



# Waldzustandsbericht 2006



# **Waldzustandsbericht 2006**

## Impressum

Titelbild:	Buchenzweig (Foto: Doris Nowak, StMLF)
ISBN - 10:	3-9809897-1-2
ISBN - 13:	978-3-9809897-1-8
Herausgeber und Bezugsadresse:	Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten Ludwigstraße 2 80539 München E-Mail: <a href="mailto:poststelle@stmlf.bayern.de">poststelle@stmlf.bayern.de</a>
Erstellung:	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Am Hochanger 11 85354 Freising E-Mail: <a href="mailto:poststelle@lwf.uni-muenchen.de">poststelle@lwf.uni-muenchen.de</a>
Verantwortlich:	Günter Biermayer, Referat Forschung, Innovation, Waldpädagogik Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten
Text:	Dr. Christian Ammer, Dr. Arthur Bauer, Jürgen Bauer, Roland Beck, Dr. Franz Binder, Dr. Herbert Borchert, Hans-Peter Dietrich, Thomas Immler, Dr. Christian Kölling, Dr. Monika Konnert, Reinhard Menzel, Stefan Müller-Kroehling, Erich Leihls, Matthias Ott, Dr. Stephan Raspe, Alexander Riedelbauch, Dirk Schmechel, Christoph Schulz, Klaus Spielvogel, Dr. Helge Walentowski, Christian Webert, Florian Zormaier
Grafiken:	Tobias Bosch, Holger Holland-Moritz, Harry Unger, Petra Winkelmeier
Statistik:	Dr. Arthur Bauer, Holger Holland-Moritz
Schriftleitung, Redaktion:	Tobias Bosch, Dr. Joachim Hamberger, Dirk Schmechel, Dr. Alexandra Wauer
Layout, DTP:	Eva Wloch
Internetbearbeitung:	Johann Seidl
Internet:	„ <a href="http://www.forst.bayern.de">http://www.forst.bayern.de</a> “ und „ <a href="http://www.lwf.bayern.de">http://www.lwf.bayern.de</a> “
Auflage:	2 500
Druck:	Appl Druck, Freising
November 2006	

## Danksagung

Wir danken allen Angehörigen der Bayerischen Forstverwaltung die zur Erstellung des Waldzustandsberichts 2006 beigetragen haben. Dies gilt gleichermaßen für die Durchführung, Steuerung und Qualitätssicherung der Erhebungen wie für die Auswertung und Interpretation der zahlreichen Daten, die in den Bericht eingegangen sind.

Die Kommission der Europäischen Union unterstützt im Rahmen der Verordnung „Forest Focus“ die Kronenzustands-erhebung im 8 x 8 km-Raster (Level I) und an den Bayerischen Waldklimastationen sowie die Messprogramme an diesen Stationen (Level II) finanziell (Regulation (EC) N° 2152/2003).

## Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

Seit dem Beginn der Kronenzustandserfassung im Jahr 1983 ist der jährliche Waldzustandsbericht ein wichtiges Instrument forstlicher Umweltvorsorgepolitik. Wichtige Fortschritte in der Luftreinhaltepolitik wurden durch die Beobachtung des Belaubungszustandes unserer Wälder mit vorangetrieben. Speziell der Kronenzustand steht daher seit Jahren als einfach und rationell zu erhebender Weiser für den Gesundheitszustand unserer Wälder im Blick der Öffentlichkeit.



Neben der Kronenzustandserfassung wurden aber auch weitere Verfahren der forstlichen Umweltbeobachtung entwickelt. So liefern die Waldklimastationen seit Jahren umfassende Forschungsergebnisse zum Ökosystem Wald. Gerade die langen Zeitreihen der Messungen bieten uns hier eine hervorragende wissenschaftliche Basis. Aufgrund der hohen Bedeutung der Wälder für die Qualität des Trinkwassers werden vor allem Schadstoffeinträge und Qualität des Bodenwassers in den Wäldern intensiv beobachtet. Darüber hinaus beinhaltet aber der bayerische Waldzustandsbericht bereits seit Jahren auch umfassende Zahlen zu Wachstum und Ernährungszustand der Waldbäume sowie zu Schadorganismen.

Die zahlreichen gesellschaftlichen Anforderungen an unsere Wälder erfordern jedoch einen umfassenderen Betrachtungsansatz. Der Begriff der Nachhaltigkeit, der bezogen auf die Holzproduktion seit Jahrhunderten eine wesentliche Errungenschaft der mitteleuropäischen Forstwirtschaft ist, wird mittlerweile auf einer breiteren Basis betrachtet. Die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa hat mit der Wiener Deklaration einen umfassenden Katalog von Kriterien der forstlichen Nachhaltigkeit entwickelt. Mit dem vorliegenden Waldzustandsbericht greifen wir erstmals diesen umfassenden Betrachtungsansatz auf.

Bayern liefert damit als erstes Bundesland im Waldzustandsbericht Aussagen zu allen drei Säulen der forstlichen Nachhaltigkeit, der Ökologie, der Ökonomie und zu sozialen Aspekten. Der vorliegende Bericht zeigt ein umfassendes, aber kontrastreiches Bild des Waldes in Bayern im Jahr 2006. Zum einen sind Forst- und Holzwirtschaft in Bayern stark im Aufwind, die positive Preis-

entwicklung führt zu besseren Einkommen für die Waldbesitzer und schafft Anreize für die Waldpflege. Auch der Kronenzustand zeigt eine Konsolidierung nach dem Trockenjahr 2003. Andererseits gibt es auch Entwicklungen, die uns mit Sorge erfüllen. Dies gilt für die Entwicklung der Verbissbelastung in unseren Wäldern. Dies gilt auch für den erwarteten Klimawandel, der die Forstwirtschaft vor große Herausforderungen stellt. Die starke Borkenkäfervermehrung in einigen Teilen Bayerns und speziell in Mittelfranken erfordert hohe Anstrengungen von den Waldbesitzern und zeigt, dass wir uns mit dem Waldbau rechtzeitig auf die Folgen des Klimawandels einstellen müssen.

Die Schaffung von naturnahen, leistungsfähigen und stabilen Wäldern ist als forstliches Leitbild für unsere Gesellschaft deshalb so aktuell wie nie zuvor. Ich wünsche mir, dass der vorliegende Bericht mit dazu beiträgt, diesem Ziel einen Schritt näher zu kommen.

München, im November 2006

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Josef Miller', written in a cursive style.

Josef Miller  
Staatsminister

Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Ökologie</b> .....	<b>13</b>
3.1	Witterung und Wasserhaushalt .....	13
3.2	Schadstoffeinträge .....	14
3.3	Ernährungszustand der Waldbäume .....	17
3.4	Schäden durch Insekten und Pilze.....	18
3.5	Kronenzustand.....	21
3.6	Waldverjüngung .....	29
3.7	Biologische Vielfalt .....	31
3.8	Genetisches Monitoring .....	33
<b>4</b>	<b>Ökonomie</b> .....	<b>35</b>
4.1	Wachstum der Waldbäume .....	35
4.2	Holzeinschlag .....	38
4.3	Holzmarkt.....	39
4.4	Cluster Forst und Holz .....	40
4.5	Energetische Nutzung von Holz.....	42
4.6	Waldbesitz und forstliche Zusammenschlüsse .....	45
<b>5</b>	<b>Wald und Gesellschaft</b> .....	<b>48</b>
5.1	Klimawandel .....	48
5.2	Bodenschutz .....	50
5.3	Hochwasserschutz .....	52
5.4	Schutzwaldsanierung.....	53
5.5	Trinkwasser .....	54
5.6	Waldpädagogik.....	55
5.7	Erholung im Wald.....	57
5.8	Jagd.....	58
5.9	Rodungen und Erstaufforstungen.....	59
5.10	Angewandte forstliche Forschung.....	60
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>Summary</b> .....	<b>63</b>

# 1 Zusammenfassung

Der Waldzustandsbericht 2006 stellt neben den Ergebnissen der forstlichen Umweltbeobachtung und den dabei bewerteten ökologischen erstmals auch ökonomische und soziokulturelle Indikatoren dar.

Um die Wälder Bayerns nachhaltig bewirtschaften zu können, sind die Risiken auf Grund von Schadstoffeinträgen, Klimaänderungen oder anderen Störungen zeitnah zu beobachten und zu bewerten. Nur wenn wichtige Struktur- und Leistungsmerkmale zur wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bedeutung von Wald und Forstwirtschaft in eine Zustandsbeschreibung einfließen, können alle Waldfunktionen gesichert und die gesellschaftlichen Ansprüche an den Wald erfolgreich erfüllt werden.

## Kronenzustand: Kaum Änderungen zum Vorjahr

Ohne Zweifel ist der aktuelle Gesundheitszustand des Waldes von besonderer Bedeutung für den Naturhaushalt und die Forstwirtschaft. Der Kronenzustand der Waldbäume ist hier der bekannteste Indikator, um die Vitalität zu beschreiben.

Im Durchschnitt aller Bäume liegt der mittlere Nadel- bzw. Blattverlust gegenüber dem Vorjahr unverändert auf 22,7 Prozent. Der Anteil deutlicher Schäden erhöhte sich zwar geringfügig um zwei Prozent, der Anteil der Bäume ohne Schadmerkmale stieg jedoch in ähnlichem Umfang. Die 2005 festgestellte Erholung von den Folgen des Extremsommers 2003 hat sich nicht weiter fortgesetzt. Auch sind die Blatt- bzw. Nadelverluste noch immer höher als vor 2003.

Bei den verschiedenen Baumarten zeigen sich unterschiedliche Tendenzen. Die **Fichte** zeigt mit durchschnittlich 21 Prozent ebenso wie im Vorjahr den geringsten Nadelverlust aller Baumarten. Die **Kiefer** hält sich sowohl im Durchschnitt (24 Prozent) als auch bei den deutlichen Schäden (34 Prozent) auf dem Niveau des Vorjahres. Die **Tanne** vermochte sich zu stabilisieren. Diese einst am stärksten geschädigte Baumart weist mit durchschnittlich 25 Prozent den besten Zustand seit Beginn der systematischen Erhebungen auf.

Die durchschnittliche Kronenverlichtung der **Buche** liegt wie im Vorjahr bei 26 Prozent. Jedoch wuchsen die deutlichen Schäden um 9 Punkte auf 47 Prozent an. Neben der sehr heißen und trockenen Witterung im Juni/Juli ist dies auch auf die starke Fruktifikation zurückzuführen. Die Hauptbaumarten mussten heuer erhebliche Energiereserven für die Ausbildung und Reife ihrer Früchte bereitstellen. So waren im Vergleich zum Vorjahr bei Fichte und Buche um ca. 20 Prozent mehr Bäume reich-

lich mit Früchten behangen. Bei den jüngeren Buchen (unter 60 Jahren) sank der mittlere Blattverlust um vier Prozentpunkte.

Die **Eiche** verbesserte sich insgesamt um sieben auf 24 Prozent. Als einzige Baumart weist sie eine gegenüber dem Vorjahr deutlich geringere Kronenverlichtung auf. Besonders signifikant ist der Rückgang der deutlichen Schäden um 25 Prozentpunkte von 62 auf 37 Prozent. Dieser Erfolg ist auch im Zusammenhang mit der deutlich entspannten Waldschutzsituation zu sehen. Im Vergleich zum Vorjahr beeinträchtigten blattfressende Insekten, beispielsweise der Schwammspanner, die Eichen in wesentlich geringerem Ausmaß.

Die gegenüber den Vorjahren erhöhte Stichprobenzahl ermöglicht in diesem Jahr erstmals seit 2001 wieder regionalisierte Auswertungen für den **Alpenraum**. Mit durchschnittlich 27,5 Prozent Blatt- bzw. Nadelverlust liegen die Werte um rund fünf Prozentpunkte über dem Landesdurchschnitt. Dieses Ergebnis spiegelt sich auch bei den einzelnen Baumarten wider. Die Fichte liegt hier mit durchschnittlich 27,5 Prozent Nadelverlust beinahe sieben, die Tanne knapp fünf Prozentpunkte über dem Landesdurchschnitt. Bei der Buche beträgt die Differenz etwa zwei Prozentpunkte.

In diesem Jahr erfolgte die Kronenzustandserhebung erstmals in einem neuen 8 x 8 km-Raster, das auf dem 4 x 4 km-Stichprobenetz der zweiten Bundeswaldinventur basiert. In den Jahren 2006 bis 2008 die zweite Bodenzustandserhebung dieselben Rasterpunkte nutzen. Auf diese Weise werden in den nächsten Jahren Informationen über Wachstumsbedingungen, standörtliche Gegebenheiten und Kronenzustand für die gleichen Probeflächen zur Verfügung stehen und damit umfangreichere Auswertungen ermöglichen.

Obwohl das bisherige Stichprobenetz aufgegeben wurde, verliert die seit 1983 bestehende Zeitreihe nicht an Aussagekraft. In diesem Sommer wurden 62 ehemalige Punkte zusätzlich aufgenommen. Sie zeigen im Vergleich der Ergebnisse keine signifikanten Unterschiede. An den neuen Inventurpunkten wurden von Mitte Juli bis Mitte August 2006 insgesamt 8 736 Bäume in 386 Beständen auf ihren Kronenzustand hin eingewertet. Aufnahmen an 45 Dauerbeobachtungsflächen der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) ergänzten die Ergebnisse.

### Witterung und Waldschuttsituation

Nach einem extrem langen und schneereichen Winter war das Frühjahr bis zur zweiten Juniwoche von reichhaltigen Niederschlägen und vergleichsweise niedrigen Temperaturen geprägt. Die anschließend einsetzende und bis Ende Juli andauernde, sehr heiße Witterung bereitete den meisten Wäldern keinen außergewöhnlichen Trockenstress. Sie hat aber die im Jahr 2005 beobachtete rasche Verbesserung des Kronenzustandes nach dem Trockensommer 2003 verlangsamt. Der regnerische August bremste die sommerliche Massenvermehrung des Buchdruckers nicht wesentlich. Trotz aufwändiger Bekämpfungsmaßnahmen ließen sich regional flächige Schäden an Fichtenbeständen nicht verhindern. Insektenschäden an Laubbäumen, die in den Jahren 2004 und 2005 umfangreiche Bekämpfungsaktionen erforderten, gingen 2006 deutlich zurück.

### Schadstoffeinträge: Weiterhin keine Entwarnung

Nachdem sich in den letzten Jahren die Belastung der Wälder mit Luftschadstoffen insgesamt verringerte, wurden 2005 ähnliche Werte an den Waldklimastationen erfasst wie im Jahr 2004. Die Schwefeleinträge blieben auf niedrigem Niveau, die kritischen Werte für Säureeinträge werden nur noch in den nordostbayerischen Mittelgebirgen und auf basenarmen Sandböden Mittelfrankens unterschritten. Die Ozonwerte lagen deutlich niedriger als im Trockenjahr 2005 und entsprachen dem Vorjahresni-

veau. Die höchsten Ozonwerte wurden im Hochgebirge gemessen. Stickstoff wird nach wie vor in fast unverändert hohen Konzentrationen eingetragen. Gegenüber 2004 stiegen die Einträge an einigen Waldklimastationen sogar. Dies lässt sich mit insgesamt höheren Jahresniederschlägen begründen. Anhaltend hohe Stickstoffeinträge werden langfristig nachteilige Veränderungen für die Waldökosysteme nach sich ziehen.

Entscheidend für eine weitere Verbesserung des Waldzustandes ist deshalb weiterhin die Reduktion der Schadstoffeinträge aus der Luft, insbesondere von Stickstoff. Nur mit deren konsequenter Umsetzung werden sich nachteilige Auswirkungen auf die Waldböden und die Qualität des Trinkwassers verhindern lassen.

### Ökonomie: Holz im Aufwind

In Bayern wurden 2005 17,7 Mio. fm Holz eingeschlagen. Gegenüber dem Vorjahr stieg der Holzeinschlag um 4 Prozent. Auf Grund verbesserter Absatzmöglichkeiten von Holzprodukten erhöhte sich die Rundholznachfrage erheblich. Mehr als die Hälfte des Holzes ernteten private Forstbetriebe. Insbesondere im kleineren Privatwald liegt der Jahreseinschlag nach wie vor deutlich unter dem nutzbaren Zuwachs. Die 2006 gegründete „Clusterinitiative Forst und Holz“ soll Netzwerke zwischen allen in der Branche beteiligten Akteuren einschließlich der Forschung bilden und ausbauen, um die Wirtschaftskraft und

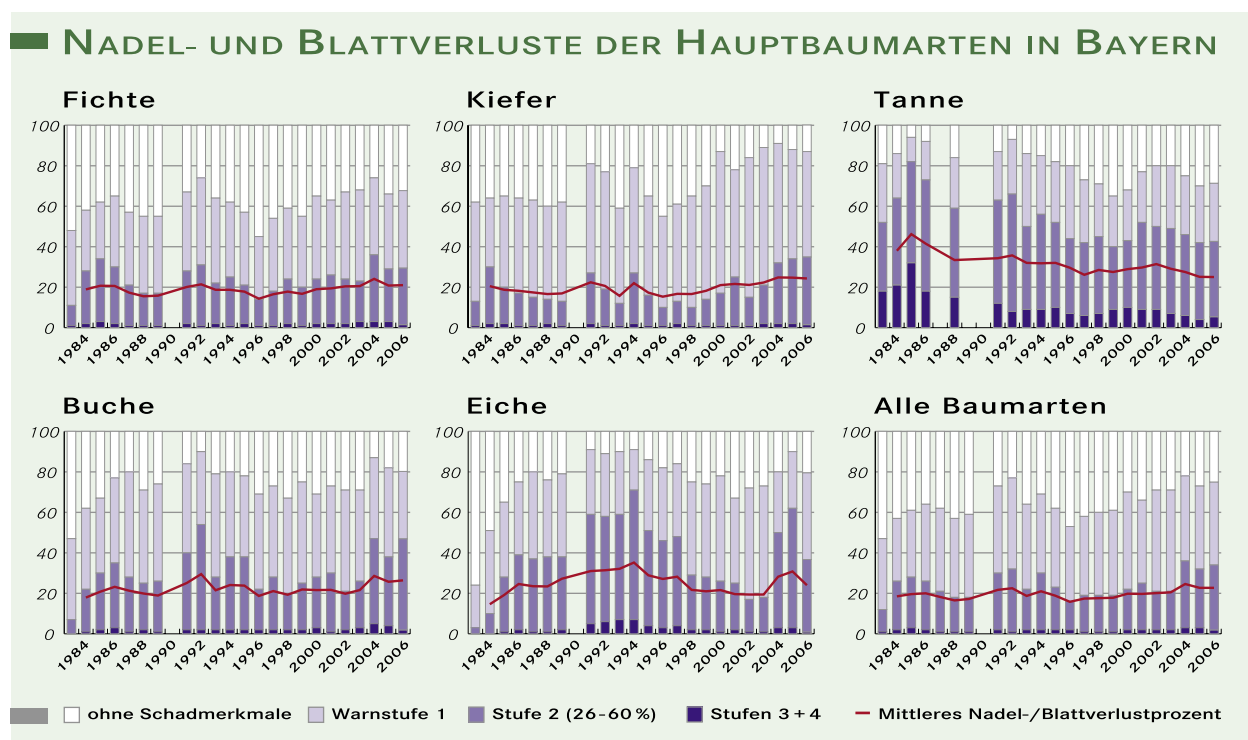


Abbildung 1: Nadel- und Blattverluste der Hauptbaumarten in Bayern.



Innovationsfähigkeit in Bayern nachhaltig zu stärken sowie Arbeitsplätze zu sichern. Mit 185 000 Arbeitsplätzen liegt die Forst-, Holz- und Papierindustrie hinsichtlich der Beschäftigtenzahl in Bayern an zweiter Stelle. Auch der Energieholzverbrauch gewinnt an Bedeutung. 2005 wurden 3,7 Mio. t atro energetisch verwertet. Dies entspricht einer Energiemenge von ca. 1,9 Mrd. l Heizöl.

### **Wald und Gesellschaft**

Der Wald leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Er speichert große Mengen Kohlenstoff und entzieht der Atmosphäre das wichtigste Treibhausgas Kohlendioxid. Der prognostizierte Klimawandel wird sich auf die Wälder auswirken und erfordert aktive forstliche Maßnahmen, um Vitalität und Produktivität der Wälder nachhaltig zu garantieren. Die Baumartenzusammensetzung muss sowohl auf die Häufung extremer Witterungsereignisse als auch auf standörtliche Veränderungen (z. B. zunehmende Trockenheit) abgestimmt werden.

Als Filter schützen Waldböden das Grundwasser und oberirdische Gewässer vor Schadstoffeinträgen. Nur eine auf den Schutz des Bodens abgestimmte Waldwirtschaft vermag die Funktionen des Waldbodens zu sichern oder wiederherzustellen. Wälder dämpfen Hochwasserspitzen und erhöhen den natürlichen Wasserrückhalt in der Fläche. Damit leisten sie einen unverzichtbaren Beitrag zum Hochwasserschutz.

Im Bergwald kommt der Schutzwaldsanierung eine hohe gesamtgesellschaftliche Bedeutung zu. Die Funktionsfähigkeit nicht mehr intakter Schutzwälder ist mit Hilfe von Sanierungsmaßnahmen wiederherzustellen. Im Rahmen einer sachgemäßen Schutzwaldpflege ist der künftigen Entstehung von Sanierungsflächen vorzubeugen.

Die Bayerische Forstverwaltung vermittelte 2005 die vielfältige Bedeutung von Wald und Forstwirtschaft in ca. 6 500 waldpädagogischen Veranstaltungen an etwa 175 000 Menschen.

## 2 Einleitung und Zielsetzung

Der Gesundheitszustand des Waldes ist von besonderer Bedeutung für den Naturhaushalt und die Forstwirtschaft. Um die forstlichen Ressourcen nachhaltig zu bewirtschaften, sind Risiken auf Grund von Schadstoffeinträgen, Klimaänderungen oder anderen Störungen zeitnah zu beobachten und zu bewerten. Nur dann können Maßnahmen ergriffen werden, um Schäden zu vermeiden oder wenigstens zu vermindern.

Der Kronenzustand der Waldbäume ist der bekannteste und traditionsreichste Indikator zur Beschreibung des Gesundheitszustandes unserer Wälder, aber allein und für sich betrachtet wird er einer ganzheitlichen Betrachtung des Waldzustandes nicht gerecht. Die nachhaltige Sicherung und Entwicklung aller Waldfunktionen erfordert eine regelmäßige Einwertung und Interpretation der ökologischen, ökonomischen, sozialen und kulturell-gesellschaftlichen Leistungen des Waldes.

