



BERICHTE AUS DEM NATIONALPARK HEFT 8/2012

# Waldentwicklung

im Nationalpark Bayerischer Wald in den Jahren 2006 bis 2011



Nationalpark  
Bayerischer Wald



**HERAUSGEBER:**

Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald  
Freyunger Straße 2  
94481 Grafenau  
Telefon 0 85 52 96 000  
Telefax 0 85 52 96 00 100  
E-Mail: [poststelle@npv-bw.bayern.de](mailto:poststelle@npv-bw.bayern.de)  
[www.nationalpark-bayerischer-wald.de](http://www.nationalpark-bayerischer-wald.de)

**ZITIERWEISE:**

Heurich, M., Baierl, F. und T. Zeppenfeld (2012): Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald in den Jahren 2006 bis 2011. Ergebnisse der Luftbildauswertung und Hochlageninventur. Berichte aus dem Nationalpark. Heft 8/12. Grafenau. 36 S.

**VERANTWORTLICH:**

Dr. Franz Leibl  
Leiter der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald

**REDAKTION:**

Marco Heurich, Rainer Pöhlmann, Hans Jehl, Hans Kiener

**LEKTORAT:**

Dr. Heinrich Rall, Hans Jehl, Steffi Jaeger

**GESTALTUNG:**

Václav Hraba ([atelier-hraba@volny.cz](mailto:atelier-hraba@volny.cz))

**DRUCK:**

Agentur SSL, Grafenau

**TITELBILD UND BILD SEITE 1:**

Bild: Zeppenfeld

April 2012

ISSN-Nr. 1610-0867

© Alle Rechte vorbehalten

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

# Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald in den Jahren 2006 bis 2011

Ergebnisse der Luftbildauswertung  
und Hochlageninventur

Von Marco Heurich, Franz Baierl und Thorsten Zeppenfeld



# Vorwort



Lange wurde darüber debattiert, ob sich der Hochlagenwald zwischen Rachel und Lusen nach der Borkenkäfermassenvermehrung je wieder regenerieren werde. Zunächst verlief die vom Borkenkäfer eingeleitete natürliche Verjüngung sehr zögerlich. Doch dann setzte eine Phase mit rasant zunehmender Waldverjüngung ein. Die letzte, im Jahr 2011 durchgeführte Waldinventur zeigt uns schließlich, dass der Waldbestand zwischen Rachel und Lusen sich nicht nur ausreichend verjüngt hat, er ist auch messbar gewachsen und zugleich vielschichtiger geworden.

Die Zeitreihe der Inventurdaten zwischen 1991 und 2011 belegt zudem, dass im Bereich des Rachels die Verjüngungsentwicklung langsamer vonstatten geht als beispielsweise südlich des Lusens. Dennoch: Schritt für Schritt und Jahr für Jahr holt sich der Bergfichtenwald aus eigener Kraft und nach eigenem Gesetz sein Terrain zurück. Und das ohne Zutun des Menschen.

Natur Natur sein lassen fordert von uns Menschen Geduld und Zeit ein - gewähren wir beides unserer wilden, schönen Waldnatur im Nationalpark Bayerischer Wald.

Dr. Franz Leibl

Leiter der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald

# Inhaltsverzeichnis

|  |    |   |    |
|--|----|---|----|
| 1. Einleitung                                      | 4  | 5. Hochlageninventur 2011                               | 20 |
| 2. Entwicklung der Zonierung im Nationalparkgebiet | 6  | 5.1 Aufnahmemethodik                                    | 20 |
| 3. Luftbildauswertung der Jahre 2006 bis 2011      | 9  | 5.2 Ergebnisse  | 22 |
| 3.1 Methodik                                       | 9  | 5.2.1 Entwicklung der durchschnittlichen Pflanzenzahlen | 22 |
| 3.2 Rachel-Lusen-Gebiet                            | 12 | 5.2.2 Entwicklung der Höhenstruktur                     | 22 |
| 3.3 Falkenstein-Rachel-Gebiet                      | 13 | 5.2.3 Die räumliche Verteilung der Verjüngung           | 24 |
| 4. Entwicklung des Holzeinschlags                  | 16 | 6. Beurteilung der Ergebnisse                           | 28 |
| 4.1 Rachel-Lusen-Gebiet                            | 17 | 7. Literaturverzeichnis                                 | 31 |
| 4.2 Falkenstein-Rachel-Gebiet                      | 18 |   |    |



Bild 2. Windwurf und Borkenkäferbefall sind Motor einer dynamischen Waldentwicklung. Foto: Hans Kiener

# 1. Einleitung

1996



2003



Nationalparke sind großräumige Schutzgebiete, die von direkten Eingriffen und Nutzungen durch den Menschen freigestellt werden, um Artenausstattung und Prozesse im Naturhaushalt so naturnah wie möglich zu sichern. Im Nationalpark Bayerischer Wald kann deshalb auf großer Fläche eine weitgehend ungestörte Naturwalddynamik erlebt und beobachtet werden.

Im Unterschied zu den meist recht kleinflächigen Urwald- und Naturwaldreservaten kann es in Nationalparks gelingen, Naturwalddynamik auf großer Fläche zu ermöglichen und zu schützen. Negative Randeffekte, Störungen oder Eingriffe, wie sie beispielsweise zum Schutz von Eigentumsrechten notwendig sind, spielen in einem Nationalpark eine viel geringere Rolle als in kleinen Reservaten und können zudem durch Zonierungskonzepte verringert werden. Als dauerhaft gesicherte Lebensräume in ihrer weitgehend natürlichen Entwicklung sind Nationalparke sowohl hoch attraktive „Nullflächen“ für die ökosystemare Forschung als auch in besonderem Maße für die wissenschaftliche Langzeitbeobachtung geeignet. Inmitten der seit Jahrtausenden genutzten Landschaft Europas eröffnet die Einrichtung von großdimensionierten Schutzge-

bieten eine Fülle grundlegender Fragestellungen mit enorm breiter Themenspreitung (HEURICH ET AL 2010).

Um die natürliche Entwicklung der Wälder im Nationalpark zu dokumentieren, wird seit seiner Gründung eine umfangreiche Umweltbeobachtung (= Monitoring) durchgeführt. Zwei zentrale Komponenten dieses Monitorings sind terrestrische Stichprobeninventuren und Luftbildserien zur Interpretation der Waldentwicklung auf Landschaftsebene. Befliegungen werden seit 1988, also seit 24 Jahren, im jährlichen Turnus durchgeführt. Ziel dieser Aufnahmen ist es vor allem, den durch den Buchdrucker (*Ips typographus*) verursachten Zuwachs an Sukzessionsflächen sowie deren räumliche Verteilung zu dokumentieren.

Im Zuge der Massenvermehrung des Buchdruckers im Nationalpark Bayerischer Wald sind bislang Sukzessionsflächen mit einer Ausdehnung von über 6.000 Hektar entstanden. Nach anfangs heftigen Diskussionen über notwendige Maßnahmen der Käferbekämpfung rückten immer mehr folgende Fragen in den Mittelpunkt:

2006



2010



Bild 3-6: Ein neuer Wald entsteht. Entwicklung der Naturverjüngung unterhalb des Lusengipfels in den Jahren (v.l.): 1996, 2003, 2006, 2010.  
Fotos: R. Pöhlmann

- ♦ Entwickelt sich wieder Wald auf der Fläche?
- ♦ Ist der Fortbestand des Waldes gesichert?
- ♦ Wird es über längere Zeit größere waldfreie Flächen geben?
- ♦ Wie lange dauert es, bis sich ein neuer Wald entwickelt?
- ♦ Wie wird dieser aufgebaut sein?

Während sich rasch zeigte, dass sich die Waldverjüngung in den tieferen Lagen des Nationalparks schnell und in großer Menge etablierte (HEURICH & NEUFANGER 2005, FISCHER & FISCHER im Druck), rechnete man in den Hochlagen aufgrund der klimatischen und edaphischen Gegebenheiten mit einem sehr viel längeren Zeitraum. Denn schon in der forstlichen Literatur der letzten Jahrhunderte gab es z.T. heftig geführte Auseinandersetzungen um die richtige Waldbehandlung im Hochlagenwald. Dreh- und Angelpunkt dieser Auseinandersetzungen war die Frage, wie eine ausreichende Verjüngung der Bestände gewährleistet werden kann (ZIERL 1972, SCHMIDT-VOGT 1991).

Um die Entwicklung der Verjüngung zu beobachten, wurden in den Jahren 1996 und 1998 von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Hochlageninventuren im Rachel-Lusen-Gebiet des Nationalparks durchgeführt (NÜBLEIN 1996; 1998). Anhand dieser Daten werden die Anzahl der Bäume pro Fläche, die Baumarten und deren Höhe in der Verjüngung erfasst. Die Nationalparkverwaltung setzte diese Aufnahmen und deren Auswertung in den Jahren 2000, 2002, 2005 und 2011 fort. Nimmt man die vergleichbaren Daten der Waldinventur von 1991 hinzu, so sind 20 Jahre Verjüngungsdynamik in den Hochlagen des Rachel-Lusen-Gebietes dokumentiert (HEURICH & JEHL 2001, HEURICH & RALL 2003, HEURICH & RALL 2006).

Die Ergebnisse des Monitorings zur Borkenkäfer- und Verjüngungsdynamik werden in diesem Bericht vorgestellt.

## 2. Entwicklung der Zonierung im Nationalparkgebiet

Der Nationalpark Bayerischer Wald ist keine isolierte Einheit, sondern in vielerlei Hinsicht mit seiner Umgebung verzahnt. Deshalb muss sichergestellt werden, dass die natürlichen Abläufe im Nationalpark keine unerwünschten Auswirkungen auf benachbarte Gebiete haben. In der Nationalparkver-

ordnung werden daher Bereiche festgelegt, in denen bestimmte Maßnahmen zulässig sind bzw. erforderlich werden können. Darüber hinaus machen auch die Übergangsregelungen für das Falkenstein-Rachel-Gebiet eine Einteilung in Zonen mit unterschiedlichen Maßnahmen erforderlich. Die Richtlinien der internationalen Naturschutzorganisation (IUCN) sehen grundsätzlich die Möglichkeit einer Zonierung für Nationalparke der Kategorie II vor. Ziel muss es jedoch sein, nach entsprechenden Übergangszeiten mindestens drei Viertel der Fläche nach dem primären Schutzzweck zu behandeln. Ehemals wirtschaftlich genutzte, aber nicht wesentlich veränderte Gebiete können somit in einen Nationalpark integriert werden. Nutzungen, die dem Schutzzweck entgegenstehen, sollen aber nach einem Übergangszeitraum von 30 Jahren eingestellt werden.

Ein wichtiger Schritt zur Umsetzung dieser internationalen Vorgaben war die Novellierung der Nationalparkverordnung vom 17. September 2007.

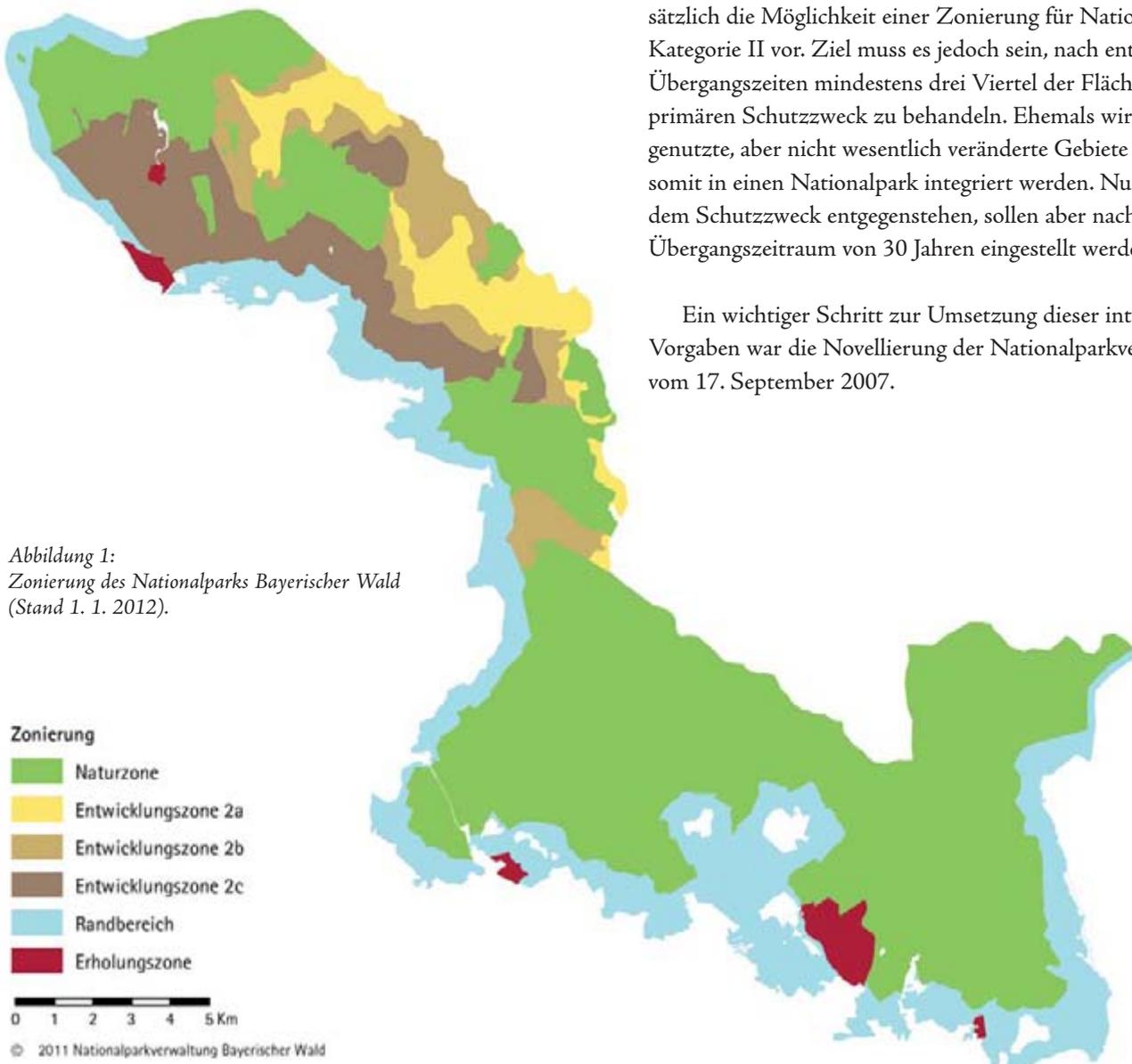


Abbildung 1:  
Zonierung des Nationalparks Bayerischer Wald  
(Stand 1. 1. 2012).



