38	-	28	37
Gelbhalsmaus	28	19	-	47	24	-	53	38	-	27	22	-	54	48
Erdmaus	2	4	-	2	2	-	12	14	-	3	6	-	2	2
Kurzohrmaus	-	-	-	-	-	-	2	-	-	9	-	-	0,2	0
Waldspitzmaus	13	18	-	8	14	-	6	12	-	-	23	26	8	8
Zwergspitzmaus	47	38	-	16	29	-	1	2	-	4	7	5	1	1
Alpenspitzmaus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	0,5	0

WWg = Windwurf geräumt
 WWb = Windwurf belassen
 NW = Naturwald

räume „geräumter“ und „belassener“ Windwürfe auf: GRIESINGER & GÜSTEN (1987) ermittelten einen Herbstbestand von 120–210 Gelbhalsmäusen, 65–120 Rötelmäusen und 55–65 Erdmäusen je ha auf der Freifläche im Bergmischwald (Summe = 240–395 Ex/ha, im Vergleich zu 150–200 Ex/pro ha im Sturmverhau). Das Aufschaukeln zu maximalen Fangzahlen im geräumten Windwurf hält noch 1988 an (HERRCHEN 1989). Im Folgejahr beobachtet MÜNCH (1990) ein Gleichziehen der Dichte mit maximal 91 Ex/ha im geräumten bzw. 89 Ex/ha im belassenen Windwurf. Gleichzeitig erfolgte eine Umschichtung der Dominanzverhältnisse, von den Insektivoren als rasch reagierende Erstbesiedler zu den Nagetieren, von denen wiederum die Grasfresser unter den Wühlmäusen als erstes abgedrängt werden.

Die Vögel hingegen, landläufig als besonders feinfühlig Indikatoren für Lebensraumveränderungen dargestellt, interessieren sich erstaunlich wenig für die Sturmflächen. Einzelne Arten aber profitieren von den neuen Ressourcen erheblich: So fällt der erste Bruterfolg ausgewilderter Habichtskäuze just mit dem Aufschaukeln der Kleinsäugerpopulation auf dem „geräumten“ Windwurf zusammen. Da auch in anderen Teilen des Inneren Bayerischen Waldes Habichtskauzpaare seßhaft wurden, deren Brutplatz jeweils im Wirkungsbereich von Wiesen, Kahlschlägen oder Sturmflächen gewählt wurde, scheint hier ein logischer Zusammenhang gegeben.

Mit dem Hochschießen des Pionierwaldes nimmt die Bodenbeschattung wieder zu – zu Ungunsten der Krautschicht bzw. der Wühlmäuse, dafür wandelt sich der Sturmwurf zunehmend zum Haselhuhnbiotop. Diese scheuen und stets auf gute Deckung bedachten Vögel finden zwar im „geräumten“ Windwurf das eindeutig bessere Nahrungsangebot (Krautschicht und Beerensträucher, Vogelbeerbäumchen, Birke und Ameisen), werden aber den „belassenen“ Windwurf allein schon wegen der größeren Sicherheit im Sturmverhau bevorzugen. Als Folge der großflächigen Sturmereignisse im Bayerischen Wald um 1872 breitete sich sogar das Birkhuhn im Mittelgebirge aus, dem vor

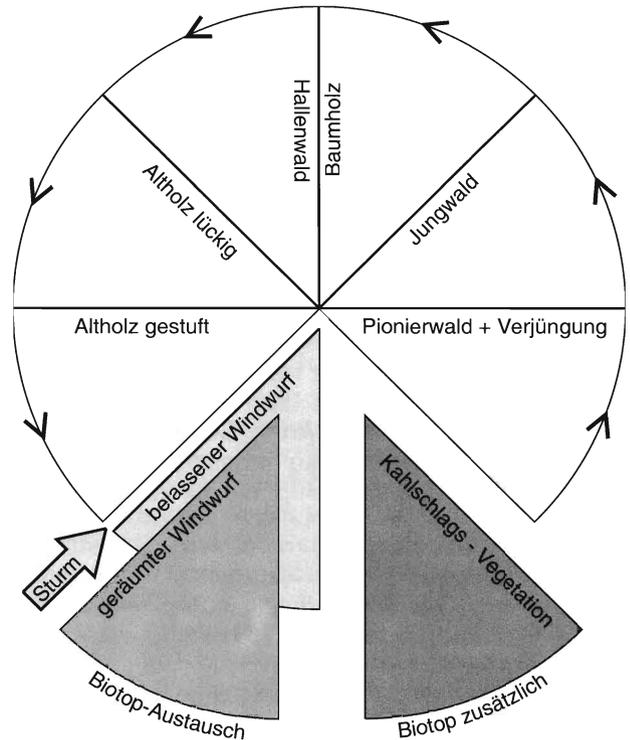


Abb. 9: Innerhalb langfristiger Waldentwicklung sichert die natürliche Wiederbewaldung auf der belassenen Sturmwurffläche den schnellstmöglichen Wiederaufbau von Waldbiotopen, während die forstliche Pflege – durch „Räumen“ der Katastrophenfläche – völlig neue, z. T. walduntypische Lebensräume herstellt, und den Sukzessions-Zyklus damit verlängert (Schema; SCHERZINGER Orig.).

allem die „abgeräumten“ Kahlflächen mit reicher Bodenvegetation und dichtem Birkenwuchs einen rasch vergänglichen Lebensraum bieten konnten (vgl. MEYER 1967).

Von den Singvögeln gibt es keine aktuelle Erhebung, die mit der Erstaufnahme von LEIBL (1988) vergleichbar wäre, doch läßt sich aus Zufallsbeobachtungen ein deutlicher Dichteanstieg bei Laubsängern und Rotkehlchen erkennen. Die Schwanzmeisen – als Buschbrüter – werden den hochschießenden Jungwald sicher auch nutzen

können, doch reichen die Hinweise für eine differenzierte Betrachtung „geräumter“ und „belassener“ Störungsgebiete nicht aus.

Insgesamt läßt sich aber bereits jetzt die Schlußfolgerung ziehen, daß die Erwartung von forstlicher Seite, die Rückführung der Sturmfläche zum „Klimax“-Wald durch Abräumen des Schadholzes beschleunigen zu können, aus dem Flächenvergleich ganz sicher keine Bestätigung findet: Tatsächlich induziert die Pflegemaßnahme eine Entwicklung völlig neuer, kahlschlagartiger Biotope, wie sie im Verlauf natürlicher Waldentwicklung gar nicht auftreten würden. Die Fauna beantwortet dieses ungewöhnliche Angebot mit dem Zuzug zahlreicher, zum Teil walduntypischer Arten. Da die „geräumte“ Fläche mehr Sonne auf den ungeschützten Boden läßt, und damit gleichzeitig die Umsetzung der

Nährstoffvorräte im Boden beschleunigt werden, wirkt die „naturfremde“ Fläche besonders attraktiv für Ameisen und Hummeln; Mäuse kommen vorübergehend zur Massenvermehrung.

Die Verzögerung des Kronenschlusses auf der Pflegefläche kommt einer Reihe von „Katastrophenarten“ zugute, ganz besonders aber den großen Pflanzenfressern wie Reh, Rothirsch – in früheren Zeiten wohl auch dem Elch –, die in dieser Diskussionsschrift aber nicht einbezogen sind. – Zur Abmilderung dieser unerwünschten Entwicklung werden entsprechende Sturmflächen im Forstbetrieb in der Regel auch nicht der natürlichen Sukzession überlassen sondern aufgeforstet. Entgegen der forstlichen Prognose läuft die sukzessive Wiederbewaldung auf der „belassenen“ Fläche deutlich schneller ab.

3 Der Tragödie zweiter Teil

Nach dem Prinzip einander gegenseitig umschubsender Dominosteine, löst auch ein Sturmwurf eine Kettenreaktion von Folgeentwicklungen aus: Nicht genug, daß ganze Waldbestände durch die Sturmgewalten niedergerissen werden (**Primäreffekt**) und die Störungsflächen von ganz neuen Lebensgemeinschaften in Besitz genommen werden (**Sekundäreffekt**), fungiert das Sturmholz selbst als Ausgangspunkt waldschädigender Prozesse, die weit über die ursprüngliche Störstelle hinaus greifen können, wie Borkenkäferbefall und Holzverpilzung (**Tertiäreffekt**).

Wenn Schadinsekten, wie die Borkenkäfer, in einem Wald – auch von Natur aus – stets vorhanden sind, so können sie doch nur in Zusammenhang mit besonders günstigen Umfeldbedingungen zur Gradation kommen: Viel „Brutmaterial“ – wie frisch geworfene Fichten, günstige „Bruttemperaturen“ – wie eine Serie von überdurchschnittlich warmen Sommern, hohes „Populationsniveau“ – wie es sich aus vorigen Umständen aufbauen kann. Diese Voraussetzungen waren zwischen 1983 und 1986 im Nationalpark durchaus gegeben, so daß es hier 1989 tatsächlich zur Kalamität kommen konnte (vgl. SCHOPF & KÖHLER 1995, STRUNZ 1995).

Ist der Bestand von Buchdruckern, Kupferstechern, Nutzholzbohrern erst einmal hochgeschraubt, ist ein weiterer Befall entsprechend disponierter Bäume praktisch nicht mehr aufzuhalten, und an allen Sonnenhängen, Trockenlagen, Sturmkannten, Felsbuckeln und exponierten Waldrändern bilden sich „Käferlöcher“, die selbst wieder das Sturm- oder Brandrisiko in einem Waldgebiet steigern können (vgl. FLEISCHER 1877, BARBOSA & SCHULZ 1987). – Wo in den windausgesetzten Kammlagen des Grenzgebirges die Schadeinflüsse luftverfrachteter Emissionen mit dem Siedungsdruck der Borkenkäfer überlagern, scheint der Fortbestand des Bergwaldes ernsthaft gefährdet – und entstehen überall anthropogen gestörte Lebensräume, deren Ausmaß und Qualität heute noch niemand abzuschätzen weiß.

Da all diese Phänomene nur unzureichend erfaßt, vor allem aber in ihrem ursächlichen Zusammenhang weitgehend unbekannt sind, muß sich diese Diskussion auf Einzelaspekte beschränken, so weit sie den „Tertiäreffekten“ des Sturmereignisses zugeordnet werden können.

Entsprechend der stärkeren Besonnung im Wipfelbereich alter Fichten bohren sich die Borkenkäfer dort als erstes ein, meist sind es Kupferstecher. Im zentralen Stammstück siedeln hauptsächlich Buchdrucker, an der Stammbasis zehrt vor allem der Nutzholz-Bohrer vom Bast der sterbenden Bäume. Kein Baum scheint diesen Winzlingen zu groß, doch meiden sie im allgemeinen junge Bestände. Sehr viel eher als der menschliche Beobachter erkennen Spechte den Befall – völlig gesund erscheinender Fichten – durch Borkenkäfer. Schon im ersten Winter, wenn die Benadelung noch füllig wirkt, stemmen Schwarzspechte etwa Handteller große Borkenplatten vom Stamm. Sie beginnen in der Höhe des Kronenansatzes und legen Stück für Stück das Holz frei. Schon nach kurzer Zeit häuft sich ein Ring aus Borkenstücken um den abgestorbenen Baum. Entsprechend der Besiedlungssukzession der Insekten kommt der Stammfuß zuletzt dran, mitunter erst im zweiten oder dritten Jahr nach Einsetzen der letalen Schädigung.

Der Dreizehenspecht geht wesentlich „systematischer“ vor und sucht lieber unter den Borkenschuppen, in Ritzen und an freigelegten Stammteilen, doch stemmt auch er die Borke bis aufs nackte Holz ab. Weniger zügig geht die Borkenkäferjagd in der Baumkrone voran, an der sich vor allem Buntspechte beteiligen: Kletternd, hängend und seitwärts angeklammert suchen die Spechte Ast für Ast ab, eine mühsame Feinarbeit, bei der der winzige Kleinspecht auch noch äußerste Zweigenden nutzt. Interessant ist, wie schnell Kleinvögel – wie Meisen, Kleiber, Baumläufer und Goldhähnchen, aber auch der clevere Eichelhäher – die versteckte Beutequelle erkennen und versuchen, möglichst viele der von Spechten freigelegten Insekten zu erhaschen.

Bei entsprechendem Massenangebot vergessen selbst die zänkischen Spechte ihren Revieran-

spruch, ja sie scheinen eine enge Nachbarschaft unterschiedlicher Arten nicht nur zu dulden sondern sogar zu suchen. Zur Zeit des Kalamitätsgipfels stellte ich im Winter 1989/90 auf einer Probe- fläche in oberer Hanglage überrascht Gruppen von 8, 10 oder gar 15 Spechten fest, die regelrechte „Fraßgemeinschaften“ zu bilden schienen. Möglicherweise profitieren die einzelnen Arten von den spezifischen Arbeitstechniken der anderen. Zumin- dest scheint sicher, daß der kräftige Schwarz- specht den kleineren Arten den Zugang zur Insek- tenbeute erleichtert, denn das Abschuppen hun- denter befallener Käfer-Fichten bedeutet jedenfalls „Schwerarbeit“!