Daher wurde die bereits in den Vorjahren begonnene Weiterentwicklung des Waldzustandsberichtes zu einem umfassenden Waldbericht, der allen forstlichen Nachhal-

tigkeitsfeldern Betrachtung schenkt, auch 2006 fortgesetzt. Neben der Analyse von Umwelteinflüssen auf den Wald sowie der indikatoren-gestützten Messung und Bewertung von Vitalität und Qualität des Ökosystems Wald durchleuchtet der vorliegende Bericht auch die Leistungsfelder „Ökonomie“ und „Wald und Gesellschaft“.

### Indikatorenkonzept für ein umfassendes forstliches Monitoring der Nachhaltigkeit

Das bisherige Indikatorenkonzept des Waldzustandsberichtes war rein naturwissenschaftlich orientiert. Es wird im Grundsatz beibehalten. Dazu werden erstmals in diesem Bericht Kennzahlen veröffentlicht, die ökonomischer und sozial/gesellschaftlicher Natur sind. Diese Daten wurden zum Teil schon seit längerer Zeit erhoben, aber noch nie in die Gesamtschau eines Waldzustandsberichtes eingebracht. Vielfach existieren in diesem Bereich auch noch keine messbaren Indikatordaten, weshalb die Zusammenhänge deskriptiv vorgestellt werden. Indikatoren in diesem Bereich zu entwickeln und zu testen stellt ein wichtiges Forschungsfeld für die Zukunft dar, um die Waldberichterstattung weiter zu optimieren und ihre Aussagekraft zu erhöhen.

### Indikatoren für ökologische Leistungen und zum Gesundheitszustand der Wälder.

Seit über 20 Jahren werden zur Beschreibung des Kronenzustands (Kapitel 3.5) der Nadel- bzw. Blattverlust und die Vergilbung der Kronen als geeignete Indikatoren für die Vitalität der Wälder erhoben. Die Datenerfassung zur Waldzustandserhebung erfolgte 2006 bayernweit erstmals in einem neuen 8 x 8 km-Raster, das auf dem 4 x 4 km-Stichprobennetz der zweiten Bundeswaldinventur (BWI) basiert. Im gleichen Raster (8 x 8 km) wird 2006 bis 2008 die zweite Bodenzustandserhebung (BZE) durchgeführt. Für identische Probestellen stehen dann Informationen über Wachstumsbedingungen (BWI), standörtliche Gegebenheiten (BZE)

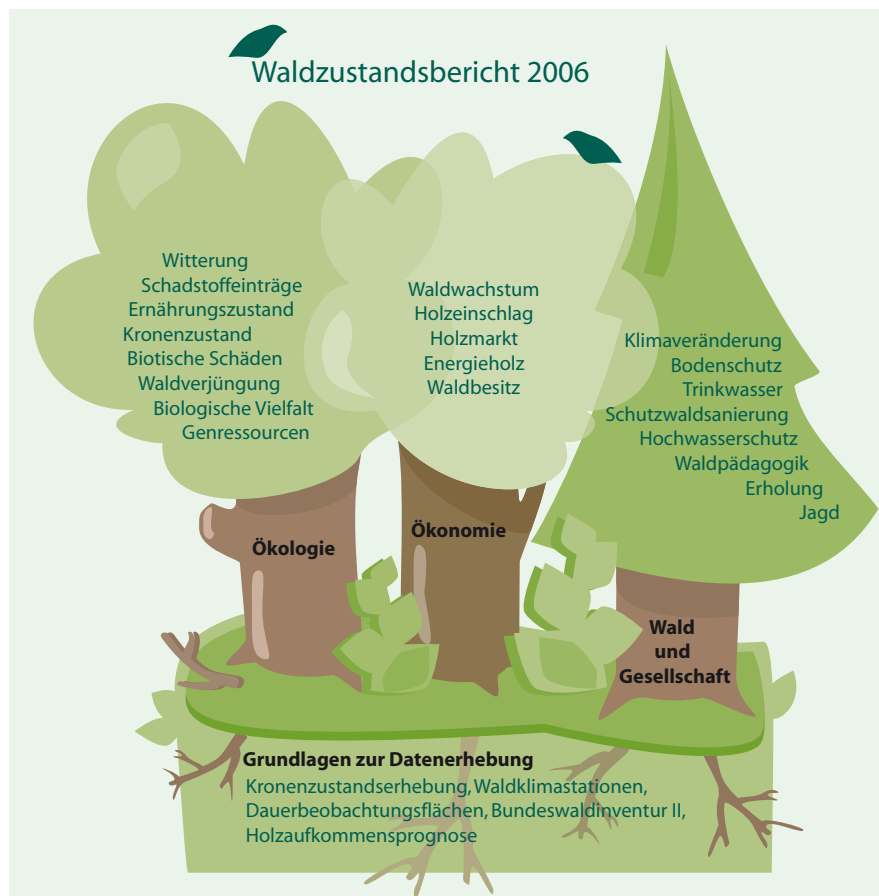


Abbildung 2: „Drei Säulen der forstlichen Nachhaltigkeit“: Ökologie, Ökonomie, Wald und Gesellschaft; Aspekte und Indikatoren für ein umfassendes Waldmonitoring.

und Kronenzustand zur Verfügung. Dies ermöglicht die Verschneidung der Daten aus drei Inventuren sowie künftig vielfältige neue Auswertungen.

Um ein umfassendes Bild über die Vitalität der Wälder und bestehende Risiken zu erhalten, wurden 45 Dauerbeobachtungsflächen der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) ausgewertet, weitere Indikatoren wurden an 22 Waldklimastationen erhoben. In diesem Messnetz werden wichtige Einflussgrößen auf den Wald wie **Witterungseinwirkungen** (Kapitel 3.1), **Wasserhaushalt** (Kapitel 3.1) und **Schadstoffeinträge** (Kapitel 3.2) unmittelbar am Wirkungsort permanent gemessen (LWF 2004). Die landesweiten Beeinträchtigungen durch **Insekten oder Pilze** (Kapitel 3.4) werden ebenfalls bilanziert.

#### Indikatoren für ökonomische Leistungen der Wälder

An den Waldklimastationen und an ertragskundlichen Versuchsflächen werden Indikatoren zum **Holzzuwachs** der Wälder (Kapitel 4.1) erfasst. Aus der Holzaufkommensprognose und der zweiten Bundeswaldinventur (BWI II) dienen **Holzeinschlagsdaten und Holzmarktanalysen** (Kapitel 4.2 und 4.3) als Indikatoren. Auch **Strukturdaten zur Betriebsgröße** und die **Entwicklung des Reinertrags** im Privatwald stellen aussagekräftige Kenngrößen (Kapitel 4.6) dar.

#### Indikatoren für soziale und kulturelle Leistungen der Wälder

Bisher gibt es Indikatoren zum Bodenzustand (Kapitel 5.2) wie die **Qualität des Bodenwassers** oder den **Zustand der Waldböden**, die ebenfalls an den Waldklimastationen und den Bodendauerbeobachtungsflächen ermittelt werden. Weitere Daten zum Bodenzustand wird in Kürze die zweite Bodenzustandserhebung liefern. Sauberes Wasser aus dem Wald ist eine wichtige Lebensgrundlage für Mensch und Gesellschaft.

Quantitative Indikatoren wie die **Anzahl von Waldführungen** (Kapitel 5.6), die **Entwicklung der Rehwildstrecke** (Kapitel 5.8) oder **Zeitreihen zur Waldflächenbilanz** steuern wichtige Hinweise zum Zustand des Waldes bei, bedürfen aber der künftigen Ergänzung durch qualitative Leistungsindikatoren.

Noch fehlen in einigen Kapiteln aussagefähige Indikatoren und Kenngrößen. Für die Zukunft unserer Wälder besonders wichtige Themen wie **Klimawandel, Hochwasserschutz, Schutzwaldsanierung** oder die **angewandte forstliche Forschung** dürfen aber in einem umfassenden Waldzustandsbericht nicht fehlen und werden in Form einer textlichen Berichterstattung behandelt.

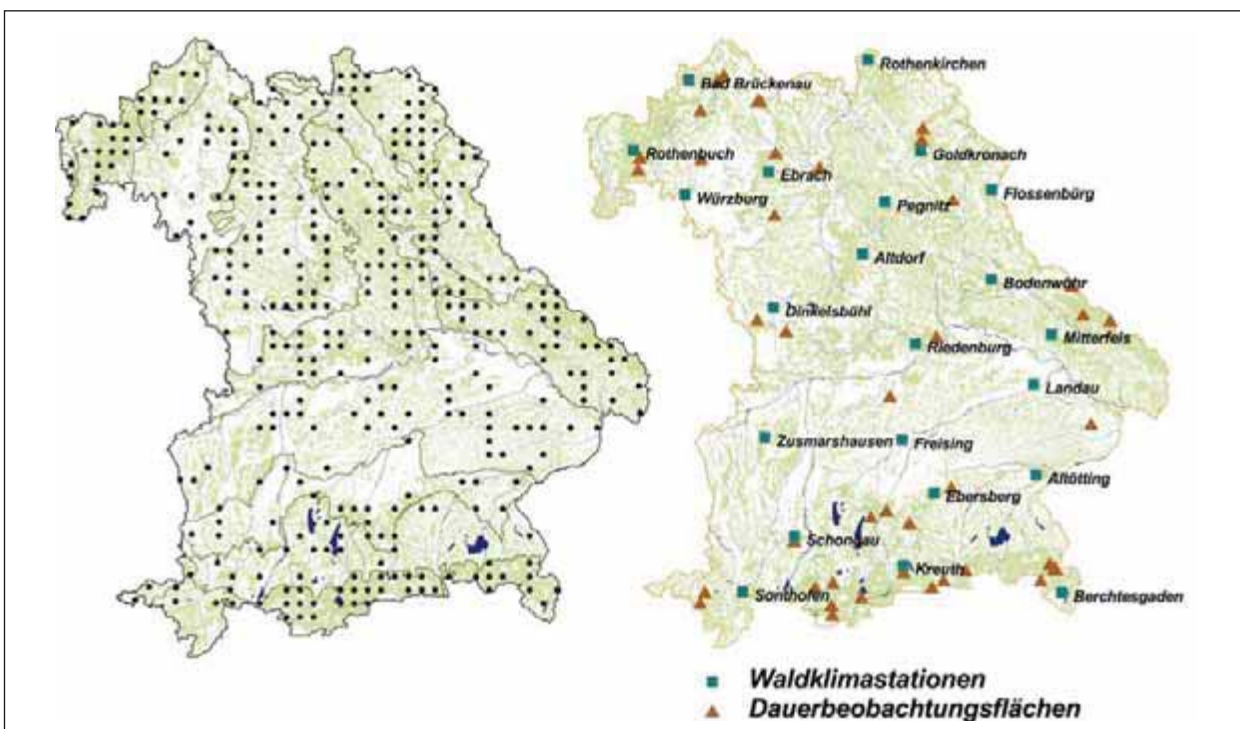


Abbildung 3: Aufnahmeorte des Waldmonitoring in Bayern; links: systematisches 8 x 8 km-Raster der Kronenzustandserhebung; rechts: Waldklimastationen und Dauerbeobachtungsflächen.

## 3 Ökologie

### 3.1 Witterung und Wasserhaushalt

Die Witterung beeinflusst alle Lebensvorgänge im Wald erheblich. Sie wirkt unmittelbar auf den Wasserhaushalt sowie den Stoffwechsel und damit die Vitalität und das Wachstum der Waldbäume ein. Mit dem Niederschlag gelangen Schadstoffe in die Wälder und beeinträchtigen die Bodenwasserqualität. Temperatur und Niederschlag modifizieren bodenbiologische Prozesse sowie die Populationsdynamik von Schadorganismen. Der Einfluss der Witterung wirkt häufig über mehrere Jahre nach. Zum Beispiel prägt die Witterung der Vorjahre über den Aufbau und die Speicherung von Reservestoffen auch Belaubungsdichte und Zuwachs. Die Folgen extremer Wetterereignisse wie Hagel und Sturm sind unter Umständen viele Jahre lang zu erkennen.

#### 2005 war kein Extremjahr

Der Jahresniederschlag lag in Südbayern im Bereich des langjährigen Mittels (1961/90), in Nordbayern dagegen darunter.

Der Winter 2005 war schneereich und kalt. Insgesamt fiel im Frühjahr in ganz Bayern vergleichsweise viel Niederschlag. Vor allem der Februar war deutlich zu kalt mit extrem niedrigen Lufttemperaturen bis unter  $-25^{\circ}\text{C}$ . Von April bis Juli war es dann insgesamt etwas wärmer als normal. In Südbayern fielen ausreichend Niederschläge. Extrem hohe Niederschläge mit Schwerpunkt im Chiemgau führten zu dem katastrophalen Augusthochwasser an Isar, Inn und Donau. An Steilhängen in den Alpen gingen zahlreiche Muren ab. In Nordbayern war es dagegen deutlich trockener. Aus diesem Grund entstanden vor allem in Mittel- und Oberfranken leichte Engpässe bei der Wasserversorgung der Wälder. Für die meisten Waldgebiete war der Sommer 2005 jedoch der zweite in Folge mit ausreichenden Niederschlägen. Sie begünstigten Vitalität und Wachstum der Bäume und glichen die gravierenden Folgen des Trockenjahres 2003 allmählich aus.

Die Herbstmonate September und Oktober waren in ganz Bayern sehr mild und sonnenscheinreich. Während im September in Nordbayern noch mehr Niederschlag als normal fiel, war der gesamte Herbst in Südbayern wie später auch in Nordbayern niederschlagsarm. Deshalb waren Ende Oktober vor allem in Franken die Böden ausgetrocknet. Diese Trockenheit war für die Bäume nicht mehr von größerer Bedeutung, da sie sich bereits in der Vegetationsruhe befanden. Ab Mitte November herrschte dann bis zum Jahresende winterliche Witterung mit sehr kalten Temperaturen, begleitet von häufigen und ergiebigen Schneefällen.

#### Der Winter 2005/2006 war sehr lang und schneereich

Insgesamt kennzeichnete den Winter 2005/2006 eine lang anhaltende, fast ununterbrochene Frostperiode. An 13 von 22 Waldklimastationen wurden die meisten Frosttage seit Beginn der Messungen registriert. An den anderen neun Stationen war nur der Winter 1995/96 länger bzw. wies mehr Frosttage auf. An der Waldklimastation Freising war der Boden erstmals seit Beginn der Messungen sogar bis in 5 cm Tiefe gefroren. Dies tritt bei Waldböden in unseren Breiten nur selten auf, da die Humusaufgabe und eine eventuell vorhandene Schneedecke isolierend wirken.

#### Der Frühling 2006 brachte viel Feuchtigkeit

Erst ab Mitte März wurde es langsam milder. Reichliche Regenfälle verstärkten in ganz Bayern das Abschmelzen der Schneedecken, wobei nur örtlich kleinere Überflutungen auftraten. Anschließend blieb das Wetter unbeständig und häufig zu kühl. Wechselhaftes Wetter mit ausreichend Niederschlag prägte den gesamten April und Mai. Damit waren zu Beginn der forstlichen Vegetationszeit die Böden reichlich mit Wasser gesättigt. Nach dem kalten März blieb die Vegetation etwa zwei Wochen in ihrer Entwicklung zurück. Erst gegen Ende Mai bzw. Anfang Juni gingen die Temperaturen nochmals auf ungewöhnlich niedrige Werte zurück, in höheren Lagen verbunden mit Schneefällen und Bodenfrost.

#### Der Juli 2006 schlug alle Temperaturrekorde

Ab der zweiten Juniwoche stellten sich langsam sommerliche Temperaturen ein, die Niederschläge setzten aus. Vor allem im westlichen Alpenvorland und in Oberfranken fiel deutlich zu wenig Niederschlag. Dabei blieben die Temperaturen hochsommerlich, vor allem in Unter- und Mittelfranken herrschten ideale Bedingungen für Borkenkäfer und andere Schadinsekten. Auch den Juli charakterisierte eine anhaltend hochsommerliche, nur kurzzeitig von Gewittern unterbrochene Witterungsperiode. Durchschnittlich lag die Temperatur im Juli  $4,5^{\circ}\text{C}$ , im Juni nur  $1,6^{\circ}\text{C}$  über dem langjährigen Mittel (1961 – 1990). An 14 der 22 Waldklimastationen war es der heißeste Juli seit Beginn der Messungen. In beiden Monaten fiel an allen Waldklimastationen mit nur etwas über 70 Prozent vom langjährigen Mittel zu wenig Niederschlag. Etwa ein Drittel mehr Sonnenscheinstunden als im langjährigen Mittel wurden registriert. Die höhere UV-Einstrahlung kombiniert mit hohen Temperaturen belastete die Bäume zusätzlich.

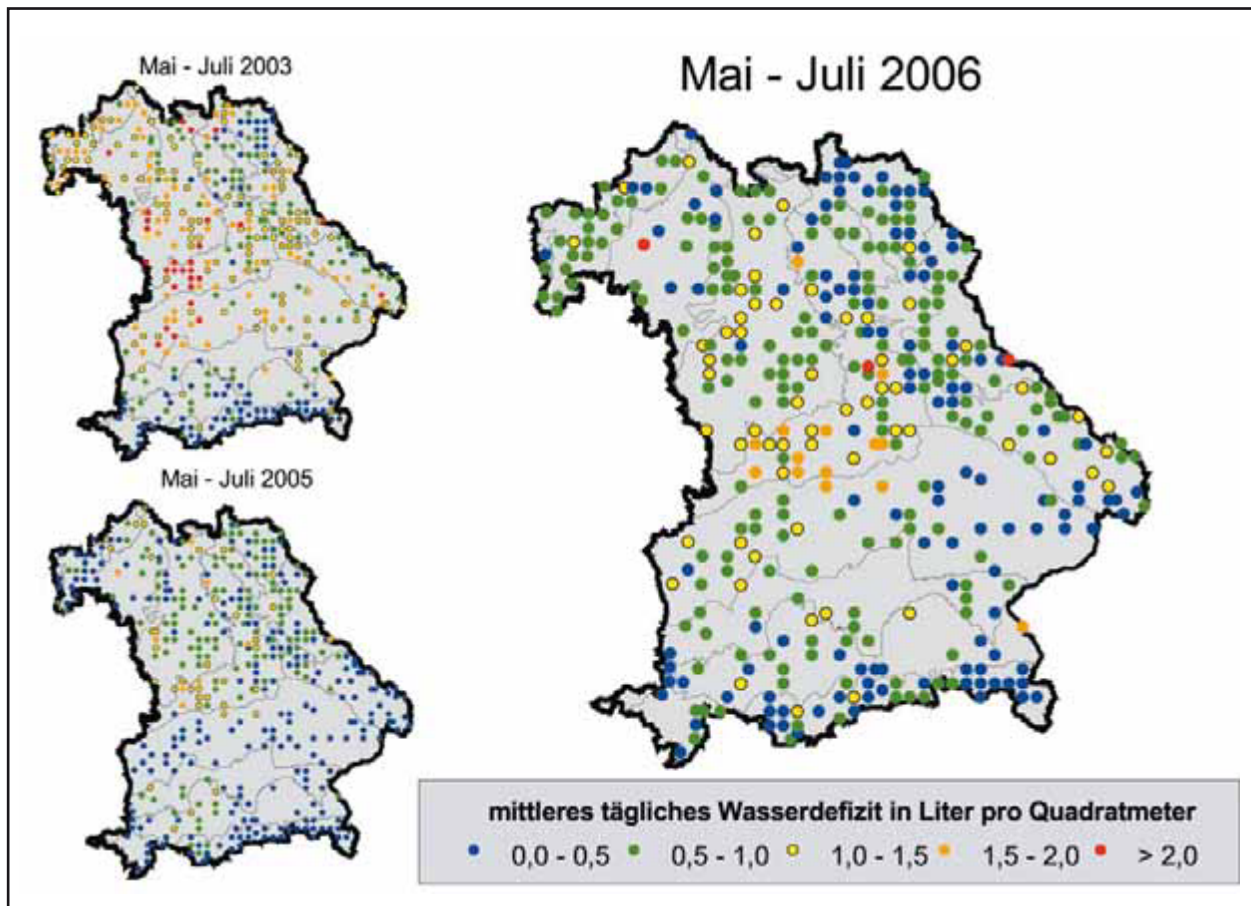


Abbildung 4: Mittleres tägliches Wasserdefizit, berechnet für die (alten) Inventurpunkte der Waldzustandserhebung im 8 x 8 km Raster.

**Bäume hatten im Sommer 2006 noch genug Wasser**

Die trockene, heiße Witterung im Juni und Juli bereitete den meisten Wäldern keinen außergewöhnlichen Trockenstress, auch wenn sich auf besonders ungünstigen Standorten die Blätter der Laubbäume teilweise einrollten. Bei einer modellhaften Berechnung des Wasserhaushalts der Standorte der Waldzustandserhebung wiesen nur wenige Standorte in Unter- und Mittelfranken ein stärkeres Wasserdefizit im Zeitraum Mai bis Juli auf (Abbildung 4). Grund hierfür waren die Wasserreserven aus dem sehr niederschlagsreichen Frühjahr. Im Gegensatz dazu fiel im Trockenjahr 2003 bereits im April unterdurchschnittlich wenig Niederschlag. Dies führte damals zu Wasserdefiziten an vielen Waldstandorten.

Im August fielen wieder ausgiebige Niederschläge in ganz Bayern, die Wasserspeicher im Boden füllten sich erneut auf.

**3.2 Schadstoffeinträge**

Luftverunreinigungen entstehen auf Grund der Emissionen von Industrie, Haushalten, Verkehr und Landwirtschaft. Die Schadstoffe werden in der Atmosphäre unterschiedlich weit transportiert, zum Teil chemisch umgewandelt und gelangen als trockene oder nasse Deposition auf die Erde zurück. Wälder bilden mit ihrem Kronendach große, raue Oberflächen, auf denen sich deutlich mehr Luftschadstoffe ablagern als auf unbewaldeten Flächen. Die Luft wird auf diese Weise zwar gereinigt, gleichzeitig belasten jedoch die ausgefilterten Schadstoffe Bäume und Boden. Die Erfassung der Schadstoffeinträge ist Teil des Messprogramms der Waldklimastationen.

**Stickstoffeinträge**

Stickstoffverbindungen belasten die Luft als Stickstoffoxide aus Verbrennungsprozessen in Industrie, Verkehr, Haushalt und Energiewirtschaft sowie als Ammoniak aus landwirtschaftlicher Tierhaltung und Düngung. In den Wald werden die Stickstoffoxide mit dem Niederschlag als Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) und Ammoniak als Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) eingetragen. Abbildung 5 zeigt die Einträge des Gesamtstickstoffs in ihrer zeitlichen Entwicklung.

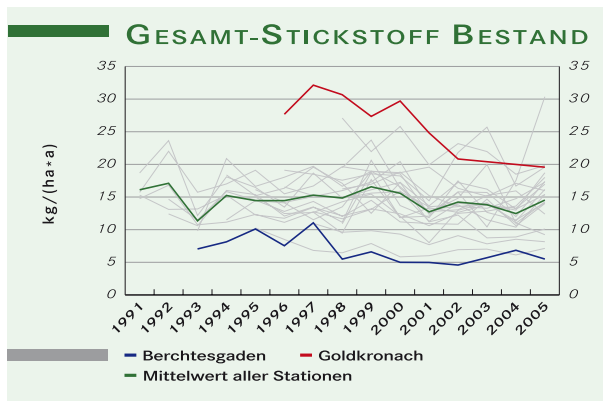


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf der Stickstoffeinträge in die Bestände an den Waldklimastationen; die grauen Linien zeigen die Entwicklung an allen 22 Stationen. Hervorgehoben sind die am stärksten belastete Station in Goldkronach sowie Berchtesgaden mit der geringsten Belastung. Die grüne Linie zeigt den mittleren Wert aller Stationen.

Trotz technischer Verbesserungen, strengerer Abgasnormen und Programmen zur Reduktion der Emissionen bleiben Stickstoffeinträge im Wald in den letzten Jahren

meist konstant. Gegenüber 2004 sind die Einträge an vielen Stationen sogar gestiegen. Dies ist bei einem Teil der Stationen auf höhere Jahresniederschläge zurückzuführen.

Der Unterschied zwischen den Eintragungsmengen im Bestand (grüne Säulen) und auf den nahegelegenen Freiflächen (gelbe Säulen, Abbildung 6 links) verdeutlicht den Filtereffekt der Baumkronen. An der Station Würzburg (siehe \*) wurde 2005 ein sehr hoher Eintrag (30,4 kg N/ha) im Wald gemessen. Er gründet sich jedoch auf interne Stickstofffreisetzung durch Eichenwicklerfraß in den Baumkronen (s. oben).

Überhöhte atmosphärische Stickstoffeinträge können zu Nährstoffungleichgewichten, Bodenversauerung, Veränderungen der Vegetation und Nitratbelastung des Grund- und Trinkwassers führen. Um die Belastung des Waldes festzustellen, werden aus der Höhe der atmosphärischen Einträge sowie der Aufnahme- und Speicherfähigkeit der Waldökosysteme tolerierbare Belastungsgrenzen („Critical Loads“) für Stickstoff berechnet. Abbildung 6 (rechts) zeigt, welche Reduktionen der Einträge an den einzelnen

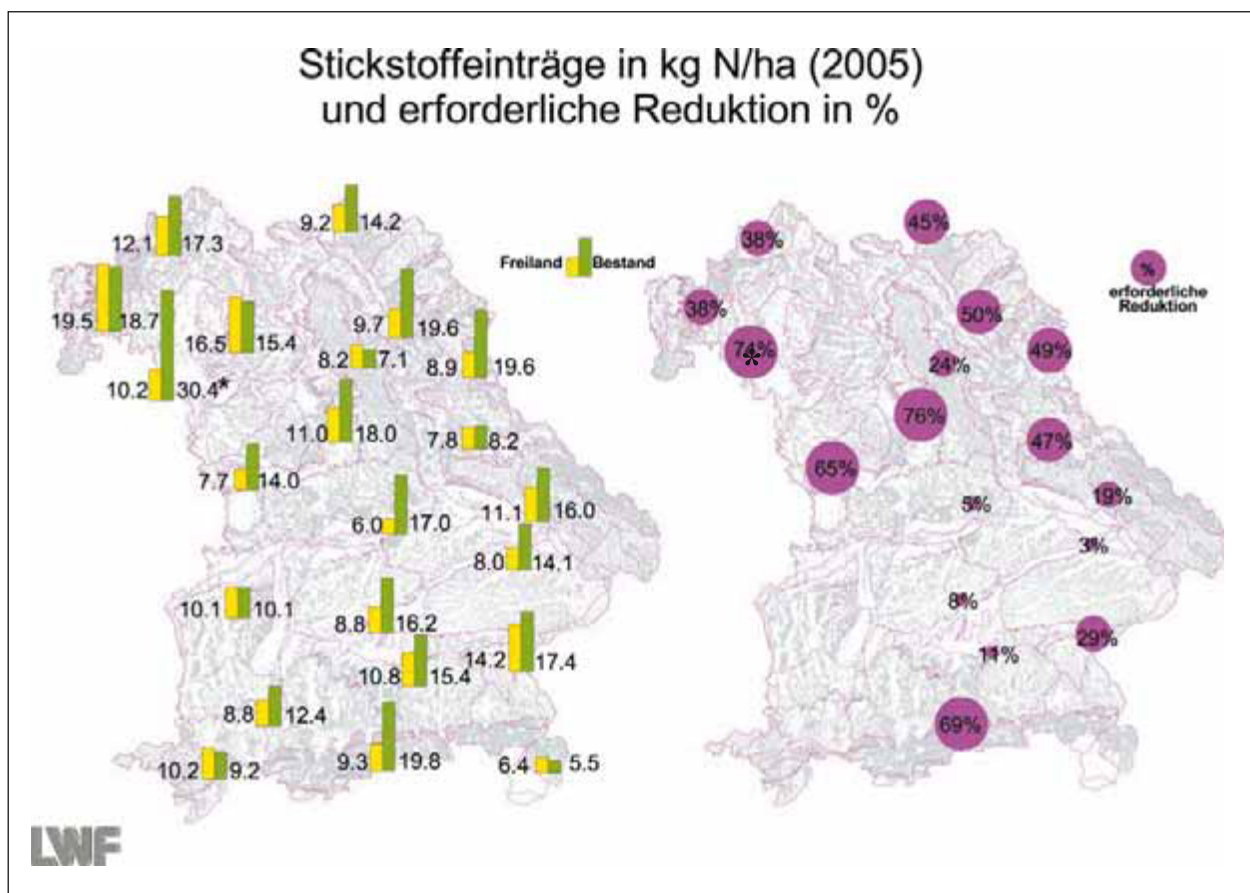


Abbildung 6: Stickstoffeinträge an den Waldklimastationen im Jahr 2005 (links); gelbe Säulen geben die Einträge im Freiland, grüne Säulen die Einträge im Wald wieder. Die rechte Darstellung zeigt, um wie viel Prozent die Einträge reduziert werden müssten, wenn nachteilige Veränderungen der Waldökosysteme vermieden werden sollen.

Waldklimastationen notwendig wären, um langfristige, nachteilige Veränderungen der Waldökosysteme zu vermeiden. An 17 Stationen lagen die Stickstoffeinträge 2005 über den verträglichen Belastungsgrenzen und müssten um bis zu 76 Prozent reduziert werden. Regionale Schwerpunkte sind nicht zu erkennen.

**Schwefeleinträge**

Schwefeldioxid gelangt bei der Verbrennung schwefelhaltiger Energieträger in die Atmosphäre. Reagiert das Gas mit Wasser, entsteht Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Die konsequente Luftreinhaltepolitik der letzten beiden Jahrzehnte führte zu einer deutlichen Senkung der Emissionen. Eine abnehmende Belastung lässt sich an allen Waldklimastationen nachweisen (Abbildung 7). Auf Grund des Akkumulationseffektes im Boden wirken die hohen Schwefeleinträge früherer Jahre auch heute noch nach. Die höchsten Werte finden sich wie in den Vorjahren an den Stationen im Nordosten Bayerns. Hier wird mit der Westwinddrift Schwefel auch aus größeren Entfernungen antransportiert und von den ganzjährig benadelten Fichtenbeständen ausgefiltert. Die größten Schwefelmengen werden dort in den Wintermonaten eingetragen.

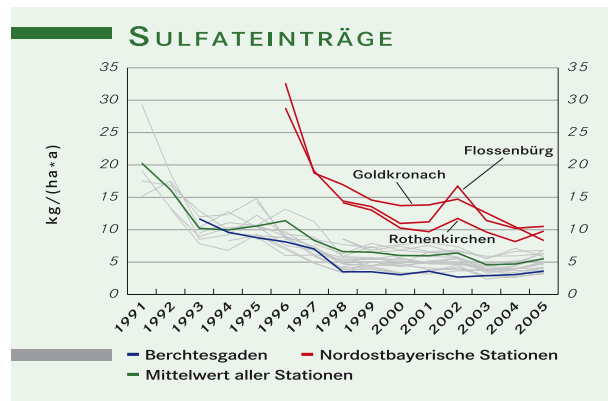


Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf der Schwefeleinträge in die Bestände an den Waldklimastationen; die grauen Linien zeigen die Entwicklung an allen 22 Stationen. Hervorgehoben sind die stärker belasteten Stationen in Nordostbayern sowie Berchtesgaden mit der geringsten Belastung.

**Säureinträge**

Schwefel- und Stickstoffverbindungen, die nicht von den Bäumen aufgenommen oder im Boden gebunden werden, verlassen mit dem Sickerwasser den Wurzelraum.

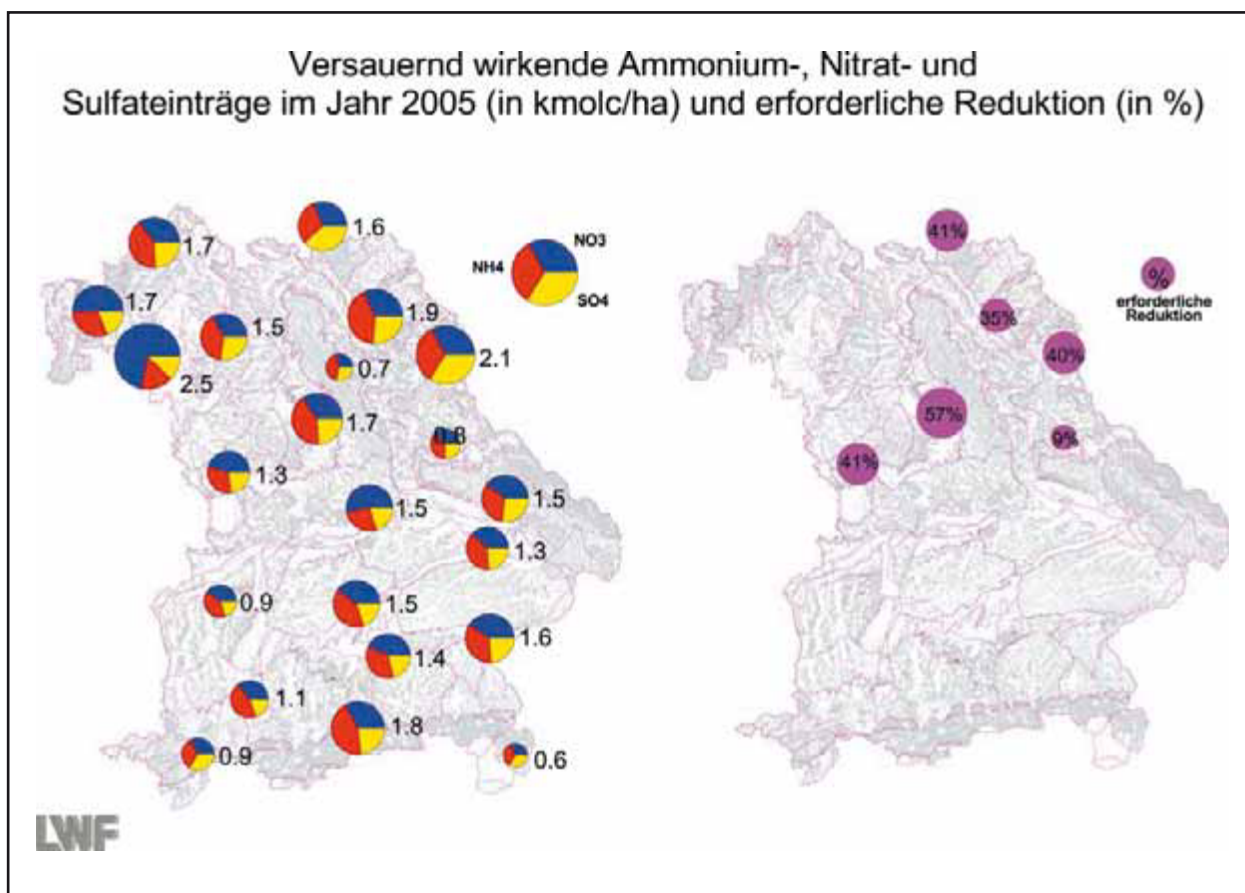


Abbildung 8: Einträge von Ammonium, Nitrat und Sulfat an den bayerischen Waldklimastationen im Jahr 2005 in kmolc pro Hektar (links); die rechte Darstellung gibt an, um wie viel Prozent die Säureinträge reduziert werden müssten, um nachteilige Veränderungen der Waldökosysteme zu vermeiden.

Wichtige Pflanzennährstoffe wie Calcium, Magnesium und Kalium werden dabei mit ausgewaschen. Dies führt neben den Verlusten dieser Nährstoffe zu einer Versauerung des Bodens, weil dann sauer wirkende Protonen und Aluminiumionen die Bodenlösung bestimmen.

Analog zum Stickstoff lassen sich für den Säureeintrag Belastungsgrenzen („Critical Loads“) berechnen. Abbildung 8 zeigt die Summe der Einträge an den Waldklimastationen (links) und welche Verminderung nötig ist, um eine weitere Bodenversauerung und Nährstoffverluste zu vermeiden (rechts). Auf Grund der sinkenden Schwefel-einträge und weitgehend gleichbleibender Stickstoffeinträge ist die Säurebelastung in Bayerns Wälder insgesamt leicht rückläufig.

Die kritischen Werte für Säureeinträge werden in den nordostbayerischen Mittelgebirgen noch überschritten. Belastungen treten auch dort auf, wo sandige, basenarme Böden besonders empfindlich auf Säureeinträge reagieren wie an den Waldklimastationen Altdorf und Dinkelsbühl.

### Ozon

Seit Mitte 2002 werden Ozonkonzentrationen an ausgewählten Waldklimastationen gemessen. Die Messungen sollen Informationen über den Einfluss hoher Ozonkonzentrationen auf die Vitalität der Bäume ermöglichen.

In höheren Lagen der Mittelgebirge und der Alpen sind die Wälder strahlungsbedingt deutlich größeren Ozonbelastungen ausgesetzt. In den Alpen werden daher in den Wintermonaten im Vergleich zu anderen Regionen deutlich höhere Werte beobachtet.

Die Ergebnisse der Jahre 2002 bis 2005 zeigen, dass die höchsten mittleren Ozonkonzentrationen (Abbildung 9) von bis zu 125 µg/m<sup>3</sup> (Monatsmittelwert) in den Sommermonaten des Trockenjahres 2003 gemessen wurden. An allen montanen und subalpinen Stationen wurde im Extremjahr 2003 der damals gültige kritische Schwellenwert zum Schutz der Vegetation von 65 µg/m<sup>3</sup> Ozon deutlich überschritten. Das Niveau der Ozonkonzentrationen war 2005 mit denen von 2004 vergleichbar. Allerdings wurden auch im April/Mai 2005 bei schöner Witterung auffallend hohe Konzentrationen erreicht.

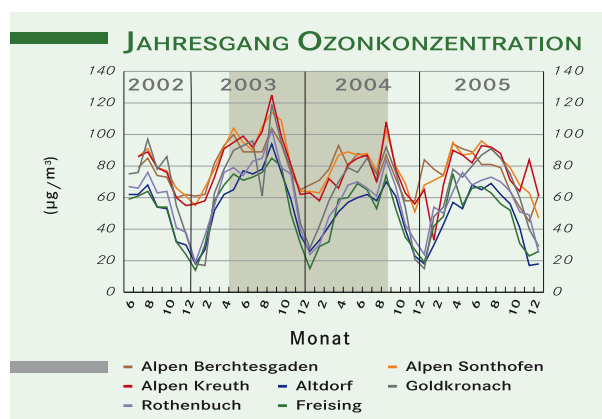


Abbildung 9: Jahresgang der Ozonkonzentrationen an Waldklimastationen; Messung mit Passivsammlern in den Jahren 2002 bis 2005.

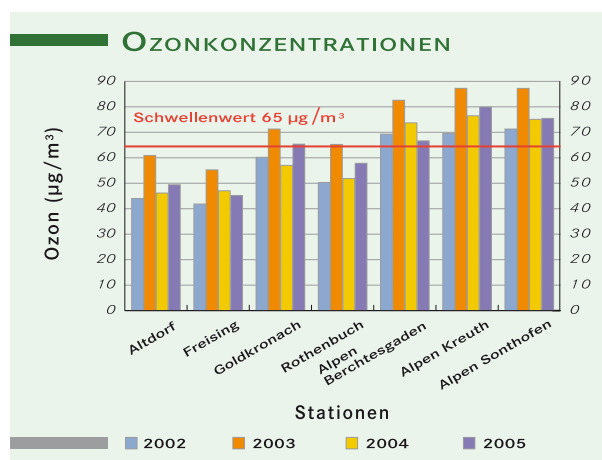


Abbildung 10: Ozonkonzentrationen an den Bayerischen Waldklimastationen in den Jahren 2002 bis 2004, verglichen mit dem Schwellenwert zum Schutz der Vegetation 92/72/EWG.

### 3.3 Ernährungszustand der Waldbäume

Von den Bäumen der Waldklimastationen werden regelmäßig Nadeln und Blätter gewonnen und im Labor der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft untersucht. Die Inhaltsstoffe erlauben eine Diagnose des Nährstoffangebots und der Nährstoffverfügbarkeit am jeweiligen Standort. Weil sich Luftschadstoffe in und an Blättern und Nadeln teilweise stark anreichern, lassen sich solche Belastungen mit Hilfe der Blattanalyse ebenfalls gut nachweisen (Bioindikation).

Veränderungen in Waldböden wie Versauerung und Eutrophierung können die Nährstoffversorgung beeinflussen und spiegeln sich damit in den Blättern und Nadeln der Bäume wider. Nährstoffstörungen erhöhen die Anfälligkeit gegenüber witterungsbedingten und biotischen Einflüssen und Umweltbelastungen. Ein stark eingeschränktes Angebot leicht verfügbarer basischer Nähr-



stoffe wie Calcium, Magnesium oder Kalium im Wurzelraum zeichnen die Böden auf armen Standorten aus. Bei erhöhten Säureeinträgen werden diese Nährstoffe vermehrt aus den Böden ausgewaschen. Dies erschwert die Nährstoffaufnahme der Waldbäume. Auf tiefgründig versauerten Standorten weisen die Nährstoffgehalte von Blättern und Nadeln nicht selten auf eine Unterversorgung hin. Eine rasche Zunahme von Ernährungsstörungen als Folge fortschreitender Versauerung ist aber bisher an den Waldklimastationen nicht zu beobachten.

**Stickstoffeinträge anhaltend hoch**

Stickstoff gehört zu den wichtigsten Nährelementen der Pflanzen. In der Vergangenheit war Stickstoffmangel auf Grund ungünstiger Standortbedingungen und erhöhter Nährstoffentzüge (z. B. Streunutzung) verbreitet anzutreffen. Die anhaltend hohen Stickstoffeinträge aus Luftverunreinigungen veränderten dieses Bild grundlegend.

Bei hohen Stickstoffeinträgen steigt auf basenarmen Standorten die Gefahr von Nährstoffstörungen, weil bei höherem Zuwachs die erforderlichen basischen Nährstoffe nicht immer ausreichend nachgeliefert werden. Außerdem können stickstoffgesättigte Wälder den Überschuss nicht verwerten oder speichern. Dann wird Nitrat aus dem Waldboden ausgetragen. Aktuell sind die Waldbäume an allen 22 Waldklimastationen gut bis optimal mit Stickstoff versorgt. Die in den Nadeln analysierten Konzentrationen waren gegenüber dem Vorjahr wenig verändert (Abbildung 11).

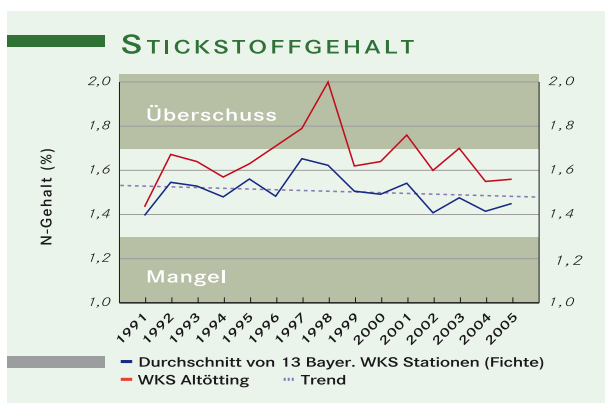


Abbildung 11: Stickstoffgehalte in jüngsten Fichtennadeln; Durchschnitt von 13 bayerischen Waldklimastationen und eutrophierter Einzelstandort (WKS Altötting); Jahreswerte und Tendenzen.

**Schwefelbelastungen stark rückläufig**

Die Analysen von Fichtennadeln spiegeln den großräumigen Rückgang der Schwefelbelastung seit Mitte der achtziger Jahre gut wider. Bei landesweiten Erhebungen 1987 bis 1989 waren noch 31 Prozent aller untersuchten Fichtenbestände als schwefelbelastet anzusehen. Auch

Mitte der neunziger Jahre wurden an den nordostbayerischen Waldklimastationen noch überhöhte Schwefelgehalte der Nadeln analysiert. Mit zeitlicher Verzögerung zu anderen Regionen gingen dort die Schwefelgehalte erst ab dem Jahr 1999 auf Normalwerte zurück. Heute sind an keiner Waldklimastation mehr erhöhte Schwefelanreicherungen in Nadeln oder Blättern festzustellen.

**3.4 Schäden durch Insekten und Pilze**

**Nadelbäume**

**Fichtenborkenkäfer**

Für Buchdrucker und Kupferstecher war die Witterung 2006 optimal. Die Schwerpunkte des Buchdruckerbefalls lagen wie im Vorjahr im westlichen Mittelfranken, in Oberfranken (fränkische Linie), in Niederbayern sowie in Teilen der Bayerischen Alpen. Der Kupferstecher hat sich ab Mitte Juni stark ausgebreitet. Vor allem im Tertiären Hügelland und Oberpfälzer Jura ist ein erhöhtes Aufkommen festzustellen.

Der Schwärmflug des Buchdruckers begann trotz des langen Winters bereits Mitte April. Die geringen Niederschläge und gleichmäßigen Temperaturen unterbrachen den ersten Schwärmflug nicht. Der Stehendbefall war besonders in Westmittelfranken und im Südosten Niederbayerns von Beginn an intensiv. Die dort gemessenen Anflüge an den Fallen des Borkenkäferüberwachungssystems stellten Spitzenwerte seit den Aufzeichnungen des Schwärmfluges nach dem Kalamitätsjahr 2004 dar.

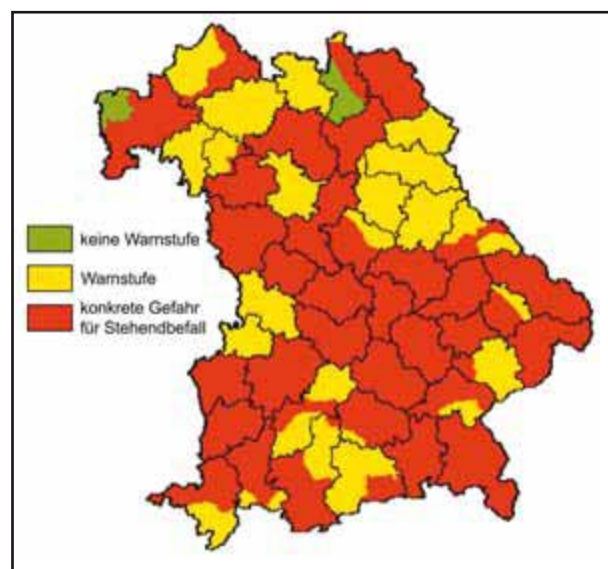


Abbildung 12: Übersichtskarte Borkenkäfermonitoring der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Stand Ende Juli 2006; unter [www.borkenkaefer.org](http://www.borkenkaefer.org) findet sich ein Überblick über die Gefährdungssituation in Bayern.

Die Hitzewelle im Juni/Juli verschärfte die Entwicklung. Der Borkenkäfer nutzte die Wärme zu einer rasanten Vermehrung. Die Brut entwickelte sich sehr schnell. Die Elternkäfer legten zusätzliche Geschwisterbruten an. Der Käfer schwärmte bei heißen Temperaturen nicht mehr weit, sondern bohrte sich in die nächste Fichte oder in den unteren Stammabschnitt des Brutbaumes ein.

Trockenheit und hohe Temperaturen schwächten die Abwehrfähigkeit der Fichte, da sie mit ihren flachen Wurzeln die tieferen Wasserreserven nicht mehr erreichen konnte. In Folge des Trockenstresses setzten die Bäume die Harzproduktion herab und konnten sich weniger erfolgreich gegen die Borkenkäfer wehren. Gerade ältere, starke Fichten waren davon betroffen.

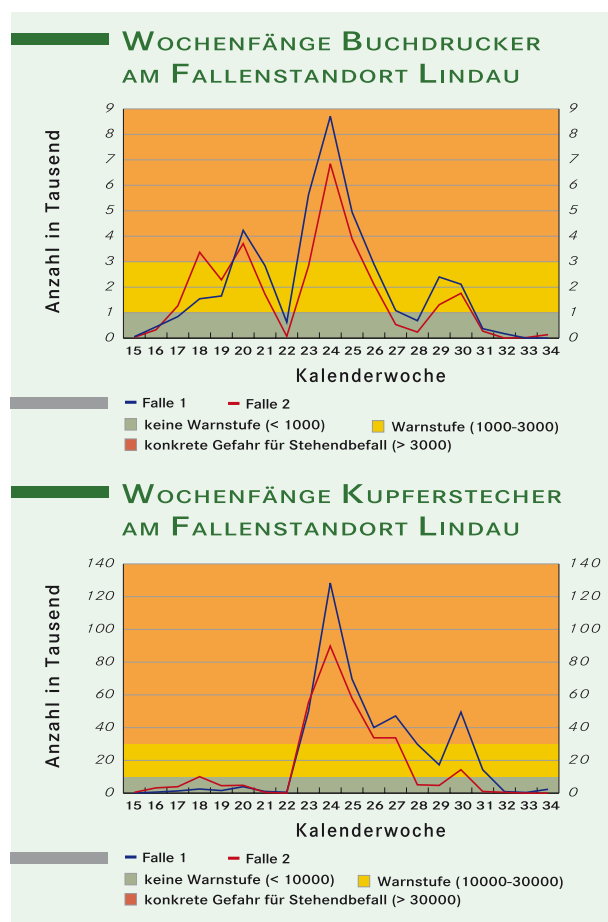


Abbildung 13: Typische Schwärmkurve von Buchdrucker und Kupferstecher; Borkenkäfermonitoring der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Die regnerische Witterung im August bremste die Käferkalamität nicht wesentlich. Die enorme Anzahl der im Juli angelegten Bruten erfordert weiterhin alle Anstrengungen der Waldbesitzer bei Überwachung und Bekämpfung der Borkenkäfer.

Zur Unterstützung der Waldbesitzer wurde das in Bayern seit 2004 bestehende Borkenkäfermonitoring intensiviert. Örtlich differenzierte Informationen geben frühzeitige Hinweise auf eine beginnende Massenvermehrung (siehe Abbildung 13). Laufend werden den Waldbesitzern Informationen zur Biologie, dem Verhalten der Käfer hinsichtlich Schwärmwellen, Brutentwicklung und Befallsverlauf zur Verfügung gestellt. Der Waldbesitzer gewinnt so wertvolle Zeit für vorbeugende Maßnahmen und gezielte Bekämpfungsstrategien.

### Blattwespen an Fichte

Der Austrieb der Fichtennadeln und die Schlupfzeit der Kleinen Fichtenblattwespe fielen heuer zeitlich nicht zusammen. Daher waren kaum Fraßschäden zu verzeichnen. Mit Beginn der Hitzewelle schwärmte in den nord- und ostbayerischen Mittelgebirgen die Fichtengespinstblattwespe sehr auffällig. Die laufende Überwachung durch die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft zeigte jedoch, dass die kritischen Zahlen, die eine Bekämpfung erforderlich machen, nicht erreicht wurden.

### Laubbäume

#### Eichenschädlinge

Während noch in den Jahren 2004 und 2005 in Unter- und Mittelfranken auf insgesamt 7 500 ha Bekämpfungsaktionen mit dem Häutungshemmer DIMILIN gegen Schwammspinner und den Eichenprozessionsspinner stattfinden mussten, entspannte sich die Situation 2006 deutlich. So war 2006 kein Fraß durch den Schwammspinner festzustellen. Im Juli/August 2006 wurde eine Pheromonprognose in allen potenziell gefährdeten Gebieten durchgeführt, wobei in keinem Bereich die kritischen Anflugszahlen auch nur annähernd erreicht wurden.

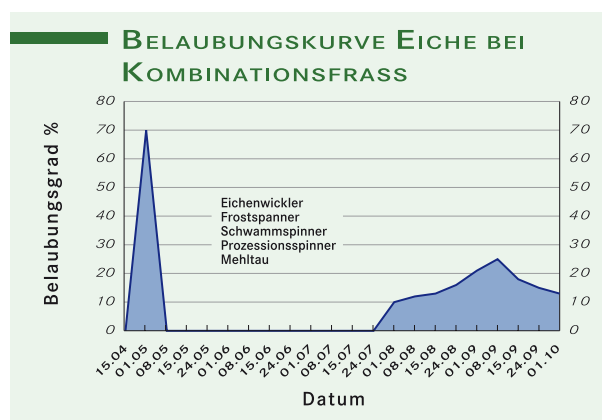


Abbildung 14: Zeitlicher Verlauf des Belaubungsgrades der Eiche bei Kombinationsfraß.

Der **Eichenprozessionsspinner** trat 2006 als Waldschädling nur kleinräumig in den warmen Regionen Frankens und auf die Waldränder beschränkt auf. Wegen der ungünstigen Bedingungen zur Eiablage kam es nicht zu bestandesgefährdenden Fraßschäden. Allerdings stellen die Raupengespinste auch bei niedrigerer Populationsdichte eine Gefahr für die Gesundheit des Menschen dar, da auch von alten Gespinstnestern über mehrere Jahre eine Beeinträchtigung ausgeht. Davon besonders betroffen sind Erholungssuchende im Wald und öffentlichen Grün, Brennholzkäufer sowie in besonderem Maße das Forstpersonal. Raupen und Gespinste gefährden auch Tiere (Wild, Hunde, Weidetiere, höhlenbrütende Singvögel).

Auch beim **Großen Frostspanner** waren nach zwei (regional drei) starken Fraßjahren (2005 mit ca. 20 000 ha Licht- bis Kahlfraß) 2006 nur noch geringe, kleinflächige Fraßschäden zu verzeichnen.

Insektenfraß und die damit verbundenen Vitalitätseinbußen führen bei der Eiche zu einer erhöhten Disposition für den Befall durch Sekundärschädlinge. So konnte sich besonders in Unter-, Mittel- und Teilen Oberfrankens der **Eichenprachtkäfer** etablieren. 2006 entstanden regional wieder deutlich erhöhte Ausfälle durch diesen Schädling. In aufgelichteten Beständen findet man die befallenen Eichen einzeln oder in kleinen Gruppen, zu erkennen an spontanem Absterben von Kronenteilen bzw. der ganzen Krone (Abbildung 16).



Abbildung 15: Eichenprachtkäferbefall; typisches Fraßbild der Larve unter der Rinde.  
(Foto: Dr. Gabriela Lobinger)



Abbildung 16: Eichenprachtkäferbefall; die befallenen Eichen sterben meist spontan nach Laubaustrieb ab.  
(Foto: Dr. Gabriela Lobinger)

### **Schäden an Linden, Erlen und Schwarzpappeln**

Im Frühjahr 2006 fiel die schlechte Belaubung einiger Laubbaumarten auf. Insbesondere Erlen, Schwarzpappeln und Linden waren davon betroffen. Bei den Erlen trieben viele Knospen nicht aus, teilweise brachte nur der spätere Austrieb schlafender Knospen Erholung. Bei der Linde waren zahlreiche Triebe vollständig abgestorben und/oder brachten nur außergewöhnlich kleine Blätter hervor, die sich unverhältnismäßig früh verfärbten und abfielen. Dabei konzentrierten sich die Schäden nach einer Umfrage in den Forstrevieren im wesentlichen auf Linden im Bereich des öffentlichen Grüns, entlang von Straßen und Plätzen, in Parkanlagen sowie in privaten Gärten. Ein bisher unauffälliger Pilz, *Stigminia pulvinata*, zerstörte die Rinden- und Bastschicht der Triebe. Waldlinden sind bis jetzt nicht von diesem Phänomen betroffen.

Der Rindenbrand der Pappel infizierte massiv die Schwarzpappel, besonders auffällig auch Energieholzplantagen mit verschiedenen Hybridpappeln. Der Befall führte zu einem Verlust kleiner bis mittelstarker Äste.

### **Pilze**

Auf Pilzbefall untersuchte Buchen zeigten deutliche Spuren der aus der Vergangenheit bekannten klassischen Verursacherkette Buchenstammlaus – Nectriapilze – Insektenbefall – Weißfäulepilze. In Unter- und Mittelfranken traten vereinzelt Wurzel- und Rindenschäden auf, die auf

Phytophthora-Befall zurückzuführen sind. Die Trockenheit förderte in vorgeschädigten Buchenbeständen die holz- und rindenbrütenden Sekundärschädlinge wie den Buchenprachtkäfer, den Kleinen Buchenborkenkäfer und den Buchen-Nutzholzborkenkäfer. Regional verursachten diese Arten Ausfälle einzelner Bäume in den Beständen.

### 3.5 Kronenzustand

#### Das Verfahren

Bei der jährlichen Kronenzustandsinventur werden die Kronen der Waldbäume visuell beurteilt. Ihr Zustand spiegelt die Auswirkungen vielfältiger Stressfaktoren sichtbar wider. Der Kronenzustand kann vergleichsweise leicht und einheitlich auf großer Fläche erhoben werden. Hauptmerkmale der Erhebung sind die Kronenverlichtung sowie die an Nadeln und Blättern auftretende Vergilbung. Zusätzlich werden Auffälligkeiten wie Insekten- und Pilzbefall sowie der Grad der Fruktifikation eingeschätzt. Je nach Baumart werden weitere Vitalitätsmerkmale erfasst wie z. B. der Anteil von Trockenreisig bei Kiefern.

Im Jahr 1983 entwickelte die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) ein Verfahren, den Gesundheitszustand des Waldes mit einer Stichprobenaufnahme objektiv zu erfassen. Diese Methode blieb seit Beginn der Inventuren unverändert. Aufnahmen lassen sich damit über Jahre hinweg vergleichen. Merkmale wie Kronenverlichtung und Vergilbung werden in Fünf-Prozent-Stufen für jeden Probestaum erfasst und klassifiziert. Die Schadstufen sind entsprechend den Nadel- und Blattverlusten definiert: 0 bis 10 Prozent ist Stufe 0, über 10 bis 25 Prozent Warnstufe 1, über 25 bis 60 Prozent Schadstufe 2, darüber Schadstufe 3 und abgestorben Stufe 4. Bewertet werden die Anteile der jeweiligen Kronenzustandsstufen und die mittlere Kronenverlichtung (Mittelwert der Einzelbäume je Aufnahmepunkt).

Ausgehend von der Genfer Luftreinhaltkonvention verabschiedeten das Europäische Parlament und die EU-Kommission 1986 die Verordnung Nr. 3528/86 „Schutz des Waldes gegen Luftverschmutzung“ und schrieben damit die jährliche Erhebung des Kronenzustandes auf dem 16 x 16 km-Raster verbindlich vor. Dieses „Level I-Programm“ wurde im Jahr 1994 mit Level II (Waldklimastationen) ergänzt. Seit 2003 regelt die Verordnung Nr. 2152/2003 („Forest Focus“) die EU-einheitliche Durchführung und (Ko-)Finanzierung des Waldmonitorings.

Die Daten der Waldzustandserhebung werden nicht nur für den Waldzustandsbericht verwendet, sondern finden

auch Eingang in die Berichte des Bundes, der EU und der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen.

#### Die Stichprobe

In diesem Jahr erfolgte die Aufnahme erstmals in einem neuen 8 x 8 km-Raster. Dieses basiert auf dem Stichprobenetz der zweiten Bundeswaldinventur (BWI), das eine Rasterdichte von 4 x 4 km aufweist. Mit der Verlagerung des Stichprobenetzes wurden die Raster der forstlichen Inventuren in Bayern synchronisiert. Im gleichen Raster werden in den Jahren 2006 bis 2008 die Aufnahmen zur Zweiten Bodenzustandserhebung (BZE) durchgeführt. Für identische Probeflächen stehen dann Informationen über Wachstumsbedingungen (z. B. Vorrat, Zuwachs aus der BWI), standörtliche Gegebenheiten (BZE) und Kronenzustand (WZE) zur Verfügung. Die Verschneidung der Daten aus den drei Inventuren ermöglicht künftig vielfältige neue Auswertungen. Außerdem sind damit beträchtliche Kosteneinsparungen verbunden.

Das alte Stichprobenetz wurde aufgegeben. Um dennoch den Anschluss an die Zeitreihe zu finden und eine Veränderung seit 2005 erkennen zu können, wurden im Jahr 2006 zusätzlich 62 Bestände aus dem bisherigen Inventurnetz aufgenommen. Die Daten aus dieser Aufnahme dienen nur dem Vergleich gegenüber dem Vorjahr, sie gehen jedoch nicht in das diesjährige Ergebnis ein. Ein Vergleich der Ergebnisse aus beiden Inventuren zeigt keine signifikanten Unterschiede.

Im neuen Stichprobenetz wurden insgesamt 386 Trakte der zweiten Bundeswaldinventur ausgewählt. Neun dieser Trakte fallen auf Nichtholzboden. Vier Trakte sind unzugänglich. Weitere neun Trakte liegen auf nicht oder nur unzureichend bestockten Flächen, auf denen keine Aufnahme möglich ist. Die verbleibenden 364 Trakte wurden regulär aufgenommen.

Zur Anlage der neuen Stichprobenflächen wurden die bei der BWI festgelegten und markierten Inventurpunkte aufgesucht. Ausgehend von diesen Markierungen wurden die neuen Probestämme über jeweils vier Sechsbäum-Stichproben ausgewählt. Jede neu angelegte Stichprobenfläche weist somit 24 Probestämme auf. Das Verfahren wurde damit an die im europaweit angewandten ICP-Forests-Manual beschriebene Methode zur Probestammauswahl angepasst.

Für die Außenaufnahmen waren 16 Inventurtrupps von Mitte Juli bis Mitte August eingesetzt. Insgesamt 8 736 Bäume wurden auf ihren Kronenzustand hin eingewertet, darunter 3 693 Fichten, 1 809 Kiefern, 209 Tannen, 1 154 Buchen und 488 Eichen. Die Inventurtrupps gaben die Werte im Gelände in mobile Datenerfassungsgeräte ein. Übertragungsfehler sind damit ausgeschlossen. Die Da-

ten wurden per E-Mail an die Landesinventurleitung übertragen.

**Die Qualität der Aufnahmen**

Mehrere Maßnahmen dienten dazu, den hohen Qualitätsstandard der Aufnahmen sicherzustellen:

- Die Inventurtrupps wurden unmittelbar vor Beginn der Arbeiten fünf Tage lang geschult.
- Die Mitarbeiter der LWF, die die Inventurtrupps schulten, nahmen zur Vorbereitung an einem bundesweiten Feinabstimmungskurs teil.
- Den Inventurtrupps wurde das gleiche Bildmaterial mit den unterschiedlich stark verlichteten Bäumen zur Verfügung gestellt wie in den letzten Jahren.
- An über 20 Prozent der Inventurpunkte kontrollierten regional zuständige Inventurbeauftragte bzw. Mitarbeiter der LWF. Den Kontrollteams standen die Ergebnisse der regulären Aufnahme nicht zur Verfügung.

**Genauere Ermittlung des Kronenzustandes**

Statistische Auswertungen der diesjährigen Erhebung zeigen, dass der mittlere **Blatt-/Nadelverlust** aller Bestände der gesamten Stichprobe bis auf +/- ein Prozent genau angegeben werden kann. Bei einzelnen Baumarten sinkt die Genauigkeit (z. B. Tanne: knapp zwei Prozent). Auf Grund des neuen Stichprobennetzes lassen sich die beobachteten Veränderungen gegenüber dem Vorjahr allerdings nicht statistisch absichern.

**Gesamtergebnis für alle Baumarten**

Die durchschnittliche Kronenverlichtung aller Bäume, angegeben als mittlerer Blatt-/Nadelverlust liegt wie im Vorjahr bei 23 Prozent (Abbildung 17, Tabelle 1).

Der Anteil deutlicher Schäden (Schadstufen 2 bis 4; Blatt-/Nadelverluste über 25 Prozent) stieg gegenüber dem Vorjahr mit 34 Prozent leicht an. Dies gründet sich auf die Zunahme bei den mittelstark geschädigten Bäumen (Blatt-/Nadelverlust 26 – 60 Prozent), deren Anteil um drei Prozentpunkte auf 32 Prozent zunahm. Der Anteil der stark geschädigter Bäume (Blatt-/Nadelverluste über 60 Prozent) liegt bei zwei Prozent, der Anteil abgestorbener Bäume bei 0,3 Prozent.

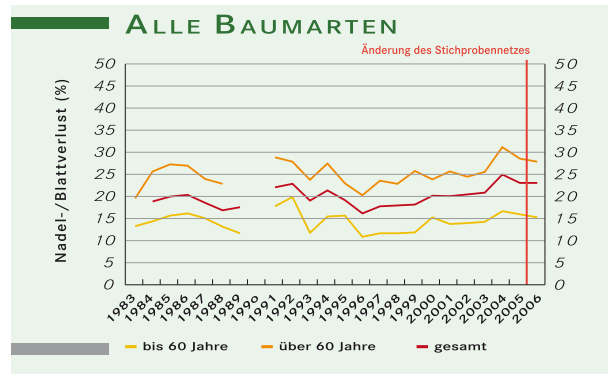


Abbildung 17: Entwicklung des mittleren Blatt-/Nadelverlustes für alle Baumarten seit 1983, dargestellt für die Gruppen „bis 60 Jahre“, „über 60 Jahre“ und „Gesamt“ (Im Jahr 1990 wurde wegen der katastrophalen Orkanshäden keine Kronenzustandsansprache durchgeführt; im Jahr 2006 wurde das Stichprobennetz geändert.).

Erfahrungen der Vergangenheit zeigen, dass ältere Bäume regelmäßig einen deutlich schlechteren Kronenzustand aufweisen als jüngere und somit die Kronentransparenz mit dem Alter zunimmt. Als Gründe hierfür wird die Anpassung der Baumkrone an den regelmäßig größeren Lichtgenuss bei verminderter Stammzahl angesehen. Gleichzeitig erhöht sich die Exposition gegenüber Umwelteinflüssen. Auch sind ältere Baumkronen besser einzusehen.

Der in den Vorjahren beobachtete Unterschied in den beiden Altersstufen „über 60-jährig“ und „unter 60-jährig“ ist auch in diesem Jahr deutlich ausgeprägt (Abbildung 17). Über 60-jährige Individuen weisen mit 28 Prozent einen durchschnittlich 10 bis 15 Prozent höheren Blatt-/Nadelverlust auf als jüngere (15 Prozent).

Tabelle 1: Ergebnisse der Kronenzustandserhebungen 2002 bis 2006

Baumart	Jahr	Mittleres Nadel-/ Blattverlust- prozent	Schadstufe					
			0	1	2	3	4	2 bis 4
			ohne Schadmerk- male	schwach geschädigt (Warnstufe)	mittelstark geschädigt	stark ge- schädigt	abgestor- ben	Summe deutliche Schäden
Bayern alle Baum- arten	<b>2006</b>	<b>22,7</b>	<b>25,1</b>	<b>40,9</b>	<b>32,2</b>	<b>1,5</b>	<b>0,3</b>	<b>34,0</b>
	2005	22,7	26,8	41,2	29,2	1,9	0,9	32,0
	2004	24,6	21,7	42,3	32,6	2,7	0,7	36,0
	2003	20,5	28,7	49,5	19,3	2,1	0,3	21,8
	2002	20,0	29,8	49,3	18,6	1,9	0,5	20,9
Fichte	<b>2006</b>	<b>20,8</b>	<b>32,3</b>	<b>38,3</b>	<b>28,0</b>	<b>1,2</b>	<b>0,2</b>	<b>29,4</b>
	2005	20,8	34,4	37,2	25,8	1,8	0,8	28,4
	2004	24,1	25,8	37,7	33,1	2,7	0,6	36,5
	2003	20,5	32,0	44,8	19,9	2,9	0,4	23,2
	2002	19,9	33,8	42,0	21,4	2,4	0,4	24,1
Kiefer	<b>2006</b>	<b>24,3</b>	<b>13,1</b>	<b>52,1</b>	<b>33,5</b>	<b>1,1</b>	<b>0,3</b>	<b>34,4</b>
	2005	24,7	12,1	54,3	31,7	0,5	1,4	33,6
	2004	24,8	8,7	59,2	30,3	0,8	1,0	32,1
	2003	22,3	12,4	67,7	18,5	1,0	0,5	19,9
	2002	21,1	14,7	69,6	14,1	0,7	0,9	15,7
Tanne	<b>2006</b>	<b>25,0</b>	<b>28,7</b>	<b>28,7</b>	<b>37,3</b>	<b>4,8</b>	<b>0,5</b>	<b>42,6</b>
	2005	25,1	29,7	28,6	37,8	3,9	0,0	41,7
	2004	27,5	24,2	29,1	40,2	5,2	1,4	46,7
	2003	29,1	21,0	30,5	41,9	6,6	0,0	48,5
	2002	31,4	20,5	29,5	41,4	8,3	0,4	50,1
Summe Nadelbäume	<b>2006</b>	<b>22,1</b>	<b>25,9</b>	<b>42,6</b>	<b>30,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>	<b>31,5</b>
	2005	22,1	27,5	42,3	27,7	1,4	1,1	30,2
	2004	24,3	20,7	44,4	32,0	2,1	0,7	34,9
	2003	21,2	26,0	51,5	19,8	2,3	0,4	22,5
	2002	20,6	27,5	50,3	19,7	2,0	0,6	22,2
Buche	<b>2006</b>	<b>26,4</b>	<b>19,8</b>	<b>33,3</b>	<b>45,1</b>	<b>1,7</b>	<b>0,1</b>	<b>46,9</b>
	2005	25,7	18,5	43,7	33,8	3,8	0,3	37,9
	2004	28,6	13,3	40,4	41,7	4,5	0,1	46,3
	2003	21,6	29,5	45,5	22,5	2,5	0,0	25,0
	2002	19,6	29,9	49,6	18,4	2,1	0,0	20,5
Eiche	<b>2006</b>	<b>24,0</b>	<b>20,5</b>	<b>42,8</b>	<b>35,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,0</b>	<b>36,7</b>
	2005	30,8	9,8	28,2	59,2	2,4	0,3	61,9
	2004	28,2	20,2	29,6	46,8	2,9	0,4	50,2
	2003	19,4	27,1	54,9	17,4	0,5	0,1	18,1
	2002	19,6	25,9	57,0	16,1	0,7	0,4	17,1
Summe Laubbäume	<b>2006</b>	<b>24,2</b>	<b>23,8</b>	<b>38,1</b>	<b>36,3</b>	<b>1,7</b>	<b>0,1</b>	<b>39,4</b>
	2005	24,3	24,9	37,9	33,5	3,2	0,4	37,2
	2004	25,5	24,7	36,1	34,4	4,4	0,4	39,2
	2003	18,6	36,9	43,5	17,9	1,6	0,1	19,5
	2002	17,9	36,7	46,2	15,3	1,6	0,3	17,2

(Abweichungen in der Summenbildung sind rundungsbedingt.)

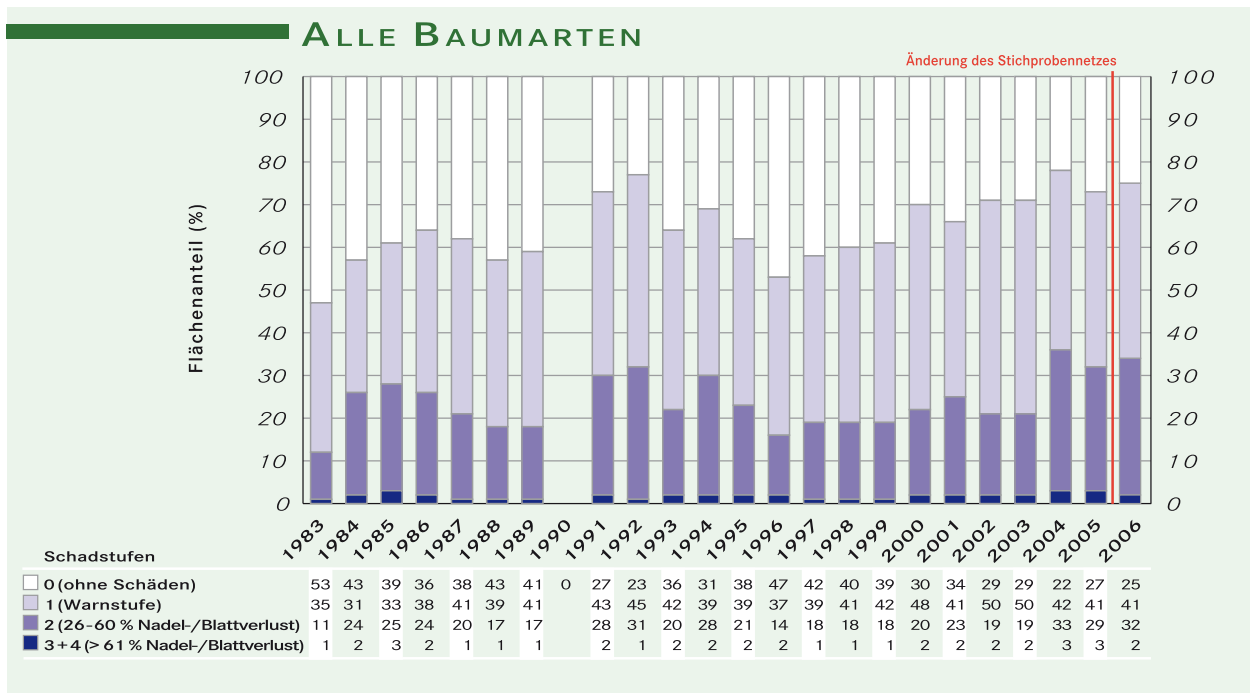


Abbildung 18: Entwicklung der Anteile der Schadstufen bei allen Baumarten seit 1983.

Die Kronenverlichtung der Nadelbäume erreicht wie im Vorjahr einen Wert von rund 22 Prozent, der Blattverlust der Laubbäume ist mit 24 Prozent ebenfalls unverändert. Damit weisen die Laubbäume immer noch eine um circa sechs Prozentpunkte schlechtere Belaubung auf als in der Periode von 2001 bis 2003.

Der Anteil an Bäumen mit deutlichen Kronenverlichtungen (Schadstufen 2 bis 4) erreicht bei den Nadelbäumen 32 Prozent, bei den Laubbäumen 39 Prozent. Damit liegt der Anteil deutlich verlichteter Kronen bei den Laubbäumen noch über dem Wert des Jahres 2004 und mehr als doppelt so hoch wie in den Jahren 2001 bis 2003.

### Fruktifikation

In diesem Jahr trugen die Waldbäume deutlich mehr Früchte als in den beiden Vorjahren (Abbildung 19). Der Prozentsatz stark oder mittelstark fruktifizierender Bäume lag bei Fichte und Buche um ca. 20 Prozent über den Vorjahreswerten. 7 Prozent aller Buchen waren stark und 17 Prozent mittelstark mit Früchten behangen. Die Bäume wendeten somit erhebliche Energiereserven für die Ausbildung und Reife von Früchten auf.

### Vergilbung

Vergilbungen spielten wie im Vorjahr nur eine sehr geringe Rolle und hatten damit keinen Einfluss auf den

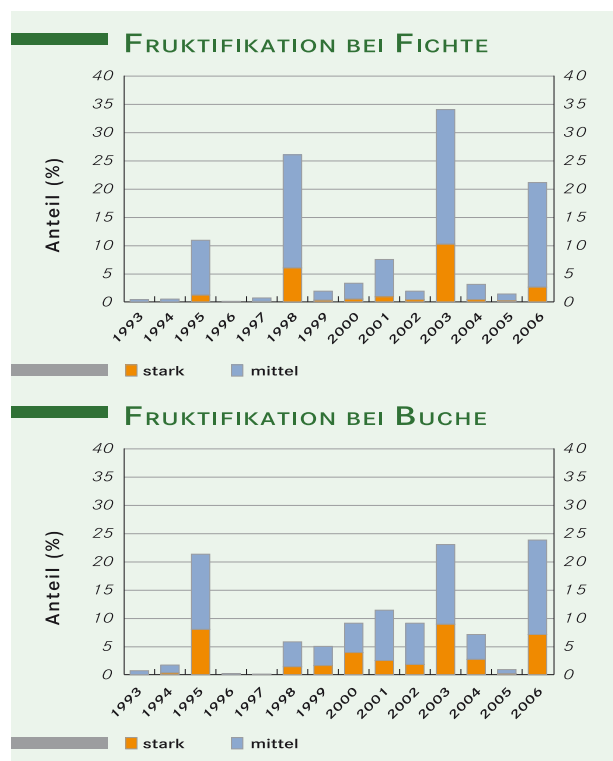


Abbildung 19: Entwicklung der Fruktifikation bei Fichten und Buchen; Ergebnisse der Kronenzustandsansprache seit 1993.

Kronenzustand. Bei Fichte, Buche und Eiche lag der Anteil von Bäumen mit Anzeichen von Vergilbung um bzw. unter zwei Prozent. Nur Kiefer (4 Prozent) und Tanne (8 Prozent) waren häufiger vergilbt.

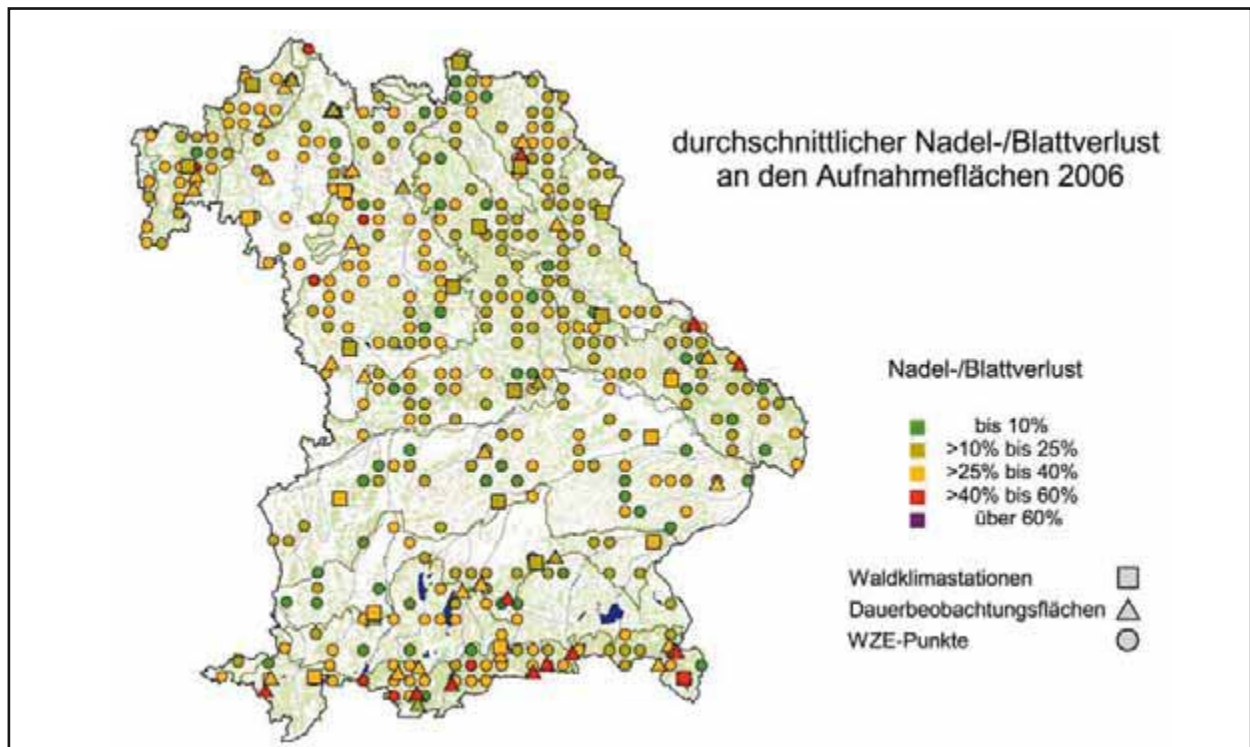


Abbildung 20 : Ergebnisse der Kronenzustandserhebung 2006 (alle Baumarten).

**Ergebnisse bei der Fichte**

Die Fichte ist mit knapp 45 Prozent Flächenanteil die häufigste Baumart in Bayern. Das mittlere Nadelverlustprozent liegt bei 21 und damit exakt auf dem Wert von 2005 (Abbildung 21, Tabelle 2). Der Anteil an Bäumen mit deutlichen Kronenverlichtungen (Schadstufe 2 bis 4)

beträgt nun 29 Prozent (Abbildung 21). Im Vergleich zu den anderen Baumarten weist die Fichte damit den geringsten Verlust an Blattmasse auf.

Gegenüber dem Vorjahr zeigen sowohl junge als auch ältere Fichten keine signifikante Veränderung in der Kronenverlichtung (Abbildung 22).

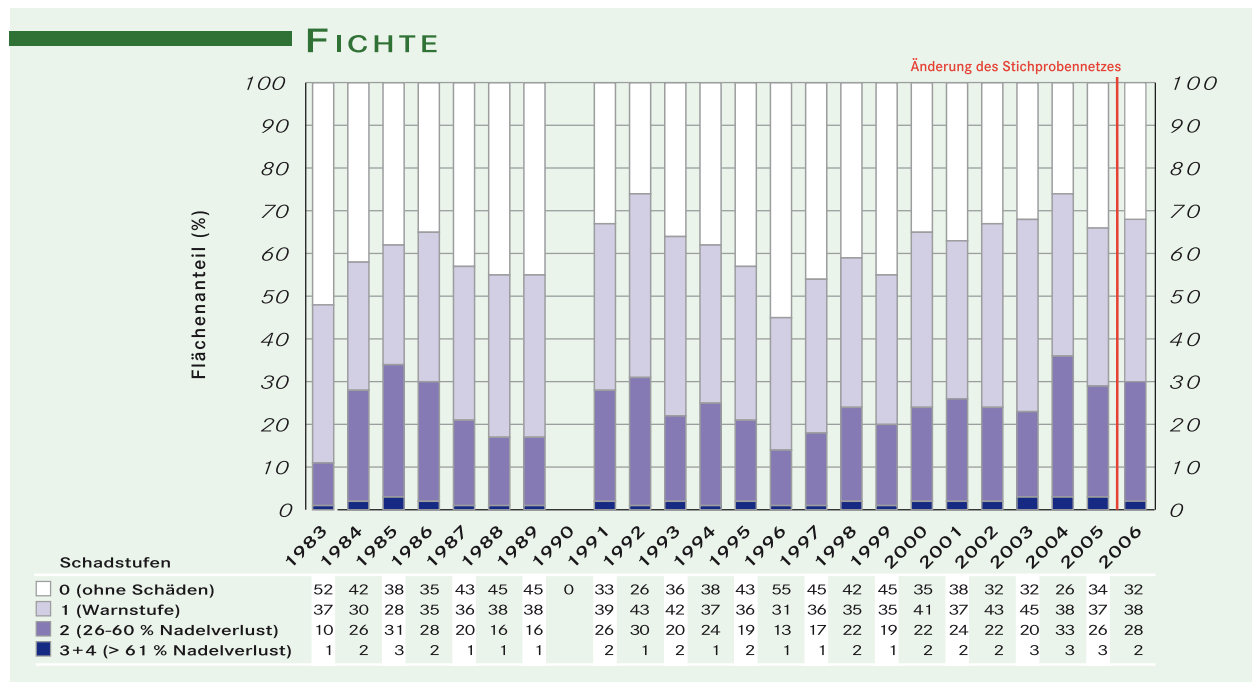


Abbildung 21: Entwicklung der Anteile der Schadstufen bei Fichte in den Jahren 1983 bis 2006.



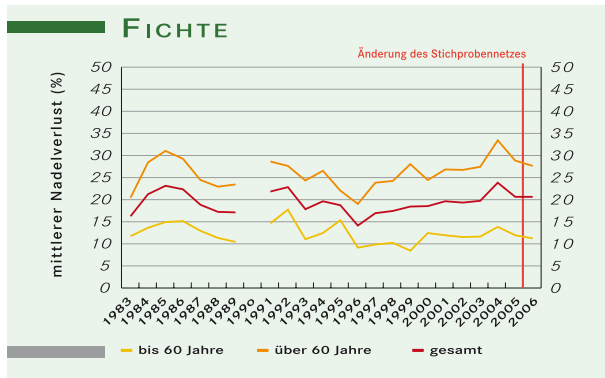


Abbildung 22: Entwicklung des mittleren Nadelverlustes bei Fichte seit 1983, dargestellt für die Gruppen „bis 60 Jahre“, „über 60 Jahre“ und „Gesamt“.

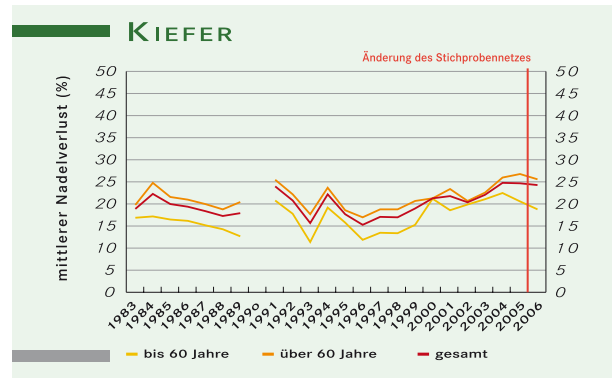


Abbildung 24: Entwicklung des mittleren Nadelverlustes bei Kiefer seit 1983, dargestellt für die Gruppen „bis 60 Jahre“, „über 60 Jahre“ und „Gesamt“.

### Ergebnisse bei der Kiefer

Die Kiefer stockt auf 19 Prozent der Waldfläche und ist damit die zweithäufigste Baumart in Bayern. Bei ihr blieb das mittlere Nadelverlustprozent mit ca. 24 auf gleichem Niveau wie im Jahr 2005 (Abbildung 23). Der Anteil deutlicher Kronenverlichtungen erreicht 34 Prozent (Abbildung 24). Gegenüber dem Vorjahr sind keine signifikanten Änderungen zu erkennen.

Bei den jüngeren Kiefern setzte sich die im Vorjahr beobachtete Erholung fort (Abbildung 24). Der altersbedingte Unterschied ist bei der Kiefer allerdings geringer als bei anderen Baumarten. Biotische Schäden durch Pilze oder Insekten waren selten (ca. ein Prozent).

### Ergebnisse bei der Tanne

Die Tanne nimmt in Bayern einen Flächenanteil von zwei Prozent ein. Größere Verbreitung findet sie im Alpenraum und im ostbayerischen Grenzgebirge.

Bei ihr hat sich die in den letzten Jahren beobachtete Erholung stabilisiert. Der durchschnittliche Nadelverlust liegt in diesem Jahr bei 25 Prozent und damit auf gleicher Höhe wie im Jahr 2005 (Abbildung 25).

Der mittlere Nadelverlust der über 60-jährigen Tannen nahm gegenüber dem Vorjahr um knapp vier Prozentpunkte ab. Bei den jungen Tannen lässt sich keine signifikante Änderung erkennen.

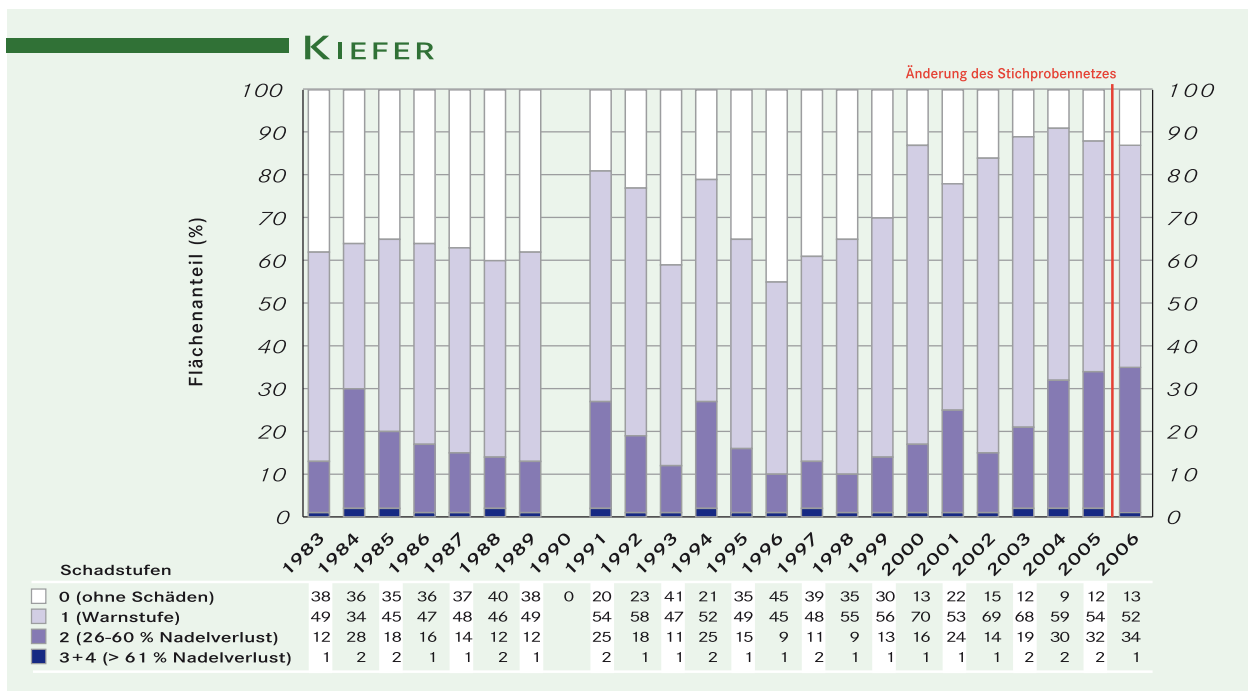


Abbildung 23: Entwicklung der Anteile der Schadstufen bei Kiefer in den Jahren 1983 bis 2006.

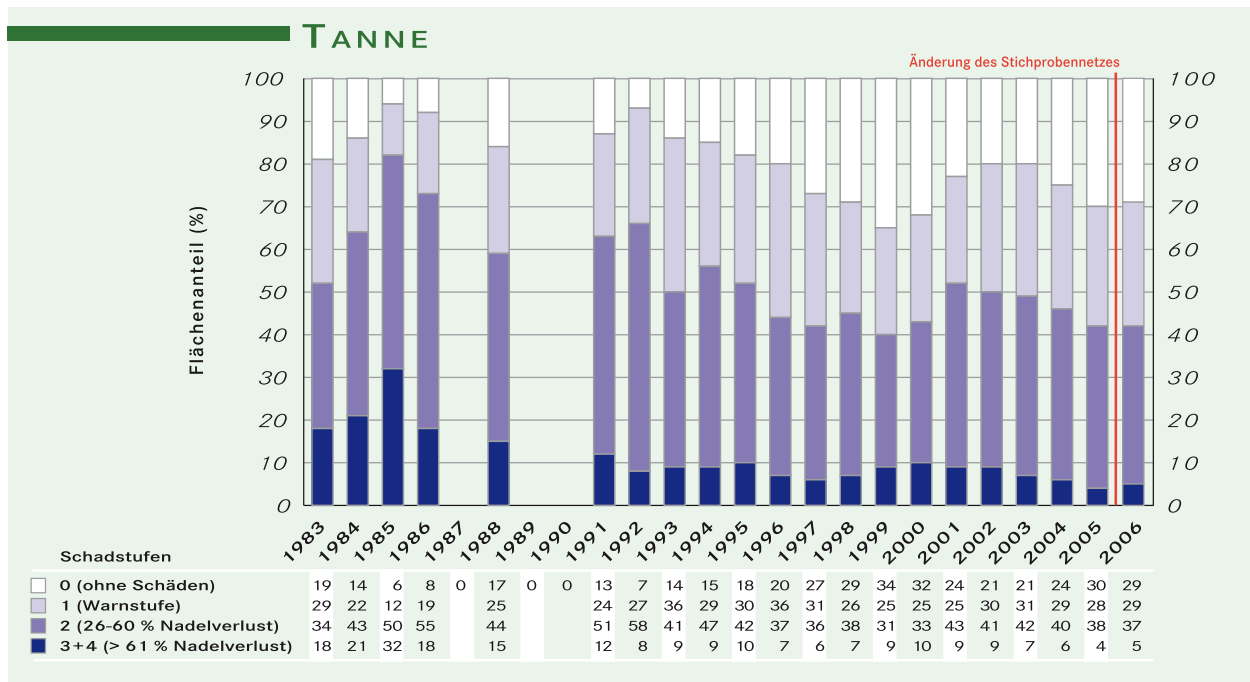


Abbildung 25: Entwicklung der Anteile der Schadstufen bei Tanne in den Jahren 1983 bis 2006.

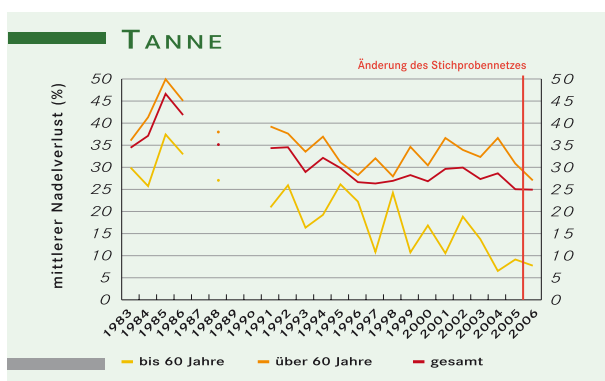


Abbildung 26: Entwicklung des mittleren Nadelverlustes bei Tanne seit 1983, dargestellt für die Gruppen „bis 60 Jahre“, „über 60 Jahre“ und „Gesamt“.

### Ergebnisse bei der Buche

Die Buche ist mit 12 Prozent Flächenanteil die wichtigste Laubbaumart in Bayern. Der mittlere Blattverlust liegt wie im Vorjahr bei 26 Prozent (Abbildung 28). Der Anteil deutlicher Kronenverlichtungen (Schadstufen 2 bis 4) nahm zu und übersteigt mit knapp 47 Prozent sogar noch den Wert von 2004. Sowohl der Anteil mittelstark geschädigter Bäume (Schadstufe 2) als auch der Prozentsatz nicht geschädigter Kronen (Schadstufe 0) ist angestiegen. Entsprechend ist in der Warnstufe (Schadstufe 1) ein deutlicher Rückgang von 44 auf 33 Prozent zu verzeichnen. Die Blattverluste liegen somit noch immer deutlich über den Werten der Vorjahre (Abbildung 28).

Beide Altersgruppen entwickeln sich unterschiedlich. Während bei den jüngeren Buchen der mittlere Blattverlust um vier Prozentpunkte deutlich abnahm, erhöhten sich die Verluste bei den älteren Bäume um zwei Prozentpunkte. Diese Entwicklung ist in erster Linie auf die sehr heiße und trockene Witterung im Juni/Juli zurückzuführen.

Vier Prozent der Buchen litten unter tierischen Schädlingen, vor allem dem Buchenspringgrüssler, weitere vier Prozent unter „sonstigen“ Schädlingen.

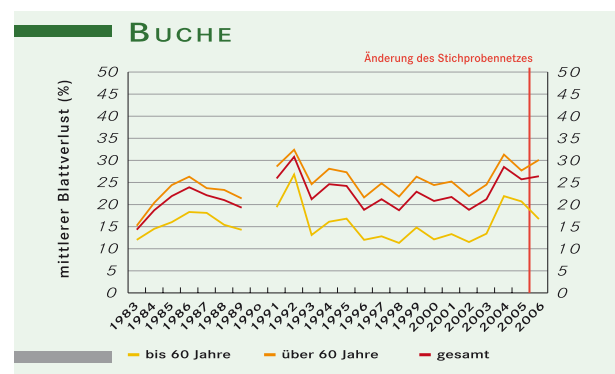


Abbildung 27: Entwicklung des mittleren Blattverlustes bei Buche seit 1983, dargestellt für die Gruppen „bis 60 Jahre“, „über 60 Jahre“ und „Gesamt“.

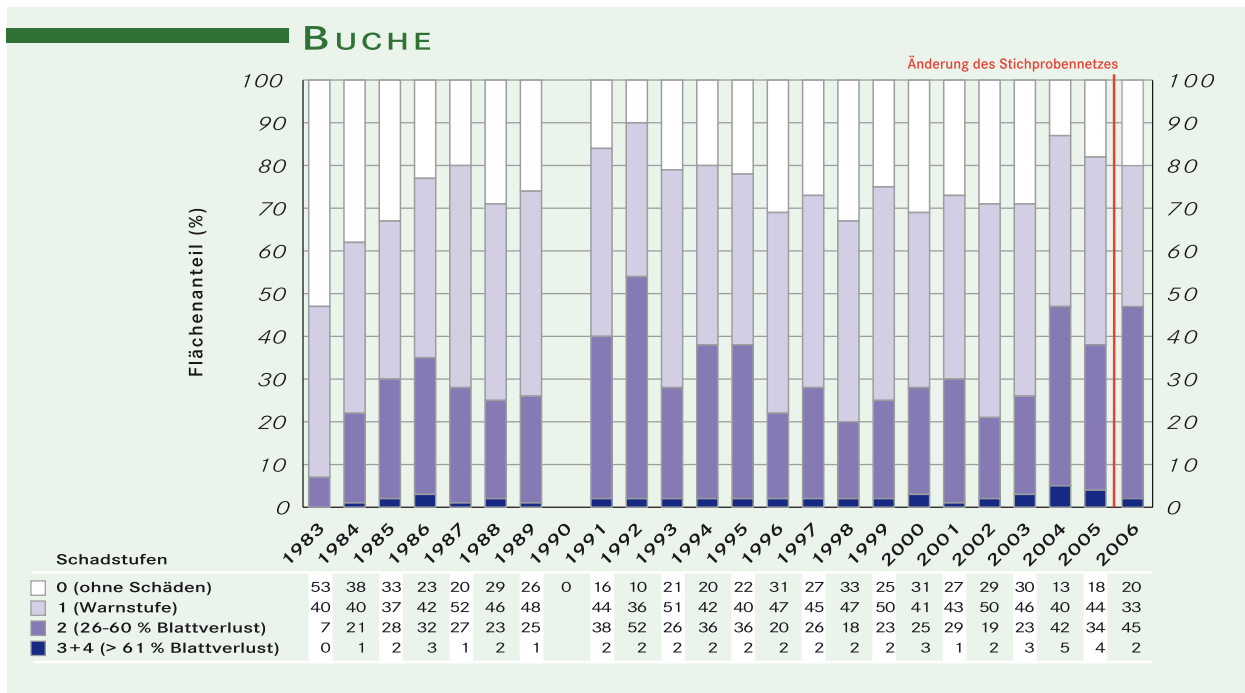


Abbildung 28: Entwicklung der Anteile der Schadstufen bei Buche in den Jahren 1983 bis 2006.

### Ergebnisse bei der Eiche

Der Eichenanteil beträgt in Bayern sechs Prozent. Gegenüber dem Vorjahr verminderte sich der mittlere Blattverlust der Eiche um sieben Punkte auf 24 Prozent (Abbildung 29). Der Anteil mittelstarker Schäden (Schadstufe 2) nahm seit dem Vorjahr um etwa 23 Prozentpunkte auf 36 Prozent ab. Entsprechend wuchs die Klasse mit geringen Schäden (Warnstufe) um 14 und die Klasse

„ohne Schadmerkmale“ um knapp 11 Prozentpunkte an. Die Eiche weist damit in diesem Jahr neben der Fichte die geringste Kronenverlichtung auf. Nur 37 Prozent wurden als mittel bis stark kronenverlichtet eingestuft (Abbildung 29). Gegenüber 2005 reduzierte sich damit der Anteil deutlicher Kronenverlichtungen um rund 25 Prozentpunkte (Tabelle 1). Der Anteil der stark geschädigten Bäume (Blattverlust über 61 Prozent) sank unter ein Prozent.

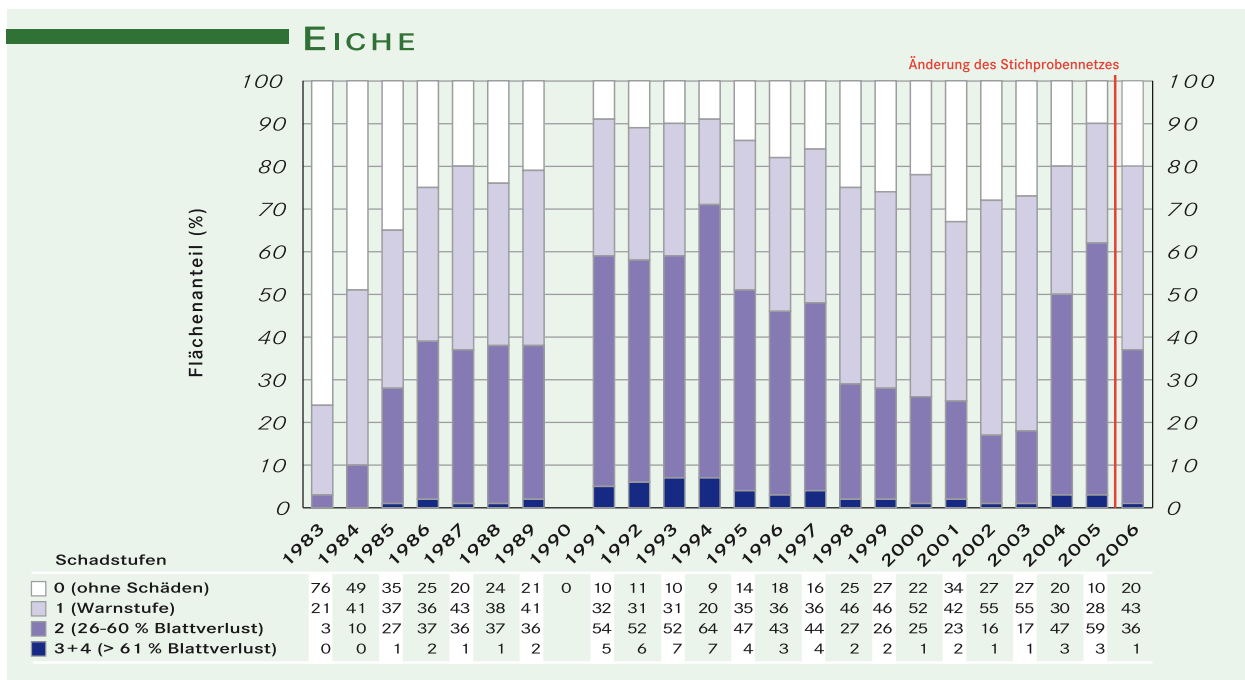


Abbildung 29: Entwicklung der Anteile der Schadstufen bei Eiche in den Jahren 1983 bis 2006.

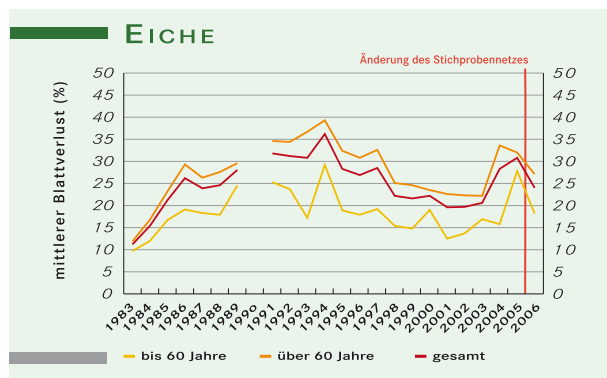


Abbildung 30: Entwicklung des mittleren Blattverlustes bei Eiche seit 1983, dargestellt für die Gruppen „bis 60 Jahre“, „über 60 Jahre“ und „Gesamt“.

Diese günstige Entwicklung verläuft bei jungen und alten Eichen gleichermaßen (Abbildung 30). Bei jungen Eichen nahm der mittlere Blattverlust um knapp zehn, bei älteren um fast fünf Punkte auf 27 Prozent ab.

Der beobachtete Rückgang des Blattverlustes ist vor allem auf die geringere Einwirkung blattfressender Insekten zurückzuführen (z. B. Schwammspinner).

### Ergebnisse für den Alpenraum

Die gegenüber den Vorjahren erhöhte Stichprobenzahl ermöglicht in diesem Jahr erstmals seit 2001 wieder regionalisierte Auswertungen für den Alpenraum (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Mittlerer Blatt-/Nadelverlust nach Baumarten im Alpenraum**

Baumart	Anzahl Bäume	Mittlerer Blatt/Nadelverlust
Gesamt	936	27,5
Fichte	550	27,9
Tanne	59	29,6
Sonstige Nadelbäume	21	24,3
Nadelbäume	630	27,9
Buche	192	28,5
Sonstige Laubbäume	114	23,2
Laubbäume	306	26,5

Im Alpenraum weisen die Bäume durchschnittlich 27,5 Prozent Blatt-/Nadelverlust auf. Damit liegen die Werte um rund fünf Prozentpunkte über dem Landesdurchschnitt. Dieses Ergebnis spiegelt sich bei den einzelnen Baumarten wider (Tabelle 2). Die Fichte liegt hier mit durchschnittlich 28 Prozent Nadelverlust beinahe sieben, die Tanne knapp fünf Prozentpunkte über dem Landesdurchschnitt. Bei der Buche beträgt die Differenz etwa zwei Prozentpunkte.

### Zusammenfassung

Die Nachwirkungen des „Jahrhundertssommers“ 2003 machen sich immer noch in den Blatt-/Nadelverlusten bemerkbar. Die im Jahr 2005 beobachtete Entspannung festigte sich. Allerdings sind die Blatt-/Nadelverluste noch immer höher als vor dem Trockenjahr 2003.

Die Kronen der Fichten und Kiefern weisen die gleiche Verlichtung auf wie im Vorjahr.

Auch die Tanne hat sich stabilisiert. Die einst am stärksten geschädigte Baumart weist den besten Zustand seit Beginn der systematischen Erhebungen auf.

Die Kronenverlichtung der Buchen liegt wie im Vorjahr bei rd. 26 Prozent, wobei die deutlichen Schäden zugenommen haben. Jüngere Buchen (bis 60 Jahre) verzeichnen im Vergleich zu 2005 erheblich geringere Blattverluste. Dagegen erhöhten sich die Blattverluste bei den älteren Bäumen.

Die Eiche hat sich erholt. Als einzige Baumart weist sie eine gegenüber dem Vorjahr deutlich geringere Kronenverlichtung auf.

Die trockene und heiße Witterung im Juni/Juli 2006 bremste die im Jahr 2005 beobachtete rasche Verbesserung des Kronenzustandes nach dem Trockensommer 2003. Es wird daher noch einige Jahre dauern, bis die Bäume den Zustand vor 2003 wieder erreicht haben.

## 3.6 Waldverjüngung

### Situation der Waldverjüngung

Im Rahmen der Abschlussplanung für Schalenwild wird die Situation der Waldverjüngung im Abstand von drei Jahren beurteilt. Die dazu durchgeführten Inventuren liefern repräsentative Daten zum Verbiss und der Baumartenverteilung.

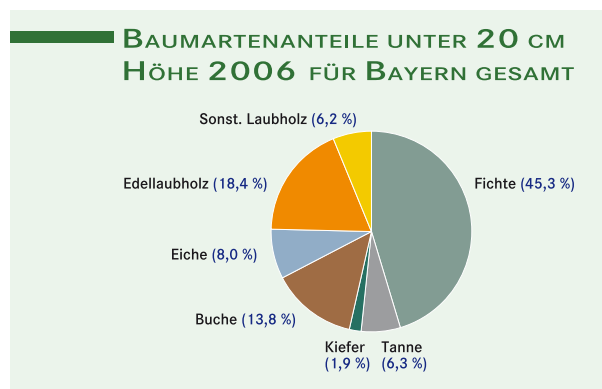


Abbildung 31: Baumartenanteile unter 20 cm Höhe 2006 für Bayern.

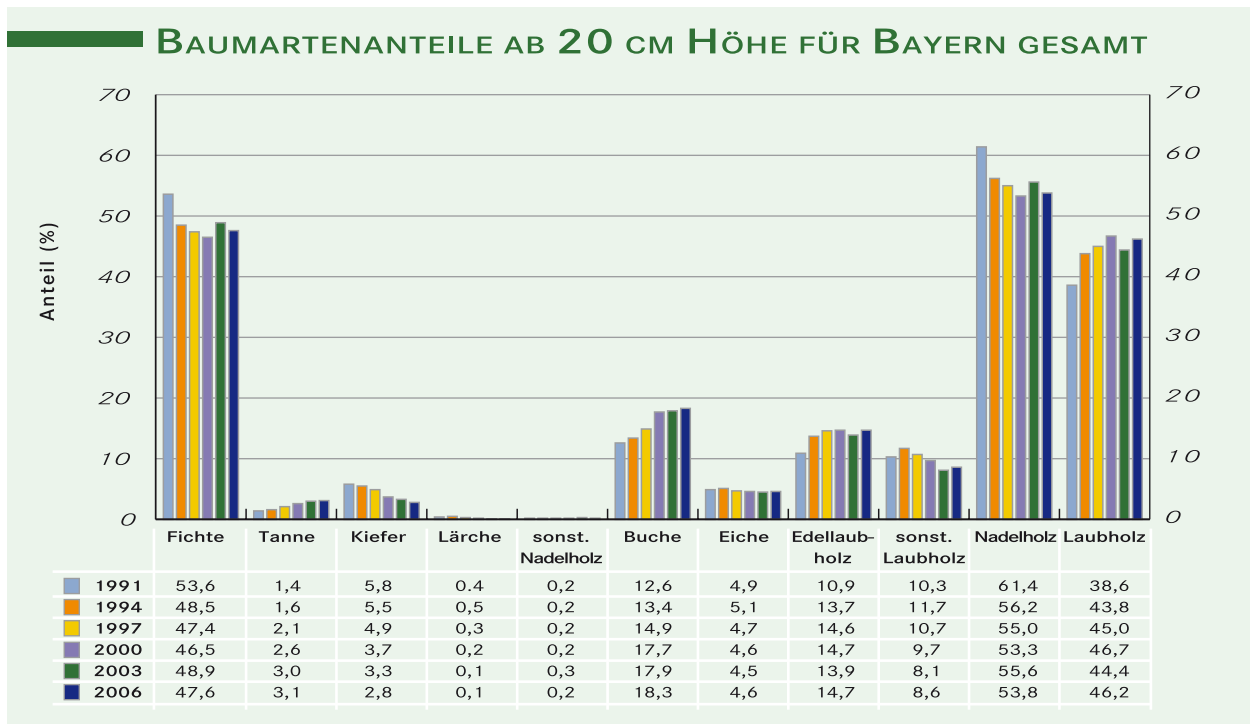


Abbildung 32: Zeitreihe der Baumartenzusammensetzung in der Verjüngung 1991 – 2006.

Seit Beginn der Erhebungen im Jahr 1991 ist eine zwar langsame aber doch kontinuierliche Zunahme der Laubholzanteile festzustellen. Beim Nadelholz nahmen Fichte und Kiefer ab, die Weißtanne konnte ihren Anteil nur gering erhöhen. Beim Laubholz nahmen vor allem Buche und Edellaubholz zu, während die Eiche ihren Anteil hielt. Die Daten der 2. Bundeswaldinventur bestätigen diese positive Tendenz. Dabei bleibt allerdings der Anteil der Tannen und Eichen weit unter dem Verjüngungspotential der Altbestände.

Im Vergleich zur Zusammensetzung der Verjüngungen unter 20 cm Höhe nehmen die Anteile von Weißtanne und Eiche in der Verjüngung über 20 cm Höhe deutlich ab.

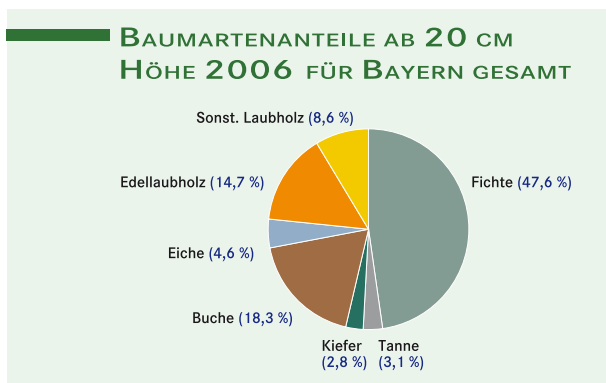


Abbildung 33: Baumartenanteile über 20 cm Höhe 2006 für Bayern.

#### Wildverbiss

Nach Jahren abnehmender Verbissbelastungen war im Jahr 2006 zum ersten Mal seit 1997 im bayerischen Durchschnitt wieder stärkerer Verbiss festzustellen. Dies betrifft alle Baumarten.

Der durchschnittliche Leittriebverbiss beträgt bei den Nadelhölzern 8 Prozent (2003: 5%), bei den Laubbäumen 28 Prozent (2003: 22 Prozent). Die Verbissbelastung der am häufigsten vorkommenden Fichte stieg auf fast 7 Prozent (2003: 4 Prozent). Am stärksten verbissen sind die Eichen mit 36 Prozent (2003: 26 Prozent), die Edellaubhölzer mit 35 Prozent (2003: 27 Prozent) und die Tanne mit 28 Prozent (2003: 20 Prozent).

Insgesamt ist der Verbiss in allen Besitzarten stärker geworden. Dabei gibt es nach wie vor deutliche Unterschiede. So beträgt der Leittriebverbiss bei den Laubbäumen im Privatwald 30 Prozent (2003: 23 Prozent), im Körperschaftswald 31 Prozent (2003: 22 Prozent) und im Staatswald 21 Prozent (2003: 16 Prozent).

Auch im Bergwald des Alpenraums nahm der Schalenwildverbiss bei allen Baumarten zu (Werte von 2003 in Klammern): Fichte: 4 Prozent (3 Prozent), Tanne 13 Prozent (11 Prozent), Buche 15 Prozent (12 Prozent), Edellaubholz 32 Prozent (24 Prozent). Das ist eine besorgniserregende Entwicklung für die mit vielfältigen Schutzfunktionen versehenen Bergwälder.

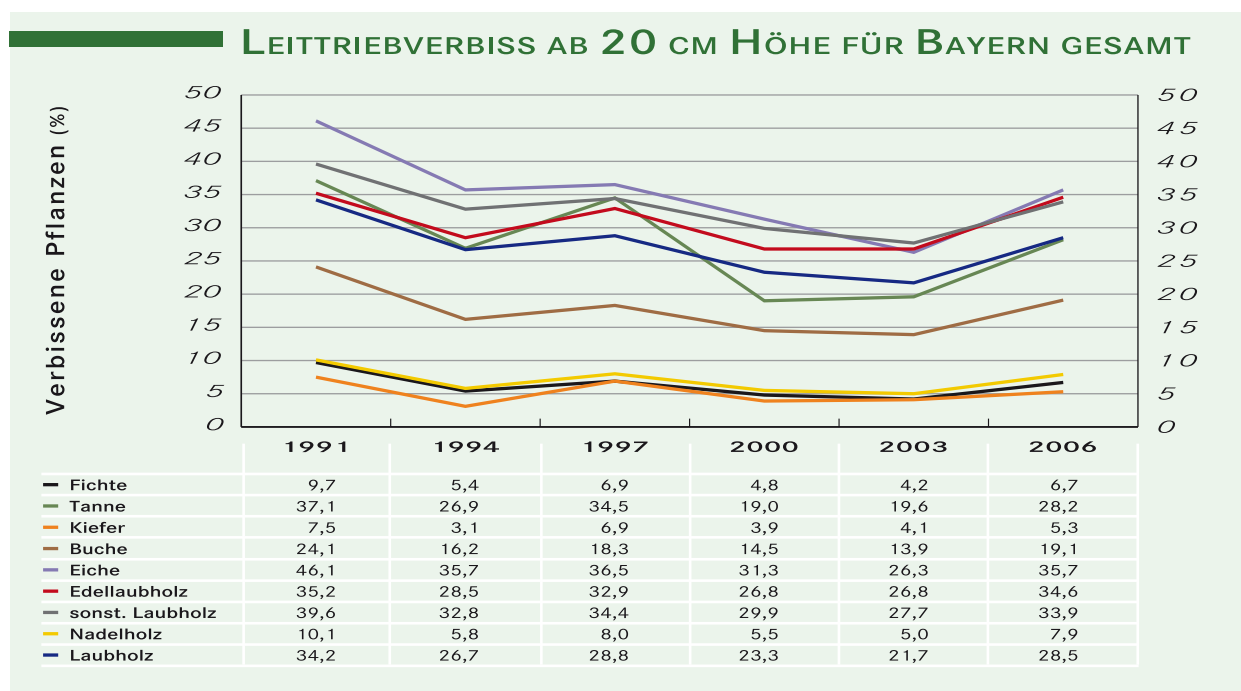


Abbildung 34: Zeitreihe Leittriebverbiss ab 20 cm Höhe.

### 3.7 Biologische Vielfalt

#### Natura 2000

##### Gebietskulisse

Der Freistaat Bayern hat für das europaweite ökologische Netz „Natura 2000“ insgesamt 744 FFH- und Vogelenschutz-Gebiete (rd. 797 000 ha oder 11,29 Prozent der Landesfläche) ausgewählt. Die beiden Natura 2000-Kategorien überdecken sich teilweise erheblich. Hauptziel ist die Erhaltung und wo nötig Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustands bestimmter Lebensraumtypen und Arten. Wald nimmt mit rd. 449 000 ha (56 Prozent der Gebietskulisse) einen überproportional hohen Anteil ein. Über die Hälfte der Natura 2000-Waldfläche befindet sich in Staatsbesitz.

##### Zuständigkeiten

Forstverwaltung (Wald) und Naturschutzverwaltung (Offenland) teilen sich je nach Flächentyp die Aufgaben des Gebietsmanagements und arbeiten dabei eng zusammen. Für 282 der 744 Gebiete (38 Prozent) obliegt der Forstverwaltung die organisatorische Federführung beim Gebietsmanagement, da der Waldanteil in diesen Gebieten größer ist als der Offenlandanteil. Hinsichtlich der Gebietsfläche ist dieser Anteil noch wesentlich höher, denn gerade in den großen Gebieten überwiegt in aller Regel der Waldanteil (Beispiel Spessart).

#### Beteiligung am runden Tisch

Für die erfolgreiche Umsetzung der FFH-Managementpläne sind Information, Transparenz und Akzeptanz bei den Beteiligten (vor allem Grundbesitzer, Kommunen, Behörden und Verbände) besonders wichtig. Im Rahmen einer öffentlichen Auftaktveranstaltung wurde deshalb am 7.2.2006 im FFH-Gebiet „Leiten der Unteren Isar“ der erste runde Tisch für ein FFH-Gebiet in der Federführung der Forstverwaltung gegründet. An den „runden Tischen“ sollen aus Betroffenen Beteiligte werden, die auf gleicher Augenhöhe mit den verantwortlichen Fachbehörden über alle wichtigen Fragen diskutieren und aktiv an den Inhalten und der Umsetzung der Managementpläne mitwirken. Begründete Einwände können an Ort und Stelle berücksichtigt, sinnvolle Anregungen übernommen werden. Der „runde Tisch Isarleiten“ tagte bereits vier Mal. Dabei wurde der vom Kartierteam vorgelegte Entwurf des Managementplanes abschließend und einvernehmlich besprochen. Diese Form der Mitwirkung aller Beteiligten bewährte sich in diesem Gebiet hervorragend.

Die Ergebnisse der bisherigen Erhebungen durch die Natura-2000-Kartierteams und die LWF in ca. 20 Gebieten dokumentieren, dass die bisherige Form der Bewirtschaftung den günstigen Erhaltungszustand der geschützten Lebensraumtypen (Anhang 1 FFH-Richtlinie) und Arten (Anhang 2 FFH-Richtlinie) in den meisten Fällen bewahrt hat. In einer ersten Zwischenbilanz werden Ergebnisse für Buchen- und Schluchtwälder sowie Moorwälder vorgestellt.

### Buchen- und Schluchtwälder

Die FFH-Lebensraumtypen Hainsimsen-Buchenwald, Waldmeister-Buchenwald, Schlucht- und Hangmischwald sowie die FFH- und SPA-Tier- und Pflanzenarten Bechsteinfledermaus, Zwergschnäpper, Weißrückenspecht, Veilchenblauer Wurzelhals-Schnellkäfer und Grünes Besenmoos stehen stellvertretend für die Mitteleuropa besonders prägende Gruppe von Wald-Lebensräumen. Charakteristisch sind in diesen Lebensraumtypen jene Baumarten, die die mitteleuropäische Laubwaldzone natürlicherweise dominieren (allen voran die Buche, daneben auch Traubeneiche, Bergahorn und Sommerlinde).

Die Inventurergebnisse zeigen, dass diese Lebensraumtypen überwiegend in einem „günstigen Erhaltungszustand“ (Wertstufe B) sind. Das häufig festgestellte Vorkommen der in Buchenwäldern lebenden Bechsteinfledermaus verdeutlicht den meist günstigen Zustand struktur- und höhlenreicher Wälder.

In nadelholzreichen FFH-Gebieten lässt sich jedoch ein Einfluss der Fragmentierung auf die Buchenwald-Lebensraumtypen deutlich erkennen. Flächen in der Alters- und Zerfallsphase sowie Totholz und Biotopbäume, insbesondere Uraltbäume („Methusaleme“) und Bäume mit Mulmhöhlen sind in einigen Gebieten nicht in ausreichendem Maße vorhanden. Dies zeigt sich auch an der Seltenheit einiger Anhang-II-Arten, die als Weiserarten für Strukturen dienen können. Mittelspecht und Eremit gelten z. B. zwar gemeinhin als typische Eichenarten, kommen jedoch auch in sehr alten, totholz- oder mulmhöhlenreichen Buchenwäldern vor. Entsprechende Beispiele waren bislang vor allem aus Norddeutschland bekannt. Der Eremit wurde 2006 erstmals in Bayern in zwei Naturwaldreservaten des nördlichen Steigerwaldes in uralten Buchen gefunden. Mulmhöhlen entstehen regelmäßig auch in Buchen, haben dort jedoch auf Grund der sehr viel schnelleren Zersetzung eine wesentlich kürzere „Lebenserwartung“ und sind deswegen heute vergleichsweise selten.

### Moorwälder

Bayern trägt auch eine besondere Verantwortung für die vielf gestaltigen, offenen und bewaldeten Lebensraumtypen der Hoch- und Übergangsmoore der Mittelgebirge und des Alpenvorlandes. Besonders die bewaldeten Moor-Lebensraumtypen kommen hier in großer Mannigfaltigkeit vor. Die Aufnahmen dort mit zusätzlichen Inventuren zum Wasserhaushalt zeigten, dass die Mehrzahl der Moore auf Grund von Entwässerungsmaßnahmen mehr oder weniger stark vorgeschädigt sind. Es gibt aber auch noch Moor-Lebensraumtypen in einem „sehr guten“ Erhaltungszustand (Wertstufe A) mit nur minimalen Entwässerungsmaßnahmen. Auch Verbreitung und Er-

haltungszustand der dort lebenden Anhang-Arten wie insbesondere des Hochmoorlaufkäfers als prioritärer Art unterstreichen ebenfalls den zum Teil noch guten bis sehr guten (in größeren Mooregebieten des Bayerischen Waldes und des westlichen Alpenvorlandes) Zustand. Viele Moore befinden sich auf Grund von Entwässerung und Torfabbau aber auch in einem schlechten Erhaltungszustand und bedürfen dringend entsprechender Erhaltungsmaßnahmen, soweit Renaturierungen noch möglich sind. In vielen Wald-Mooregebieten wurden bereits Erhebungen durchgeführt als Voraussetzung für bereits begonnene oder geplante Maßnahmen zur Wiedervernässung.

### Wildökologie

#### Lebensraum Kulturlandschaft – Schutz durch Nutzung –

Die bayerische Kulturlandschaft bietet auf Grund ihrer Vielgestaltigkeit Lebensräume für zahlreiche Wildtiere. Wälder spielen hierbei eine besondere Rolle. Große, geschlossene Waldkomplexe wie der Spessart, der Bayerische Wald oder die alpinen Gebirgsregionen sind Heimat für z. B. Rot-, Schwarz-, Gams- oder auch Steinwild. Ihre Bestände sind gesichert und werden daher nachhaltig jagdlich genutzt.

Bayern ist aber auch durch eine intensive Verzahnung von landwirtschaftlicher Nutzung und Wald geprägt. Gerade in den Übergangsbereichen von Wald zu Feld finden sich struktur- und abwechslungsreiche Lebensräume. Die Diversität von Lebensräumen und deren Vernetzung sind wesentlicher Faktor für die Artenvielfalt. Die Erhaltung einer bewirtschafteten Kulturlandschaft dient somit auch dem Artenschutz.

Wildlebensräume enden nicht an der Waldgrenze. Die Verbesserung von Lebensräumen auch außerhalb von



Abbildung 35: Die Erhaltung einer vielfältigen Kulturlandschaft dient auch dem Artenschutz. (Foto: Dietrich Zerneck)

Wald ist daher ein wichtiger Aspekt für ein nachhaltiges Wildtiermanagement in Bayern. Eine wildtierfreundliche Agrarumweltberatung, z. B. zur Anlage von mehrjährigen Buntbrachemischungen auf stillgelegten Flächen, ist daher seit Jahren fester Bestandteil bayerischer Agrarpolitik.

### Jagdlicher Artenschutz und Wildtierforschung

Neben der nachhaltigen Nutzung von Wildtieren, dem Interessensausgleich für den Einzelnen wie auch für die Allgemeinheit bestehen im Jagdrecht effiziente Instrumente zum Schutz bedrohter Wildarten. So gilt für Auerwild und Steinadler z. B. eine ganzjährige Schonzeit oder zum Schutz und zur Erhaltung von Wildarten wurden in den bayerischen Alpen Wildschutzgebiete rechtsverbindlich ausgewiesen.



Abbildung 36: Luchs  
(Foto: Dr. Marco Heurich)

Eine besondere Herausforderung ist die Rückkehr ehemals ausgerotteter Tierarten. Luchs und Fischotter sind typische Beispiele, wie sich die Wiederbesiedlung ehemaligen Lebensraumes in Bayern fast unbemerkt vollzieht. Mit wesentlich größerem Interesse verfolgt die Gesellschaft die Rückkehr von Bär oder auch Wolf.

Rückkehrer wie Luchs und Fischotter unterliegen dem Jagdrecht, genießen damit u. a. den jagdlichen Artenschutz. Bär und Wolf dagegen unterliegen nicht dem Jagdrecht, nutzen aber z. T. jagdbares Wild oder Nutztiere. Kommt es zu merklichen Schäden insbesondere in der Land-, Forst- oder Fischereiwirtschaft, kann dies unmittelbar zu Konflikten zwischen Wildtier und Mensch führen. Die Rückkehrer stehen daher in einem großen Spannungsfeld unterschiedlichster Interessen.

Eine erfolgreiche Wiederbesiedlung ist nur möglich, wenn hierfür gesellschaftliche Akzeptanz besteht, alle Interessensgruppen frühzeitig bei allen Überlegungen beteiligt werden sowie offen und ohne Tabus kreative Lösungen für einzelne Konfliktfelder gesucht werden.

Eine wesentliche Voraussetzung für eine sachliche Diskussion zum Umgang mit Wildtieren sind wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse. Aus Mitteln der Jagdabgabe werden daher auch in diesem Themenbereich Projekte initiiert. Derzeit befasst sich ein Forschungsprojekt des Nationalparks Bayerischer Wald mit der Räuber-Beute-Beziehung zwischen Luchs, Reh- und Rotwild. Von Sei-

ten der LWF erfolgt derzeit die Studie „Wildtier und Mensch – Konflikte und Lösungsansätze am Beispiel der Wiederausbreitung des Fischotters im Bayerischen Wald“.

Darüber hinaus werden aus Mitteln der Jagdabgabe jährlich zahlreiche weitere Projekte und Maßnahmen finanziert. Ein Schwerpunkt seit einigen Jahren sind Lebensraum verbessernde Maßnahmen in der Kulturlandschaft. Des Weiteren bestehen derzeit Projekte u. a. zur Evaluierung der „Gemeinsamen Empfehlungen zur Reduktion überhöhter Schwarzwildbestände“ sowie eine Studie zu Klimawandel und Niederwild in Bayern.

Neben praxisbezogenen Projekten werden aus Mitteln der Jagdabgabe gezielt Forschungsvorhaben gefördert, die den Einsatz und die Weiterentwicklung modernster Technik beinhalten. So werden beim Forschungsprojekt des Nationalparks Bayerischer Wald Luchs, Reh- und Rotwild mittels modernster GPS-Technik telemetriert. Beim Fischotterprojekt der LWF werden neue Methoden zu DNS-Analysen entwickelt und getestet, um diese molekulargenetischen Erkenntnisse in ein künftiges Fischottermonitoring zu integrieren.

### 3.8 Genetisches Monitoring

Mit Hilfe des genetischen Monitorings sollen der derzeitige Zustand sowie die räumlichen und zeitlichen Veränderungen des genetischen Systems der Baumarten anhand von Indikatoren erfasst werden. Eine deutsche Forstgenetik-Expertengruppe, an der auch Mitarbeiter des Bayerischen Amtes für Forstliche Saat- und Pflanzenzucht beteiligt waren, erarbeitete dafür erstmals ein Konzept.

Auf diese Weise wurde ein Frühwarnsystem für Ökosystemveränderungen geschaffen, die auf anderen Monitoring-Ebenen (z. B. Bestandesstruktur, Vitalität) erst in nachfolgenden Waldgenerationen festgestellt werden können.

Beim genetischen Monitoring werden mit genmarkergestützten Methoden die Genotypen der reproduktionsfähigen Einzelbäume der Monitoringfläche einmalig aufgenommen. Innerhalb der Naturverjüngung wird eine Stichprobe genetisch erfasst. Die Inventur der Verjüngung wird nach ca. 10 bis 15 Jahren wiederholt. An ausgewählten Bäumen der Fläche werden in regelmäßigen Zeitabständen das Blühverhalten sowie die Fruktifikation bonitiert. Ergänzend können die Samen ausgewählter Bäume in unterschiedlichen Samenjahren sowohl genetisch als auch hinsichtlich Hohlkornanteil und Keimprozent untersucht werden. Als Monitoringflächen eignen sich vor allem Dauerbeobachtungsflächen wie z. B. die



Flächen der Bayerischen Waldklimastationen, weil hier eine hohe Datendichte und eine genaue Flächendokumentation vorliegen.

In Bayern wurde während der Konzeptentwicklung die Zeit für eine Pilotstudie auf der Waldklimastation Mitterfels genutzt. Insgesamt wurden 253 Altbäume, darunter die 73 Altbäume der Kernfläche, sowie eine Stichprobe von 760 Individuen der Naturverjüngung beprobt und mit Isoenzym-Genmarkern auf ihre genetische Zusammensetzung an 17 Genorten untersucht. Das Ausmaß der genetischen Variation (**Indikator**) in der Buchenpopulation, ausgedrückt durch genetische Vielfalt, Diversität und Heterozygotie (**Verifikatoren**), lag im Vergleich zu anderen Buchenbeständen aus Bayern im oberen Bereich. Diversität und Heterozygotie waren im Altbestand etwas höher als in der Naturverjüngung

Der genetische Abstand zwischen Altbestand und Naturverjüngung war mit 2 Prozent nur gering. Inzuchteffekte waren nicht zu beobachten. Diese Befunde sprechen für ein derzeit intaktes genetisches System in diesem Bestand, bei dem die genetische Information des Altbestandes komplett an die Folgegeneration weitergegeben wird. Bei der Bestandesverjüngung ist kleinräumiges Vorgehen auf ganzer Fläche wichtig, um die Diversität in der Naturverjüngung nicht zu verringern. Dies entspricht dem für die Praxis empfohlenen Schirmschlag-Femelschlag mit längeren Verjüngungszeiträumen.

2006 wurde mit dem genetischen Monitoring auf der Waldklimastation Freising begonnen. Hier soll das „Konzept zum genetischen Monitoring für Waldbaumarten in der Bundesrepublik Deutschland“ erstmals in Bayern komplett umgesetzt werden. Dies ist ein wichtiger Beitrag zur Sicherung der langfristigen Stabilität unserer Wälder und ein weiterer Schritt zur Verwirklichung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (ÜBV).

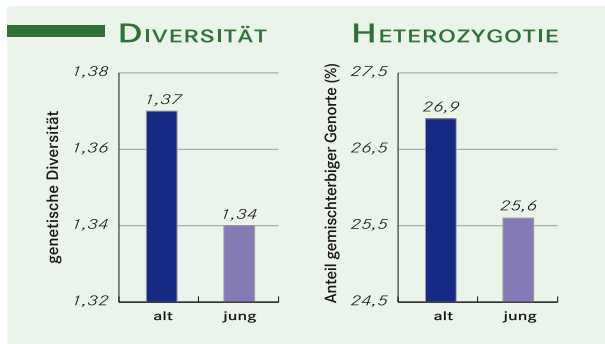


Abbildung 37: Genetische Diversität und Heterozygotie (Gemischterbigkeit) in Altbestand und Naturverjüngung der WKS Mitterfels.

## 4 Ökonomie

### 4.1 Wachstum der Waldbäume

Viele Faktoren beeinflussen das Wachstum der Waldbäume. So wirken sich auf das Baumwachstum nicht nur Wasserhaushalt, Nährstoffversorgung und die jährlich variierenden Klimabedingungen aus. Auch die Art der Bestandesbehandlung, die Mischungsform sowie langfristig wirkende Faktoren wie die Erhöhung der Stickstoffeinträge aus der Luft oder auf Grund des Klimawandels erhöhte Temperaturen beeinflussen das Wachstum der Bäume. Daher werden sowohl aktuelle als auch am Beispiel der Baumart Buche längerfristige Wachstumstendenzen beschrieben.

#### Aktuelle Wachstumstendenzen

Über aktuelle Wachstumstendenzen geben die jährlichen waldwachstumkundlichen Messungen an den 22 Waldklimastationen Bayerns Aufschluss. Die Ergebnisse daraus sind für einige Stationen in Abbildung 38 zusammengestellt.

Beim Vergleich der Baumarten ist die Reaktion auf das sehr trockene Jahr 2003 und die nachfolgende Entwicklung von besonderem Interesse. Es fällt auf, dass die Fichte an allen untersuchten Standorten am empfindlichsten auf die geringe Menge an Bodenfeuchtigkeit reagierte und ihr Wachstum nachhaltig zurückging. Dieser Effekt ist bei den anderen Baumarten wesentlich weniger deutlich bzw. im Falle der Eiche sogar überhaupt nicht zu erkennen. Der Befund unterstreicht die erhebliche Trockenheitsanfälligkeit der Fichte und gibt im Hinblick auf die derzeit diskutierten Klimaszenarien zusätzlich zur Gefährdung durch Borkenkäfer Anlass, den Umbau von Fichtenbeständen in schon derzeit trockenen Bereichen zu forcieren.

Innerhalb einer Baumart liegt das Wachstum der vorherrschenden vitalen Bäume (Abbildung 38, rechte Seite) deutlich über dem der von ihnen bedrängten Konkurrenten. Gleichwohl scheinen Ereignisse wie das Trockenjahr 2003 die dominanten Bäume relativ gesehen stärker zu treffen als die Beherrschten, die auch in Normaljahren mit limitierten Ressourcen konfrontiert sind.

Standort und Bestandesalter beeinflussen ganz erheblich das geleistete Wachstum. Dies zeigt der Flächenvergleich der verschiedenen Jahrringzuwächse eines einheitlichen Kollektivs einer Baumart. So schwanken die auf den verschiedenen Flächen geleisteten Zuwächse zum Teil enorm.

#### Lanfristige Wachstumstendenzen: Beispiel Buche

##### Produktivität

Auf der 60-jährigen Versuchsfläche FRE 813 „Kranzberger Forst“ (SFB 607) wird die artspezifische Strategie der Buche deutlich. Für die Besetzung von einem Quadratmeter Bestandesraum benötigt die Buche dort lediglich 9,3 kg Biomasse, die Fichte jedoch 14,5 kg; d. h. die Buche ist hinsichtlich der Besetzung von Raum mehr als eineinhalbmal so effizient wie die Fichte. Auf einem Quadratmeter Bestandesfläche erbringt die Buche in diesem Alter und in diesem Bestand allerdings nur ein Drittel der Massenleistung der Fichte. Mit anderen Worten, die Buche ist erfolgreicher in der Raumbesetzung, aber weniger produktiv als die Fichte (PRETZSCH und SCHÜTZE 2005).

Ein weiteres Erfolgsrezept der Buche ist ihre geringe Anfälligkeit gegenüber Störungen. Bei den Zwangsnutzungen (ZE) im bayerischen Staatswald von 1999 bis 2004 weist die Buche mit 4,4 Prozent Volumenanteilen am Gesamteinschlag niedrigere Werte auf als Kiefer (5,6 Prozent), Eiche (8,0 Prozent) und Fichte (36,5 Prozent). Unter den ZE-Anfällen der Buche spielen allein Sturmschäden eine gewisse Rolle (3,3 Prozent) (KÖLLING et al. 2005). Aber auch die Anfälligkeit gegenüber Sturmschäden ist im Vergleich zu Fichte und Kiefer deutlich geringer. Nur die Eiche übertrifft die Buche in der Stabilität gegenüber Sturmschäden. Die Untersuchungen der Sturmwürfe an Buche erbrachten eine klare Rangfolge der Gefährdung. In Relation zur Eiche (Referenz 1.0) beträgt die Gefährdung der Buche 2,5, jene der Kiefer 4.0 und der Fichte 10 (VON LÜPKE und SPELLMANN 1999).

Die große Lebenskraft der Buche, ihr Überlebens- und Reproduktionserfolg, resultiert also weniger aus ihrer überlegenen Wuchsleistung unter Normalbedingungen. Vielmehr stecken die große Effizienz der Raumbesetzung und die Resistenz gegenüber Schäden dahinter, dass die Buche in der natürlichen Vegetation auf trockenen bis feuchten und sauren bis alkalischen Standorten so weit verbreitet ist.

##### Stabilität und Resilienz

Unter Normalbedingungen, d. h. ohne Einfluss von Störfaktoren, bedeutet der Anbau von Buche oder ihre Beimischung z. B. zur Fichte zumeist eine Minderung der Stoffproduktion. Bei Eintritt von Störungen jedoch wird die überlegene Fähigkeit der Buche zur Raumbesetzung, ihre Resistenz gegenüber biotischen Schäden und ihre

## JAHRRINGBREITEN

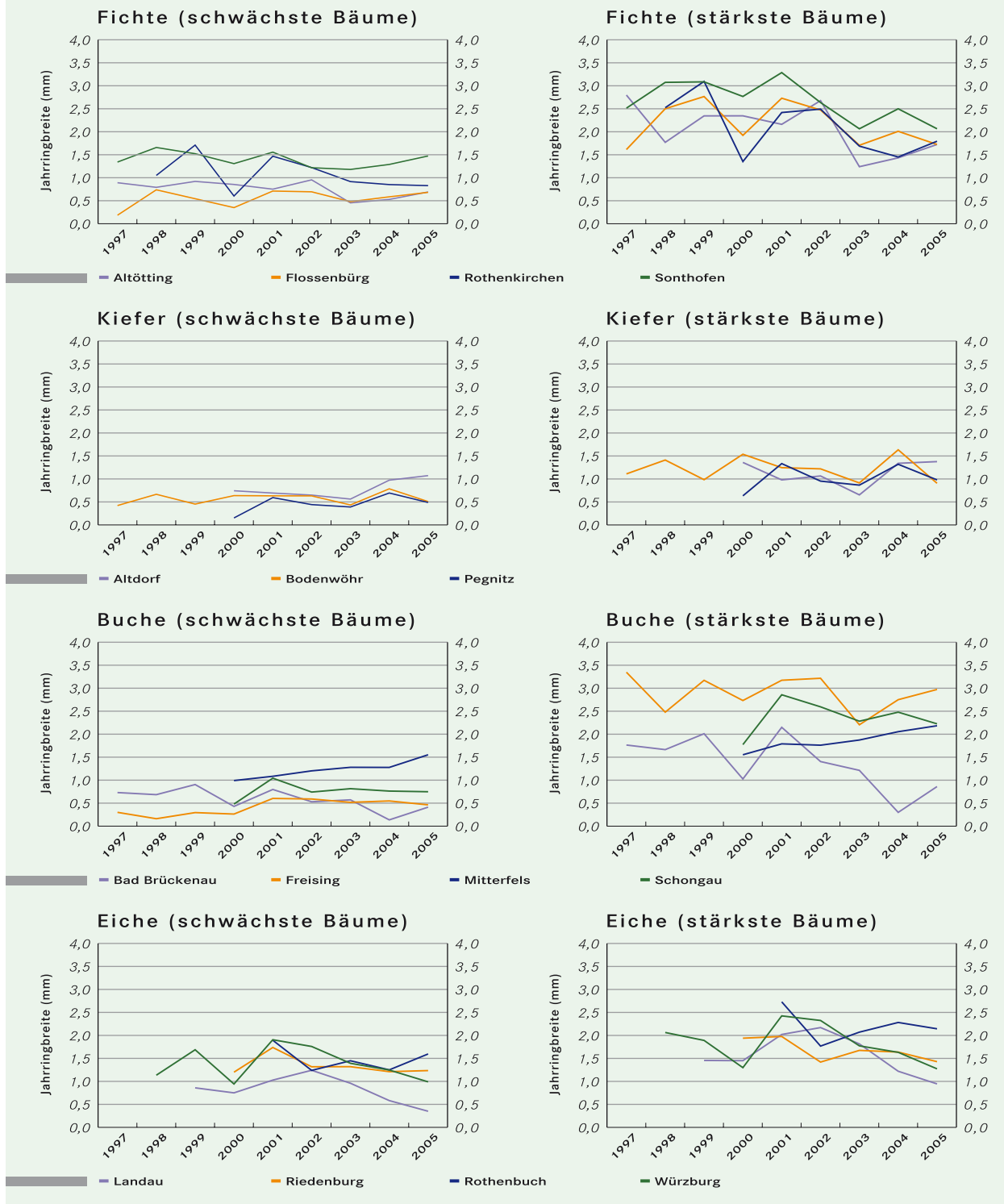


Abbildung 38 zeigt mittlere Jahrringzuwächse der an den angegebenen Waldklimastationen gemessenen Bäume getrennt nach Baumarten und Bestandeskollektiven.

breite ökologische Amplitude wirksam (Resilienz). Die Präsenz der Buche in mehreren Kronenschichten erlaubt ihr dann, entstehende Lücken rasch zu nutzen, unterstän-

dige Baumarten in ihrer Entwicklung zu bremsen, in Kronen anderer Baumarten einzuwachsen und mit dieser „Warte-Strategie“ Ausfälle zu kompensieren.

Eine solche stabilisierende Wirkung entwickelt die Buche auch im Mischbestand. Abbildung 39 verdeutlicht die artspezifische Zuwachsreaktion auf Störfaktoren in einem Fichten-Buchen-Mischbestand.

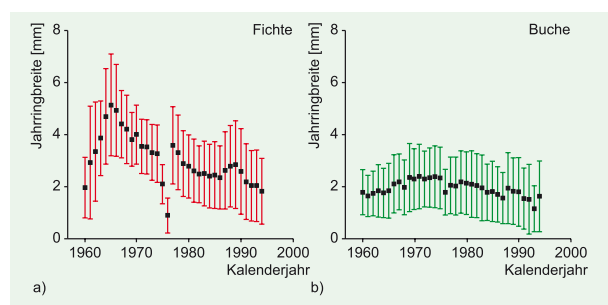


Abbildung 39: Jahringbreitenentwicklung von Fichten (a) und Buchen (b) auf der Mischbestands-Versuchsfläche Schongau 814; die Fichte reagiert gegenüber der Buche wesentlich empfindlicher auf die Trockenheit im Jahr 1976 (nach PRETZSCH 2004).

Dargestellt sind die Jahreszuwächsgänge auf der Fichten-Buchen-Versuchsfläche Schongau 814 von 1960 – 1995. Auf das Trockenjahr 1976 reagierte die Fichte dort im Unterschied zur Buche mit einem drastischen Zuwachsrückgang (PRETZSCH 2004). Zu einem ähnlichen Ergebnis führt die Ozonbegasung auf der Versuchsfläche 813 im Kranzberger Forst. Die Befruchtung mit doppelter Freilandkonzentration von 2002 – 2003 löst bei Buche keine Zuwachseinbußen, bei der Fichte aber 22-prozentige Durchmesserzuwachsverluste aus (WIPFLER et al. 2005). In Fichten-Reinbeständen würde das zu empfindlichen Produktionsverlusten führen. In Fichten-Buchen-Mischbeständen können solche Störungen abgepuffert werden, da der Zuwachs der Buche weniger einbricht oder gar die Zuwachsverluste der Fichte aufwiegt.

Ergebnisse der Wachstumsanalysen von Buche und Fichte zeigen, dass die prognostizierten Klimaänderungen die Wuchsrelationen zwischen Fichte und Buche grundlegend verändern werden (PRETZSCH und DURSKY 2001). Während gegenwärtig in den meisten Regionen in Bayern eine klare Wuchsüberlegenheit der Fichte gegenüber der Buche gegeben ist, wird sich diese Relation insbesondere in Nordbayern deutlich zu Ungunsten der Fichte verschieben.

### Wachstumstendenz

Wachstumsanalysen auf 81 langfristig beobachteten Parzellen zeigen tendenzielle Veränderungen des Wuchsverhaltens der Buche (Abbildung 40).

Höhenentwicklung wie Gesamtwuchsleistung liegen auf vielen Parzellen deutlich über den Ertragstafelwerten. Zudem zeichnet sich auf der Mehrzahl der Versuchsflä-

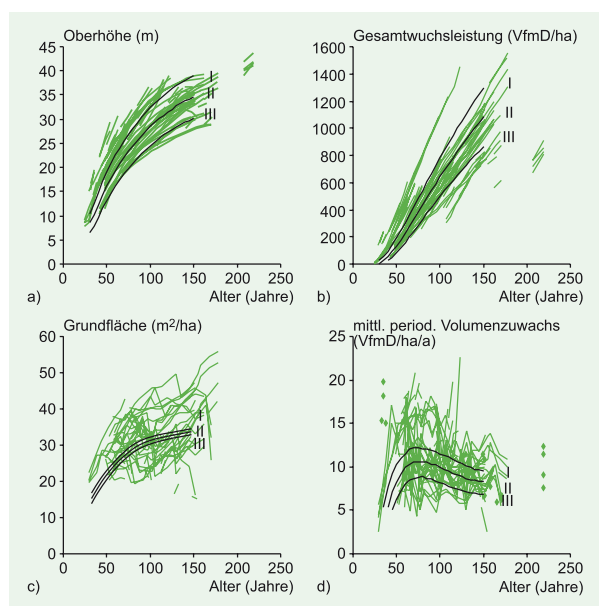


Abbildung 40: Wachstum der Buche in Süddeutschland im Vergleich zur Ertragstafel von Schober (1967) m. Df.; dargestellt ist für 81 Versuchspartellen (516 Aufnahmen, Zeitraum 1870 bis 2000, Altersspektrum 24 – 170 Jahre, A-Grad bis starke Hochdurchforstung und Lichtung) die Entwicklung von Oberhöhe (a), Gesamtwuchsleistung (b), Bestandesgrundfläche (c) und mittlerem jährlichem Volumenzuwachs (d).

chen bei der Buche, anders als bei Fichte und Kiefer, auch im höheren Alter kein Rückgang der Wuchsleistung ab. Der mittlere periodische Volumenzuwachs beträgt selbst in Beständen im Alter von 100 bis 200 Jahren durchschnittlich 10,0 VfmD/ha, Jahr.

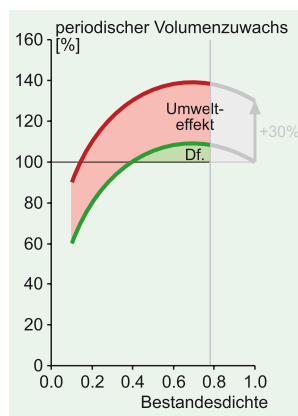


Abbildung 41: Wachstumssteigerung der Fichte durch Durchforstung und umweltförderliche Umweltveränderung in schematischer Darstellung.

Die nach Durchforstungsmaßnahmen beobachteten starken Volumenzuwächse werden häufig für Durchforstungseffekte gehalten, setzen sich aber aus Umwelteffekten (ca. 10 bis 30 Prozent) und Durchforstungseffekten (ca. 10 Prozent) zusammen (Abbildung 41). Das gestiegene Zuwachspotenzial der Buche birgt die Gefahr, dass Umwelteffekte mit Durchforstungsreaktionen verwechselt werden und die Bestandesdichten auf ein Niveau abgesenkt werden, das das gestiegene Zuwachspotenzial nicht ausschöpft.

**Konsequenzen**

Aus dem Wuchsverhalten der Buche, ihrer breiten ökologischen Amplitude und ihrer aktuellen Wachstumstendenz ergeben sich Konsequenzen. Buchenbestände und Beimischungen von Buche zeigen eine überlegene Stabilität und Resilienz gegenüber Störfaktoren. Über laufende und künftige Klimaveränderungen und die damit verbundene Zunahme von Trockenheit und Stürmen wird die Buche mit geringeren Zuwachseinbußen hinwegkommen als beispielsweise die Fichte. Zudem verliert mit zunehmender Wahrscheinlichkeit von Störungen der Reinbestand aus Fichte (Risikokonzentration) seine Überlegenheit in der Ertragsleistung, der Mischbestand gewinnt Vorteile auf Grund von Risikostreuung. Die Schaffung von Mischbeständen mit ausreichender Beteiligung der Buche ist daher ein wesentlicher Bestandteil der Klimavorsorgestrategie in der Forstwirtschaft

**4.2 Holzeinschlag**

In Bayern wurden im Jahr 2005 ca. 17,7 Mio. fm Holz eingeschlagen. Davon wurden etwa 13 Prozent unplanmäßig genutzt, meistens auf Grund von Borkenkäferbefall. Mehr als die Hälfte des Holzes schlugen private Forstbetriebe ein. Sowohl im Privat- als auch im Staatswald wurde mehr Holz geerntet als im Mittel des Zeitraums zwischen den Bundeswaldinventuren. Im Privatwald wird das in der Holzaufkommensprognose ermittelte Potenzial noch nicht voll ausgeschöpft. Im Staatswald dagegen erreicht der Einschlag dieses Potenzial. Allerdings ist die eingeschlagene Menge deutlich niedriger als der Holzzuwachs während der Periode 1987 bis 2002. Für den Körperschaftswald wird das Erhebungsverfahren derzeit neu gestaltet, so dass erst ab dem Kalenderjahr 2006 wieder belastbare Zahlen vorliegen.

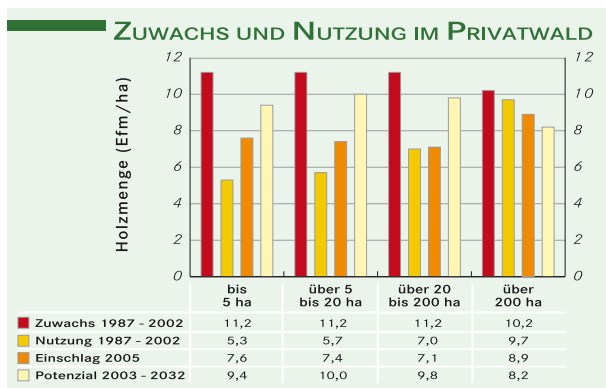


Abbildung 42: Vergleich von Zuwachs und Nutzung zwischen 1987 und 2002 mit dem Einschlag 2005 und dem Potenzial nach der Holzaufkommensprognose getrennt nach Eigentumsgrößen im Privatwald.

In der Vergangenheit zeigte sich beim Privatwald ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Größe des Waldbesitzes und dem Holzeinschlag. Je kleiner der Waldbesitz, desto geringer waren die Holznutzungen (Abbildung 42). Nach den Erhebungen der LWF über den Holzeinschlag im Kleinprivatwald (im Rahmen eines jährlich stattfindenden Stichprobenverfahrens) wird dieser Zusammenhang beim Waldbesitz bis 200 ha Größe etwas gelöst. So führte die verstärkte Rundholznachfrage im Jahr 2005 in allen Größenklassen des Kleinprivatwaldes zu einer vermehrten Holzernte. Beim Großprivatwald ist der Nutzungssatz heute geringer als in der Vergangenheit. Zwischen 1987 und 2002 wurde dort nahe am Holzzuwachs genutzt. Inzwischen liegt der Einschlag im Großprivatwald näher am ausgewiesenen Potenzial.

Nach relativ gleichbleibenden Einschlagszahlen im Zeitraum 1986 bis 2002 (mit Ausnahme des Kalamitätsjahres 1990) nahm die Nutzung in den letzten Jahren deutlich zu (Abbildung 43). Zunächst war der Anfall von Schadhölzern (vgl. Jahrhundertssommer 2003) für die Steigerung der Einschläge maßgeblich, dann aber mehr und mehr die erhöhte Rundholznachfrage der Sägeindustrie auf Grund sich verbessernder Absatzmöglichkeiten von Holzprodukten.

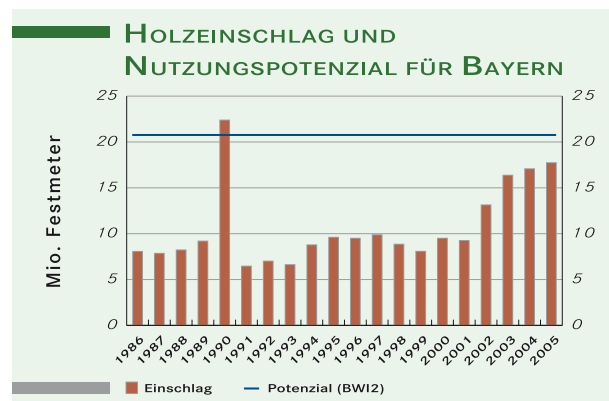


Abbildung 43: Entwicklung des Holzeinschlages in Bayern im Vergleich zum Nutzungspotenzial, ab 2002 geändertes Erhebungsverfahren.

(Quelle: ZMP und Statistisches Bundesamt)

**4.3 Holzmarkt**

**Das Rohholzangebot 2005**

**Mengen**

Deutschlandweit wurden im Jahr 2005 56,7 Mio. fm Holz eingeschlagen. Einer Einfuhr von 2,8 Mio. fm stehen Ausfuhren von 6,1 Mio. fm gegenüber. Der errechnete inländische Rohholzverbrauch liegt somit bei 53,7 Mio. fm und verteilt sich auf die einzelnen Verwendungsbereiche gemäß Tabelle 3.

**Tabelle 3: Holzverbrauch nach Verwendung in Mio. fm**

Branche	Menge in Mio. fm	prozentualer Anteil
Sägeindustrie	36,8	68,5
Holzwerkstoffindustrie	10,3	19,2
Papier- und Zellstoffindustrie	6,6	12,3
Summe	53,7	100

(Quelle: ZMP nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und weiteren Erhebungen)

Von den im Jahr 2005 in Bayern eingeschlagenen 17,7 Mio. fm wurden 11,1 Mio. fm vermarktet. Die Anteile der Besitz- bzw. Baumarten sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

**Tabelle 4: Holzverkauf nach Besitz- und Baumarten in 1 000 fm**

Besitzart	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche	Summe
Bundeswald	142	66	44	4	256
Staatswald	3 796	755	439	111	5 101
Kommunalwald <sup>1)</sup>	403	96	68	19	587
Privatwald <sup>2)</sup>	4 801	221	88	2	5 112
Summe	9 142	1 139	639	136	11 056

<sup>1)</sup> Unsichere Datenbasis, Erhebungsverfahren wird derzeit umgestellt.

<sup>2)</sup> Vorläufige Zahlen (ohne Großprivatwald).

(Quelle: Holzmarktbericht des BMELV)

**Sortimente**

Das Vermarktungsverhalten und die ausgehaltenen Sortimente hängen im Privat- und Körperschaftswald stark von der Betriebsgröße ab. Während die größeren Forstbetriebe ab 200 ha wie der Staatsforst überwiegend Stammholz aushalten, arbeiten Betriebe mit einer Fläche unter 10 ha Wald 40 bis 50 Prozent ihres Einschlags zu Brennholz auf. Der Anteil an Hackschnitzeln und Industrieholz bewegt sich zwischen 5 und 10 Prozent.

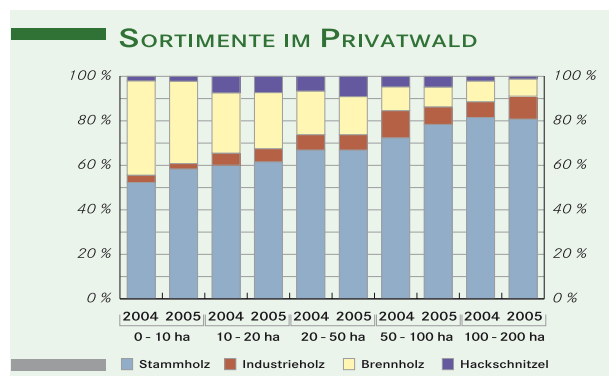


Abbildung 44: Ausgehaltene Sortimente im Privatwald < 200 ha.

**Vermarktungswege**

Im kleineren Privatwald unter 10 ha Waldfläche nimmt nach wie vor der Eigenverbrauch einen hohen Anteil ein. So wird nur etwa die Hälfte des Einschlags verkauft, davon ein Teil direkt an Säger, Händler und private Abnehmer. Mit zunehmender Waldfläche wächst auch der Anteil des vermarkteten Holzes. Waldbesitzer mit mehr als 10 ha Wald verkaufen bereits über 60 Prozent des Einschlags über die forstlichen Zusammenschlüsse.

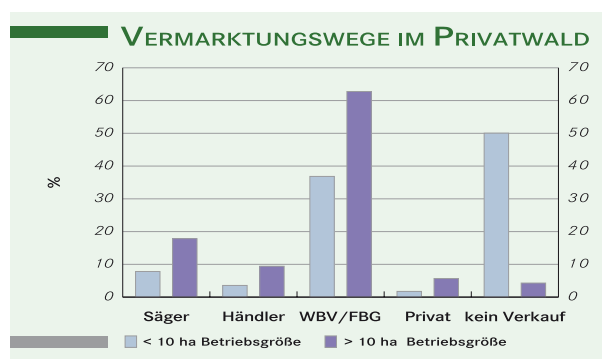


Abbildung 45: Vermarktungswege von Stammholz und Industrieholz im Privatwald < 200 ha.

**Die Rohholznachfrage 2005**

Der Bausektor ist der Schlüsselmarkt für eine wertschöpfende Holzverwendung, denn der größte Teil des im Inland verbrauchten Holzes wird hier eingesetzt. Deshalb eignet sich die Situation der Bauwirtschaft als Indikator für die Nachfrage im Inland. