

und Hochlageninventur Luftbildauswertung 2002

Ergebnisse der Untersuchung
zur Waldentwicklung
im Rachel-Lusen-Gebiet
des Nationalparks Bayerischer Wald



Titelbild: Mitarbeiter bei der Hochlageninventur

© Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

Herausgeber
und Bezugsadresse:

Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald
Freyunger Straße 2
94481 Grafenau

Telefon 0 85 52 / 96 000
Telefax 0 85 52 / 96 00 100
E-Mail: poststelle@fonpv-bay.bayern.de

Schriftleitung:

Dr. Heinrich Rall

Verantwortlich:

Karl Friedrich Sinner
Leiter der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald,

Gestaltung:

Maria Döringer

Luftbilddauswertung:

Fa. SLU, Sachverständigenbüro für Luftbilddauswertung und Umweltfragen,
Gräfelting

Kartengestaltung:

Arthur Reinelt, Michael Gräff

Oktober 2003

ISSN-Nr. 1610-0867



Bayerisches Staatsministerium
für Landwirtschaft und Forsten

Inhaltsübersicht

Hochlageninventur und Luftbildauswertung 2002 Ergebnisse der Untersuchung zur Waldentwicklung im Rachel-Lusen-Gebiet des Nationalparks Bayerischer Wald

von Marco Heurich und Heinrich Rall

Vorwort	3
1. Hochlageninventur 2002	4
1.1 Aufnahmemethodik	4
1.2 Entwicklung der durchschnittlichen Pflanzenzahlen	4
1.3 Entwicklung der Baumartenanteile	6
1.4 Entwicklung der Baumhöhenstruktur	6
1.5 Entwicklung der Verbissbelastung	7
1.6 Räumliche Verteilung der Verjüngung	7
1.7 Bewertung der Ergebnisse	9
2. Luftbildauswertung zur Waldentwicklung 2002	10
2.1 Auswertungsmethodik	10
2.2 Befliegungszeitraum	10
2.3 Totholzflächenzugang	10
2.4 Ausblick	12
3. Literatúrauswahl	13

Vorwort

Die Nummer 2 der Berichte aus dem Nationalpark bringt in zusammengefasster Form die Ergebnisse der Hochlageninventur des Jahres 2002 und die Auswertung der Befliegung zur Erfassung des Neuzugangs an Borkenkäferflächen zwischen den beiden Befliegungen 2001 und 2002. Damit wird die Dokumentation dieser beiden langjährigen Untersuchungsreihen festgesetzt. In der Zeitreihe der Veröffentlichungen wird damit zum einen die typische Verlaufskurve einer Borkenkäfergradation sichtbar, zu deren Steuerungsmechanismen, insbesondere in der Abschwungphase, noch wesentliche Fragen

abzuklären sind, zum anderen wird deutlich, dass sich die positive Entwicklung der natürlichen Walderneuerung in den Hochlagenwäldern des Nationalparks festigt.

Allen Beteiligten an der Durchführung der dazu notwendigen Arbeiten danke ich herzlich



Leiter der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald

1. Hochlageninventur 2002

Um die Verjüngungsentwicklung in den Hochlagenwäldern des Rachel-Lusen-Gebietes zu beobachten und zu dokumentieren, werden seit 1996 in zweijährigem Turnus Verjüngungsinventuren durchgeführt. Ziel dieser Inventuren ist es, gesicherte Aussagen über die Dichte, Baumartenanteile, Höhenstruktur und räumliche Verteilung der Verjüngung zu erhalten.

1.1 Aufnahmemethodik

Grundlage für die Erhebung der Verjüngung ist ein im Jahr 1991 für Waldinventuren im Nationalpark angelegtes repräsentatives Stichprobennetz. Diese permanenten Aufnahmepunkte sind systematisch in Form eines Rasters mit einer Seitenlänge von 200 x 200 m über die ganze Fläche des Nationalparks verteilt. Durch das Verfahren wird gewährleistet, dass bei jeder Inventur die gleichen Aufnahmepunkte erfasst werden, wodurch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichergestellt ist.

Auf den ca. 2.300 ha großen Hochlagenbereich des Rachel-Lusen-Gebietes entfallen 572 der insgesamt 5.859 Inventurpunkte im Nationalparkgebiet. Die Außenarbeiten für die Hochlageninventur wurden in den Monaten Mai und Juni 2002 durchgeführt.

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde das Aufnahmekonzept der vergangenen Jahre beibehalten. Dadurch ist es möglich, die Dynamik der Verjüngungsentwicklung seit 1991 – als die Erstaufnahme stattfand – zu beschreiben. Erfasst werden alle Verjüngungspflanzen zwischen 10 cm und 5 m Höhe auf konzentrischen Probekrei-

sen mit gestaffelten Kluppschwellen. Für jede Pflanze wurden Baumart, Höhe und etwaige Schäden wie Wildverbiss aufgenommen. Damit entspricht das Probeflächendesign dem in der gesamten Bayerischen Staatsforstverwaltung eingesetzten Standardverfahren für die Erfassung von Waldverjüngung.

Weil die permanente Stichprobeninventur nach dem oben beschriebenen Verfahren als Betriebsinventur konzipiert ist (äußerer Probekreis für Bäume bis 11,9 cm Brusthöhendurchmesser = 50 m²), eignet sie sich nur eingeschränkt, um Aussagen über die räumliche Verteilung der Verjüngung machen zu können. Um diese Frage trotzdem zu beantworten, wurde das bestehende Inventurdesign erweitert und zusätzlich die Fläche der Probekreise auf 500 m² vergrößert. Insgesamt wird bei diesem modifizierten Verfahren eine Fläche mit einem Durchmesser von ca. 25 m begutachtet. Dies entspricht in den Hochlagen in etwa der Länge eines Altbaumes.

1.2 Entwicklung der durchschnittlichen Pflanzenzahlen

Die Auswertung der Erhebungen auf den 25 bzw. 50 m² großen Probekreisen der permanenten Stichprobeninventur ergab für die Hochlagen des Rachel-Lusen-Gebietes eine durchschnittliche Verjüngungsdichte von **2.676 Pflanzen größer 20 cm je Hektar**. Damit hat sich die Verjüngungsdichte seit der letzten Inventur im Jahr 2000 um fast 39 % erhöht. Der seit 1996 andauernde positive Trend bei der Entwicklung der Verjüngungszahlen setzte sich fort. Gegenüber dem Referenzjahr 1991, – vor der Borkenkäfermassenvermehrung – als eine Verjüngungsdichte von 978 Pflanzen je Hektar ermittelt wurde, haben sich die **Pflanzenzahlen mittlerweile fast verdreifacht**.

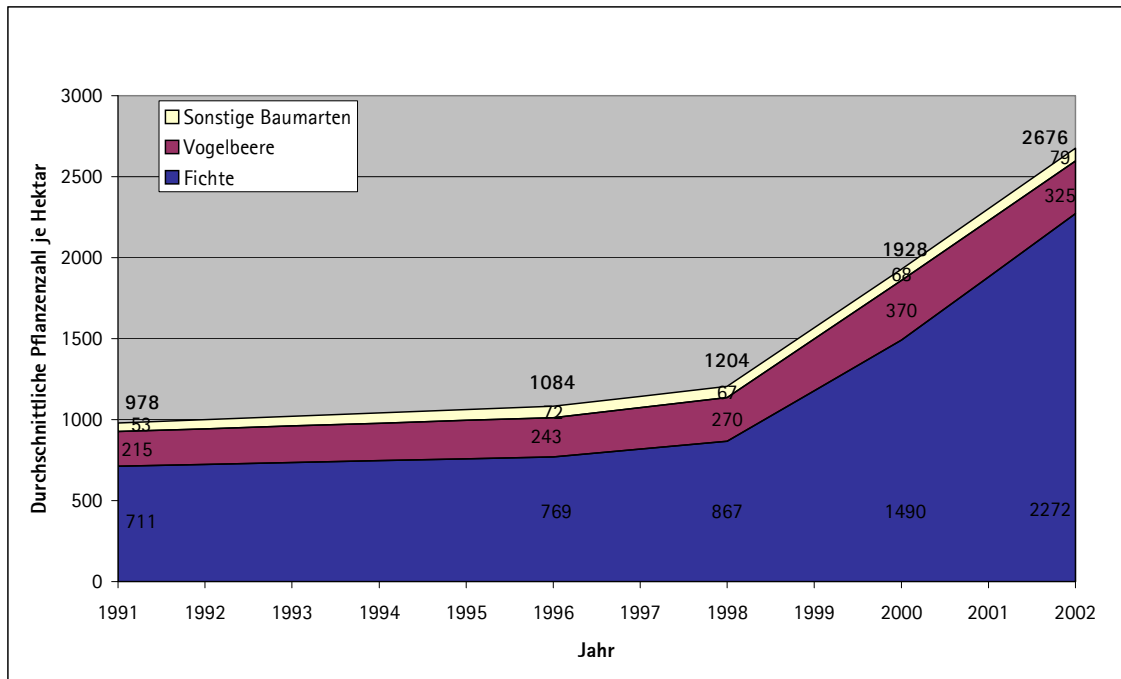
Zusätzlich zu den Pflanzen größer 20 cm, die als

etabliert angesehen werden können, wurden auch die Pflanzen zwischen 10 und 20 cm erfasst. Sie sind in noch stärkerem Maße einer Vielzahl von Gefahren ausgesetzt und können deshalb noch nicht als etabliert angesehen werden, weshalb sie auch hier getrennt betrachtet werden. Für die weitere Entwicklung spielen diese Pflanzen jedoch eine große Rolle, da ein Teil von ihnen im Lauf der nächsten Jahre die 20-cm-Schwelle überschreiten wird. Im Jahr 2002 befanden sich im Durchschnitt 1.895 Pflanzen je Hektar in dieser Höhengschicht. Das ist gegenüber dem Wert von 1.641 Pflanzen je Hektar, der im Jahre 2000 erfasst wurde, nochmals eine Steigerung um 15,5 %. Zum Vergleich lag die Anzahl der Pflanzen in dieser Höhengschicht 1998 nur bei 630 bzw. 1996 nur bei 614 je Hektar.

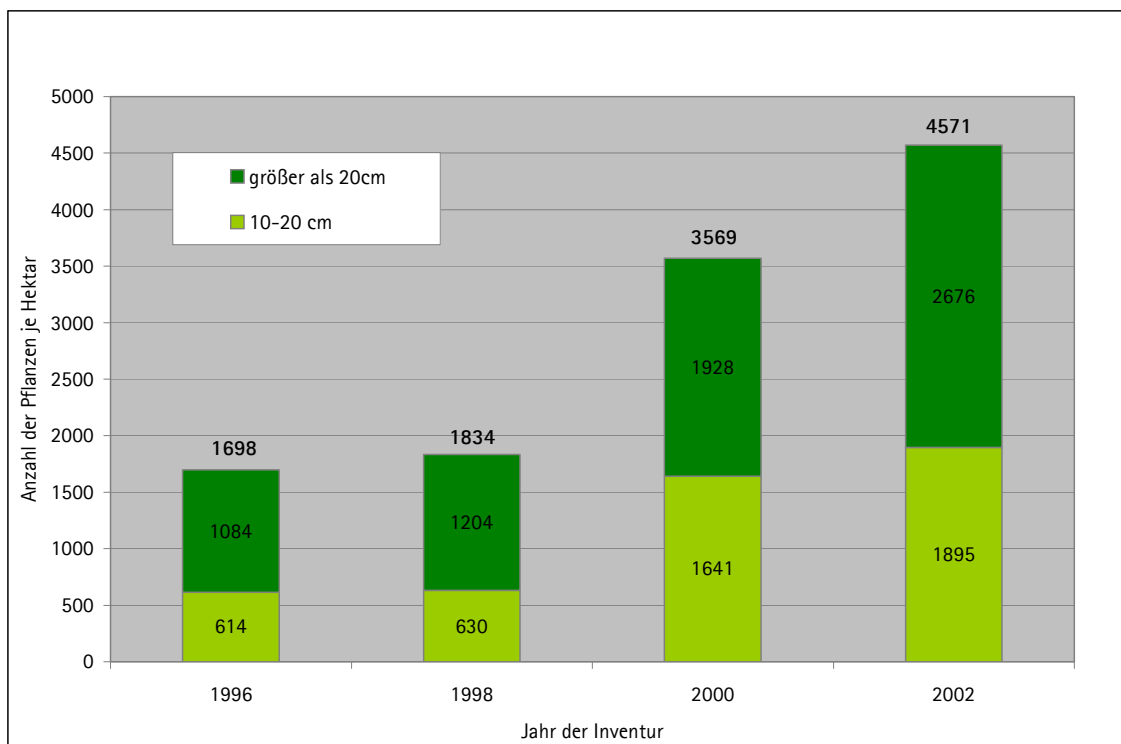
Damit hat sich die rasante Verjüngungsentwicklung der vergangenen Jahre fortgesetzt bzw. sogar noch gesteigert.

Bezieht man alle Pflanzen größer 10 cm in die trachtung mit ein, beträgt die durchschnittliche Verjüngungsdichte nun 4.571 Pflanzen je Hektar.

Grafik 1: Entwicklung der durchschnittlichen Pflanzenzahlen > 20 cm



Grafik 2: Entwicklung der durchschnittlichen Pflanzenzahlen > 10 cm



1.3 Entwicklung der Baumartenanteile

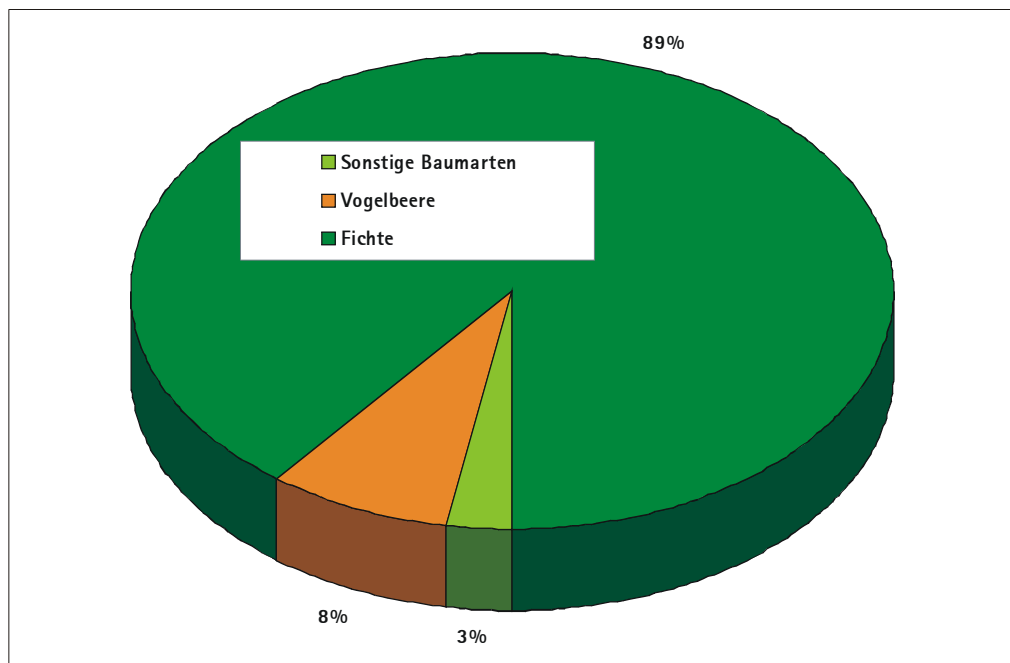
1991, vor Beginn der Buchdruckermassenvermehrung, war die Fichte die dominierende Baumart in den Altbeständen der Hochlagen. Damals hatte sie einen Anteil von 98 % an der Gesamtbestockung. Die verbleibenden 2 % verteilten sich auf Rotbuche (1,2 %), Vogelbeere (0,4 %), Bergahorn (0,2 %) und sonstige Baumarten (0,2 %). Die Baumartenzusammensetzung der Verjüngungsschicht zwischen 20 cm und 5 m wuch damals jedoch erheblich von derjenigen der Altbestände ab: So lag der Anteil der Fichte damals bei nur 73 %. Zweithäufigste Baumart war die Vogelbeere mit 22 %, dritthäufigste die Buche mit 3 %. Alle anderen Baumarten zusammen hatten einen Anteil von nur 2 %.

2002 setzte sich der Trend eines steigenden Fichtenanteiles wie in den Vorjahren fort. Während der

Anteil der Fichte im Jahr 2000 noch bei 77,3 % lag, ist er mittlerweile auf 84,9 % angestiegen. Im Gegensatz dazu fiel der Anteil der Vogelbeere von 19,2 auf 12,2 % und der der sonstigen Baumarten von 3,7 auf 2,9 %. Den größten Anteil bei den sonstigen Baumarten hatte die Buche mit 2,6 %.

Noch deutlicher wird diese Entwicklung, wenn man nur die Pflanzen zwischen 10 und 20 cm Größe betrachtet. Hier stieg der Anteil der Fichte zwischen 1996 und 2002 kontinuierlich von 84 auf nun fast 97 %. Betrachtet man **alle Pflanzen größer 10 cm** zusammen, liegt der Anteil der Fichte bei **89,4**, der Anteil der Vogelbeere bei 7,9 und der Anteil der sonstigen Baumarten bei nur 2,7 %.

Grafik 3: Baumartenanteile in der Verjüngung > 10 cm



1.4 Entwicklung der Baumhöhenstruktur

Um die Entwicklung der Höhenstruktur der Verjüngungspflanzen darzustellen, wurden insgesamt neun Höhenstufen ausgeschieden. Die Auswertung

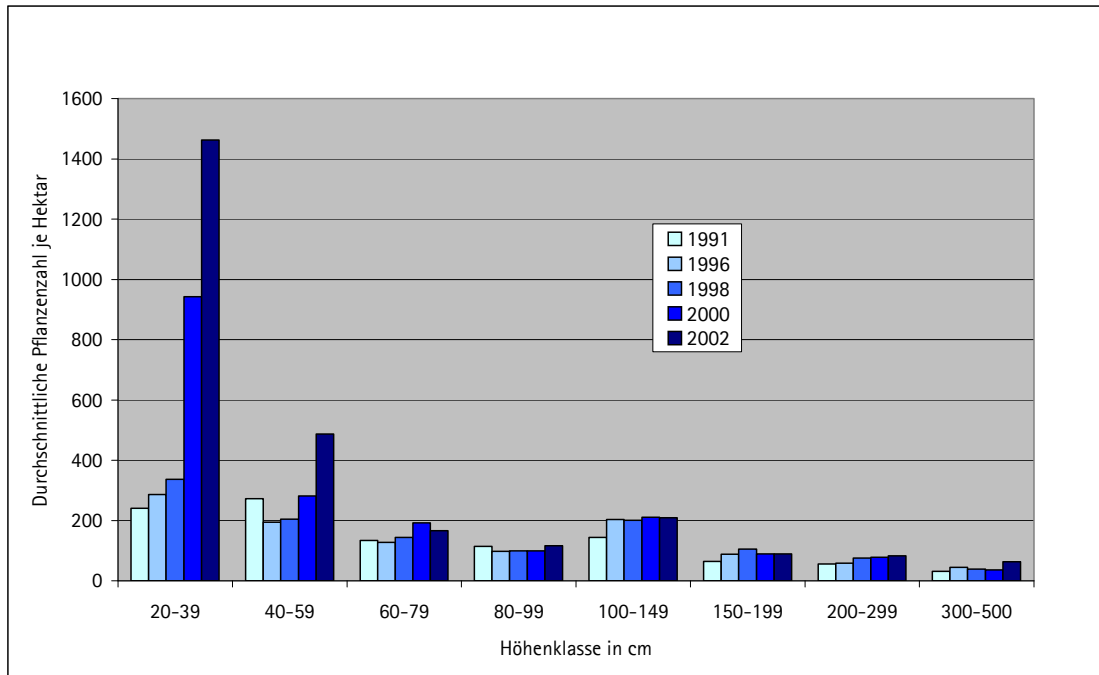
erfolgte getrennt nach den beiden häufigsten Baumarten Fichte und Vogelbeere.

Bei der Fichte stiegen die Pflanzenzahlen bis 1998 in allen Höhenklassen nur geringfügig an. Erst 2000 konnte ein starker Sprung bei den Pflanzen zwischen 20 und 40 cm Höhe registriert werden. In den anderen Höhenklassen blieb die Anzahl der Pflanzen in etwa konstant. Die Werte von 2002 zeigen nun einen weiteren Anstieg der Pflanzenzahlen bei den

Pflanzen zwischen 20 und 40 cm und erstmals auch in der Höhenklasse zwischen 40 und 60 cm. Hier verdoppelte sich die durchschnittliche Pflanzenzahl

je Hektar. Die Höhenklassen über 60 cm zeigen indes noch keine Veränderung.

Grafik 4: Entwicklung der Höhenstruktur der Verjüngung



1.5 Entwicklung der Verbissbelastung

Im Rahmen der Aufnahmen wurde der Verbiss am Leittrieb der Verjüngungspflanzen seit Beginn der letzten Vegetationsperiode erfasst. Dabei wurde nur der Verbiss durch Schalenwild (Reh, Rothirsch) ermittelt. Seit der letzten Aufnahme im Jahr 2000 hat sich der Gesamtverbiss erhöht. Er beträgt 6,1 % gegenüber nur 3,5 % bei der letzten Aufnahme und hat damit wieder ein etwas höheres Niveau erreicht. Verursacht wird die Erhöhung des Gesamtverbisses sowohl durch eine Erhöhung der Verbiss-

belastung bei der Fichte (Anstieg von 0,7 auf 4,4 %) als auch bei der Vogelbeere (Anstieg von 14,4 auf 26,7 %).

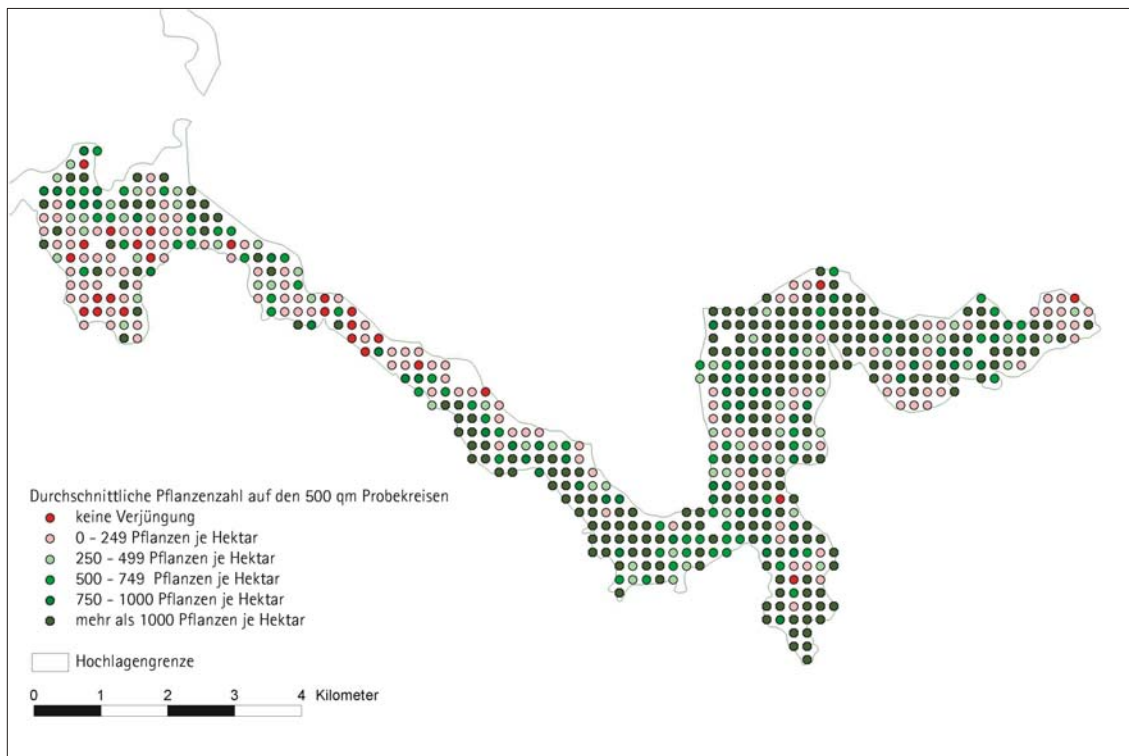
Andere Beeinträchtigungsfaktoren des Wachstums wurden während der Inventur 2002 aufgrund ihrer bisherigen geringen Bedeutung nicht gezielt erfasst. Über den Wildverbiss hinaus konnten bei den Arbeiten auch keine entsprechenden Auffälligkeiten an den Verjüngungspflanzen festgestellt werden.

1.6 Räumliche Verteilung der Verjüngung

Um genauere Informationen über die räumliche Verteilung der Verjüngung in den gesamten Hochlagen zu erhalten, wurde an jedem permanenten Inventurpunkt zusätzlich eine Fläche von 500 m² - dies entspricht einem Radius von 12,62 m - auf-

genommen. Da diese Aufnahme bereits 1998 durchgeführt wurde, können die damals abgeleiteten Ergebnisse mit denen der aktuellen Inventur verglichen werden.

Grafik 5: Verteilung der Verjüngung (> 20 cm) in den Hochlagen (Rachel-Lusen-Gebiet)

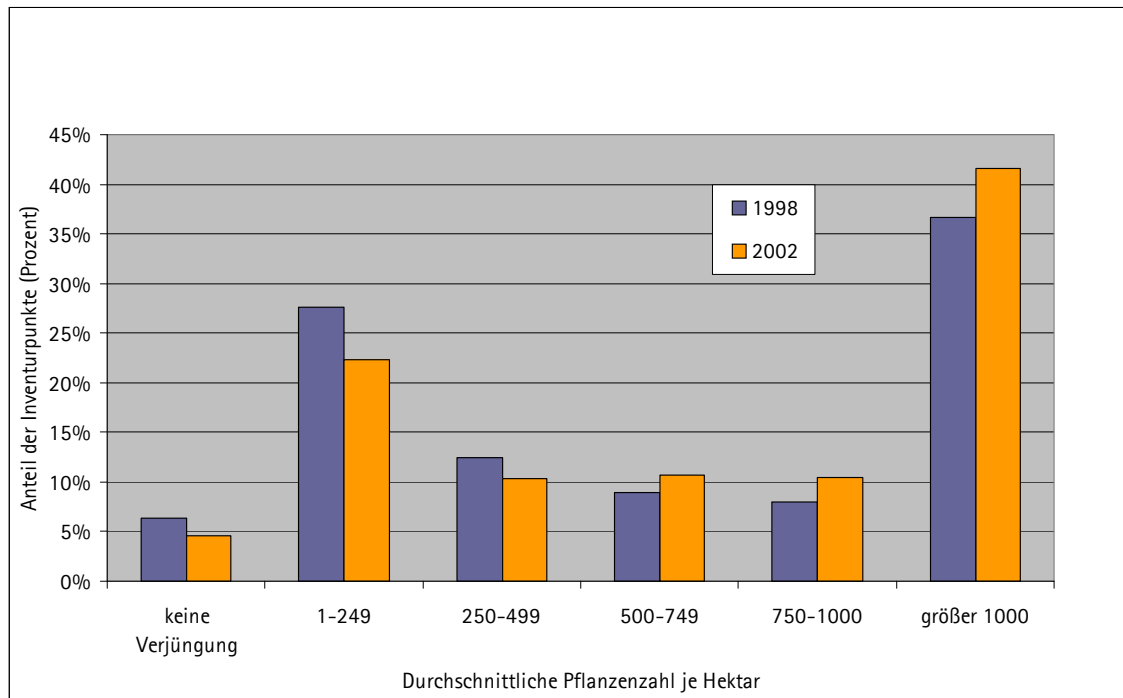


Es zeigt sich, dass die Klumpung der Verjüngung eher kleinräumig und dadurch eine ausreichende Verteilung in der Fläche gewährleistet ist. So konnten auf 95,5 % aller untersuchten Kreise Verjüngungspflanzen größer 20 cm gefunden werden. Das bedeutet, dass der weitaus überwiegende Teil der Hochlagen mit Verjüngungspflanzen bedeckt ist. Nur auf 26 Probeblächen (= 4,5 %) konnte keine Verjüngung größer 20 cm gefunden werden. Damit hat sich die Situation gegenüber 1998 merklich verbessert, damals waren noch 6,3 % der Kreise ohne Verjüngung. Bezieht man noch die Pflanzen zwischen 10 und 20 cm in diese Überlegungen mit ein, reduziert sich der Anteil von Probeblächen ohne Verjüngung auf 10, das sind 1,7 % aller erfassten Probeblächen.

Insgesamt zeigt sich auch eine Verschiebung der Häufigkeitsverteilung hin zu höheren Verjüngungsdichten. Während die Anzahl der Kreise mit weniger

als 500 Pflanzen größer 20 cm je Hektar von 40 auf 32,7 % zurückging, erhöhte sie sich bei den Kreisen mit mehr als 500 Pflanzen je Hektar von 53,6 auf 62,8 %. Der Anteil der Kreise mit mehr als 1.000 Pflanzen je Hektar stieg von 36,7 auf 41,6 % an. Betrachtet man das Verteilungsmuster der Verjüngungsdichte auf den Probekreisen über die gesamten Hochlagen, erkennt man Bereiche, in denen viel und Bereiche, in denen bisher weniger Verjüngungspflanzen vorkommen. Völlig ausreichende Verjüngung findet sich fast im gesamten östlichen Teil der Hochlagen, also zwischen Böhmweg und Siebensteinkopf und in den tiefer gelegenen Bereichen in der Übergangszone zu den Bergmischwäldern der Hanglagen. Weniger günstig - aber im Hinblick auf die weitere Waldentwicklung dennoch ausreichend - ist die Situation im Bereich des Plattenhausriegels und rund um die Gipfel des Rachelmassives.

Grafik 6: Häufigkeitsverteilung der durchschnittlichen Pflanzenzahl auf den 500 m² Probekreisen (Pflanzen > 20 cm)



1.7 Bewertung der Ergebnisse

Insgesamt setzt sich die für die eher ungünstigen Standortsverhältnisse der Hochlagen positive **Verjüngungsentwicklung** der letzten Jahre fort. Mit 2.676 etablierten Verjüngungspflanzen je Hektar übertrifft die durchschnittliche Pflanzenzahl bereits ein Niveau, wie es für Pflanzungen in Wirtschaftswäldern empfohlen wird. Diese Richtwerte liegen für die Hochlagenbestände im Bayerischen Wald etwa zwischen 2.000 und 2.500 Pflanzen je Hektar. Auch wenn einige Bereiche der Hochlagen trotz dieser günstigen Durchschnittswerte noch geringere Werte aufweisen, so ist in den nächsten Jahren doch mit einem weiteren Anwachsen der Verjüngungszahlen zu rechnen, da in der Stufe unter 20 cm ein nicht unerhebliches Pflanzenpotenzial vorhanden ist. Darüber hinaus dürfte die diesjährige Fichtenblüte (Frühjahr 2003) in Folge auch zu einem weiteren Sameneintrag führen. Obwohl die Altbestände in den Hochlagen großflächig ausgefal-

len sind, befinden sich dort noch zahlreiche mehr oder weniger regelmäßig über die Fläche verteilte Einzelbäume, die den Borkenkäferfraß überlebt haben. Diese wiederum können Ansatzpunkt für weiteren Sameneintrag und damit Nachschub für die Verjüngungsentwicklung sein.

Inwieweit sich diese positive Entwicklung in den nächsten Jahren fortsetzt, werden die regelmäßigen Inventuren zeigen, die weiterhin im Zweijahresrhythmus stattfinden sollen. Nicht unerwähnt bleiben soll aber auch die Tatsache, dass viele Gefahren, wie Pilzbefall oder Trockenheit, noch auf dem Lebensweg der jungen Pflanzen lauern und Witterungsextreme nicht vorhergesagt werden können. Allerdings gibt es zur Zeit keinen Anlass durch **aktive Maßnahmen die natürliche Waldentwicklung zu unterstützen.**

2. Luftbildauswertung zur Waldentwicklung 2002

Um das Absterben des alten Fichtenwaldes im Nationalpark (Rachel-Lusen-Gebiet) wissenschaftlich zu dokumentieren, werden seit 1988 jährliche Befliegungen und Luftbildauswertungen durchgeführt. Die Befliegungsergebnisse liefern dabei vor allem wichtige Ergebnisse zur Dokumentation der Borkenkäferentwicklung in der Naturzone des Nationalparks.

2.1 Auswertungsmethodik

Seit der Befliegung 2001 wurde zur Erfassung der Totholzflächen auf ein neues Verfahren umgestellt. Die neue rechnergestützte Methodik mit digitaler,

stereoskopischer Luftbildauswertung ist in Heft 1 dieser Reihe (RALL UND MARTIN 2002) ausführlich dargestellt.

2.2 Befliegungszeitraum

Die Befliegung für die Luftbildauswertung der Totholzflächen 2002 fand am 1. Oktober 2002 statt. Das Befliegungsintervall zwischen den Befliegungen 2001 (29.08.2001) und 2002 beträgt somit ca. 13 Monate, was bei der Interpretation der Kartierungs-

ergebnisse zu berücksichtigen ist. Die Überschreitung der Jahresfrist war durch das schlechte Wetter im August und September 2002 bedingt, das eine wolkenfreie Befliegung nicht ermöglichte.

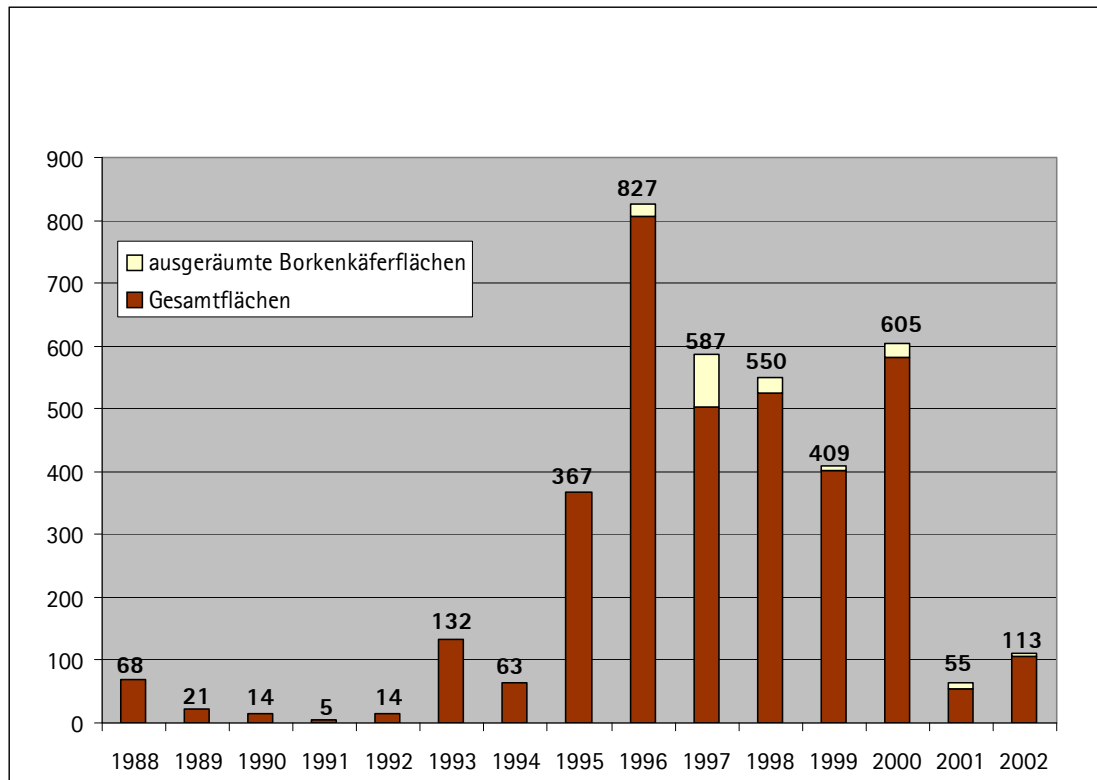
2.3 Totholzflächenzugang 2002

Seit Beginn der Luftbildauswertung 1988 bis August 2001 summierten sich im Rachel-Lusen-Gebiet die Flächen mit abgestorbenen Fichtenaltbeständen auf 3.610 ha. In diesem Wert sind die Flächenkorrekturen aufgrund des geänderten Auswertungsverfahrens seit 2001 enthalten. Im Befliegungsintervall 2002 (August 2001 bis Oktober 2002) erhöhten sich durch Borkenkäferbefall diese Flächen um 113 ha auf jetzt insgesamt

3.723 ha. Damit nehmen die abgestorbenen Fichtenaltbestände rd. 28 % der Fläche des Rachel-Lusen-Gebietes ein.

Wenngleich der Totholzflächenzugang 2002 mit 113 ha gegenüber dem Vorjahreswert auf etwa das Doppelte angewachsen ist (2001: 55 ha), so ist dies der zweitniedrigste Wert seit Beginn der Borkenkäfermassenvermehrung 1995 (vgl. Grafik 7).

Grafik 7: Jährlicher Zugang an Totholzflächen



Auffällig ist, dass von den 113 ha nur rd. 2 ha Befallsflächen im Randbereich, in dem der Borkenkäfer bekämpft wird ("Ausgeräumte Borkenkäferflächen"), liegen (2001: rd. 10 ha). Dies ist der niedrigste Wert seit 1996, seit dem der Randbereich eigens ausgewertet wird. Der deutlich höhere Wert in der Naturzone gegenüber 2001 (2001: 45 ha, 2002: 111 ha) steht damit im Widerspruch zu dieser Entwicklung. Möglicherweise ist durch das verlängerte Befliegungsintervall (über 13 Monate) und den relativ frühen Befliegungszeitpunkt 2001 (29. August) ein Teil des Borkenkäferbefalls in der Naturzone 2001 erst 2002 mit erfasst worden. Das heißt, alle Fichten, die erst im Herbst 2001 infolge

Borkenkäferbefalls Symptome des Absterbens (Verfärbung der Kronen) gezeigt haben, waren erst auf den Luftbildern 2002 erkennbar.

Wie im vorhergehenden Befliegungsintervall zeichnen sich zwei Schwerpunkte des Neubefalls ab (vgl. auch Karte im Anhang): Zum einen in den Hochlagen nördlich der Reschbachklause im NO-Teil des Nationalparks, zum anderen im Rachelgebiet, dort besonders auf der Rachelnordseite. Diese Schwerpunkte sind auch die Ursache dafür, dass im letzten Befliegungszeitraum der Neuzugang an Totholzflächen in den fichtendominierten Hochlagen mit 52 ha (2001: rd. 16 ha) wieder am größten war (vgl. nachfolgende Tabelle).

Totholzflächenzugang 2002 (in Hektar) nach Hauptvegetationszonen

	Hochlage	Obere Hanglage	Untere Hanglage	Tallage	Gesamt
Totholzflächen	51,5	29,0	10,7	11,6	102,8
Totholzgruppen (bis zu 5 Bäume)	0,3	3,3	2,6	2,3	8,5
Ausgeräumte Borkenkäferflächen	0,2	1,0	0,3	0,6	2,1
Summe	52,0	33,3	13,6	14,5	113,4
%-Anteile	45,8 %	29,3 %	12,0 %	12,9 %	100,0 %

Gegenüber dem vorigen Befliegungsintervall ist der Anteil der Totholzflächen in den Hochlagen am gesamten Neuflächenzugang damit von 29,2 % auf 45,8 % angestiegen. Insgesamt sind seit Beginn der Luftbilddauswertungen 1988 in den Hochlagen 2.006 ha Fichtenaltbestände abgestorben. Dies entspricht einem Flächenanteil von rd. 87 % dieser Höhenzone. Der relative Totholzflächenzugang dagegen ist in der oberen Hanglage im Vergleich zu 2001 von 44,4 auf 29,3 % gesunken, der absolute Wert liegt

jedoch mit 29 (2002) zu 17 ha (2001) immer noch auf einem höheren Niveau. Bemerkenswert ist, dass sich der Totholzflächenzugang in von Kaltluftstau beeinflussten und deshalb auch fichtendominierten Tallagen zwar absolut wie die Gesamtfläche etwas mehr wie verdoppelt hat (2001: 6,3 ha, 2002: 14,6 ha), sich relativ zu den anderen Höhenzonen aber nur marginal (11,3 % zu 12,9 %) erhöht hat.

2.4 Ausblick

Wenngleich sich das Befallsgeschehen bzw. der Totholzflächenzugang in den letzten beiden Jahren verringert hat, gilt nach wie vor, dass über Zeitreihen von Luftbilddauswertungen keine Befallsprognose für das Folgejahr möglich ist. Die zur Dynamik des Borkenkäferbefalls angelaufene Ursachenforschung muss deshalb weitergeführt werden. Dabei bedürfen die für die Populationsdynamik von Insekten als maßgeblich erkannten Regulationsmecha-

nismen Habitatangebot, Antagonisten, endogene Faktoren, Konkurrenz und Witterungsverlauf in ihrem Zusammenspiel noch intensiver Analysen. Erst wenn hinreichend viele Ergebnisse solcher Studien vorliegen, lässt sich das Auf und Ab der Dynamik des Borkenkäferbefalls besser erklären. Somit würde auch die Einschätzung der künftigen Waldentwicklung erheblich erleichtert werden.

3. Literaturlauswahl

BAUER, M. (2002): Walddynamik nach Borkenkäferbefall in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Dissertation der Technischen Universität München. 167 S.

GRÜNVOGEL, H. UND HEURICH M. (2002): Waldinventur 2002. Inventuranweisung. Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald. 34 S.

HEURICH, M. (2001): Waldentwicklung im hochmontanen Fichtenwald nach großflächigem Buchdruckerbefall im Nationalpark Bayerischer Wald. In: Waldentwicklung im Bergwald nach Windwurf und Borkenkäferbefall. Hrsg. Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Wissenschaftliche Reihe, Heft Nr. 14, S. 99-176.

NÜBLEIN, S. (1998): Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald 1998. Totholzflächen und Waldverjüngung. Hrsg. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 24 S.

OTT, E., FREHNER, M., FREY, H.-U. UND LÜSCHER, P. (1997): Gebirgsnadelwälder. Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Haupt, Bern-Stuttgart- Wien. 287 S.

RALL, H. (1995): Die Wälder im Nationalpark Bayerischer Wald: Von forstlicher Prägung zur natürlichen Entwicklung. In: Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald (Hrsg.) Nationalpark Bayerischer Wald - 25 Jahre auf dem Weg zum Naturwald, Grafenau: S. 9-57

RALL, H. MARTIN, K. (2002): Luftbildauswertung zur Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald 2001, Berichte aus dem Nationalpark - Heft 1, Hrsg. Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, 21 S.

Anhang: Totholzkartierung Rachel-Lusen-Gebiet nach Befliegung 2002

Anschrift der Autoren: Marco Heurich, Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Freyunger Str. 2,
94481 Grafenau, E-Mail: marco.heurich@fonpv-bay.bayern.de

Dr. Heinrich Rall, Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Freyunger Str. 2,
94481 Grafenau, E-Mail: heinrich.rall@fonpv-bay.bayern.de