Es ist deshalb nur zu verständlich, wenn der Schwarzspecht alles liegen und stehen läßt und sich leichter erreichbarer Beute zuwendet, sobald z.B. Waldameisen mit der Frühjahrsschnee- schmelze wieder aktiv werden. – Die verbreitete Erwartung, daß Spechte die Rolle als effektive Hel- fer bei der Schädlingsbekämpfung im Wald über-

nommen hätten, darf man jedenfalls nicht zu eng auslegen. Im Beispiel der rund 80 ha großen Kon- trollfläche ließen die Schwarzspechte, von denen im Winter bis zu 6 Individuen an der Borkenkäfer- Ausbeutung engagiert waren, wenigstens 30% des bruttauglichen Borkenmaterials an den „Käfer- bäumen“ zurück (SCHERZINGER 1993).

In diesem Zusammenhang muß auf die sehr ver- schiedenen Qualitäten kränkelder, sterbender, frischtoter Bäume bzw. abgewitterten oder vermo- derten Totholzes – als biotopbildendes Substrat für die Tierwelt – hingewiesen werden. SCHUSTER (1985) versuchte, das Beutepotential für Vögel an Baumstämmen zu eruieren: Mit Hilfe spezieller dicht abschließender Fallentrichter, in denen sich alle am Stamm landenden und heraufkletternden Insekten verfangen sollten, gewann sie an leben- den Fichten 30073 Fänglinge, vorwiegend Collembolen (Springschwänze aus der Gruppe der „Urin- sekten“), 1,2mal mehr als auf toten Fichten (25041 Fänglinge, vorwiegend Milben, Staubläuse); ganz

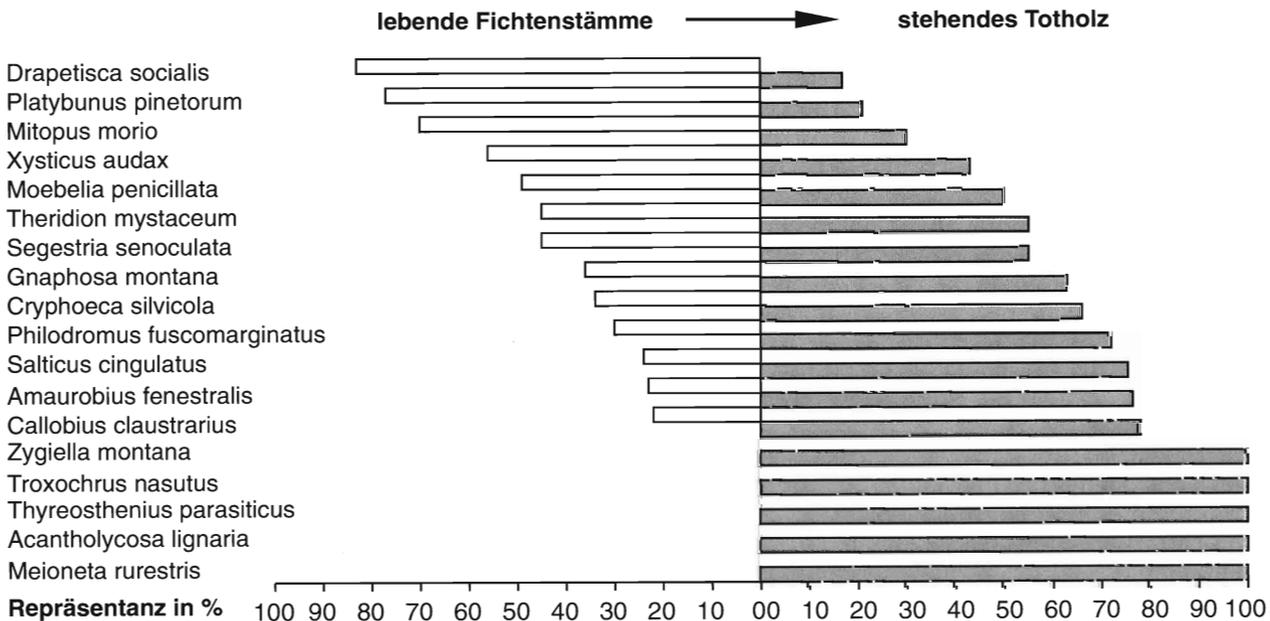


Abb. 10: Artenwechsel in der Besiedlung lebender bzw. abgestorbener Fichtenstämme durch Spinnen (aus WEISS 1994).

anders bietet sich das Bild für siechende Fichten, deren Abwehrkräfte durch Borkenkäferbefall überwältigt wurden.

Nach den Fangergebnissen von WEISS (1995), der kleine Fangbecher an verschiedenen gestreßten Fichtenstämmen montiert hatte, findet sich ein skurriles Heer aus Raubfliegen, Schlupfwespen, Milben und Maden, Schwebfliegen, verschiedensten Käfern, Tausendfüßlern und Collembolen zum Leichenschmaus ein. Schwerpunkt dieser Betrachtung aber sind die Spinnenartigen, von denen sich auf „Käferfichten“ 57 Spinnenarten und 6 We-

berknechtarten im Aufichtenwald, bis zu 63 Spinnen und 9 Weberknechte im Bergmischwald und 43 Spinnen und 7 Weberknechte im Fichtenhochlagenwald nachweisen ließen (von insgesamt im Nationalpark festgestellten 292 Spinnen- und 14 Weberknechtarten).

Sowie die Borke des vertrocknenden Baumes abfällt, das Holz abdürft und durch Hitze und Wind rissig wird, ist das Schlaraffenland wieder verloren, und die Spezialisten für stehende Dürrlinge nehmen von dem gewandelten Substrat Besitz; unter den Spinnen sind dies immerhin noch 53 Arten.



Foto 7: Durch Borkenkäferbefall abgetötete Waldteile leiten eine völlig andere Besiedlungssukzession durch Pflanzen und Tiere ein, da sich eine neue, lichtliebende Lebensgemeinschaft bereits vor dem Umbrechen der abgewitterten Baumskelette einstellen konnte (Foto: Scherzinger).

Dieser Befund erklärt auch, wieso die Beobachtungshäufigkeit für Spechte nicht am „toten“ Baum sondern am „geschädigten“ Baum jeweils am höchsten ist. Auf der bereits erwähnten Kontrollfläche „Spitzberg“, knapp unter dem Grenzkamm, ergab die Spechtinventur 1974–1977 nur 1 Paar Dreizehenspechte und als Gelegenheitsgäste einzelne Buntspechte. Auf dem Höhepunkt des Borkenkäferbefalls lebten hier 1989 wenigstens 5 Paare Dreizehenspechte und 6 Paare Buntspechte, neben bis zu 6 Schwarzspechten, einzelnen Grau-, Weißrücken- und Kleinspechten. Bis heute hat sich der Totholzanteil auf dieser Fläche vervielfacht – doch die Spechte machen den Trend keineswegs mit; vielmehr verschwinden sie wieder Stück um Stück mit der Ausdehnung der nackten Dürholzflächen! – Offensichtlich verhindert ein wachsender Deckungsmangel die Nutzung des Insektenangebotes, was die ohnehin geringe Effektivität der Spechte als Borkenkäferfeinde noch weiter vermindert (SCHERZINGER 1995).

Bemerkenswert ist jedenfalls, daß in den großflächig durch Borkenkäfer abgetöteten Waldparzellen eine völlig andere Besiedlungssukzession abläuft als auf den Sturmflächen: Bei allmählicher Entnadelung der Wipfel gewinnt die Bodenvegetation bessere Belichtung – und manches bisher durch Beschattung unterdrückte „Mauerblümchen“ kann zur strotzenden Pflanze heranwachsen. Ganz im Gegensatz zur Sturmfläche profitieren vor allem typische Waldarten, denen die gespenstisch abgedörrten Fichtensäulen noch ausreichend Sonnenschutz bieten.

Wenn der Tod der Bäume auch eher schleichend eintritt und die revoltierenden Naturgewalten nicht so auffällig werden wie beim Sturmwurf, so treten für die Bodenvegetation doch ganz erhebliche, und überraschende Belastungen ein: Rieseln zunächst nur dünne Fichtennadeln zu Boden, so folgen bald große Borkenschuppen, Flechtenbelag und Feinreisig aus der Krone, zuletzt auch derbe Äste. Dieser Streufall breitet eine mehrere Zentimeter dicke Mulchschicht über den Waldboden – und erstickt die kaum erstarkten Pflanzen auf großer Fläche!

Ein einziges Hagelgewitter in der schwülen Sommernacht und die Ahornkeimlinge sind entlaubt, die Farne zerhäckselt und der Milchlattich tief geschlitzt; die blanken Skelette der erstarrten Bäume bieten keinen Wetterschutz mehr – und so scheint es dem puren Zufall überlassen, ob ein Büschel Heidelbeerkraut, ein Ausläufer vom Bärlapp oder ein Horst dichtgedrängter Fichtensämlinge diese drastische Lebensraumveränderung überdauert. Nach 8–10 Jahren läßt sich ein erster Verjüngungsschub in den Kalamitätsflächen erkennen: Zwischen Weidenröschen und Himbeergesträuch keimen Fichten aus dem Samenfall des ehemaligen Waldes, vereinzelt kämpft sich auch eine Buche durch, der sonnig freigestellte Bergahorn treibt Stockausschläge von der Stammbasis. Inzwischen haben Pilze das Stützgerüst der Fichten mürbe gemacht, und auch die dicksten Stämme knicken mitten entzwei. Über und über getürmt bildet sich ein wirres Gebälk aus toten Fichten. Der dürre Wald sackt in sich zusammen, ganz ohne Sturm oder gewaltsame Einwirkung. Dieser neue Abschnitt in der



Foto 8: Ein erheblicher Anteil der Waldfauna ist auf eine immer wiederkehrende Öffnung des Kronendachs ansonsten tief beschattender Wälder angewiesen, speziell die sonnenbedürftigen Reptilien, wie die Waldeidechse (Foto: Scherzinger).



Foto 9: Von großflächigem Bestandszusammenbruch profitieren die sogenannten "Katastrophenarten", von denen der Baumpeper ein typischer Brutvogel auf Sturm- und Brandflächen im Walde ist (Foto: Aichhorn).

Entwicklung der Störungsfläche ist durch ein hohes Angebot von Strukturen und Totholz, blütenreiche Hochstaudenhorste und erstarrte Trupps von Jungbäumen gekennzeichnet; Pionierwald findet keine guten Bedingungen, doch treibt die anspruchslose Vogelbeere zu dichtem Buschwerk. Leider fehlen aus diesem ungewöhnlichen Lebensraum Grundlagendaten zur Tierwelt, doch ist eine mehrjährige Erhebung der Totholznutzer ab 1995 geplant. Einzelne Aspekte können aber bereits jetzt aus der Siedlungsdynamik der Vogelwelt abgeleitet werden. Entsprechende Kartierungsergebnisse liegen für die bereits genannte Kontrollfläche unter dem „Spitzberg“ (SCHERZINGER, unveröffentlicht) und für einen Höhen transekt aus dem internationalen Monitoring-Projekt ECE unter dem „Plattenhauser Riegel“ vor (DIEPOLDER, unveröffentlicht): Die Schädigung durch Borkenkäfer trifft zunächst die Randbäume an Sturmschneisen, tötet dann Fichtengruppen an besonders ungünsti-

gen Standorten ab und frißt sich letztlich in die noch grün verbliebenen Restflächen, so daß sich die Bestandsvernichtung über mehrere Jahre hinzieht. Neben dem kurzfristigen Aufleben der Spechtpopulation am Höhepunkt der Gradation ist zunächst auch eine Zunahme des Waldbaumläufers zu beobachten. Sogar Kreuzschnäbel und Zeisige beteiligen sich am Käferschmaus. Mit dem Abnadeln der Fichten verlieren aber die typischen Nadelwald-Arten ihren Lebensraum, und Wintergoldhähnchen, Tannen- und Haubenmeise erleben drastische Bestandseinbrüche. Auch Rotkehlchen finden jetzt kaum noch genügend Deckung. Stehen die Bäume erst einmal in ihren blanken Holzskeletten da, werden auch Baumläufer und Kleiber verdrängt. Am wenigsten scheint die Tragödie dem Buchfink auszumachen.

Mit dem Einsturz der Dürrlinge bilden sich grell besonnte Lichtungen, aus denen die Baumstümpfe wie faule Zähne herausragen. Im Verhau eines solchen „Sekundärbruchs“ fühlt sich der Zaunkönig besonders geborgen, seine Dichte steigt auffällig. Als Neusiedler treffen zuletzt Baumpeper und Gartenrotschwanz – eigentlich Waldsteppenarten – ein. Mit dem Grünen Laubsänger hat sich in dieser gestörten Waldfläche sogar ein „exotischer“ Gast niedergelassen, normalerweise ein Charaktervogel der lückigen Taiga im hohen Norden (SCHERZINGER 1980). Bei großen Flächen versucht der Mäusebussard sein Jagdglück, der im vordem dichten Wald keine Chance gehabt hätte. In den Randbereichen kontrolliert das Auerhuhn die gestiegene Beerenproduktion der Heidelbeere. Neu ist in dieser Höhenlage auch das Wildschwein, das vom Reichtum Totholz-besiedelnder Pilze (z. B. 1994 Massenentfaltung von Hallimasch) und dem eiweißreichen Wurzelgeflecht der Weidenröschen angelockt wird. Die frischen Vogelbeerbäumchen sind für umherstreifende Hirsche attraktiv. – So hat die Insektenkalamität im Bergwald einen auffälligen Artenwechsel eingeleitet.

4 Angebot und Nachfrage

Um die im Titel gestellte Frage, wie Tiere eine Sturmkatastrophe bewältigen, beantworten zu können, müßte man zunächst – für jede einzelne Tierart – prüfen, welche Bedeutung für sie der abrupte (z. B. Sturmwurf) oder schleichende Wechsel (z. B. Borkenkäferbefall) der Lebensraumbedingungen tatsächlich hat. Aus der bisherigen Schilderung des Zu- und Abwanderns bzw. Vor- und Abdrängens einzelner Arten im Verlaufe der Sukzessionsdynamik auf den Störungsflächen geht das Grundsatzproblem der ökologischen Einnischung der Einzelarten nur ansatzweise hervor: Käfer oder Mäuse, Spinnen oder Vögel nutzen ja gar nicht den „Wald“ oder die „Sturmfläche“, den „Kahlschlag“ oder das „Käferloch“ als Lebensraum, – eine solche Zuordnung entspricht ausschließlich dem menschlichen Blickwinkel.

Vielmehr benötigen die Tierarten nur ganz bestimmte Bausteine aus der Angebotsfülle, soweit sie diese in einer jeweils artspezifischen Kombination zum arttypischen Habitat verknüpfen können. Der Schwarzspecht z. B. benötigt mehrere starke Bäume zum Höhlenbau (im Bayerischen Wald bevorzugt Buche mit möglichst hohem, astfreiem und glattrindigem Stamm), weitklingende Trommelhölzer, ausreichend Deckung als Schutz vor dem Habicht, sowie morsche Hölzer zur Nahrungssuche (Substrate für totholzbewohnende Insekten, Käferlarven, kernfaule Bäume mit Roßameisenstaaten), vor allem aber sonnige Waldlichtungen mit zahlreichen Kolonien von Waldameisen. Was sich sonst noch tut im Wald, und ob die Jagdgebiete natürlich entstanden sind (z. B. Sturmwurf, Waldbrand, Schälen und Verbiß durch große Huftiere) oder durch den Forstbetrieb (Hiebsflächen, Nadelholzpflanzung, Forstwege, Rückeschäden, Wildwiesen) scheint dem Specht zunächst egal.

Jedenfalls verliert sich die Zuordnungsmöglichkeit von Artvorkommen zu bestimmten Waldgesellschaften, Altersklassen, Strukturtypen etc. um so eher, je kleiner die Tierart ist. – Umgekehrt reagieren die Tierarten auf kleinräumige Veränderungen

in einem Waldlebensraum um so empfindlicher, je kleinräumiger ihr Aktionsradius ist. Zur Interpretation der tierischen Reaktionen auf die „Störung“ müßten also die jeweils ökologisch-relevanten Parameter bekannt sein, die die Lebensraumeignung für eine Tierart ausmachen. Entsprechende Kenntnisse liegen am ehesten für die Vogelwelt vor, in groben Zügen auch für die Kleinsäuger, selbst bei den Ameisen gelingt die Zuordnung bestimmter Standortverhältnisse zu den jeweiligen Ansprüchen der Einzelarten noch einigermaßen. Für eine derartige Differenzierung nach Habitat-Bausteinen reicht aber die Kenntnis über die Ansprüche von fast 300 Spinnenarten, über 220 Nachtschmetterlingen oder 60 Hummeln, 40 Laufkäfern etc. – wie sie bei den Aufsammlungen im Nationalpark bisher nachgewiesen wurden, bei weitem nicht aus!

4.1 Wie es Euch gefällt

4.1.1 Licht und Schatten

Ein wesentliches Biotopkriterium ist die Besonnung, von der sowohl Pflanzenwachstum als auch Temperaturverhältnisse abhängen. Da mit dem Grad der Belichtung die Produktion der Kraut- und Strauchschicht angeheizt wird, profitieren alle

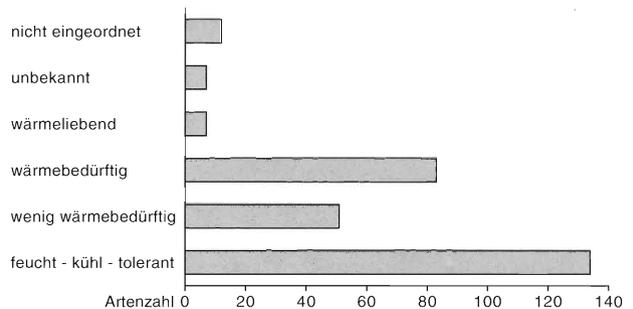


Abb. 11: Anpassungstypen in der Spinnenfauna des Nationalparks Bayerischer Wald hinsichtlich der Temperaturpräferenz (Einteilung nach BUCHAR 1992; aus WEISS 1994).

Pflanzenfresser und Blütenbesucher bodennaher Schichten von der Öffnung des Kronendaches, ganz besonders von der Beseitigung des beschattenden Sturmholzes (z. B. Regenwürmer, Nagetiere, Raupen, Ameisen, Hummeln), – völlig unabhängig von der „Naturnähe“ dieses Vorganges. Insektenfresser (Spitzmäuse, Spinnen, Laufkäfer, Fledermäuse), kleine Raubtiere (Wiesel, Hermelin) oder Kleineulen sind dann sekundäre Nutzer des gesteigerten Angebotes.

Innerhalb der Bodenvegetation verteilen sich Erd- und Kurzohrmaus auf die grasreiche, niedrige Krautschicht, wie sie hauptsächlich auf dem schlepperbefahrenen Kahlschlag geboten wird, und Wald- wie Rötelmaus auf die strauchreichen Teilflächen, wie sie vor allem durch Bodenverwundung gefördert werden. Tiere, die den grellen Wechsel zwischen Tag- und Nachttemperatur auf der Sturmfläche nicht vertragen und schattig-kühle Bereiche bevorzugen, können auf dem „blassenen“ Sturmwurf überdauern (z. B. Mollusken), sind auf der „ausgeräumten“ Fläche aber im Nachteil.

Die geräumte Kahlfläche bietet durch zunehmende Stauwärme eine neue Kombination von Umweltkriterien: sonnig-feucht, wie sie für Molche, manche Spinnen, Zuck- und Kriebelmücken besonders attraktiv erscheinen.

4.1.2 Totholz

Soweit das ungewöhnlich reiche Strukturangebot auf der Sturmfläche die Funktion von Deckung ausübt, profitieren vom Lagerholz Rötelmaus, Zaunkönig und Luchs; für Rehe ist es eher hinderlich und für alle wärmebedürftigen Arten scheidet der beschattende Sturmverhau als Lebensraum aus, so begehrt das Totholz als Substrat auch wäre (z. B. Ameisen). – Ist das Sturmholz erst einmal im Schatten des neuen Waldes zusammengesunken, so entfaltet es als Moder wieder neue Lebensraumqualitäten; jedoch wird die Zahl spezialisierter Tierarten, die ein solches feucht-kühles Substrat nutzen können, noch kleiner (z. B. Tausendfüßler,

Regenwürmer, Nacktschnecken, Molche; vgl. SCHIMITSCHEK 1953).

Für die meisten Insekten ist also die Wärmeeinstrahlung der Sonne ein limitierender Faktor, weshalb freistehende Dürrlinge eine deutlich höhere Attraktivität für solche wärmeabhängigen Lebewesen haben als zu Boden gestürzte Baumleichen. Vor allem erfüllt stehendes Totholz gleichzeitig noch eine Reihe anderer wichtiger Funktionen. So hat SCHUSTER (1985) die Bedeutung solcher Dürrständer als Sing- und Aussichtswarte für Vögel herausgestellt. Außerdem fanden sich 80% aller Brutplätze für Höhlenbrüter auf den Kontrollflächen im Bergmischwald in Dürrlingen, bevorzugt Laubbäumen. – Dieser Zusammenhang erklärt die hohe Dominanz der Höhlenbrüter unter den Vögeln der Urwaldreservate im Inneren Bayerischer Wald, wie sie SCHERZINGER (1985) als besonders charakteristisch für totholzreiche Altbestände beschreibt.

Da mit der abplatzenden Borke auch nutzbare Kleinsttiere von abgestorbenen Bäumen zu Boden fallen, lauern entsprechende „Jäger“ in der Bodenstreu am Stammfuß. WEISS (1994) ordnet



Foto 10: Sterbende Bäume und frisches Totholz verströmen einen Duft, der speziell xylobionte Insektenarten anlockt. Vom spröden und austrocknenden Holz ernähren sich z. B. die teigigen Larven der Bockkäfer (Fichtenbock; Foto: Scherzinger).



Foto 11: Mit Hilfe eines extrem spezialisierten Legebohrers vermag die Riesen-Holzwespe ihre Eier tief im Splintholz abgestorbener Bäume abzulegen (Foto: Aichhorn).

allein 181 Spinnenarten des Nationalparkgebietes den Streubewohnern zu (im Vergleich zu nur 53 Arten auf Baumstämmen), die hier abgestürzte Borkenkäfer, Fliegenlarven oder Collembolen auflesen.

Tab. 6: Verteilung der Höhlenanlagen auf die verschiedenen Baumarten in 2 Vergleichsflächen der Bergmischwaldstufe; deutlich werden Laubbäume präferiert (aus SCHUSTER 1985)

	Lärchenberg			Schwarzachebene		
	% der Höhlenbäume	% Stammzahl	z-Wert, Signifikanz	% der Höhlenbäume	% Stammzahl	z-Wert, Signifikanz
Fichte	3	18	6,00 x	13	3	5,98 x
Tanne	0	0,2	–	31	6	16,17 xxx
Buche	40	59	5,93 x	5	63	2,23 n. s.
Bergahorn	23	14	8,41 xx	–	–	–
Spitzahorn	10			–	–	–
Ulme	23	5	12,69 xxx	–	–	–

Aus den letzten 10 Jahren hat sich ein umfangreiches Schrifttum zur Totholzfauna angehäuft (vgl. SAMUELSSON et al. 1994), das als Argumentationsstütze für eine „naturnähere“ Bewirtschaftung der Wälder wichtig ist, da diese unauffällige – gleichzeitig hochgradig bedrohte – Randgruppe der „Xylobionten“ meist übersehen wird. So lange entsprechende Daten aus dem Nationalpark fehlen, scheint mir eine vergleichende Diskussion zur Nutzung des Totholzes durch die Tierwelt als verfrüht.

4.1.3 Gras und Kraut

Hinterläßt eine Sturmkatastrophe entwurzelte Bäume, gebrochene Schäfte und geborstene Kronen, so wirkt sich die Vielfalt an „Störungen“ in einer Vielfalt an kleinräumiger Standortdifferenzierung aus: Tiefgründig aufgewühlter Erdboden, bloßgelegte Felsbrocken, Graspolster, Jungbäume und andere Reste der früheren Waldvegetation, von Totholz abgedeckter Waldboden, Borkenstücke, Astmaterial etc. Die sukzessive Begrünung der Störungsfläche läuft in enger Reaktion auf diese Diversität an Substraten, überlebenden Pflanzen, ausdauernden Samen sowie Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen ab. – Für die Tierwelt – als unmittelbarer Nutzer dieser Entwicklung – bedeutet dies ein Nebeneinander von Grasbüchten, Farnbüscheln, Staudengewirr, Krautfluren bzw. offenem Boden, Steinen, Hölzern etc. Neben der strukturellen Bedeutung dieses Angebotes liefert es vor allem Nahrung: Vergraste Teilflächen werden von Erdmäusen, verbuschte von Rötelmäusen bevorzugt; krautige Bereiche können von Ameisen, Raupen, Blattkäfern, Läusen, Wanzen, Zikaden, Heuschrecken etc. genutzt werden. Höheres Buschwerk ist für Reh und Hase, aber auch Haselhuhn und Haselmaus interessant. Besondere Attraktivität haben Blüten und Beeren. Daß der „aufgeräumte“ Windwurf in dieser Hinsicht besser abschneidet, liegt sowohl in der reicheren Besonnung als auch in der Störung des Bodengefüges durch die schweren Erntemaschi-

nen, die das Aufkeimen einer raschlebigen „Kahl-schlag“-Vegetation – auf Kosten der bereits etablierten Vorverjüngung der Waldpflanzen – sehr begünstigt.

4.1.4 Wer zuerst kommt ...

Ein Habitat-bestimmendes Merkmal, das nicht an irgendwelche Substrat- oder Standorteigenschaft gebunden ist, liegt in der Arten-Vergesellschaftung bzw. Artenausstattung eines Raumes. So müssen unterlegene Arten, wie z. B. der Sperber, die Jagdgebiete herrschender Arten, wie z. B. des Habichts, allein schon zur Risikominderung meiden. Aus demselben Motiv bevorzugen auch Auerhuhn oder Sperlingskauz die klimatisch rauhen Gebirgslagen, wo der Feinddruck deutlich geringer ist als in nahrungsreichen Niederungen. Ähnlich geht es der Zwergspitzmaus auf Sturmflächen, wo sie günstige Bedingungen vorfindet, aber bald von den größeren Wald-, Alpen- und Sumpfspitzmäusen abgedrängt wird. Diese Besiedlungs-Sukzession setzt sich praktisch permanent fort, mit hohem Tempo in den jungen Stadien eines Standorts (Sturmfläche, Pionierwald), mit verlangsamttem Tempo im Altbestand, und mündet erst im langlebigen Uraltwald in scheinbare „Stabilität“.

Der Prozeß permanenter Veränderung der Artenausstattung und der Dichte-Proportionen in einem Lebensraum – von den Ökologen als „turnover“ bezeichnet – unterstreicht die hohe Dynamik von Waldlebensräumen. Als auffälliges Beispiel habe ich den Wechsel von kleinen Laufkäferarten im Jungwald zu großen Arten im reifen Bestand erwähnt, wie ihn SZYSKO (in SCHÄFFER 1991) als charakteristisch für ungestörte Waldentwicklung hält.

Ist ein Wald gravierend zerstört, so bringt das einigen Pionierpflanzen Vorteile, wenn sie – als Erstsiedler – sofort große Flächen besetzen können, so lange noch keine Standortkonkurrenz herrscht. Natürlich versuchen auch Tiere, den konkurrenzfreien Raum optimal zu nutzen; doch sobald die freigewordenen Siedlungsräume entdeckt sind,

fallen Parasiten, Mitesser, Konkurrenten und Beutegreifer ein. Für Borkenkäfer heißt das z. B., daß sie frische Sturmflächen nicht nur möglichst schnell erkennen und erreichen müssen, um den Lebenssaft der sterbenden Bäume noch optimal zu nutzen, sondern auch ihre Bestandesdichte in möglichst kurzer Zeit zur Gradation hochschaukeln müssen, um noch möglichst viele weitere irgendwie geschwächte bzw. abwehrschwache Bäume befallen zu können, – ehe das Heer aus „Antagonisten“ und „Regulatoren“ nachrückt (vgl. REMMERT 1992).

4.1.5 Maß für Maß

Für die Betrachtung von Angebot (wie Waldbestand, Sturmfläche oder Kahlschlag als Lebensraum) und Nachfrage (durch die Besiedelung mit Tieren) ist jedenfalls wichtig, daß meist keine lineare Korrelation zwischen der Qualität einzelner Ressourcen oder Umwelt-Parameter und der Qualität eines Lebensraumes gefunden werden kann, vielmehr die Einzelkriterien – je nach den Ansprüchen der einzelnen Tierart – hierarchisch angeordnet und in gegenseitiger Wechselwirkung stehen: Noch so viel Totholz kann von Totholzkäfern oder Ameisen nicht genutzt werden, wenn es im Schatten des Kronendaches oder in klimatisch benachteiligten Hochlagen liegt. Noch so reiche Strukturierung – z. B. durch Sturmholz – bleibt für Mäuse oder Vögel bedeutungslos, wenn sie nicht mit hochwertiger Krautschicht bzw. Beeren- oder Knospenangebot etc. verknüpft ist. Noch so reiche Bodenvegetation verbessert die Lebensraumqualität für Waldhühner nicht, wenn sie nicht in räumlichem Verbund mit Deckung, Schlafbaum etc. steht oder wenn ihre Nutzung mit hohem Feindrisiko verbunden ist (z. B. Habicht, Baummartener). Solche Beispiele, in denen Wetterschutz, Bruthöhlen, Sonnenplätze, Wasserstellen, Sandbäder, Jagdwarten, Nachbarschaften und Symbiosen, seltene Pflanzen oder überreiche Beute für die Besiedelung eines Raumes ausschlaggebend sind, könnte man noch viele aufzählen. Die Standort-Parameter

für sich sind eben stets nur ein Teil der erforderlichen Habitat-Textur (vgl. SCHERZINGER 1991)!

All' diesen Überlegungen übergeordnet ist natürlich das Kriterium der Mobilität: Woher kommen

die „Katastrophenarten“, aus welchen Räumen siedeln sie in die Störfläche, welche Distanzen können sie dabei zurücklegen, wie finden sie überhaupt neue Lebensräume? – was in folgendem Abschnitt beleuchtet werden soll.



Foto: Die Siedlungs-Strategie des Haselhuhns ist auf ein Lückensystem aus Baumsturzlücken, Jungwaldhorsten und krautreichen Lichtungen abgestimmt. Dieser heimliche Gebüschbewohner profitiert daher von kleinräumigen „Störungen“ des Waldgefüges (Foto: Scherzinger).

5 Strategie ist alles

Ob ein Sturmereignis als „Katastrophe“ oder als „Chance“ erlebt wird, hängt nicht nur von den Lebensraumansprüchen einer Tierart ab, sondern auch von deren Reaktionsvermögen und Anpassungsfähigkeit. Gerade weil Sturmlücken nicht vorhersagbar, selten und verstreut auftreten und das neue Lebensraumangebot nur von kurzer Dauer ist, muß ein Nutzer immer auf dem Sprung sein. Am besten durchleuchtet ist die Strategie der Rehe: Als relativ anspruchsvolle Pflanzenfresser, die nur leicht verdauliche und energiereiche Nahrung verwerten können, finden diese Huftiere nur wenig geeignete Pflanzen im alten, schattigen Naturwald. Entsprechend gering sind hier Siedlungsdichte und Fortpflanzungsrate, die zur Bestandserhaltung des Rehes eben noch ausreicht. Sobald aber ein Sturmereignis ein wesentlich besseres Pflanzenangebot auf der Störungsfläche entwickelt, benehmen sich Rehe wie „Pioniere“, und steigern nicht nur die Zahl ihrer Kitze, sondern auch den Anteil weiblicher Nachkommen. Damit kann die Siedlungsdichte rasch emporschnellen, um das – ja bloß vorübergehend – verbesserte Angebot möglichst gut auszunutzen (NIEVERGELT 1990).

Im wesentlichen lassen sich 3 Siedlungstypen unterscheiden, die mit ihrer Strategie jeweils einen anderen Lebensraumschwerpunkt innerhalb der langfristigen Waldentwicklung nutzen:

1. Tierarten des Innenwald-Klimas, die – meist als „Spezialisten“ – das relativ geringe Nahrungsangebot des geschlossenen Waldes bestmöglich nutzen, und bei „stabilen“ Verhältnissen auch mit geringer Nachkommenschaft auskommen (sog. K-Strategen). Als typische Altwald-Arten schätzen sie möglichst konstante Umfeldbedingungen (betrifft meist langlebige, große Arten wie etwa Schwarzspecht, Waldkauz, Baumratter, Habicht, Feuersalamander, Hirschkäfer, Nachtschmetterlinge).
2. Tierarten der Störungsflächen, die – meist als Generalisten – auch größere Strecken in kurzer Zeit überwinden können, auf das nährstoffrei-

che Nahrungsangebot mit hoher Nachkommenzahl reagieren und das Sonderhabitat rasch bevölkern (sog. r-Strategen). Als typische „Katastrophenarten“ schätzen sie die Dynamik der Waldsukzession (betrifft meist kurzlebige, kleine Arten wie Spitz- und Wühlmäuse, Kreuzotter, Zaunkönig, Zilpzalp, Heidelerche, Birkhuhn, Waldeidechse, Heuschrecken, Borkenkäfer).

3. Tierarten des Waldlückensystems, die als „Biotopspezialisten“ meist sehr komplexe Kombinationen aus Altwald, Waldverjüngung, Waldrändern und Waldlichtungen benötigen, und – als „Grenzgänger“ zwischen den oft sehr unterschiedlichen Teillebensräumen – sowohl langlebige Altwälder als auch kurzlebige Störungsstellen benötigen (betrifft meist große, seltene Arten wie Schwarzstorch, Habichtskauz, Auerhuhn, Schrei- und Kaiseradler, Bodenspechte, Dachs, Wildkatze, Braunbär, Waldmaus, Siebenschläfer, Waldameisen, walddtypische Tagfalter).

Natürlich gibt es nicht nur Alleskönner, die mit jeder Lebensraumentwicklung zurecht kommen (z. B. Rotfuchs), sondern auch Zwischen-Typen, die als Altwaldarten ebenfalls vom Lückensystem profitieren (z. B. Rauhußkauz, Schwarzspecht), oder Opportunisten, die ihre Strategie nach Bedarf wechseln können (z. B. Reh). – Manche Arten zeigen sich als „Skeptiker“ und verzichten von vorneherein auf Besiedelung so weit verstreuter, nicht allzu großer und obendrein noch kurzlebiger Sturmlichtungen, wo sich eine Revierbegründung offensichtlich gar nicht lohnt. Dazu zählen erstaunlich viele Vögel, die anderswo als Kahlschlags-Folger gelten, im Nationalparkumfeld auch vorkämen, die Störstellen bisher aber gar nicht oder in nur geringem Maße nutzen, wie Feldlerche, Goldammer, Neuntöter, Heidelerche, Steinschmätzer, Baumpeiper, Ziegenmelker (vgl. BÜRGER & HORA 1992).

Sturmwurf, Waldbrand, Borkenkäfergradation, Hochwasser oder Erdbeben, alle diese „Störungen“ sind – wie auch alle anderen Veränderungen im Lebensraum Wald – stets eine „Katastrophe“ für die eine Artengruppe, und gleichzeitig eine

„Chance“ für eine andere Artengruppe der Tierwelt. Es kann gar keine neutralen Entwicklungen geben, soweit sie in irgendeiner Form Habitat-bildende Parameter im Waldbiotop tangieren. (Die heute immer lauter werdende Forderung nach mehr „Stabilität“ im Wald zur Sicherung der Waldfauna, vgl. SPÄTH 1993, SPERBER 1994, übersieht zum Teil die Komplexität der Arteneinischung, da jedes einseitige Waldbau- oder Schutzkonzept eben auch nur eine Seite des faunistischen Artenspektrums stützen kann!)

Während ausgesprochene K-Strategen – im Vertrauen auf die Langzeit-Konstanz „stabiler“ Klimawälder – fast gar keine Fähigkeit für raschen Ortswechsel ausgebildet haben (wie spezialisierte Totholzkäfer; vgl. RAUH 1993), können r-Strategen nur im Zusammenhang mit hoher Mobilität erfolgreich sein. Die Leistungsfähigkeit einzelner Arten ist hier enorm verschieden: So ermittelten HERRCHEN (1989) und MÜNCH (1990) aus Markierungsversuchen als maximale Distanz wiedergefangener Kleinsäuger 0–20 m für die Kurzohrmaus, 10–40 m (maximal 600 m) für die Gelbhalsmaus, 20–30 m für die Erd- und 0–100 m für die Rötelmaus. Alle diese Angaben stammen aus einer Sommersaison, so daß herbsthliches Abwandern nicht zur Geltung kommt.

SCHUH (1994) hat die Wanderstrecken von Mäusen entlang der Nationalparkstraßen erhoben mit maximal 3 km (Männchen) bzw. 3,5 km (Weibchen) bei der Gelbhalsmaus, jeweils 0,5 km bei Erd- und Rötelmaus. Von letzterer Art liegt eine interessante Meldung eines Individuums vor, das östlich Waldhäuser markiert und innerhalb kurzer Zeit unter dem Lusengipfel wieder gefangen wurde (ca. 1,7 km Luftlinie; SALAMON 1990, WEISEL 1990)! Extrem ortsfest scheinen hingegen die Spitzmäuse, von denen eine adulte Waldspitzmaus innerhalb eines Sommers durchschnittlich 61 m, eine Zwergspitzmaus 68 m zurücklegten (SCHÖN 1990).

Diese Distanzen genügen immerhin, daß verschiedene Mäusearten entlang den Straßen – als künstliche Störstellen – bis tief in Waldgebiete vordringen, wo sie von Natur aus möglicherweise gar

nicht vorkämen. SCHUH (1994) fing an Straßenböschungen vor allem schlecht ernährte „Halbstarke“ unter den Gelbhalsmäusen, die von kräftigen Revierbesitzern abgedrängt und zur Abwanderung gezwungen worden waren. Waldwege mit strauchreichem Rand begünstigten 7 Arten, das vergraste Bankett an der Nationalpark-Basisstraße wurde von 5 Arten genutzt; am meisten profitieren Gelbhals- und Rötelmaus, nur gering auch die Erdmaus vom künstlich geschaffenen Schneisensystem des Straßennetzes im Nationalpark.

Borkenkäfer erkennen die Windwurfenster bereits am „Duft“ der sterbenden Bäume; sie sind aber keine Weitstreckenflieger sondern breiten sich im Schrittempo aufeinander folgender Generationen über eine Waldfläche aus. Laufkäfer, Holzwespen, Hummeln oder Ameisen können die windbürtigen Sonderstandorte ebenfalls fliegend erreichen; eine besondere „Flugtechnik“ haben Spinnen entwickelt, von denen sich zahlreiche Arten auf ihren Gespinnstfäden – die sich dann als „Altweibersommer“ im Gestrüch verhängen – vom Wind verfrachten lassen. Andere Tierarten nutzen das Gefieder der Vögel oder das Fell der Säugetiere als Transportgelegenheit, doch gibt es auch Arten, die auf gut Glück das Gelände nach solchen Lichtungen absuchen, wie z. B. Kreuzotter, Grasfrosch oder Haselhuhn (vgl. KÄMPFER-LAUENSTEIN 1995).

Für den Naturschutz bleiben all’ jene Tierarten als Problemfälle zurück, die einerseits auf Sturmflücken bzw. Totholz oder Verjüngungshorste angewiesen sind, andererseits aber weder fliegen noch wandern, um in die raren Gebiete rechtzeitig zu gelangen. Das sind die extrem spezialisierten Xylobionten (z. B. Totholzkäfer in Trockenästen der Baumkronen; vgl. HARDING & ROSE 1986); dazu zählt auch die Haselmaus, die sich scheut, hochwüchsige Altbestände oder Freiflächen zu queren; auch die Auerhühner zeigen sich als wenig flexibel, da Altvögel ihre Wohngebiete offensichtlich nicht mehr verlassen. Diese Arten benötigen ein großflächiges Verbundsystem aus reich gegliederten Uraltwäldern mit Baumsturzflücken und kleinen Lichtungen in raschem Wechsel.

6 Der große Sturm – Motor der Lebensraumvielfalt

Aus der Perspektive der menschlichen Lebensspanne wirken Baumriesen uralte und die mehrhundertjährige Entwicklungsgeschichte natürlicher Wälder erscheint uns uralte. Tatsächlich gibt es Waldgebiete, für die eine Bestandskontinuität von über 1000 Jahren belegt ist (z. B. „Rothwald“/Niederösterreich; ZUKRIGL 1978). Durch Sturz einzelner überalterter Bäume entstehen in einem derartigen Waldgefüge ausreichend Lücken, um den Ausfall der alten durch Verjüngung neuer Bäume zu ersetzen. Solche „Baumsturz-Lücken“ begünstigen in der Regel schattenverträgliche Pflanzen und lassen nur wenig Licht zum Waldboden. Ein solch langlebiger Waldbestand, der sich durch innere Umschichtung über Jahrhunderte erhalten kann, ohne die Proportionen der Altersverteilung – inklusive der Totholzrate – an Waldbäumen wesentlich zu verändern, ohne nährstoffzehrende Konkurrenzvegetation oder Bodenexposition wurde zum waldbaulichen Leitbild idealisiert, ganz besonders in der „Dauerwald“-Idee naturgemäßer Waldwirtschaft. Aus der Maximierung von „Stabilität“ läßt sich eine dauerhafte Sicherung vielseitiger Waldfunktionen (z. B. Grundwasserspeicher, Erosionsschutz, Luftfilterwirkung), die Nachhaltigkeit der Holzproduktion und der Vorteil langfristiger vorausschauender Planung erwarten. Waldbauliche Lenkungsmaßnahmen helfen, den Wald frei von Störungen zu halten.

Für eine solche Zielstellung nach dem **Statik-Konzept** gelten ungestörte Wälder als besonders „naturnah“, Störungsflächen samt den Störungsarten hingegen als „untypisch“ für die Waldentwicklung. Je „stabiler“ ein Naturwald, desto geringer die Vielfalt an Baumarten; im Extremfall beherrscht nur eine einzige Baumart die Landschaft, z. B. im Buchen-Urwald.

Für die Tierwelt hat eine langlebige Bestandeskonstanz erhebliche Vorteile, speziell für die Altwaldarten, die riesige Baumkronen (z. B. Adler), reichen Samenbehang (z. B. Kreuzschnabel), morsche Hölzer (z. B. Totholzkäfer), massige Stämme (z. B.

Spechte), hohle Bäume (z. B. Wildkatze) und tiefgründige Bodenstreu benötigen (z. B. Waldschnecke).

Schwieriger lebt es sich hier für Mäusejäger (z. B. Habichtskauz), Beerensammler (z. B. Auerhuhn) oder Grasfresser (z. B. Wühlmäuse). Sie sind auf ausreichende Bodenvegetation angewiesen, wie sie sich im tiefbeschatteten Wald nicht entfalten kann. Erst der Tod ganzer Baumgruppen – sei es durch Blitzschlag, Sturm oder Insektenschädigung – schafft ausreichend Licht, um auch Weiden, Aspen oder Vogelbeeren, Wildkirschen, Eschen oder Birken aufkommen zu lassen; neben den bereits aufgelisteten Beeresträuchern, Farnen, Kräutern und Blütenpflanzen. – Je größer die Störung, desto breiter das Artenspektrum in der Vegetation, und desto mehr „Nicht-Waldarten“ können sich ansiedeln.

Aus vergleichenden Beobachtungen in Naturwäldern Amerikas kann man als Faustregel ableiten, daß in gemäßigten Breiten die typische Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten der Waldlebensräume nicht eine Funktion von „Stabilität“ ist, wie ursprünglich angenommen, vielmehr ein Ergebnis ganz bestimmter Störungsmuster – entsprechend ihrem räumlich und zeitlich verteilten Auftreten: Bei sehr großen Intervallen – oder gar fehlenden Störungen –, formen sich Uraltwälder mit mächtigen Einzelbäumen, bei sehr geringer Baumartenzahl. Bei sehr kleinen Intervallen erscheinen die Wälder relativ jung und einheitlich, die Artenzahl ist auf relativ kurzlebige, sich vegetativ vermehrende bzw. früh fruchtende Bäume beschränkt.

Eine maximale Artenzahl in der Vegetation wird durch seltene aber regelmäßige Störungen ermöglicht, durch die ein buntes Flächenmosaik aus Uraltbäumen, Sturmwurf, Jungwuchs, Zwischenstand und plenterartig gestuften Parzellen erwächst. Je intensiver die einzelnen Baumgenerationen, Pionier- und Klimaxwald, Schattenwald und Lichtung einander durchdringen, desto wirksamer ist die „Verschachtelung“ von Waldstrukturen, Nahrungsangebot und mikroklimatischen Sonderstandorten – Chance für eine hohe Vielfalt an Tierarten. Je bunter das Nebeneinander an Bio-

top-Bausteinen, desto eher können auch Tierarten mit geradezu gegensätzlichen Lebensraumansprüchen hier leben: Der Gebüschbewohner Haselhuhn neben der Altholzart Auerhuhn, der Ameisenjäger Grauspecht neben dem Borkenkäferspezialisten Dreizehenspecht, die nektarsaugenden Hummeln neben den Totholzkäfern etc.

6.1 Nationalpark – „Nullfläche“ für die Forschung

Die „klassische“ Ökologie ließ sich von der nahezu statischen Langlebigkeit alter Waldgesellschaften faszinieren und vermutete in derartig „stabilen“ Altbeständen den Höhepunkt allmählicher Vegetationsentfaltung in bestmöglicher Anpassung an die örtlichen Umfeldbedingungen, die „Klimax“. Ein Sturmereignis stellt in diesem Erklärungsmodell eine grobe Störung des aufgebauten Gleichgewichtes dar, doch verfügten Naturwälder über Selbstheilungskräfte zum raschen Wiederaufbau des angestrebten „Klimax“-Waldes. Mit der „Sukzession“ – vom bloßgelegten Waldboden über Hochstauden, Pionierwald etc. – verfügte die Vegetation über einen Reparaturbetrieb, der die „Störung“ raschestmöglich zu überwinden hilft. – Völlig klar, daß Tiere der Störungsflächen und Lichtungen, der Totholzkomplexe oder „Vorwald“-Stadien in diesem Modell nur als störungsbedingte Mitläufer eingestuft werden, ohne Relevanz für den Naturschutz im Wald. Flächenräumung, Aufforstung, Herbizideinsatz, forsthygienische Totholzbeseitigung – als „saubere Wirtschaft“ – sollen die Wiederbegründung des „Klimax“-Waldes beschleunigen, ungeachtet des Lebensraumverlustes für die „Katastrophenarten“ aus der Tierwelt.

„Natur“ funktioniert jedoch nicht so einfach und überschaubar schematisch. Das natürliche Geschehen wird – seit Urknall und Entstehung ersten Lebens – im wesentlichen von „Zufällen“ gesteuert. Naturkatastrophen sind radikale Auslesefaktoren, die alle Lebensformen immer wieder Härte-tests unterwerfen. Erscheinungsformen, Strategien, Sozialsysteme und artenreiche Verbände, wie

wir sie heute beobachten können, haben überlebt, weil sie sich bewähren konnten.

Wenn Pionierbäume, Ameisen oder Rehe eine Sturmfläche besiedeln, dann nicht, um die Waldlebensgemeinschaft möglichst schnell wieder in ein „Gleichgewicht“ zu bringen, sondern um aus der „Störung“ größtmöglichen Nutzen zu ziehen. In ihrer Jahrtausenden-langen Entwicklungsgeschichte haben sie gelernt, daß Wälder immer wieder von Katastrophen heimgesucht werden, wenn auch in wechselvollen Intervallen, und ihre Siedlungsstrategie darauf abgestimmt. Ebenso verharren Borkenkäfer als „eiserner Bestand“, bis Sturm oder Trockenheit die Abwehrkraft der Bäume so weit schwächen, daß ihre Massenvermehrung möglich wird. Ihr zerstörerisches Werk dient dem Aufbau und der Ausbreitung ihrer eigenen Population, ganz bestimmt nicht einer Verbesserung der Waldverjüngung zur Harmonisierung der Altersverteilung der Waldbäume, wenn das – als Sekundäreffekt – von der Waldvegetation auch weidlich ausgenutzt wird.

Modernere Interpretationen zur Waldentwicklung versuchen, dem komplexen Raum-Zeitgefüge natürlicher Störungsmuster gerecht zu werden, wobei jedenfalls alle Entwicklungsphasen – von der baumfreien Störungsfläche bis zum geschlossenen Uraltwald – als gleichwertige Sektoren der Waldökosysteme aufgefaßt werden müßten (vgl. „Mosaik-Zyklus-Konzept“, in REMMERT 1991; SCHERZINGER 1991). Gleichzeitig wurde die Vorstellung einer zielgerichteten „Sukzession“, die in einer vom System Wald angestrebten Endstufe der Waldentwicklung gipfelt, als teleologischer Determinismus erkannt, für die die Ökologie als Wissenschaft keine Argumente beisteuern kann (Diskussion in SCHERZINGER 1995 b).

Foto 12: Die Vielfalt aufeinander folgender Wald-Entwicklungsphasen ist Ursache der Vielfalt an Wald-Lebensräumen und deren Fauna. Im Wechsel von besonnter Freifläche und beschattendem Waldesinneren finden jeweils Licht- und Schattenbedürftige Tierarten günstige Lebensmöglichkeiten. - Die Sicherung derartiger Entwicklungsdynamik zählt zu den Hauptzielen eines Wald-Nationalparks.



Mit den naturbelassenen Kalamitätsflächen – seien es Sturmlöcher oder Käfernester – bietet der Nationalpark eine bedeutende Möglichkeit, die Nutzung von Störstellen im Wald durch Pflanzen und Tiere zu verfolgen, welche Siedlungsstrategien, Konkurrenzverhältnisse und sukzessiven Sequenzen der Lebensraumausformung ohne direkte menschliche Beeinflussung ablaufen. Wenn mit der Verjüngung des niedergebrochenen Waldes, der ja bis in die Gründungszeit des Nationalparks noch bewirtschaftet wurde, auch sicher nicht gleich ein „Urwald“ wiederkehrt, so lassen sich aus der Beobachtung der Prozesse doch wesentliche Einblicke über die Einnischung der einzelnen Tierarten innerhalb langfristiger Waldentwicklung gewinnen: Welche Arten müssen vor der „Störung“ ausweichen, und erleiden durch sie einen Lebensraumverlust (z. B. große Spechte)? – Welche Arten überleben trotz der „Störung“, aufgrund hoher Anpassungspotenz (z. B. Zaunkönig)? – Welche Arten profitieren durch die „Störung“, da Wärme, Nahrung oder Feuchtigkeit zunehmen (z. B. Habichtskauz)? – Welche Arten überleben nur im Zusammenhang mit Störungen, da sie auf derartige Son-

derbiotopie im Wald angewiesen sind (z. B. Hummeln)?

Aus der anekdotenhaften Fülle von Eindrücken ließen sich letztlich Kalkulationen zum Lebensraumangebot für Wildtiere unter Naturwaldverhältnissen – je nach Standort, Exposition, Höhenlage, Waldgesellschaft und Störungspotential – grob erstellen, wie sie zur Prognose des Naturschutzpotentials von Großschutzgebieten im Wald bisher nicht einmal im Ansatz vorliegen.

Für die forstliche Praxis kann die faunistisch-ökologische Beobachtung im unbewirtschafteten Wald wichtige Hinweise liefern, wie durch ein Mehr an „Wildnis“ (Totholz, Pionierwald) die Vielfalt waldbewohnender Tierarten auch im Forstbetrieb kostengünstig gesichert werden kann. In jedem Fall helfen die Ergebnisse aus der Nationalparkforschung auf die Allgegenwart natürlicher Dynamik hinzuweisen, die letztlich Ursache der Lebensraumvielfalt ist bzw. Ausgangspunkt der Biodiversität. – Darauf verweisen bereits die Griechen des klassischen Altertums, die in der Bewältigung von Krisen den Ansporn zur Innovation sahen.

6 Literaturverzeichnis

6.1 Die Wälder im Nationalpark Bayerischer Wald: Von forstwirtschaftlicher Prägung zur natürlichen Waldentwicklung

AMMER, U. & H. UTSCHIK (1982): Gutachten zur Waldpflegeplanung im Nationalpark Bayerischer Wald auf der Grundlage einer ökologischen Wertanalyse. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin. ELF/München 10: 95 S.

BAUBERGER, W. (1977): Nationalpark Bayerischer Wald – Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25000, Blatt 7046 Spiegelau und 7047 Finsterau. Bayer. Geol. Landesamt/München: 183 S.

BAYER. STAATSFORSTVERWALTUNG (1972): Forsteinrichtungswerk für den Nationalpark Bayerischer Wald, Band I. Stand 1.1.1972. Erörternde Darstellungen. MS: 181 S.

BAYER. STAATSFORSTVERWALTUNG (1982): Zwischenrevision für den Nationalpark Bayerischer Wald. Stand 1.1.1982. MS: 105 S.

BIBELRIETHER, H. (1977): Geleitwort. In: SCHINDLER: Der Bayerische Wald. Regensburg: 5–8

BIBELRIETHER, H. (1983): Sturmwurf im Nationalpark Bayerischer Wald: Entscheidung für den Urwald. Nationalpark/Grafenau 41: 33–35

BIBELRIETHER, H. (1987): Wald-Nationalpark Bayerischer Wald: Wo der Wald den Wald baut. Nationalpark/Grafenau 54: 5–7

BIBELRIETHER, H. (1987): Ein Urwald für unsere Kinder. Zum Tod von Staatsminister Dr. Hans Eisenmann. Nationalpark/Grafenau 57: 4–5

BIBELRIETHER, H. (1990): Natur im Nationalpark schützen: Welche? Für wen? Wozu? Nationalpark/Grafenau 68: 29–31

BIBELRIETHER, H. (1991): Das größte Naturwaldreservat Mitteleuropas. Nationalpark/Grafenau 71: 48–51

BODE, W. & M. v. HOHNHORST (1994): Waldwende. Vom Försterwald zum Naturwald. München: 199 S.

BROGGI, F. & R. BUFFI (1995): Eindrücke von einer Reise in Buchen-Urwälder der Ostkarpaten (Polen und Ukraine). Schweiz. Z. Forstwesen 146: 207–216

COENRADIE, B. (1991): Waldklassifizierung und Totholzkartierung im Nationalpark Bayerischer Wald unter Verwendung von Landsat-TM- und digitalen Zusatzdaten. Dipl. Arbeit/Univ. Bonn: 190 S.

ELLING, W., E. BAUER, G. KLEMM & H. KOCH (1976): Klima und Böden – Waldstandorte. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin. ELF/München 1: 150 S.

FELLMETH, G. (1926): Die Spiegelauer Waldbahn. Forstwiss. Centralbl. 48: 38–43

HABER, W. (1969): Gutachten zum Plan eines Nationalparks im Bayerischen Wald, im Auftrag des Deutschen Rates für Landespflege. Deutscher Rat für Landespflege 11: 8–23

HABER, W. (1975): Nationalpark – heute – morgen. Nationalpark/Grafenau 7: 4–5

HABER, W. (1976): Nationalpark Bayerischer Wald. Entwicklungsplan. Gutachten des Lehrstuhl für Landschaftsökologie/Weihenstephan: 62 S.

HAUG, M. (1993, 2. Aufl.): Entstehungsgeschichte des Nationalparks Bayerischer Wald und Entwicklung seit 1969. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin. ELF/München 11: 35–86

JEHL, H. (1995): Die Waldentwicklung auf Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald. In: NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 112–145

KÖLBEL, M. (1995): Nationalparke und Urwälder in Mittel- und Osteuropa. Reisebericht. Bayer. Landesanstalt f. Wald und Forstwirtschaft/Freising: 89 S.

KORPEL, ST. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. Fischer/ Stuttgart–Jena–New York: 310 S.

KROTH, W. (1982): Gutachten zur Rohstoffversorgung der Holzindustrie im Umfeld des Nationalparks Bayerischer Wald. Fachgutachten. München: 36 S.

LEIBUNDGUT, H. (1978): Über Zweck und Probleme der Urwaldforschung. Allg. Forst Z./München 33: 683

LEIBUNDGUT, H. (1978): Über die Dynamik europäischer Urwälder. Allg. Forst Z./München 33: 686–690

LEIBUNDGUT, H. (1982): Europäische Urwälder der Bergstufe. Haupt/Bern–Stuttgart: 308 S.

LEIBUNDGUT, H. (1982): Europäische Urwälder der Bergstufe – Wichtige Erkenntnisse für die Forstwirtschaft. IUFRO Urwald-Symposium/Wien: 5–12

LEYTHÄUSER, L. (1906): Die Trift aus dem Bayerischen Wald nach Passau, in Vergangenheit und Gegenwart. Forstwiss. Centralbl. 28: 414–440

MAYER, H. (1986): Europäische Wälder. G. Fischer/ Stuttgart–New York: 385 S.

MAYER, H. (1976): Gebirgswaldbau – Schutzwaldpflege. G. Fischer/Stuttgart: 436 S.

PLOCHMANN, R. (1961): 150 Jahre Waldbau im Staatswaldgebiet zwischen Osser und Dreisessel. Forstwiss. Centralbl. 13, Beiheft: 130 S.

PLOCHMANN, R. (1976): Nationalpark Bayerischer Wald am Scheideweg. Nationalpark/Grafenau 10: 6–10

PRUSA, E. (1985): Die böhmischen und mährischen Urwälder – ihre Struktur und Ökologie. Academia/Prag: 578 S.

RALL, H. (1990): Waldinventur und Waldpflegeplanung im Nationalpark Berchtesgaden 1983–1986. Nationalpark Berchtesgaden – Forschungsbericht 20: 21–107

REBEL, K. (1929): Naturschutz im Wald. Blätter für Naturschutz und Naturpflege/München 12

REMMERT, H. (1982): Wie sieht eigentlich ein Urwald aus? Nationalpark/Grafenau 28: 32–33

SCHERZINGER, W. (1976): Wirtschaftswald aus der Vogelperspektive. Nationalpark/Grafenau 9: 28–31

SCHERZINGER, W. (1995): Der große Sturm, wie meistern Tiere diese „Katastrophe“? In: NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 146–184

SCHOPF, R. & U. KÖHLER (1995): Untersuchungen zur Populationsdynamik der Fichtenborkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald. In: NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 88–111

SEIBERT, P. (1982): Die potentielle natürliche Vegetation im Nationalpark Bayerischer Wald. Gutachten des Lehrstuhl für Vegetationskunde/München: 73 S.

SEYFERT, I. (1981): Bäume, denen man Namen gab. Mitteilungsblatt Bayer. Waldverein 2: 90–100

STERN, H. (1980): Ein Trinkspruch wie eine Säge. Nationalpark/Grafenau 28: 4–5

STROBL, R. (1983): Die Geschichte des Waldes und seiner Besiedlung. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin. ELF/München 11: 7–34

STRUNZ, H. (1995): Entwicklung von Totholzflächen im Nationalpark Bayerischer Wald – Luftbildauswertungen und Folgerungen. In: NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 58–87

THOMAS, J. (1979): Wildlife habitats in managed forests. U. S. Department of Agriculture, Forest Service Agric. Handb. 553: 510 S.

VANGEROW, H.-H., H. LÖW & M. WALDHERR (1979): Die Forstleute im Wald zwischen Rachel und Lusen. Forst- und Holzwirt/Hannover 34 (Heft 11)

WALDHERR, M. (1980): Naturschutz und Holznutzung kein Gegensatz: Die Waldpflege im Nationalpark. Nationalpark/Grafenau 28: 19–22

ZIERL, H. (1972): Der Hochwald. Forstwiss. Centralbl. 33, Beiheft: 80 S.

6.2 Entwicklung von Totholzflächen im Nationalpark Bayerischer Wald – Ergebnisse von Luftbildauswertungen

AMMER, U. & H. UTSCHICK (1982): Waldpflegeplanung im Nationalpark Bayerischer Wald. Gutachten des Lehrstuhl für Landschaftstechnik/München: 130 S.

AMMER, U. & H. UTSCHICK (1986): Nationalpark Bayerischer Wald – Gutachten zur Entwicklungsplanung. Lehrstuhl für Landschaftstechnik/München: 122 S.

BEUDERT, B., W. BREIT, U. DIEPOLDER & M. KAISER (1994): Errichtung und Betrieb einer Meßstelle für das ECE-Projekt Integrated Monitoring im Rahmen der ECE-Luftreinhaltekonvention. Bayer. Landesamt für Wald und Forstwirtschaft/Freising (im Auftrag des Umweltbundesamtes): 308 S.

BIBELRIETHER, H. (1972): Zur Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald zwischen 1850 und 1970. Forstwiss. Centralbl. 6: 296–307

BIBELRIETHER, H. (1983): Vom Wirtschaftswald zum Urwald – Sturmwurf im Nationalpark Bayerischer Wald. Natur- und Nationalparke 79/80: 32–38

DRONIA, H. (1990): Vivian und Wiebke – auch in Zukunft Begleiterinnen der Forstleute? Deutscher Forstverein/Hannover, Tagungszeitung: 16–19

ELLING, W., E. BAUER, G. KLEMM & H. KOCH (1987; 2. Aufl.): Klima und Böden – Waldstandorte. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin ELF/München: 255 S.

ESCHERICH, K. (1917): Forstentomologische Streifzüge im Urwald von Bialowies. Bialowies in deutscher Verwaltung, 2: 97–115

FRANK, H. (1992): Zum Einfluß von biotischen und abiotischen Faktoren auf den Stehendbefall durch *Ips typographus* in einer Befallsfläche. Dipl. Arbeit/Univ. München: 91 S.

GÖPPER, H. (1868): Skizzen zur Kenntnis der Urwälder Schlesiens und Böhmens. Blochmann & Sohn/Dresden: 53 S.

JEHL, H. (1995): Die Waldentwicklung auf Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald. In: NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 112–145

KARL, E. (1986): Der Borkenkäferbefall in Sturmwürfen des Nationalparks Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/FH Weihenstephan, Freising: 65 S.

KIENER, H. (1990): Neuer Wald nach Windwürfen und Borkenkäferbefall. Nationalpark/Grafenau 68: 49–53

KÖHLER, U., M. GRAD & R. SCHOPF (1994): Untersuchungen zur Populationsdynamik der Borkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald – Schlußbericht 1993 des Lehrstuhl für Forstzoologie/Univ. München: 169 S.

LANG, F. & H. Strunz (1992): 20 Jahre Klimabeobachtung im Nationalpark Bayerischer Wald (1972–1991). Nationalparkverwaltung Bayer. Wald/Grafenau: 93 S.

LOKVENEC, T. & J. STURSA (1985): Effect of the conditions of environment on the fructification of the Swiss Mountain Pine (*Pinus mugo*) in the year 1981. Opera Corcontica 22: 121–138

MÖSSMER, R., H. TRÄNKNER, M. GRAD & A. GREUNE (1991): Totholz im Nationalpark Bayerischer Wald. Entwicklung des Anteils abgestorbener Fichten nach den Windwurfereignissen 1983/84. Bayer. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt/München: 40 S.

OKOLOV, C. (1987): Der Borkenkäfer – Ein Schädling im Nationalpark? Nationalpark/Grafenau 55: 8–10

PLOCHMANN, R. (1961): 150 Jahre Waldbau im Staatswaldgebiet zwischen Osser und Dreisessel. Forstwiss. Centralbl. 13, Beiheft: 130 S.

RALL, H. (1995): Die Wälder im Nationalpark Bayerischer Wald: Von forstwirtschaftlicher Prägung zur natürlichen Entwicklung. In: NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 9–57

SCHERZINGER, W. (1995): Der große Sturm, wie meistern Tiere diese „Katastrophe“? In: NATIONALPARKVERWALTUNG BAYE-

RISCHER WALD (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 146–184

SCHOPF, R. & U. KÖHLER (1995): Untersuchungen zur Populationsdynamik der Fichtenborkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald. In: NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 88–111

STERNBERG, C. von (1806): Botanische Wanderung in den Böhmer-Wald. In: PRAXL (1979): Der Dreiländerberg: 194–197

STRUNZ, H. (1994): Borkenkäferentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald. Nationalpark Hochharz – 2. wiss. Arbeitstagung „Wald und Waldentwicklung“: 46–52

STRUNZ, H. (1994): Sägen und bekämpfen oder einfach zusehen? Nationalpark/Grafenau 82: 17–19

ZIERL, H. (1972): Der Hochwald – Untersuchungen über die Fichtenbestände in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Forstwiss. Centralbl. 33, Beiheft: 80 S.

6.3 Untersuchungen zur Populationsdynamik der Fichtenborkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald

BOMBOSCH, S. (1954): Zur Epidemiologie des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). In: WELLENSTEIN: Die große Borkenkäferkalamität in Südwestdeutschland 1944–1951: 239–283

ELLING, W., E. BAUER, G. KLEMM & H. KOCH (1987, 2. Aufl.): Klima und Böden – Waldstandorte. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin ELF/München 1: 255 S.

ESCHERICH, K. (1923): Die Forstinsekten Mitteleuropas. 2. Band, Paul Parey: 574–593

FRANK, H. (1992): Zum Einfluß biotischer und abiotischer Faktoren auf den Stehendbefall durch *Ips typographus* L. in einer Beobachtungsfläche des Nationalpark Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. München: 91 S.

GAUSS, R. (1954): Der Ameisenbuntkäfer *Thanasimus (Clerus) formicarius* L. als Borkenkäfer-Feind. In: WELLENSTEIN: Die große Borkenkäferkalamität in Südwestdeutschland 1944–1951: 417–429

GIETL, G. (1974): Gelände und Insulationskarten für das Gebiet des Nationalparks Bayerischer Wald. Forstwiss. Centralbl. 93: 74–86

GÖSSWALD, K. (1990): Die Waldameise. Band 2: Die Waldameise im Ökosystem Wald, ihr Nutzen und ihre Hege. AULA Wiesbaden: 145–146

GRIES, G. (1984): Zur Bedeutung des Reifungsfraßes für die Dispersion des Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus* L., Col., Scolytidae) und zum Dispersionsverhalten des Buchdruckers (*Ips typographus* L., Col., Scolytidae). Diss./Univ. Göttingen: 118 S.

HEDQUIST, K.J. (1963): Die Feinde der Borkenkäfer in Schweden. I. Erzwespen (*Chalcidiodaea*). Studia forestalia suecica 11: 176 S.

HAESSELBARTH, E. (1967): Zur Kenntnis der palaearktischen Arten der Gattung *Coeloides Wesmael*. Mitt. der Münchner Entom. Ges 57: 20–53

LOHBERGER, E. (1993): Zur Populationsdynamik von *Ips typographus* im Nationalpark Bayerischer Wald: Entstehung und Entwicklung von ausgewählten Befallsflächen im Lusenengebiet. Dipl. Arbeit/Univ. München: 123 S.

MERKER, E. (1951 u. 1952): Das Wetter der Jahre 1939 bis 1950 und sein Einfluß auf die Massenvermehrung des Großen Fichtenborkenkäfers in Südbaden. Allgemeine Forst- und Jagdz. 123: 213–233; 124: 1–22

MERKER, E. (1956): Der Widerstand von Fichten gegen Borkenkäferfraß. Allgemeine Forst- und Jagdz. 127: 129–145, 168–187

MILLS, N.-J. (1985): Some observations on the role of predation in the natural regulation of *Ips typographus* populations. Z. angew. Entom. 99: 209–215

PREEN, A. von (1991): Befallsdynamik und Bruterfolg von *Ips typographus* auf liegenden Brutstämmen in Zusammenhang mit Rindenhaltstoffen von *Picea abies*. Dipl. Arbeit/Univ. München: 70 S.

SCHWERDTFEGER, F. (1955): Pathogenese der Borkenkäfer-Epidemie 1946–1950 in Nordwestdeutschland. Schriftenr. Forstl. Fak./Univ. Göttingen, Band 13/14: 135 S.

THALENHORST, W. (1958): Grundzüge der Populationsdynamik des Großen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. Schriftenr. Forstl. Fak./Univ. Göttingen, Band 21: 126 S.

6.4 Die Waldentwicklung auf Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald

ALBRECHT, L. (1990): Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. Schriftenr. Bayer. StMin ELF/München: Naturwaldreservate in Bayern 1: 219 S.

BIBELRIETHER, H. (1983): Entscheidung für den Urwald – Sturmwurf im Nationalpark Bayerischer Wald. Nationalpark/Grafenau 41: 33–35

BIBELRIETHER, H. (1988): Windwürfe und Borkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald. Nationalpark/Grafenau 61: 24–26

ELLING, W., E. BAUER, G. KLEMM & H. KOCH (1987, 2. Aufl.): Klima und Böden – Waldstandorte. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin ELF/München: 255 S.

FALINSKY, J. B. (1976): Windwürfe als Faktor der Differenzierung und der Veränderung des Urwaldbiotopes im Licht der Forschungen auf Dauerflächen. Phytocoenosis/Warschau – Białowieża 5.2: 85–108

FISCHER, A. (1987): Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen. Dissertationes Botanicae 110, J. Cramer Verlag/Berlin – Stuttgart: 234 S.

FISCHER, A. (1991): Das windige Erbe. Lehren aus Sturmschäden von Vivian und Wiebke in Wäldern der Schweiz und des Bayerischen Waldes. Nationalpark/Grafenau 70: 17–21

- FISCHER, A., G. ABS & F. LENZ (1990): Natürliche Entwicklung von Waldbeständen nach Windwurf. Ansätze einer „Urwaldforschung“ in der Bundesrepublik. Forstwiss. Centralbl. 109: 309–326
- FOSTER, D.R. (1988): Disturbance history, community organization and vegetation dynamics of the old-growth Pisgah Forest, South-Western New Hampshire, U.S.A. J. Ecology 76: 135–151
- HAUG, M. & R. STROBL (1983): Eine Landschaft wird Nationalpark. Schriftenr. Bayer. StMin ELF/München 11: 135 S.
- HESS, R. (1916, 4. Aufl.): Der Forstschutz, Bd. 2. Teubner/Berlin – Leipzig: 461 S.
- HOMANN, M. & F. ENGELS (1987): Beschreibung der waldbaulich-ökologischen Situation auf einer nicht aufgearbeiteten Sturmwurffläche im Nationalpark Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. München: 120 S.
- HOMANN, M. & F. ENGELS (1991): Was kommt nach dem Sturm? Allg. Forst Z./München 12: 630–633
- JÄGER, W. (1994): Forschungsvorhaben Sturmflächensukzessionen. Allg. Forst Z./München 18: 1018–1019
- KARIUS, K. (1990): Orkanschäden 1990 – ein Einzelfall? Allg. Forst Z./München 31, 32: 765
- KENK, G., U. MENGES & R. BÜRGER (1991): Natürliche Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen? Allg. Forst Z./München 2: 96–100
- KORPEL, S. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. G. Fischer/ Stuttgart: 310 S.
- KUTRUFF, G. (1989): Vegetation und Vegetationsmosaik auf 5 Jahre alten Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald – Vergleich geräumter und belassener Windwürfe. Dipl. Arbeit/Univ. München: 100 S.
- LEIBUNDGUT, H. (1967): Über die Waldforschung. Mitteil. Staatsforstverwaltung Bayerns/München 36: 7–17
- LEIBUNDGUT, H. (1978): Über Zweck und Probleme der Urwaldforschung. Allg. Forst Z./München 24: 683
- LENZ, F. (1989): Konzeption, Anlage und Aufnahme von Dauerbeobachtungsflächen auf geräumten und belassenen Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Gießen: 129 S.
- MAYER, H., K. ZUKRIGL, W. SCHREMPF & G. SCHLAGER (1987): Urwaldreste, Naturwaldreservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich. Inst. BOKU/Wien: 971 S.
- OBERDORFER, E. (1978, 2. Aufl.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II: Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgras-Gesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstauden-Fluren. G. Fischer/Stuttgart–New York: 355 S.
- OBERDORFER, E. (1992, 2. Aufl.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. A. Textband, B. Tabellenband. G. Fischer/Jena–Stuttgart–New York: (A) 282 S., (B) 580 S.
- PETERMANN, R. & P. SEIBERT (1979): Die Pflanzengesellschaften des Nationalparks Bayerischer Wald. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin ELF/München: 142 S.
- PFADENHAUER, J., P. POSCHLOD & R. BUCHWALD (1986): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Ber. ANL 10: 41–60
- POSCHLOD, P. (1991): Diasporenbanken in Böden – Grundlagen und Bedeutung. In SCHMID & STÖCKLIN: Populationsbiologie der Pflanzen. Birkhäuser/Basel–Boston–Berlin: 15–35
- REIF, A. & U. SAYER (1994): Natürliche Sukzession auf Sturmwurfflächen in Baden-Württemberg und ihre Bedeutung für den Naturschutz. Veröff. PAÖ/Karlsruhe 8: 389–400
- SCHAETZL, R.J., D.L. JOHNSON, S.F. BURNS & T.W. SMALL (1989): Tree uprooting: review of impacts on forest ecology. Vegetatio 79, Kluwer Academic Publishers/Belgium: 165–176
- SCHMID, K. (1994): Natürliche Bestandsentwicklung auf Dauerbeobachtungsflächen von Windwürfen im Nationalpark Bayerischer Wald – 5 Jahre nach der Ersterhebung. Dipl. Arbeit/Univ. München: 97 S.
- SCHÖNENBERGER, W., H. KASPER. & R. LÄSSIG (1992): Forschungsprojekte zur Wiederbewaldung von Sturmschadenflächen. Schweiz. Z. für Forstwesen 143: 829–847
- SCHWEIZ. BUND FÜR NATURSCHUTZ (1986): Dauerbeobachtungsflächen. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz/Basel 8: 74 S.
- SPURR, S. H. (1956): Natural restocking of forests following the 1938 hurricane in central New England. Ecology Vol. 37, 3: 443–451

6.5 Der große Sturm – Wie meistern Tiere diese „Katastrophe“?

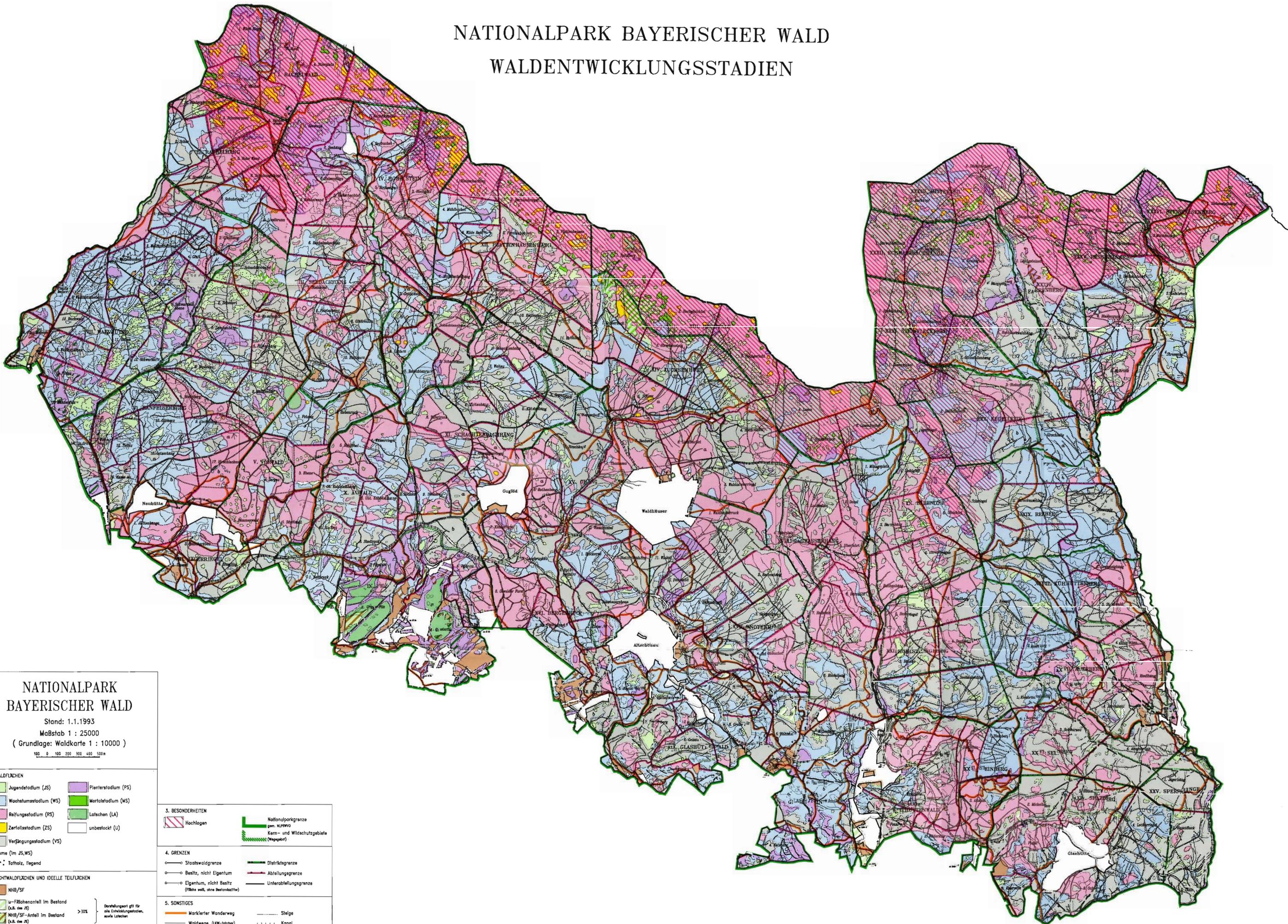
- BARBOSA, P. & J. SCHULZ (1987): Insect outbreaks. Academic Press/San Diego–New York–Boston: 578 S.
- BIEDERMANN, R. (1992): Arthropodenvielfalt und Auerhuhn-Nahrung in den emissionsgeschädigten Hochlagen des Bayerischen Waldes. Dipl. Arbeit/Univ. Regensburg: 63 S.
- BÜRGER, P. & J. HORA (1992): Die Vögel der Gipfelregion des Großen Arber. Gutachten/Naturpark Bayer. Wald: 9 S.
- DIECK, J., P. FENDT, S. SCHARTNER & I. WEHRTMANN (1982): Vergleich der Mäuseartenzusammensetzung zwischen einer nassen und einer trockenen Wiese – aufgezeigt am Beispiel der Tummelplatz-Wiesen. Praktikumsber./Univ. Hamburg u. Frankfurt: 58 S.
- DIEPOLDER, U. (1991): Ergebnisse der Vogelkartierung im Forellenbachgebiet 1991. ECE-Projekt der Bayer. Forstl. Vers.- und Forsch. Anstalt/Grafenau: 41 S.
- FLEISCHER, A. (1877): Der Fichtenborkenkäfer „*Bostrychus typographus*“ im Böhmerwald, seine Mithelfer an dem Zerstörungswerke und seine Feinde aus der Klasse der Insekten. Z. Böhm. Forstverein/Prag: 5–42
- GARTNER, I. (1994): Vergleich der Ameisenfauna (*Hymenoptera, Formicidae*) von ausgeräumten und naturbelassenen Windwurfflächen des Nationalparks Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Regensburg: 148 S.

- GRIESINGER, P. & R. GÜSTEN (1987): Kleinsäugerforschung auf Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald. Praktikumsber./Univ. Bayreuth: 42 S.
- HARDING, P. & F. ROSE (1986): Pasture woodlands in lowland Britain – a review of their importance for wildlife conservation. Inst. Terr. Ecol./Huntingdon: 89 S.
- HERRCHEN, ST. (1989): Ökologische Untersuchungen an Kleinsäufern auf Windwurfflächen des frühen Sukzessionsstadiums im Nationalpark Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Marburg: 143 S.
- JEHL, H. (1995): Die Waldentwicklung auf Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald. In: Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 112–145
- KÄMPFER-LAUENSTEIN, A. (1995): Biotopnutzung und Sozialstruktur des Haselhuhns (*Bonasa bonasia*) im Nationalpark Bayerischer Wald. Diss./Univ. Göttingen (in Vorber.)
- KLETTENHEIMER, B. (1990): Untersuchungen zur Ökologie waldbewohnender Kleinsäuger in immissionsgeschädigten Kammlagen des Nationalparks Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. München: 89 S.
- LEIBL, F. (1988): Ökologisch-faunistische Untersuchungen an Vögeln in Windwurfflächen im Nationalpark Bayerischer Wald. Anz. orn. Ges. Bayern 24: 227–264
- LEIBL, F. (1988 b): Ökologisch-faunistische Untersuchungen an Kleinsäufern im Nationalpark Bayerischer Wald unter besonderer Berücksichtigung von Windwurfflächen. Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltsch./München 81: 17–51
- LEY, K. (1988): Ökologische Untersuchungen zur Nachtfalterfauna (*Makrolepidoptera*) in vier unterschiedlich beeinflussten Habitaten des Nationalparks Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Würzburg: 150 S.
- MAYER, G. (1967): Areal und Arealveränderung von Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) und Birkhuhn (*Lyrurus tetrix*) in Oberösterreich. Monticola 1: 101–120
- MÜLLER-STIESS, H. (1995): Ökologisch-faunistische Bedeutung der Bäume im Nationalpark Bayerischer Wald. Diss./Univ. Saarbrücken (in Vorber.)
- MÜNCH, S. (1990): Ökologische Untersuchungen an Kleinsäugerpopulationen auf Windwürfen im Nationalpark Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Marburg: 98 S.
- NIEVERGELT, B. (1990): Ökologische Strategien als Hilfe für das Verständnis von Umweltproblemen bei Tier und Mensch. Naturforsch. Ges. Zürich 135: 31–46
- OTTE, J. (1989): Ökologische Untersuchungen zur Bedeutung von Windwurfflächen für die Insektenfauna. Waldhygiene 17: 193–247, 18: 1–36
- RAUH, J. (1993): Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen. Schriftenr. Bayer. StMin. ELF/München: Naturwaldreservate in Bayern 2: 199 S.
- REMMERT, H. (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz: Eine Übersicht. Seminarber. ANL/Laufen 5: 5–15
- REMMERT, H. (1992): Ökologie – ein Lehrbuch. Springer/Berlin-Heidelberg–New York: 363 S.
- SALAMON, M. (1990): Über die Entwicklung waldbewohnender Mäuse und ihr Verhalten gegenüber Testosteron im Freiland. Dipl. Arbeit/Univ. München: 100 S.
- SAMUELSSON, J., L. GUSTAFSSON & T. INGELÖG (1994): Dying and dead trees. Swedish Threatened Species Unit/Uppsala: 100 S.
- SCHÄFFER, N. (1991): Die Bedeutung von Totholz nach Windwürfen auf die Bodenfauna am Beispiel der Carabiden. Dipl. Arbeit/Univ. Bayreuth: 143 S.
- SCHERZINGER, W. (1982): Die Spechte im Nationalpark Bayerischer Wald. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin. ELF/München 9: 119 S.
- SCHERZINGER, W. (1985): Die Vogelwelt der Urwaldgebiete im Inneren Bayerischen Wald. Wiss. Schriftenr. Bayer. StMin. ELF/München 12: 188 S.
- SCHERZINGER, W. (1990): Irrgast oder Neusiedler? – Beobachtungen des Grünen Laubsängers *Phylloscopus trochiloides* im Inneren Bayerischen Wald. Monticola 6: 117–121
- SCHERZINGER, W. (1991): Die „ethologische Nische“, ein Schlüsselproblem im Biotop- und Artenschutz. Seevögel/Sonderheft 12: 93–99
- SCHERZINGER, W. (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept aus der Sicht des zoologischen Artenschutzes. Seminarber. ANL/Laufen 5: 30–42
- SCHERZINGER, W. (1993): Reaktion der Spechte (*Picidae*) auf eine Borkenkäfer-Kalamität im Nationalpark Bayerischer Wald (BR Deutschland). In: KORPEL & SANIGA: Symposium über die Urwälder/Zvolen: 77–85
- SCHERZINGER, W. (1995): Sind Spechte gute Indikatoren? Int. Spechtsymp. Bialowieza (in Vorber.)
- SCHERZINGER, W. (1995): Naturschutz im Wald. Ulmer/Stuttgart: 250 S.
- SCHIMITSCHEK, E. (1953): Forstentomologische Studien im Urwald Rotwald. Z. angew. Entomologie 34: 178–215, 513–542; 35: 1–53
- SCHÖN, I. (1990): Biologie und Ökologie von Spitzmäusen auf einer Windwurffläche im Nationalpark Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Marburg: 102 S.
- SCHOPF, R. & U. KÖHLER (1995): Untersuchungen zur Populationsdynamik der Fichtenborkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald. In: Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 88–111
- SCHUH, O. (1994): Ökologische Untersuchungen an Kleinsäugerpopulationen entlang verschiedener Straßentypen im Nationalpark Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Marburg: 116 S.
- SCHULZ, K. (1994): Dreidimensionale Raumnutzung der Waldbäume durch Kleinsäuger im Bergwald des Nationalparks Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Konstanz: 63 S.
- SCHUSTER, A. (1985): Die Nutzung von Bäumen durch Vögel in Altholzbeständen des Nationalparks Bayerischer Wald unter

-
- besonderer Berücksichtigung des Totholzes. Orn. Arbeitsgem. Ostbayern/Regensburg, Jahresber. 12: 132 S.
- SÖNTGEN, M. (1983): Sturkturökologische Untersuchungen zur Ameisenfauna (*Hymenoptera, Formicidae*) des Nationalparks Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Bonn: 131 S.
- SPÄTH, V. (1992): Naturschutz im Wald – Leitfaden für Naturschützer, Waldbesitzer und Förster. NABU Deutschland/Kornwestheim: 51 S.
- SPERBER, G. (1994): BN-Position: Wald, Forstwirtschaft und Naturschutz. Bund Naturschutz in Bayern: 8 S.
- STRUNZ, H. & F. LANG (1994): Liste der Wirbeltiere des Nationalparkgebietes Bayerischer Wald mit deren Schutz- und Gefährdungstatus. Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald/Grafenau: 74 S.
- STRUNZ, H. (1995): Entwicklung von Totholzflächen im Nationalpark Bayerischer Wald – Ergebnisse von Luftbildauswertungen. In: Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald (Hrsg.): Nationalpark Bayerischer Wald – 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald. Grafenau: 58–87
- THEOBALD-LEY, S. & K. HORSTMANN (1990): Die Ameisenfauna (*Hymenoptera, Formicidae*) von Windwürfen und angrenzenden Waldhabitaten im Nationalpark Bayerischer Wald. Waldhygiene/Würzburg 18: 93–118
- WEISEL, S. (1990): Gelbhalsmaus im Nationalpark Bayer. Wald, Abschlußbericht. MS/Grafenau: 30 S.
- WEISS, I. (1994): Siedlungsstrategien der Spinnen und Weberknechte in naturnahen Waldgesellschaften des Nationalparks Bayerischer Wald, unter besonderer Berücksichtigung der Walddynamik. Zwischenber./Grafenau: 50 S.
- WENDT, K. (1977): Populationsdichte und Bestandsentwicklung der Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus Schreber, 1780*) in den Monaten Juli–August–September–Oktober 1976 an zehn unterschiedlichen Standorten im Nationalpark Bayerischer Wald. Dipl. Arbeit/Univ. Berlin: 71 S.
- ZUKRIGL, K. (1978): Der Rothwald als Forschungsobjekt. Allg. Forst Z./München: 700–702

NATIONALPARK BAYERISCHER WALD

WALDENTWICKLUNGSSTADIEN



NATIONALPARK BAYERISCHER WALD

Stand: 1.1.1993
 Maßstab 1 : 25000
 (Grundlage: Waldkarte 1 : 10000)

1. WALDFLÄCHEN	
Jugendstadium (JS)	Planierstadium (PS)
Wachstumsstadium (WS)	Mörtelstadium (MS)
Reifungsstadium (RS)	Latschen (LA)
Zerfallstadium (ZS)	unbestockt (U)
Verjüngungsstadium (VS)	
Altbäume (in JS, WS)	
Tatholz, liegend	
2. NICHTWALDFLÄCHEN UND IDEELLE TEILFLÄCHEN	
NHB/SF	} Darstellung gilt für alle Entwicklungsstadien, sowie Latschen
U-Flächenanteil im Bestand (z.B. des JS)	
NHB/SF-Anteil im Bestand (z.B. des JS)	
MS-Anteil im Jugendstadium (z.B. des JS)	
Anteil der Latschen (z.B. des PS)	>10%
3. BESONDERHEITEN	
Hochlagen	Nationalparkgrenze gem. NPNV
	Kern- und Wildschutzgebiete (Nepgebot)
4. GRENZEN	
Staatswaldgrenze	Distriktsgrenze
Besitz, nicht Eigentum	Abteilungs-grenze
Eigentum, nicht Besitz (Fläche weiß, ohne Besondere-zelle)	Unterabteilungs-grenze
5. SONSTIGES	
Markierter Wanderweg	Sleige
Waldwege (LKW-fahrbar)	Kanal
Erdwege (schlepperfahrbar)	ZBüne
Schnelsen	