*Bild 7: Im Randbereich des Nationalparks wird der Borkenkäfer bekämpft, um ein Übergreifen auf angrenzende Wirtschaftswälder zu verhindern.  
Foto: Franz Baierl*

**Tabelle 1: Flächen der verschiedenen Managementzonen im Nationalpark Bayerischer Wald (Stand 1. 1. 2012).**

| Gebiet                           | Naturzone          | Entwicklungszone  | Randbereich       | Erholungszone  | Gesamtfläche |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------|--------------|
| <b>Rachel-Lusen Gebiet</b>       | 9.486<br>(70,1 %)  | -                 | 3.733<br>(27,6 %) | 318<br>(2,3 %) | 13.537       |
| <b>Falkenstein-Rachel Gebiet</b> | 3.748<br>(35,1 %)  | 5.236<br>(49,0 %) | 1.613<br>(15,1 %) | 88<br>(0,8 %)  | 10.685       |
| <b>Nationalpark</b>              | 13.234<br>(54,6 %) | 5.236<br>(21,6 %) | 5.346<br>(22,1 %) | 406<br>(1,7 %) | 24.222       |

## Managementzonen im Nationalpark Bayerischer Wald

### Naturzone (Zone I)

Die Naturzone beinhaltet sämtliche Flächen des Nationalparks, auf denen grundsätzlich keine forstlichen Maßnahmen vorgesehen sind. In der Naturzone hat der Ablauf nicht vom Menschen gelenkter Prozesse Vorrang.

### Entwicklungszone (Zone II)

Die Wälder der Entwicklungszone sollen innerhalb eines Übergangszeitraumes schrittweise der natürlichen Entwicklung überlassen und der Naturzone zugeführt werden. Dabei sollen bestehende Nutzungen, die mit dem Zweck des Nationalparks nicht vereinbar sind, im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten schnellstmöglich beendet werden.

### Randbereich (Zone III)

Im Randbereich sollen auf Dauer alle erforderlichen Waldschutzmaßnahmen ergriffen werden, um die an den Nationalpark angrenzenden Wirtschaftswälder vor Schäden, die auf eine unbeeinflusste Waldentwicklung im Nationalpark zurückgehen, zu bewahren.

### Erholungszone (Zone IV)

In der Erholungszone soll durch Managementmaßnahmen sichergestellt werden, dass die Verkehrssicherheit sowie die Funktion und Attraktivität der Besuchereinrichtungen (Infozentren, Waldspielgelände) gewährleistet ist.

Dabei wurde erstmals in Deutschland in einer Rechtsvorschrift fixiert, dass „75 % des Nationalparkgebietes zu einer Fläche zu entwickeln (sind), auf die der Mensch keinen Einfluss nimmt. Die dafür erforderliche Erweiterung der Naturzone erfolgt kontinuierlich und in angemessenen Schritten“. Als Kompromiss wurde in der Verordnung aufgenommen, dass soweit erforderlich, auf geeigneten Standorten außerhalb der Naturzone die Entwicklung naturferner Fichtenreinbestände zu naturnahen Beständen im Bergmischwaldbereich im Erweiterungsgebiet durch Pflanzmaßnahmen (auf einer Fläche von etwa 200 Hektar) zu unterstützen ist.

Mittlerweile ergibt sich in den beiden Nationalparkteilen der folgende Stand (Abb. 1):

Die Naturzone umfasst im Rachel-Lusen-Gebiet eine Fläche von etwa 9.486 Hektar (70,1 %). Zum Schutz der an den Nationalpark angrenzenden Wirtschaftswälder wird der Buchdrucker in einem ca. 3.733 Hektar großen Randbereich

bekämpft. Je nach örtlichen Gegebenheiten hat diese Zone eine Tiefe von mindestens 500 bis 1500 m. Die Erholungszone, die sich aus dem Nationalparkzentrum Lusen, des Waldspielgeländes und dem Umgriff des Jugendwaldheims zusammensetzt, hat eine Fläche von 318 Hektar.

Im Falkenstein-Rachel-Gebiet wird der Buchdrucker auf der überwiegenden Fläche kontrolliert. Die Naturzone hat dort bisher eine Größe von 3.748 Hektar und wird in den nächsten Jahren schrittweise ausgeweitet. Die Fläche des Randbereiches beträgt 1.613 Hektar. In den Hochlagen (Zone IIa) und in der zu deren Schutz ausgewiesenen Entwicklungszone (Zone IIb) muss die Buchdruckerpopulation in einem Übergangszeitraum bis zum Jahre 2027 kontrolliert werden. Die Erholungszone setzt sich aus den Flächen des Nationalparkzentrums Falkenstein und dem Umgriff des Wildniscamps am Falkenstein zusammen und hat eine Fläche von 88 Hektar.

## 3. Ergebnisse der Luftbildauswertung der Jahre 2006 bis 2011

### 3.1 Methodik

Heftige Gewitterstürme warfen in den Jahren 1983 und 1984 Waldbestände auf einer Fläche von etwa 173 Hektar zu Boden. Etwa die Hälfte dieser Windwürfe lag in der Naturzone des Nationalparks Bayerischer Wald. Dort verblieben die vom Sturm geworfenen Bäume im Wald. Aufgrund dieses großen Brutraumangebotes kam es zu einem starken Anstieg der Käferpopulation, der schließlich auch zum Befall gesunder Fichten führte. Nach einem Rückgang der Buchdruckeraktivität Anfang der 90' er Jahre stieg die Fläche der jährlich abgestorbenen Altlichten seit 1992 zunächst langsam und nach dem „Jahrhundertsommer“ 1993 sprunghaft an und blieb anschließend auf hohem Niveau.

Mit Hilfe von Farbinfrarotluftbildern lassen sich die vom Buchdrucker abgetöteten Altlichten genau kartieren (HEURICH ET AL. 2001).

Bis ins Jahr 2000 erfolgte die Auswertung der nicht entzerrten Luftbilder unter dem Stereoskop (Aviopret). Die Ergebnisse der visuellen Interpretation wurden per Hand auf eine über dem Luftbildpaar liegende Folie eingezeichnet. Auf einem Leuchttisch wurden die Folienskizzen dann in die entsprechenden Karten übertragen. Aufgrund der unterschiedlichen Projektionen von Luftbild und Karte (Zentral- bzw. Parallelprojektion) war ein händisches Einpassen bei der Übertragung notwendig.

*Bild 8: Der Orkan Kyrill im Januar 2007 verursachte, incl. der belassenen Flächen, einen Holzfanfall von rund 200.000 Festmeter.  
Foto: Hans Kiener*

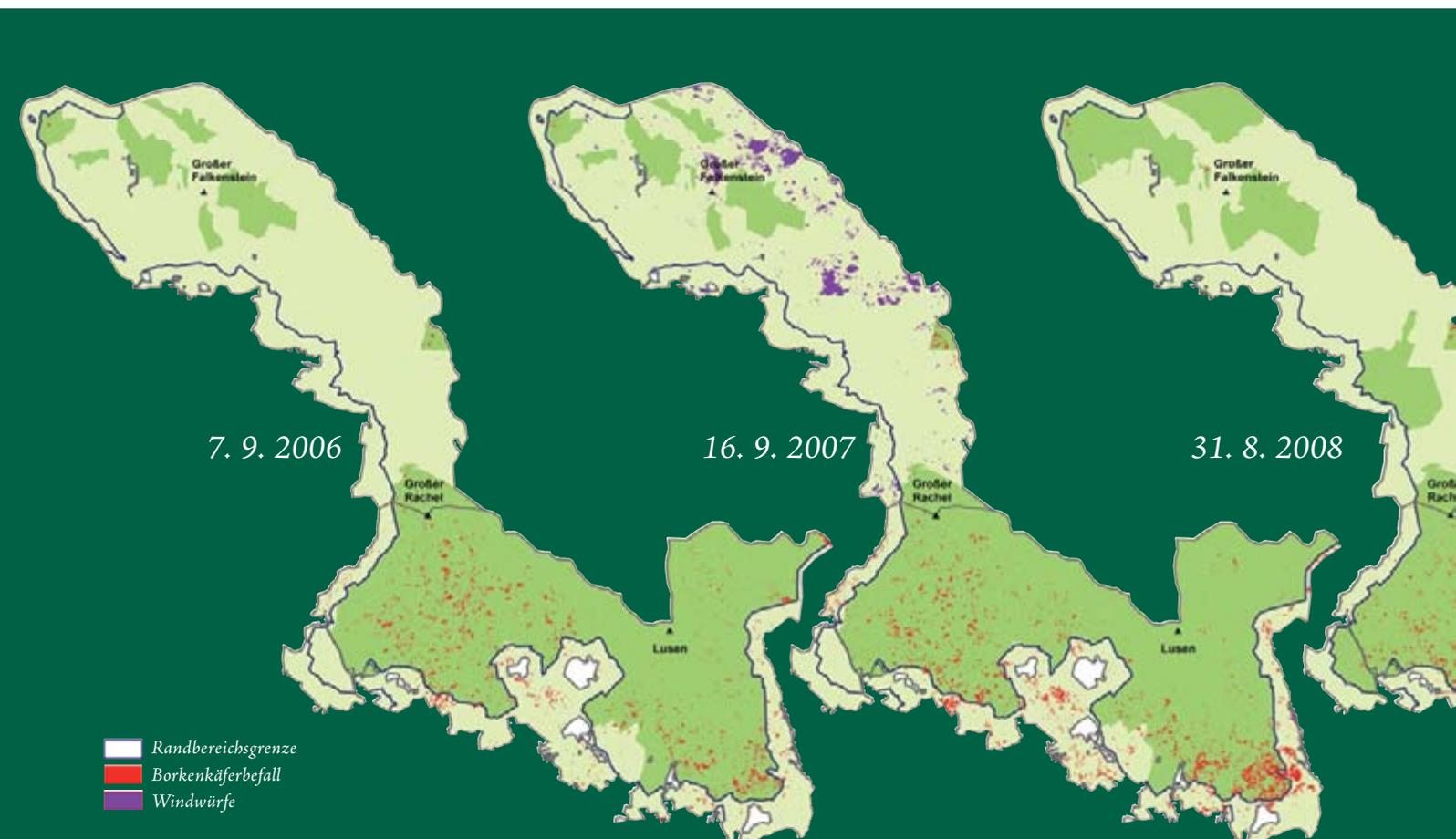


Seit 2001 werden die Luftbilder mit einem photogrammetrischen Scanner erfasst und danach digital weiterverarbeitet. Dafür wird zunächst eine Aerotriangulation durchgeführt und anschließend die Orthophotos berechnet. Die Interpretation der Totholzflächen erfolgt visuell mit einer Stereoworkstation. Dabei werden die Flächen durch einfaches Nachfahren mit dem Cursor deliniert. Um die Veränderungen gegenüber dem Vorjahr erfassen zu können, werden die alten Interpretationsergebnisse bei den Arbeiten in die Luftbilder eingeblendet. Darüber hinaus ist es auch möglich, zusätzliche für die Interpretation bedeutsame Informationen, wie den Randbereich des Nationalparks oder Nichtholzbodenflächen, darzustellen (RALL UND MARTIN 2002). Kleingruppen bis fünf Bäume werden gesondert erfasst, jedoch keine Einzelbäume.

Im Vergleich zur früher angewandten Auswertung der Originalluftbilder unter dem Stereoskop stellt diese Methode eine wesentliche Vereinfachung dar und führt zu einer deutlich verbesserten Lage- und Flächentreue der Ergebnisse. Zusätzlich werden die Fehler vermieden, die im Rahmen der manuellen Übertragung durch Hoch- und Umzeichnung entstehen.

2004 wurde eine weitere Verbesserung der Methodik umgesetzt. Seit diesem Jahr werden die Bilder mit der DMC® (Digital Mapping Camera) von Intergraphs Z/I Imaging® aufgenommen. Mit diesem System ist ein komplett digitaler photogrammetrischer Workflow möglich.

„Die DMC bietet ein hervorragendes Konzept für höhere geometrische Auflösung und mehr Leistung. Der verwendete



### Ergebnisse der Luftbildauswertung

Abbildung 2: Räumliche Verteilung der Windwürfe und des Borkenkäferbefalls zwischen 2006 und 2010 (Die Auswertung beruht auf Luftbildern 20 cm Bodenauflösung, die durch die Firma ILV M. Wagner, Groitzsch realisiert wurden).

Flächensensor liefert eine sehr stabile und äußerst genaue Bildgeometrie und gibt zudem die Daten in der gewohnten Zentralperspektive wieder. Auch auf das bisher übliche FMC (Forward Motion Compensation) muss nicht verzichtet werden, da der elektronische Bildwanderungsausgleich TDI (Time Delayed Integration) jetzt diese Aufgabe übernimmt. Die Technologie der Kamera ist auf CCD (Charge coupled device) Matrix Sensoren aufgebaut. Die Daten werden auf drei leistungsfähigen MDRs (Mission Data Records) bis zu einer Gesamtdatenmenge von 840 GB gespeichert. Mit voller Auflösung (12 bit im 4-Kanal Farbmodus) kann das System damit mehr als 2000 Aufnahmen speichern, was mehr als fünf herkömmlicher Filmrollen entspricht.

Wichtigste Neuerung gegenüber der bisherigen Technik ist der 4-Kanal Farbmodus. Die Software zur Nachbearbeitung

der Rohdaten erlaubt es, die Daten in den gewünschten Farbauszügen zeitgleich aus einem Flug, in der Regel schwarz/weiß, Color oder Colorinfrarot, abzurufen. Die Aufnahmeparameter der DMC sind gleich oder besser gegenüber einer herkömmlichen Filmkamera. Die digitale Aufnahmetechnik ermöglicht eine wesentlich erhöhte radiometrische Auflösung (12bit), die zum Beispiel in Schattenbereichen noch deutliche Detailerkennbarkeit zulässt. Die Körnung des Films spielt ebenso keine Rolle mehr. Durch die Verwendung von flächenhaften CCD-Sensoren haben die Bilder der DMC über die gesamte Bildfläche eine sehr stabile Geometrie. Dies ermöglicht den Wegfall der Rahmenmarken. Die stabile Geometrie der Bildfläche in Verbindung mit der hohen radiometrischen Auflösung verbessert die innere Messgenauigkeit im Vergleich zu den bisherigen „Filmbildern“ ([www.hansaluftbild.de](http://www.hansaluftbild.de)).



### 3.2 Rachel-Lusen-Gebiet

Seit 2005 hat sich der jährliche Borkenkäferbefall wie folgt entwickelt (Abb. 3):

Im Jahr 2006 wurden insgesamt 406 Hektar vom Buchdrucker befallen, im Jahr 2007 erhöhte sich der Neubefall und erreichte mit 603 Hektar einen sehr hohen Wert (2006 und 2007 durch Schneebruch und Windwurf entstandene Flächen wurden in der Kartierung nicht unterschieden und sind in den Flächenangaben enthalten). In den folgenden Jahren ging der Befall kontinuierlich zurück und erreichte 2011 eine Fläche von nur noch 30 Hektar. Ein so geringer Wert wurde zuletzt 1992 festgestellt. Mit Stichtag 22. 8. 2011 beträgt die vom Borkenkäfer befallene Fläche im Rachel-Lusen-Gebiet des Nationalparks Bayerischer Wald 6029 Hektar. Das entspricht knapp der Hälfte des Rachel-Lusen-Gebietes (47 %). Dieser Wert umfasst neben den Totholzflächen, die eine Flächenausdehnung von 5356 Hektar aufweisen, in der Naturzone auch die in Folge der Käferbekämpfung ausgeräumten Flächen im Randbereich des

Parks mit einer Fläche von 673 Hektar. Da sich der Buchdruckerbefall in den letzten Jahren verstärkt in den Tal- und Hanglagen abspielte, nahm auch der Anteil der in Folge von Bekämpfungsmaßnahmen ausgeräumten Flächen zu. Im Jahre 2007 erreichte die ausgeräumte Fläche einen Rekordwert von 218 Hektar, davon geht etwa ein Drittel auf Windwurf in Folge des Sturms Kyrill zurück. Die gesamte Befallsfläche im Rachel-Lusengebiet beträgt mittlerweile 6.029 Hektar und teilt sich auf 5.356 Hektar mit belassenem Borkenkäferbefall und 673 Hektar mit ausgeräumtem Befall auf. Die Befallsschwerpunkte in den Jahren 2006 bis 2010 können Abbildung 2 entnommen werden.

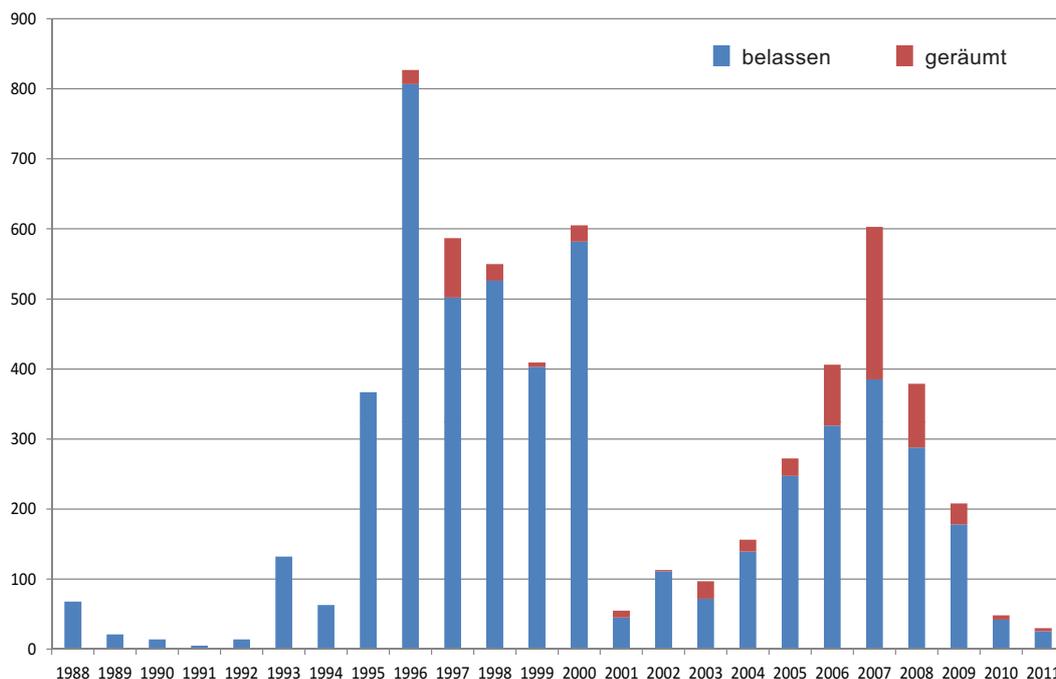


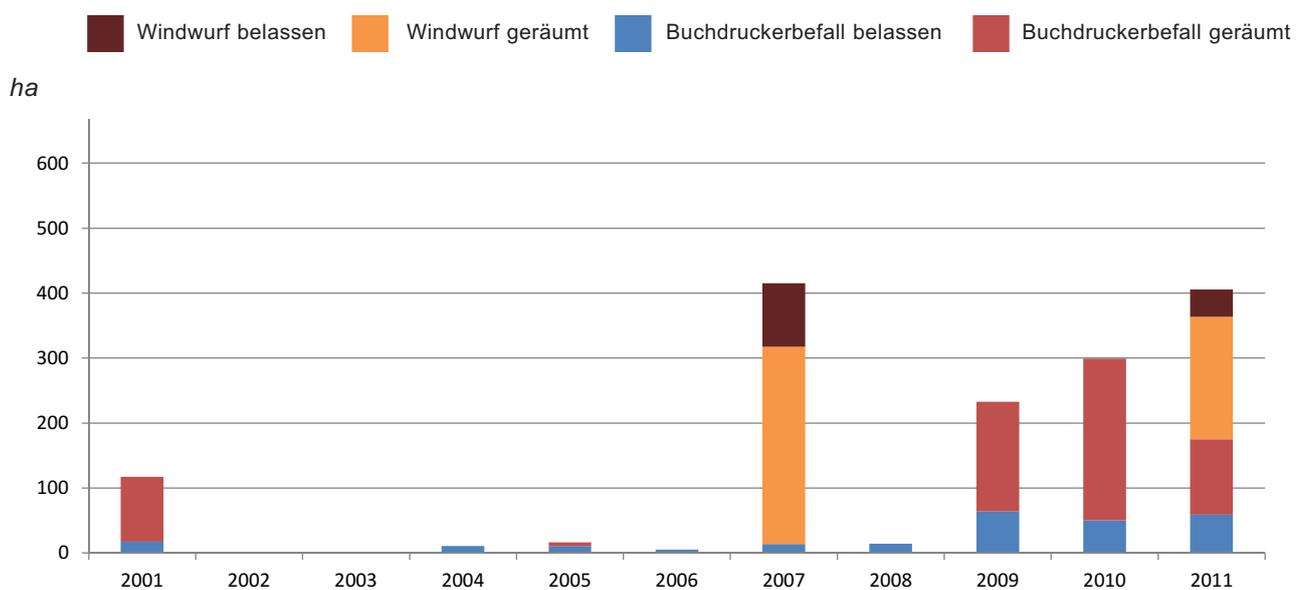
Abbildung 3: Jährlicher Zugang an belassenen und ausgeräumten Borkenkäferflächen im Rachel-Lusen-Gebiet (ohne Erweiterungsflächen Klingensbrunner Wald).

### 3.3 Falkenstein-Rachel-Gebiet

2005 gab es im Falkenstein-Rachel-Gebiet mit etwa 40 Hektar nur sehr wenige Flächen mit belassenem Borkenkäferbefall (Abb. 4). Auch die ausgeräumten Flächen hatten mit 105 Hektar nur eine geringe Ausdehnung. Auch bei den Befliegungen der Jahre 2005 bis 2007 konnten nur geringe Flächenzuwächse von weniger als 14 Hektar pro Jahr festgestellt werden. Diese Situation änderte sich schlagartig mit dem Orkan Kyrill, der in der Nacht zum 19. Januar 2007 großflächige Windwürfe mit einer Ausdehnung von 412 Hektar, vor allem in Lagen oberhalb von 1000 m des Falkenstein-Rachel-Gebietes, verursachte. Davon wurden 304 Hektar aufgearbeitet und 10 Hektar handentrindet. Für fünf große Windwurfflächen mit einer Gesamtausdehnung von 98 Hektar wurde in Abstimmung mit dem Kommunalen Nationalparkausschuss (Gremium der Landräte und Bürgermeister der angrenzenden Gemeinden) im Ministerrat die Entscheidung getroffen, diese nicht aufzuarbeiten (Abb. 5). In den Jahren nach dem Windwurf stieg der Befallsdruck des

Borkenkäfers, so dass im Jahr 2009 233 Hektar und im Jahr 2010 299 Hektar befallen wurden. Der überwiegende Teil dieser Flächen befand sich außerhalb der Naturzonen und wurde aufgearbeitet, so dass im Jahr 2009 169 und im Jahr 2010 249 Hektar geräumte Flächen entstanden. Weiter verschärft wurde die Situation durch einen Wirbelsturm, der am 13. Juli 2011 über Teile des Nationalparks hinwegfegte. Besonders betroffen waren die Bereiche zwischen Frauenau, Buchenau und Spiegelhütte bis in die Hochlagen zwischen Schachtenhaus und Hahnenbogen, wo innerhalb von wenigen Minuten zahlreiche Bäume entwurzelt oder gebrochen wurden. Durch den Sturm wurde eine Fläche von 231 Hektar Wald zu Boden geworfen, davon wurden 189 Hektar aufgearbeitet. Mit einer Fläche von 42 Hektar besonders betroffen war der Distrikt Gfallei. Da hier zahlreiche schützenswerte Moorflächen liegen und deshalb auch die Holzbringung sehr schwierig ist, wurde in Abstimmung mit dem Kommunalen Nationalparkausschuss beschlossen, diese

Abbildung 4: Jährlicher Zugang an belassenen und ausgeräumten Borkenkäfer- und Windwurfflächen im Falkenstein-Rachel-Gebiet (ohne Erweiterungsflächen „Klingenbrunner Wald“, im Jahr 2008 wurden geräumte Flächen nicht kartiert, die im Jahr 2011 als „Windwurffläche geräumt“ dargestellten Flächen, enthalten auch Flächen, die erst nach der Befliegung aufgearbeitet wurden).





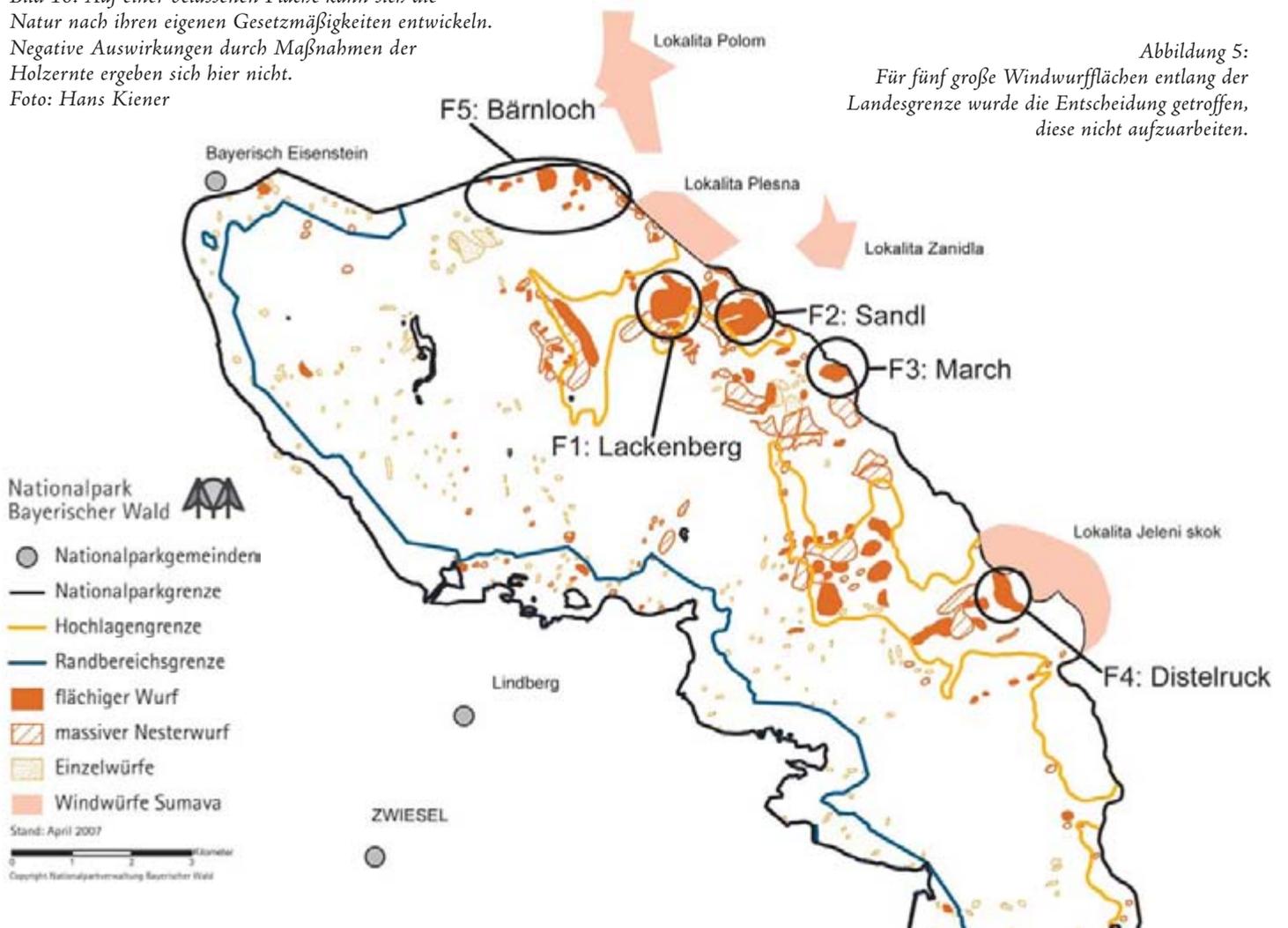
*Bild 9: Durch das Räumen der Fläche erfolgt ein massiver Eingriff in die natürlichen Abläufe. Auf dem Bild erkennt man die tiefen Fahrspuren, die sich beim Abtransport des Holzes gebildet haben. Foto: Franz Baierl*

Flächen als Naturzone auszuweisen und dafür auf die Ausweisung einer anderen Naturzone zu verzichten. Zusätzlich wurden 116 Hektar im Rahmen der Borkenkäferbekämpfung geräumt und in der Naturzone entstanden 59 Hektar Borkenkäferflächen, die nicht geräumt wurden. Insgesamt gibt es im Falkenstein-Rachel-Gebiet 631 Hektar Windwurfflächen, von denen 140 Hektar und 898 Hektar Borkenkäferflächen, von denen 259 Hektar der natürlichen Entwicklung überlassen werden. Mit 1.045 Hektar ist die geräumte Fläche sehr viel größer als im Rachel-Lusen-Gebiet. Die Schwerpunkte des Buchdruckerbefalls und der Windwürfe in den Jahren 2006 bis 2010 können Abbildung 2 entnommen werden.



Bild 10: Auf einer belassenen Fläche kann sich die Natur nach ihren eigenen Gesetzmäßigkeiten entwickeln. Negative Auswirkungen durch Maßnahmen der Holzernte ergeben sich hier nicht.  
Foto: Hans Kiener

Abbildung 5:  
Für fünf große Windwurfflächen entlang der Landesgrenze wurde die Entscheidung getroffen, diese nicht aufzuarbeiten.



## 4. Entwicklung des Holzeinschlags

Die Bekämpfung des Borkenkäfers und die Aufarbeitung der Windwurfflächen erfolgen auf Basis eines integrierten, den örtlichen Gegebenheiten angepassten Konzeptes. Bei der Aufarbeitung wird zunächst mit den Flächen in der Nähe von angrenzenden Privatwäldern begonnen, um dort Schäden durch Borkenkäfer vorzubeugen. Bei einzel- und nesterweisem Borkenkäferbefall bzw. Windwürfen findet eine motormanuelle Aufarbeitung durch Waldarbeiter mit Motorsägen statt. Anschließend werden die Bäume mit Rückeschleppern sowie in schwächeren Beständen, insbesondere bei der Schneebruch-

aufarbeitung, wo möglich, mit Pferden an die Forststraßen transportiert. Auf größeren Flächen werden aufgrund ihrer größeren Leistungsfähigkeit (bis zu 30 Festmeter je Stunde) und der geringeren Unfallgefahr bei der Windwurfaufarbeitung Vollerntemaschinen, sogenannte Harvester, eingesetzt. Von den Forststraßen werden die Bäume rasch mit Lkw´s abtransportiert oder, wenn dies nicht fristgerecht möglich ist, an Ort und Stelle maschinell entrindet. Eine Bekämpfung der Borkenkäfer mit Insektiziden ist im Nationalpark verboten.

*Bild 11: Vollerntemaschinen, sogenannte Harvester, werden bei großflächigen Borkenkäferbefall oder Windwürfen eingesetzt.  
Foto: Franz Baierl*





Bild 12: Mit Seilkrananlagen werden die befällenen Bäume auf empfindlichen Böden an die Rückewege transportiert. Foto: Franz Baierl

Auf gefährdeten Böden, wie Weichböden oder Felspartien, aber auch bei verstreutem Holzanfall in den Hochlagen, werden die befällenen Bäume an Ort und Stelle entrinde und verbleiben im Wald. Bei großem Massenanstieg werden mobile Seilkrananlagen zur bodenschonenden Holzbringung eingesetzt. In schwierig bringbaren Lagen werden die befällenen Bäume mit Hubschraubern an zentrale Aufarbeitungsplätze geflogen.

Die Zahlen für das Jahr 2007, als insgesamt rund 230.000 Festmeter Windwurf- und Käferholz aufgearbeitet wurden, zeigen, wie groß der Aufwand für eine zeitgerechte Aufarbeitung des Holzes ist. Für die Aufarbeitung wurden bis zu 30 Arbeiter der Nationalparkverwaltung und bis zu 40 Arbeiter von Forstunternehmern und Maschinenringen eingesetzt, die insgesamt eine Holzmenge von 116.600 Festmeter aufarbeiteten. Dazu kamen bis zu 40 Arbeiter von Unternehmern, die mit Handentindung von 20.000 Festmetern beschäftigt waren. Zusätzlich bewältigten neun Harvester eine Holzmenge von 66.000 Festmetern. Auf empfindlichen Böden wurden 26.000 Festmeter mit vier Seilkrananlagen zu den Forststraßen transportiert, 1.400 Festmeter wurden mit einem Transporthubschrauber ausgeflogen.

#### 4.1 Rachel-Lusen-Gebiet

Regulärer Holzinschlag spielte im Rachel-Lusen-Gebiet innerhalb des betrachteten Zeitraumes mit im Durchschnitt weniger als 1000 fm pro Jahr nur eine untergeordnete Rolle (Abb. 6). Der Einschlag von Käferholz zeigt in etwa den aus den Luftbildern ermittelten Verlauf der Borkenkäferentwicklung. Bis 1992 ging der Borkenkäferholzeinschlag wieder zurück. In den Folgejahren stieg er aber erneut an und erreichte 1997 mit knapp 38.000 fm ein Maximum. Anschließend verringerte sich der Holzeinschlag bis zum Jahr 2002 auf 2.800 fm. Auch bemerkenswerter Schneebruch - ca. 5.000 fm im Jahr 1999 und 11.000 fm im Jahr 2000 - führten nicht zu einem Anstieg des Buchdruckerbefalls. Der trockene Sommer 2003 in Kombination mit mehr als 17.000 fm Windwurf verursachte in den Folgejahren wieder einen Anstieg des Borkenkäferbefalls. Zusammen mit mehr als 70.000 fm Schneebruch im Jahr 2006 führte dies im Jahr 2007 zum höchsten bisher im Rachel-Lusengebiet notwendigen Borkenkäferholzeinschlag von knapp 73.000 fm. Bis 2011 ging der Borkenkäferholzeinschlag kontinuierlich zurück.

## 4.2 Falkenstein-Rachel-Gebiet

Auch im Falkenstein-Rachel-Gebiet stieg der "Käferholzeinschlag" bis 1995 kontinuierlich an, verdoppelte sich 1996 auf 20.140 fm, ging 1997 leicht zurück und erreichte ebenfalls 1998 sein Maximum mit 24.702 fm. Anschließend war der Holzeinschlag wieder rückläufig und erreichte im Jahr 2002 mit 1.355 fm den niedrigsten Wert seit 1996. Allerdings erhöhte sich der Gesamteinschlag seit 1990. Die reguläre Nutzung, die 1996 noch knapp 17.000 fm erreichte, wurde auf unter 3.500 fm reduziert; gleichzeitig stiegen die Zwangsanfälle durch Sturm und Schneebruch stark an. So mussten 1999 8.500 fm Sturmwurf und 8.000 fm Schneebruch aufgearbeitet werden. Im Jahr 2000 betrug die Zwangsnutzungen durch Windwurf nur 2.600 fm, allerdings mussten 18.000 fm Schneebruch aufgearbeitet werden. Die Windwürfe und die extreme Trockenheit von 2003 hatten auch einen verstärkten

Borkenkäferholzeinschlag im Jahr 2004 zur Folge. Anschließend ging der Borkenkäferholzeinschlag bis 2007 wieder auf 5.500 fm zurück. Durch den massiven Windwurf in Folge des Sturmes Kyrill wurden 115.000 fm Windwurfholz aufgearbeitet. Bereits im Folgejahr stieg der Borkenkäferholzeinschlag auf 48.000 fm und im Jahr 2009 sogar auf über 110.000 fm. 2010 musste mit 140.000 fm die größte Menge vom Borkenkäfer befallenen Holzes eingeschlagen werden. Im Jahr 2011 halbierte sich zwar der Borkenkäferholzeinschlag auf 77.000 fm, durch den Wirbelsturm am 13. Juli 2011 erhöhte sich der Holzanfall um 82.000 fm, so dass mit 160.000 fm der bis dahin höchste Holzeinschlag im Falkenstein-Rachel Gebiet durchgeführt werden musste (Abb. 7).

Abbildung 6: Jährlicher Holzeinschlag im Rachel-Lusen-Gebiet (seit 1. 1. 1998 um Flächen des ehemaligen Forstamtes Regens erweitert).

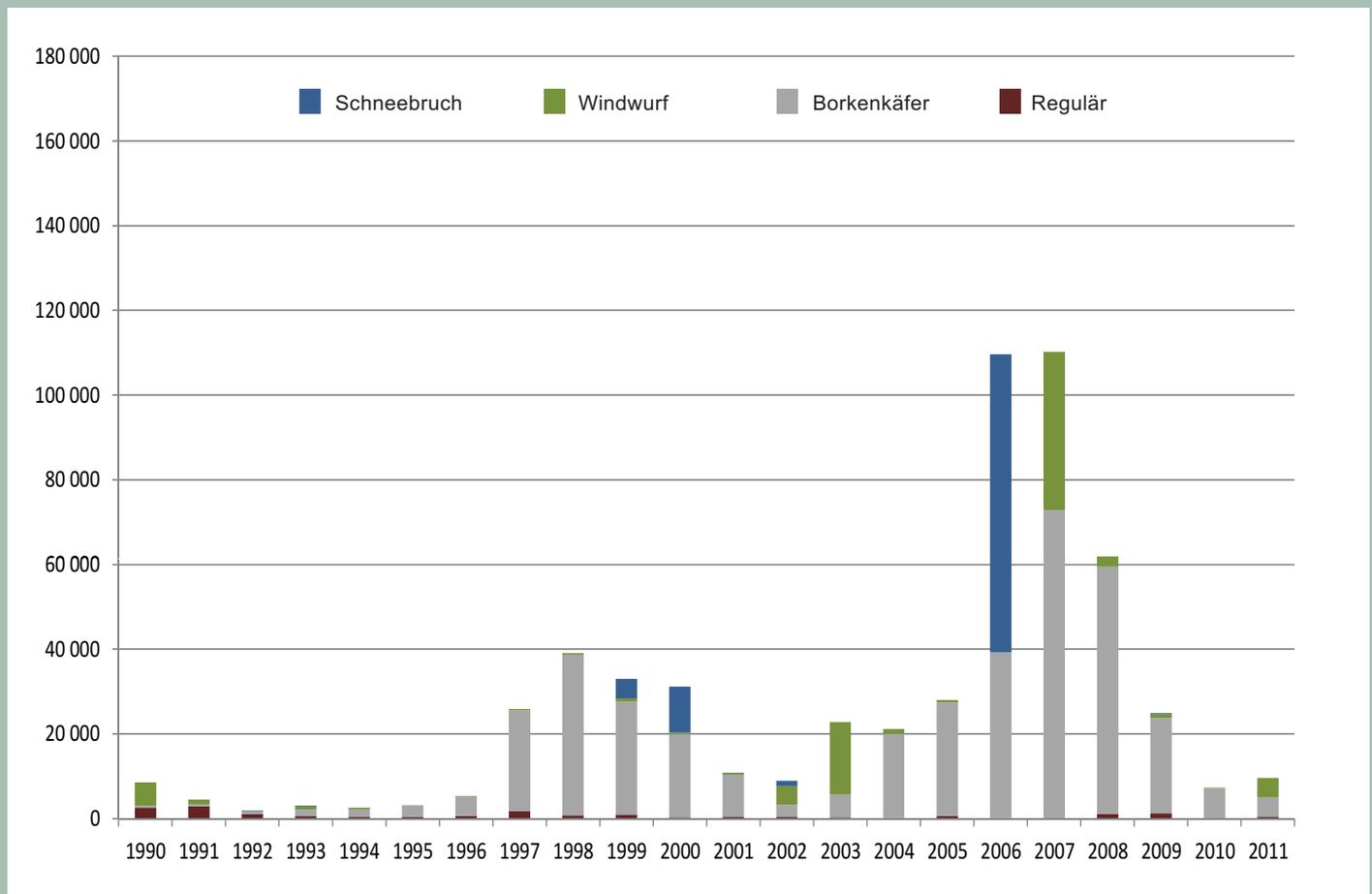
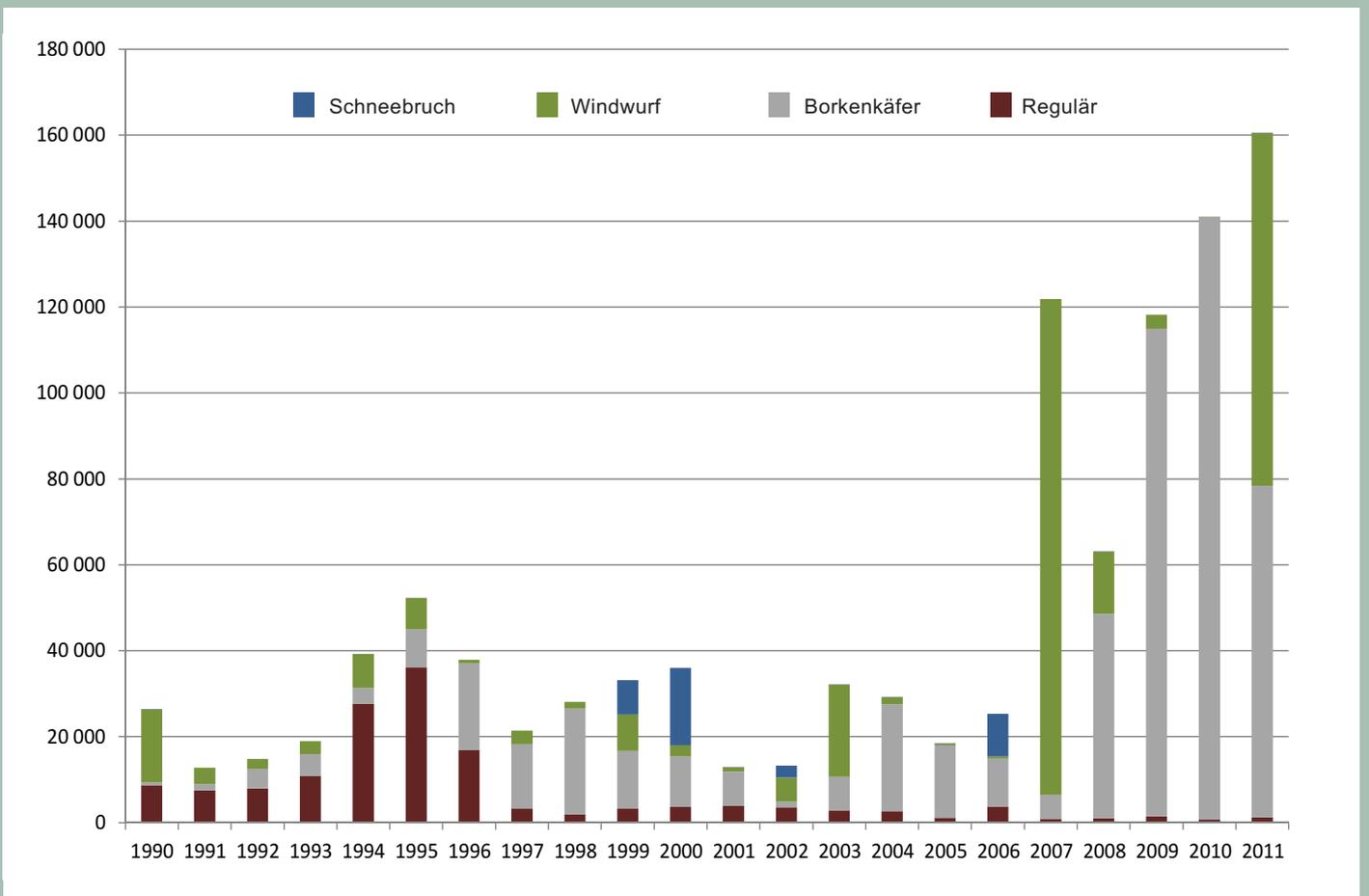




Bild 13. Massive Windwürfe bestimmen die Waldentwicklung im Falkenstein-Rachel-Gebiet. Foto: Hans Kiener

Abbildung 7: Jährlicher Holzeinschlag im Falkenstein-Rachel-Gebiet (bis 31. 12. 1997 ehemaliges Forstamt Zwiesel).



# 5. Ergebnisse der Hochlageninventur 2011 -20 Jahre Verjüngungsbeobachtung

## 5.1 Aufnahmemethodik

Grundlage für die Erhebung der Verjüngung ist ein im Jahr 1991 für Waldinventuren im Nationalpark angelegtes Stichprobenetz. Diese permanenten Aufnahmepunkte sind systematisch in Form eines Rasters (200 x 200 m) über die ganze Fläche des Nationalparks verteilt. Um diese sogenannten Inven-

turpunkte wieder auffinden zu können, wurden sie im Gelände dauerhaft markiert und per GPS eingemessen. Damit ist gewährleistet, dass bei jeder Inventur die gleichen Aufnahmepunkte erfasst werden, wodurch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichergestellt wird.

Abbildung 8. Die Untersuchungsfläche der Hochlageninventur 2011.

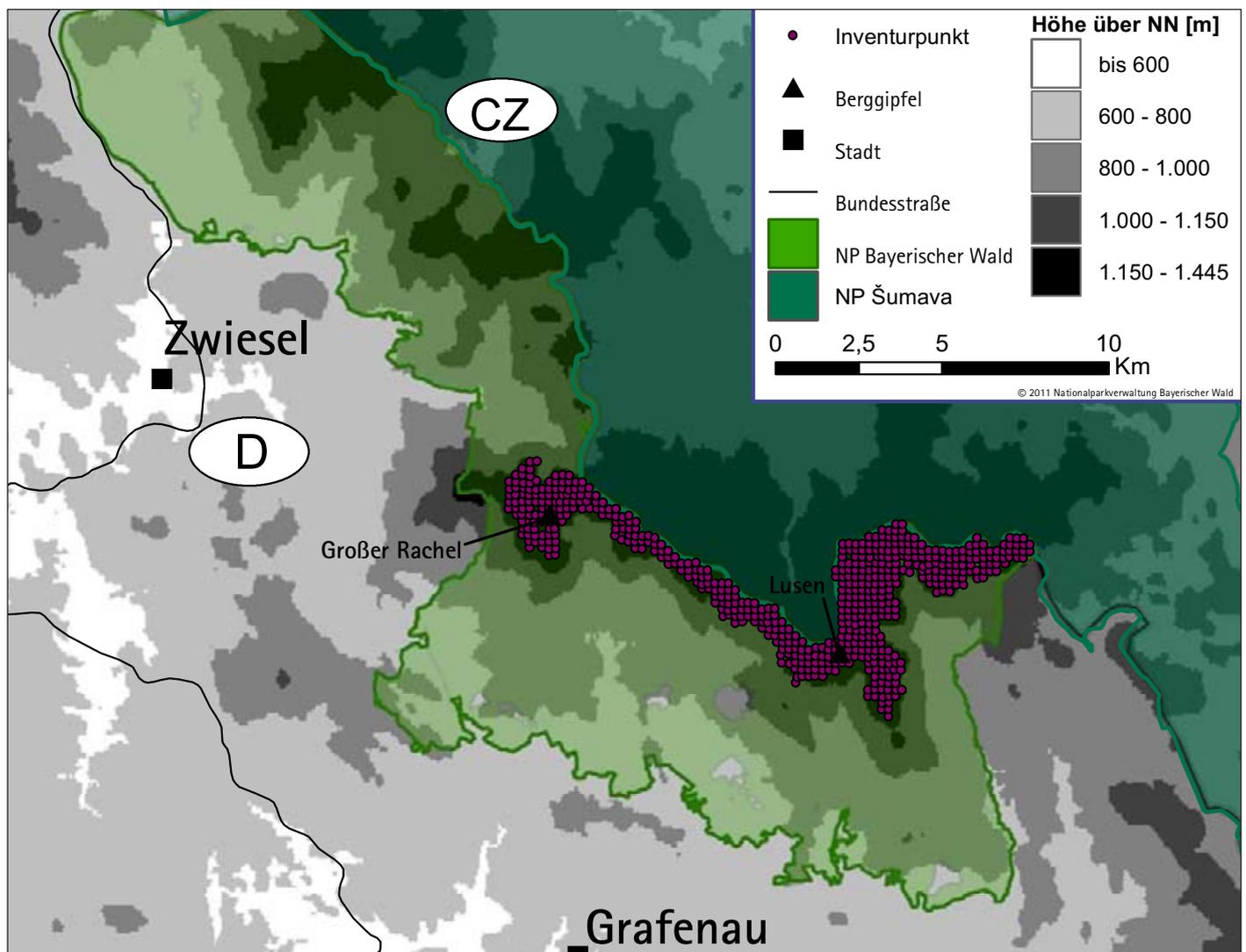




Bild 14. Blick aus den Hochlagen auf die tieferen Lagen des Nationalparks und des Umlandes. Nach der Fichte ist die Vogelbeere (im Vordergrund) eine wichtige Art in der Verjüngung. Foto: Thorsten Zeppenfeld

Von den insgesamt fast 6.000 Inventurpunkten im gesamten Nationalparkgebiet wurden für die Auswertungen nur die 572 Inventurpunkte verwendet, die in dem ca. 2.300 ha großen Hochlagenbereich des Rachel-Lusen-Gebietes liegen (Abb. 8). Die Außenarbeiten wurden in den Monaten Mai bis August 2011 durchgeführt.

Das von der Bayerischen Staatsforstverwaltung 1991 eingeführte Aufnahmekonzept wurde bei den Inventuren der vergangenen Jahre beibehalten. Dadurch ist es möglich, die Dynamik der Verjüngungsentwicklung seit 1991 zu beschreiben. Bei den Aufnahmen wurden alle Verjüngungspflanzen zwischen 10 cm und 10 m auf konzentrischen Probekreisen erfasst. Dabei betrug die Aufnahme­fläche für die Pflanzen zwischen 0 und 5,9 cm Brusthöhendurchmesser 25 m<sup>2</sup> und für die zwischen 6 bis 11,9 cm Brusthöhendurchmesser 50 m<sup>2</sup>. Für jedes Individuum wurden Baumart und Höhe aufgenommen. Damit entspricht das Probeflächendesign dem in den Bayerischen Staatsforsten eingesetzten Standardverfahren (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 1982).

Die Verteilung der Verjüngung in den Hochlagen ist nicht gleichmäßig. Die teilweise starke Klumpung der Verjüngungspflanzen führt dazu, dass die 25 bzw. 50 m<sup>2</sup> großen Aufnahme­flächen die allgemeine Situation nicht genau genug wiedergeben. Aus diesem Grund wurde das bestehende Inventurdesign seit 1998 erweitert und zusätzlich eine Probekreisfläche von 500 m<sup>2</sup> aufgenommen. Um trotz der Vergrößerung der Aufnahme­fläche den Erhebungsaufwand in vertretbaren Grenzen zu halten, wurden die zwischen 20 cm und 5 m großen Verjüngungspflanzen nur bis zu einer Kappungsgrenze von 50 Individuen gezählt. Diese entspricht in ebenem Gelände hoch gerechnet 1.000 Pflanzen je Hektar. Baumart, Höhe und Schäden der Einzelpflanze wurden nicht erfasst. Konnten im Probekreis weniger als 50 Pflanzen größer 20 cm gefunden werden, wurden zusätzlich bis zu 10 Pflanzen mit einer Größe zwischen 10 und 20 cm aufgenommen (GRÜNVOGEL & HEURICH 2002).

## 5.2 Ergebnisse

### 5.2.1 Entwicklung der durchschnittlichen Pflanzenzahlen

Die Auswertung der Erhebungen auf den 25 bzw. 50 m<sup>2</sup> großen Probekreisen der permanenten Stichprobeninventur ergab für die Hochlagen des Rachel-Lusen-Gebietes eine durchschnittliche Verjüngungsdichte von 4.363 Pflanzen größer 20 cm je Hektar. Im Vergleich zu der letzten Erhebung aus dem Jahr 2005 ging somit die Zahl in den vergangenen sechs Jahren um 3 % zurück (Tab. 3). Betrachtet man die Entwicklung in den letzten 20 Jahren (Abb. 9), so scheint die seit 1996 andauernde sehr starke Zunahme der Pflanzendichte erstmalig gebremst zu sein.

In Hinblick auf die Baumartenzusammensetzung verzeichnet die Fichte den stärksten Rückgang seit der Inventur 2005, worin auch der größte Teil des Rückgangs der Pflanzenzahlen begründet ist. Nach wie vor stellt sie 89 % aller untersuchten Bäume und ist somit die dominierende Art. Die Vogelbeere zeigt nur wenig Veränderung in den absoluten Zahlen auf. Betrachtet man aber ihre Rolle in der relativen Baumartenverteilung (Tab. 3), so ist ihr Anteil von anfänglichen 22 % auf 7 % zurückgegangen.

Die Buche spielt in den Hochlagen eher eine Nebenrolle. Während ihre Anzahl von Inventur zu Inventur steigt, sorgen gleichzeitig höhere Gesamtzahlen dafür, dass ihr Anteil am Baumartenspektrum unter 5 % bleibt. Nur vereinzelt werden andere Baumarten gefunden. Unter ihnen machen Weide und Birke den Hauptanteil aus. Außerdem zählen Aspe, Bergahorn und Latsche zu dieser Gruppe.

Abbildung 10 zeigt die bereits vorgestellten Daten (Pflanzen größer 20 cm) im Verhältnis zu der Vorausverjüngung (hier 10 bis 20 cm). Die Vorausverjüngung stellt die Phase der Entwicklung nach dem Keimungserfolg des Samens dar und ist als eine Art Vorrat für die eigentliche Verjüngung anzusehen.

Von den 738 Pflanzen kleiner 20 cm im Jahr 2005 ging die Zahl auf 261 Pflanzen im Jahr 2011 zurück. Betrachtet man alle Jahrgänge im Vergleich, so ist ein Schwerpunkt der Vorausverjüngung zu Beginn des letzten Jahrzehnts zu erkennen. Des Weiteren hat sich seit den beiden letzten Inventuren von 2005 und 2011 das Verhältnis von Vorausverjüngung zur eigentlichen Verjüngung zu Gunsten der letzteren verändert. Das heißt ein großer Teil der Vorausverjüngung konnte sich in der Verjüngungsklasse etablieren.

### 5.2.2 Entwicklung der Höhenstruktur

Die Entwicklung der Höhenstruktur in der Verjüngung wurde anhand von zehn Höhenstufen beschrieben. Während in den Inventuren bis einschließlich 2005 die Pflanzen bis 5 m in die Inventur eingegangen sind, ist in der Inventur von 2011 zusätzlich die Höhenklasse 5 – 10 m eingeführt worden, um die Entwicklung der jungen Bäume über die Phase der Verjüngung hinaus zu dokumentieren.

In Abbildung 11 lässt sich die Entwicklung der Höhenstruktur in der Verjüngung nachvollziehen. Die Anzahl der Pflanzen unterhalb einer Höhe von 60 cm nimmt im Vergleich

**Tabelle 3: Durchschnittliche Verjüngungsdichten der Pflanzen größer 20 cm in den Inventurjahrgängen. Dargestellt sind die absoluten Zahlen der wichtigsten Baumarten. Weide, Birke, Aspe, Bergahorn und Latsche sind unter „Andere“ zusammengefasst. Der Anteil der Baumart an der Gesamtzahl ist in Prozent angegeben.**

|      | Fichte |    | Buche |   | Vogelbeere |    | Andere |   | Gesamt<br>n/ha |
|------|--------|----|-------|---|------------|----|--------|---|----------------|
|      | n/ha   | %  | n/ha  | % | n/ha       | %  | n/ha   | % |                |
| 1991 | 711    | 73 | 32    | 3 | 215        | 22 | 21     | 2 | 978            |
| 1996 | 769    | 71 | 46    | 4 | 243        | 22 | 26     | 2 | 1084           |
| 1998 | 867    | 72 | 61    | 5 | 270        | 22 | 6      | 0 | 1204           |
| 2000 | 1490   | 77 | 55    | 3 | 370        | 19 | 13     | 1 | 1928           |
| 2002 | 2272   | 85 | 61    | 2 | 325        | 12 | 18     | 1 | 2676           |
| 2005 | 4033   | 90 | 86    | 2 | 355        | 8  | 28     | 1 | 4502           |
| 2011 | 3886   | 89 | 114   | 3 | 324        | 7  | 39     | 1 | 4363           |

Abbildung 9. Entwicklung der Verjüngungsdichte der Pflanzen größer 20cm.

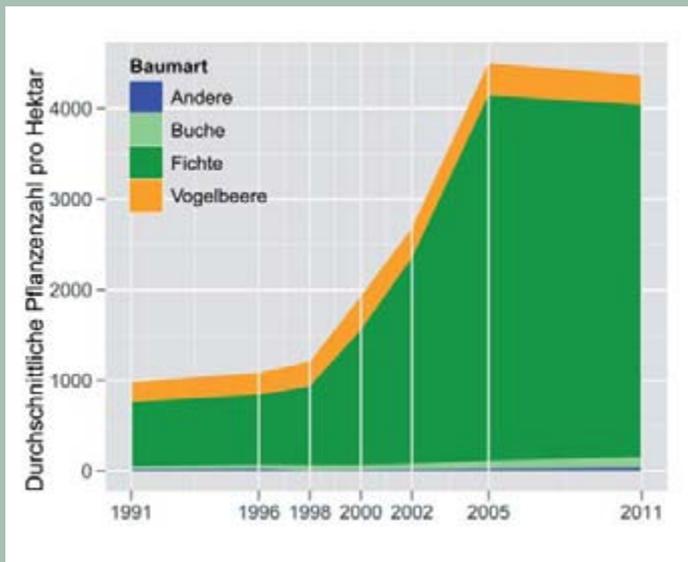


Abbildung 11: Entwicklung der Höhenstruktur der Verjüngung

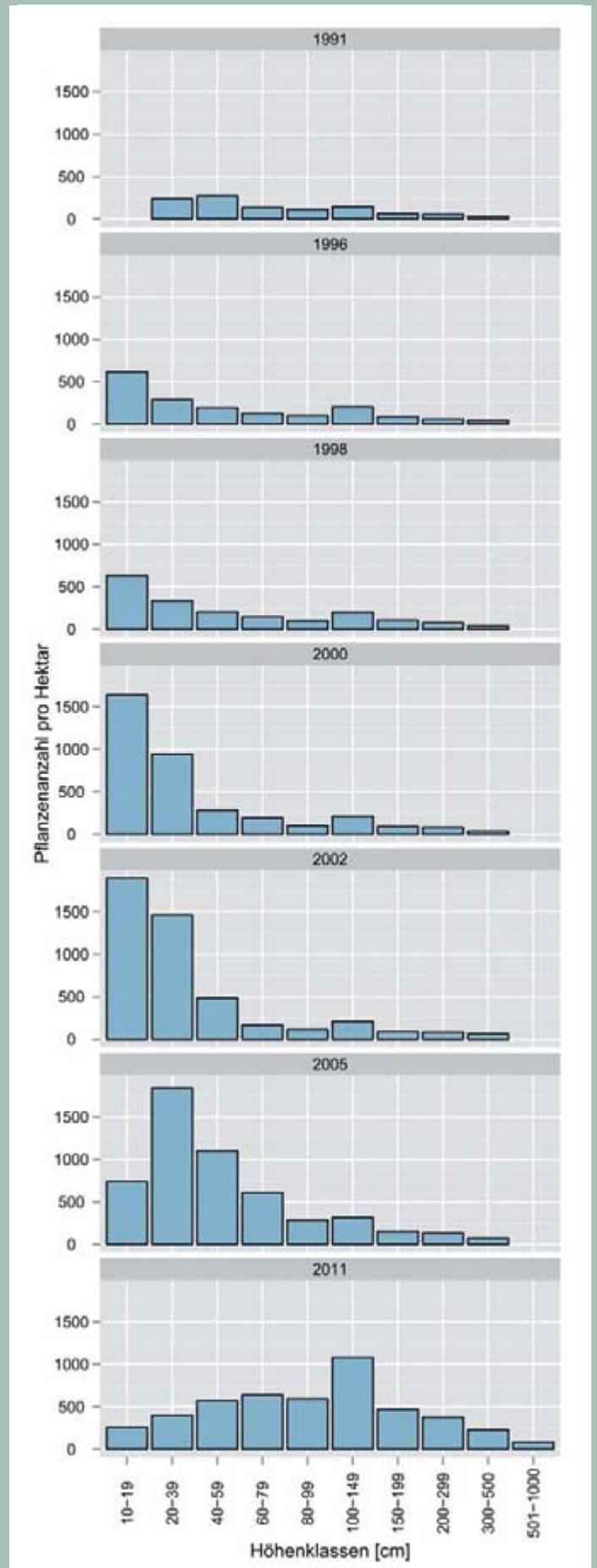
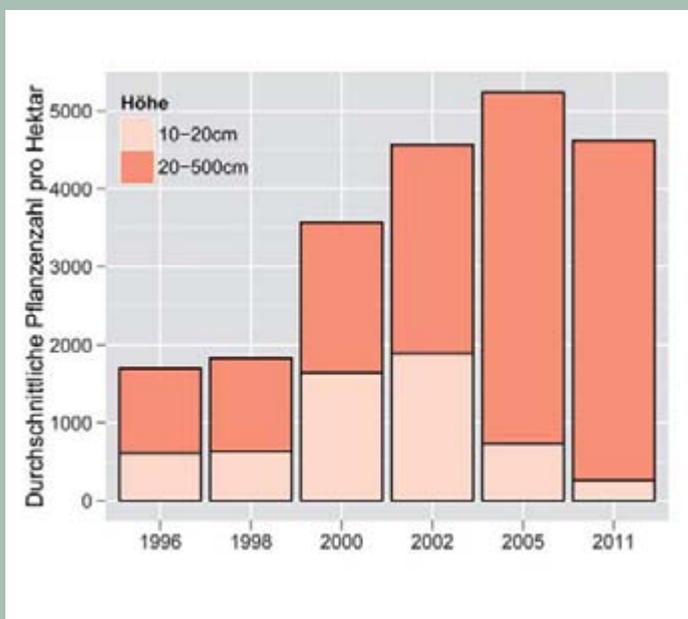


Abbildung 10: Vergleich der durchschnittlichen Verjüngungsdichten der Pflanzen kleiner und größer 20 cm.



zu 2005 ab, während alle darüber liegenden Höhenklassen steigende Pflanzenzahlen aufweisen. Die meisten Pflanzen wurden 2011 der Klasse 100-150 cm zugeordnet, in den vorherigen Inventuren lag die Klasse mit der höchsten Pflanzendichte unter 40 cm. Insgesamt hat sich im aktuellen Datensatz die Verteilung der Baumhöhen viel breiter auf einen weiten Höhenbereich verteilt. Die vertikalen Strukturen der Verjüngung in den Hochlagen werden demnach vielfältiger. Die 2011 eingeführte zusätzliche Höhenklasse 5 – 10 m spielt nur eine untergeordnete Rolle.

### 5.2.3 Die räumliche Verteilung der Verjüngung

Der Fichtenhochlagenwald des Nationalparks verjüngt sich nicht einheitlich über die ganze Fläche. Vielmehr führen kleinräumige Strukturen wie etwa Totholz, Wurzelteller und dicht mit krautiger Vegetation bedeckte Partien zu einem teilweise fein strukturierten Mosaik, das Bereiche mit sehr dichter

Verjüngung mit anderen, völlig verjüngungsfreien Flächen vereint (HEURICH 2001; JEHL 2001). Die Aufnahmekreise von 25 bzw. 50 m<sup>2</sup> (entspricht einen Kreisdurchmesser von 5,64 bzw. 7,98 m) können diese Strukturen nur eingeschränkt repräsentativ erfassen. Aus diesem Grunde wurde 1998 das Versuchsdesign erweitert und zusätzlich eine Kreisfläche von 500 m<sup>2</sup> (dies entspricht einem Kreisdurchmesser von 25,24 m) untersucht.

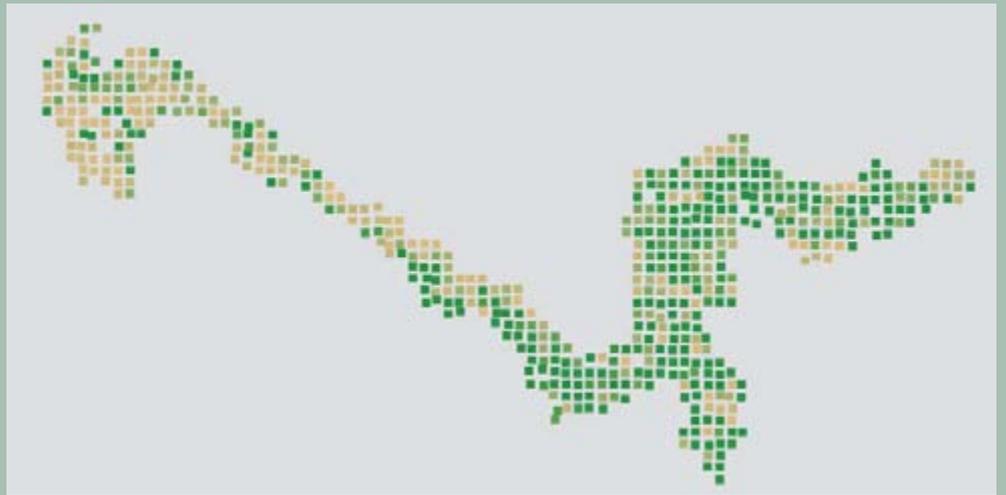
Abbildung 13 zeigt die Entwicklung der Verjüngungsdichten auf diesen Kreisflächen in den letzten 13 Jahren. Auffallend ist, dass alle Dichteklassen kleiner 1.000 Pflanzen pro Hektar an Bedeutung verloren haben, darunter auch die Flächen ohne jegliche Verjüngung. Dahingegen weisen im Laufe der Jahre zunehmend mehr Aufnahmeflächen 1.000 oder mehr Pflanzen auf. Im Jahr 2011 konnten dreiviertel der Inventurpunkte (429 im Vergleich zu 210 im Jahr 1998) zu der größten Dichteklasse gezählt werden.

*Bild 15. In einigen Bereichen der Hochlagen ist die Verjüngung bereits so dicht, dass in Folge der Konkurrenz um Licht und Nährstoffe Bäumchen absterben. Foto: Hans Kiener.*

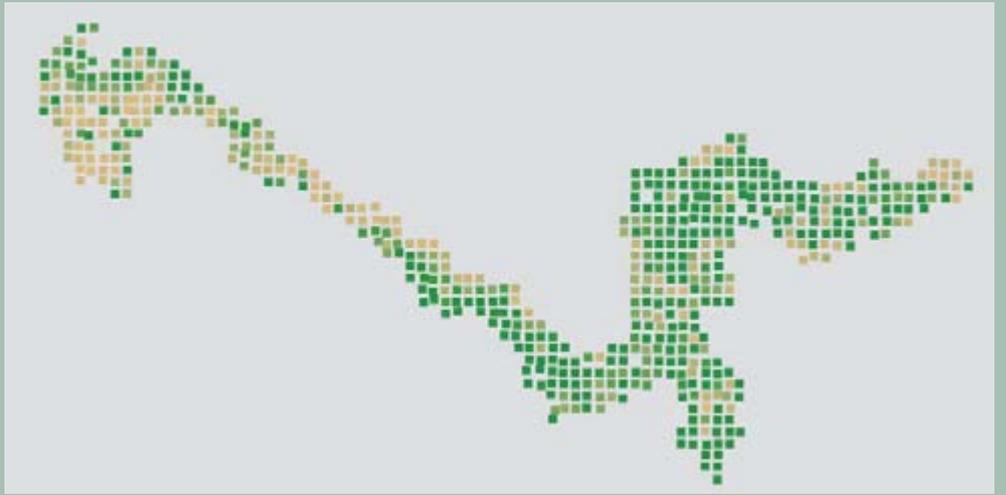


Abbildung 12:  
Verteilung der Verjüngungs-  
dichten (Anzahl Bäume zwischen  
20 und 500 cm pro Hektar)  
gemessen auf den 500 m<sup>2</sup>  
Flächen der Inventurpunkte.

1995



2002



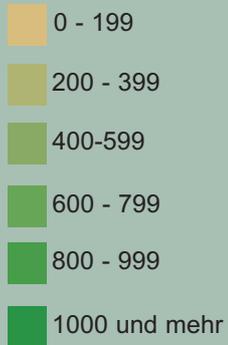
2005



2011



**Bäume  
pro Hektar**



Anhand der Inventurdaten können zudem Aussagen über die räumliche Verteilung der Verjüngungssituation in den Hochlagen getroffen werden. Abbildung 12 zeigt die Entwicklung der Verjüngungsdichten in den Hochlagen seit 1998.

Die räumliche Verteilung der Verjüngung zu Beginn der Zeitreihe zeigt eine deutliche Teilung des Gebietes. Während im Osten der Hochlagen viele Aufnahmepunkte bereits 1.000 oder mehr Verjüngungspflanzen aufwiesen, verblieben im Westen des Untersuchungsgebietes noch große Bereiche ohne Jungwuchs. Verfolgt man die Entwicklung über die Jahre, so zeigen sich immer mehr Aufnahmepunkte in der höchsten Dichteklasse (Abb. 12). Im Jahr 2011 sind im Bereich südlich vom Großen Rachel und im Zentralteil an der nördlichen Begrenzung zur Tschechischen Republik noch größere Bereiche mit geringen Verjüngungsdichten zu vermerken, während drei-viertel der Inventurpunkte 1.000 oder mehr Pflanzen aufweisen.

Betrachtet man die Veränderung der Pflanzenzahlen im Vergleich zur vorherigen Inventur (Abb. 14), so erkennt man generell einen positiven Trend. Auch in der eher spärlich verjüngten Rachelregion können Zuwächse in der Pflanzendichte verzeichnet werden. Die Abnahmen in den Verjüngungszahlen sind nur vereinzelt, ohne räumlichen Schwerpunkt zu erkennen.

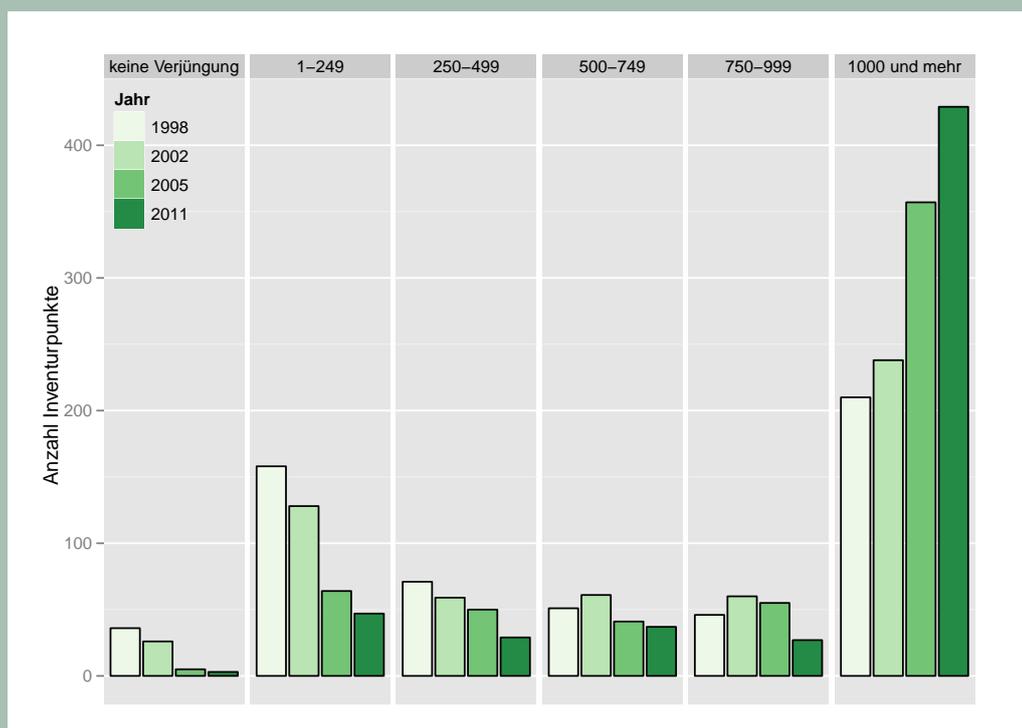


Abbildung 13. Verteilung der Verjüngungsdichten auf die Inventurpunkte. Dargestellt sind die Inventurjahrgänge 1998 bis 2011 (Farbverlauf) gruppiert in einzelne Dichteklassen (dunkelgraue Balken, Gruppierung in 250er Schritten von 0 bis 1.000 oder mehr Verjüngungspflanzen pro Hektar). Die Werte ergeben sich aus dem Verhältnis Anzahl von Inventurpunkten, die die jeweilige Dichteklasse aufweisen zu den gesamten 572 Inventurpunkten.



Bild 16. Fast auf der gesamten Hochlagenfläche entwickelt sich eine reich strukturierte Verjüngung.  
Foto: Hans Kiener

Abbildung 14: Zunahme (grün) und Abnahme (braun) der Verjüngungsdichten 2011 im Vergleich zu 2005.



## 6. Beurteilung der Ergebnisse

Im Zuge der natürlichen Waldentwicklung sind im Nationalpark Bayerischer Wald große Sukzessionsflächen mit einer Ausdehnung von 7.558 Hektar entstanden. Davon wurden 1.805 Hektar im Zuge der Borkenkäferbekämpfung und Windwurfaufarbeitung geräumt. Der Anteil dieser Fläche ist mit 1.131 Hektar im Falkenstein-Rachel-Gebiet besonders groß und wird vor allem durch ein kleinflächiges Nebeneinander von Naturzonen, belassenen Windwurfflächen und Entwicklungszonen mit Bekämpfungsgebot verursacht.

Die vorliegenden Ergebnisse der Inventur 2011 zeigen eine neue, dritte Phase der Waldentwicklung auf. Zu Beginn der Verjüngungsdokumentation bis ins Jahr 1996 verlief die natürliche Verjüngung des Bergwaldes sehr zögerlich. In den intakten Altbeständen des Fichtenhochlagenwaldes war wenig Verjüngung vorhanden, da der Boden entweder stark beschattet wurde oder auf den offenen Flächen eine dichte krautige Vegetation das Keimen von Baumsamen erschwerte. In den Jahren 1996 bis 2005 folgte dann eine Phase mit rasant



zunehmender Waldverjüngung (HEURICH 2009). Der Borkenkäferbefall sorgte für zwei wesentliche verjüngungsfördernde Faktoren: Einerseits fällt nach dem Absterben der Baumschicht genügend Licht auf den Waldboden und andererseits entstehen Totholzstrukturen, welche den Fichtensämlingen Schutz, Nährstoffe und Vorteile gegenüber der dichten krautigen Konkurrenzvegetation (v.a. Wolliges Reitgras) verschaffen (HEURICH & JEHL 2001). Darüber hinaus führte eine Vollmast der Fichte im Jahr 1995 zu massivem Sameneintrag. Nun

deuten die Werte der Inventur 2011 an, dass die Verjüngungsdichte mit durchschnittlichen 4363 Pflanzen pro Hektar ein Art Plateau auf hohem Niveau erreicht hat. Der Grund dafür liegt im Wesentlichen darin, dass auf den bereits dicht besiedelten Flächen mit dem Wachstum der Pflanzen eine erhöhte Konkurrenz um Licht einhergeht. Langsam wachsende Pflänzchen werden von schneller wachsenden beschattet und sterben ab. Dadurch dünnt sich die Verjüngung natürlicherweise aus. Dieser Ausscheidungsprozess setzt sich so lange fort, bis im Endbestand nur etwa 500 Altbäume je Hektar übrig sind (ZIERL 1972). Die positive Entwicklung in der Verjüngung zeigt sich auch in deren Höhenverteilung. Während in den Jahrgängen 2000, 2002 und 2005 die meisten Bäume den beiden kleinsten Höhenklassen (10 – 19 cm und 20 – 39 cm) zugeordnet worden sind, verteilt sich die Verjüngung im Jahr 2011 auf mehrere Höhenklassen im Bereich zwischen 40 und 150 cm. Dies lässt zwei Rückschlüsse zu: Zum einen ist der Bestand messbar gewachsen und zum anderen ist er vielschichtiger geworden. Mit 4363 Pflanzen größer 20 cm je Hektar liegt die durchschnittliche Pflanzenzahl über den Richtwerten für Pflanzungen in vergleichbaren Wirtschaftswäldern. Diese betragen für die Hochlagenbestände im Bayerischen Wald zwischen 2000 und 2500 Pflanzen je Hektar. Nach OTT ET AL. (1997) reichen in Gebirgsnadelwäldern sogar 1200 bis 1800 Pflanzen je Hektar aus. Die Darstellung der Verjüngungszahlen anhand von Durchschnittszahlen ist eine Vereinfachung der natürlichen Verhältnisse in den Hochlagen. Die beschriebenen Phasen der Waldentwicklung finden dabei nicht einheitlich auf der ganzen Fläche statt, sondern vielmehr in einem räumlichen Nebeneinander. So sterben zum Beispiel in einem Bereich gerade erst die alten Fichten ab, während wenige 100 Meter



Bild 17.

*In den Hochlagen, wie hier im Bereich der Schwarzbachklause, haben einzelne Bäume den Borkenkäferbefall überlebt. Sie gewährleisten auch in Zukunft einen Samennachschub und führen zu einem stufigen Waldaufbau. Foto: Günter Moser*



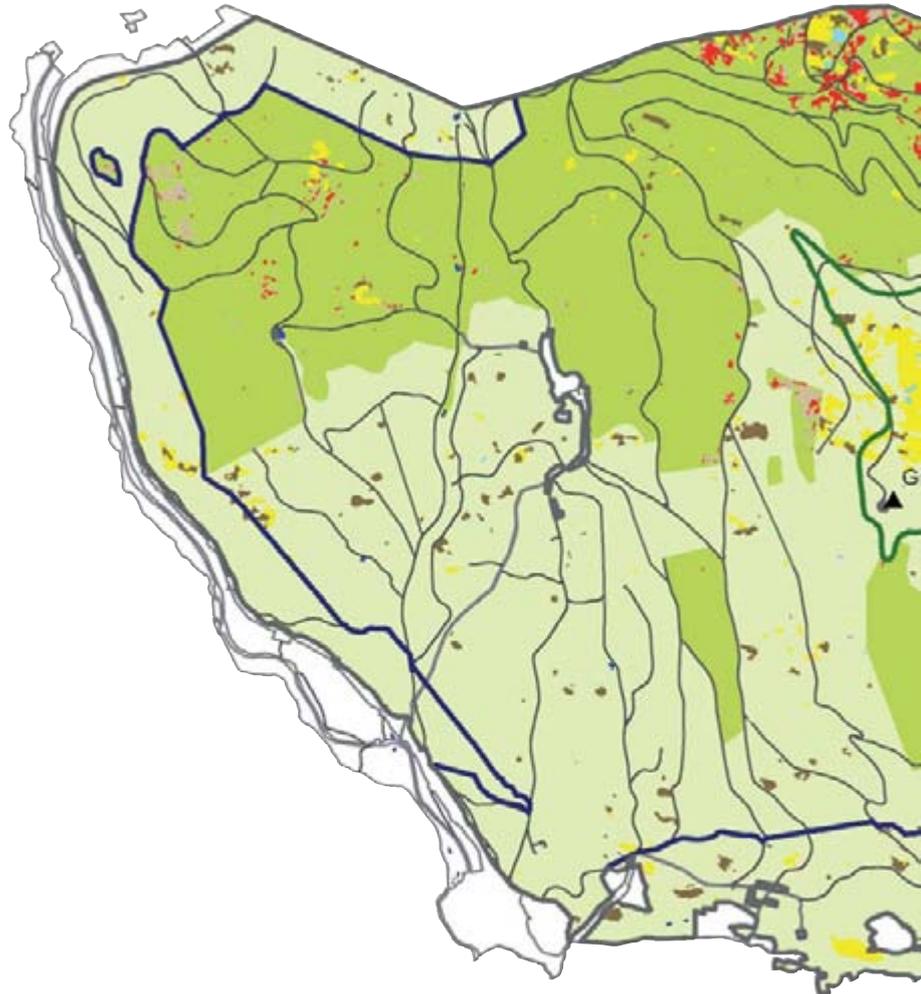
daneben bereits seit 15 Jahren eine natürliche Wiederbewaldung beobachtet werden kann. Durch die wiederholte systematische Aufnahme der Inventurpunkte kann dieses Muster dargestellt und ausgewertet werden. Dabei zeigt sich, dass im Bereich des Rachels die Entwicklung der Verjüngung wesentlich länger braucht, als zum Beispiel südlich des Lusengipfels. Die Daten zeigen aber darüber hinaus, dass die Verjüngung Schritt für Schritt dem Borkenkäfer folgt und sich stetig weiterentwickelt. Deshalb kann damit gerechnet werden, dass sich die bislang weniger verjüngten Bereiche südlich des Rachelgipfels auch ohne menschliches Eingreifen auf natürliche Weise regenerieren. Wie sich die großflächigen Eingriffe zur Aufarbeitung der Windwürfe und Borkenkäferbekämpfung auf die Verjüngungsentwicklung in den Hochlagenwäldern im Falkenstein-Rachel-Gebiet auswirken, lässt sich aktuell nicht sicher beurteilen. Darüber wird eine Verjüngungsinventur, die im Jahr 2012 durchgeführt werden soll, erste Aufschlüsse geben. Zusätzlich werden auch die Auswirkungen der Bekämpfungsmaßnahmen auf die Gebietshydrologie, den Stoffhaushalt und die Biodiversität untersucht.

*Bild 18.  
 Naturnahe Hochlagenwälder weisen eine hohe Strukturvielfalt auf, die durch ein Nebeneinander von Verjüngung und Altbäumen, Lücken und geschlossenen Bereichen sowie abgestorbenen Bäumen gekennzeichnet ist.  
 Foto: Thorsten Zeppenfeld.*

## 7. Literaturverzeichnis

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1982). Richtlinien für die mittel- und langfristige Forstbetriebsplanung in der bayerischen Staatsforstverwaltung.
- FISCHER, A. & FISCHER, H. (im Druck). "Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after wind throw." *European Journal of Forest Research*: online veröffentlicht: Mai 2011.
- GRÜNVOGEL, H. & HEURICH, M. (2002). Waldinventur 2002 Inventuranweisung, Nationalpark Bayerischer Wald.
- GRÜNVOGEL, H. & HEURICH, M. (2003): Anweisung zur Waldinventur 2002. *Berichte aus dem Nationalpark*. Heft 2.1/2003 22 S.
- HEURICH, M. (2001). Waldentwicklung im montanen Fichtenwald nach großflächigen Buchdruckerbefall im Nationalpark Bayerischer Wald. In: *Waldentwicklung im Bergwald nach Windwurf und Borkenkäferbefall*. Wissenschaftliche Reihe 14. Nationalpark Bayerischer Wald, Grafenau.
- HEURICH, M. (2009): Progress of forest regeneration after a large-scale Ips typographus outbreak in the subalpine Picea abies forests of the Bavarian Forest National Park. *Silva Gabreta*. 15(1). 49-66.
- HEURICH, M., BEUDERT, B., RALL, H. UND Z. KŘENOVÁ (2010): National Parks as model regions for interdisciplinary long-term ecological research. In: Müller et al. *Long-term Ecological Research. Between Theory and Application*. Springer, Netherlands. 327-344.
- HEURICH, M. und H. JEHL (2001): Waldentwicklung im Bergwald nach Windwurf und Borkenkäferbefall. *Wissenschaftliche Schriftenreihe der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald*. Grafenau, Band 14. 182 S.
- HEURICH, M. & NEUFANGER, M. (2005). Die Wälder des Nationalparks Bayerischer Wald. Ergebnisse der Waldinventur 2002/2003 im geschichtlichen und waldökologischen Kontext. *Wissenschaftliche Reihe 16*. Nationalpark Bayerischer Wald, Grafenau, 178 S.
- HEURICH, M. und H. RALL (2003): Hochlageninventur und Luftbildauswertung 2002. Ergebnisse der Untersuchung zur Waldentwicklung im Rachel-Lusen Gebiet des Nationalparks Bayerischer Wald. *Berichte aus dem Nationalpark*. Heft 2/2003. 16 S.
- HEURICH, M. und H. RALL (2006): Hochlageninventur 2005 und Luftbildauswertung 2003 bis 2005. *Berichte aus dem Nationalpark*. Heft 03/06.
- JEHL, H. (2001). Die Waldentwicklung nach Windwurf in den Hochlagen des Nationalparks Bayerischer Wald. In: *Waldentwicklung im Bergwald nach Windwurf und Borkenkäferbefall*. Wissenschaftliche Reihe 14. Nationalpark Bayerischer Wald, Grafenau.
- NATIONALPARK BAYERISCHER WALD (2010). Nationalparkplan - Leitbild und Ziele, Entwurfsfassung: Stand März 2010, Nationalpark Bayerischer Wald, Grafenau.
- NÜBLEIN, S. (1996). Hochlageninventur Bayerischer Wald, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
- NÜBLEIN, S. (1998). Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald 1998. Totholzflächen und Waldverjüngung, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
- OTT, E., FREHNER, M., FREY, H. U. & LÜSCHER, P. (1997). Gebirgsnadelwälder. Praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Haupt, Bern, Stuttgart, Wien.
- SCHMIDT-VOGT, H. (1991). Die Fichte Bd II.3. Parey, Hamburg, Berlin.
- ZIERL, H. (1972). Der Hochwald. Untersuchungen über die Fichtenbestände in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

# Totholzkartierung 2011

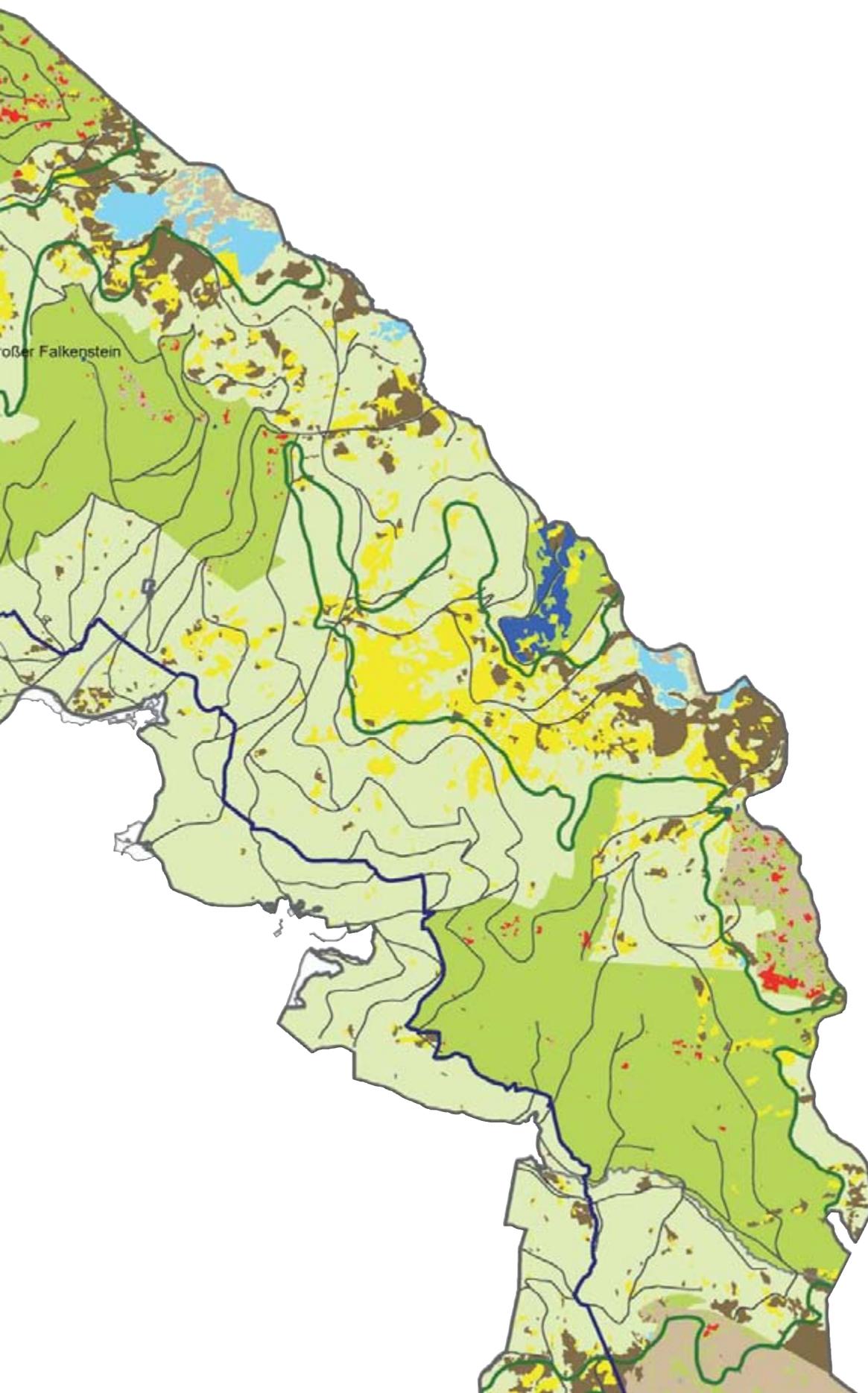


-  Nationalparkgrenze
-  Randbereichsgrenze
-  Hochlagengrenze
-  Waldwege
-  Nichtholzboden / Latschen
-  Windwurf belassen bis 2010
-  Windwurf belassen 2010 bis 2011
-  Ausgeräumte Flächen bis 2010
-  Ausgeräumte Flächen 2010 bis 2011
-  Totholzflächen bis 2010
-  Totholzflächen 2010 bis 2011
-  Naturzone

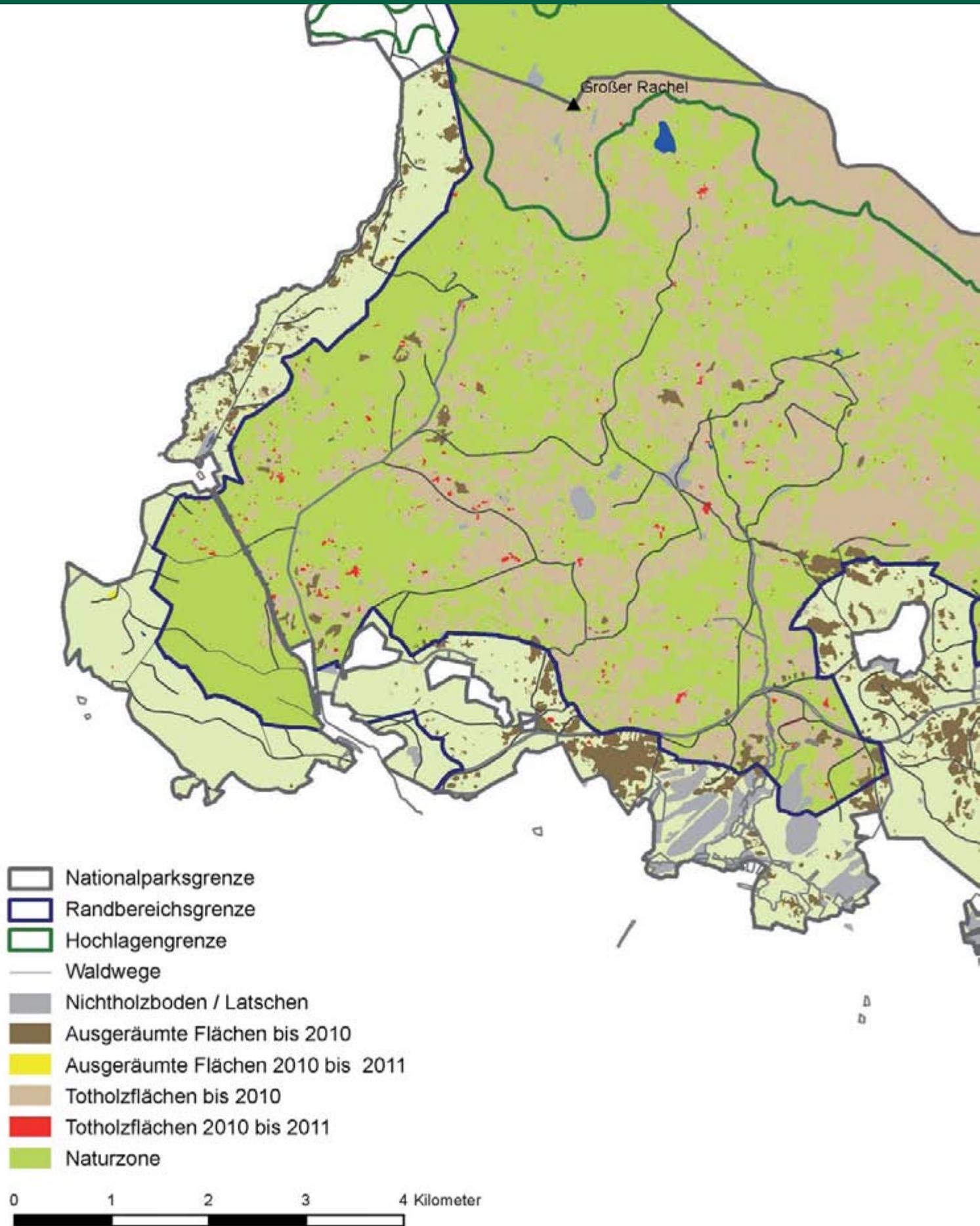
0 1 2 3 4 Kilometer

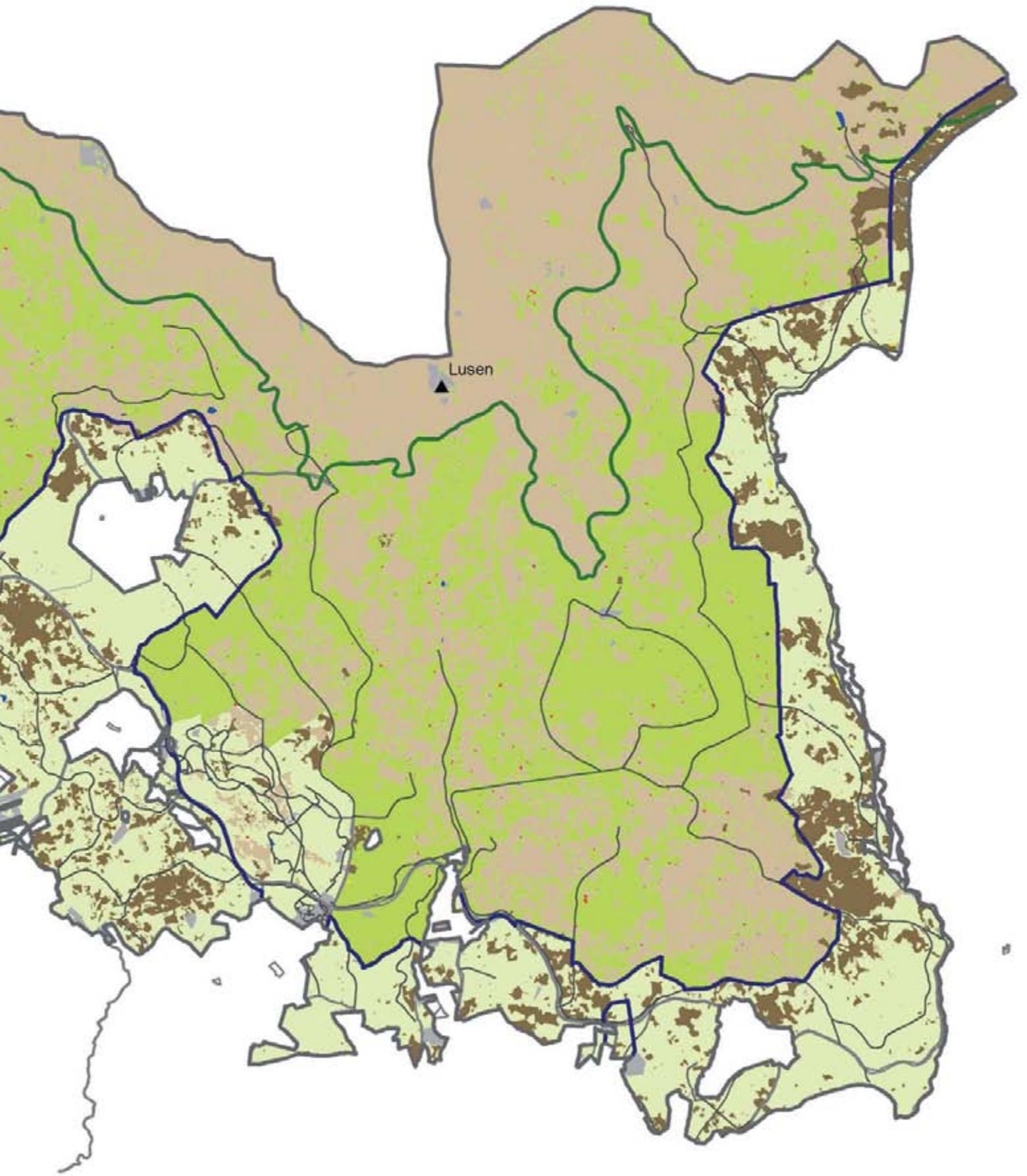


# Falkenstein-Rachel-Gebiet



# Totholzkartierung 2011





Lusen



Bild 19.  
Generationenwechsel im Fichtenhochlagenwald.  
Foto: Thorsten Zeppenfeld.

## Danksagung

Wir möchten an dieser Stelle den Mitarbeitern bei der Hochlageninventur 2011 stellvertretend für die vielen Helfer der vorhergehenden Inventuren danken. Anja Belser, Matthias Burg, Martin Horn, Stefanie Jaeger, Jessica Meißner, Lothar Mies, Sebastian Morbach und Henning Rothe waren unter teilweise nicht ganz einfachen Bedingungen im Feld für die Datenaufnahme unterwegs. Vielen herzlichen Dank dafür! Besonders soll an dieser Stelle unser Dank für Olaf Schubert für die reibungslose Organisation, Logistik und Feldarbeit sowie für die Motivation und gute Laune des Teams ausgesprochen werden.

Besten Dank an Hans Jehl, Stefanie Jaeger und Rainer Pöhlmann für die Korrekturen.

Vielen Dank auch an Dr. Klaus Martin, der seit vielen Jahren Garant für eine präzise Kartierung der Totholzflächen ist und Artur Reinelt für die Kartenfertigung.



## Der Nationalpark Bayerischer Wald ist



Träger des Europadiploms seit 1986,



als Transboundary Park zertifiziert sein 2009,



das größte terrestrische Natura 2000-Gebiet in Deutschland.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung.

Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

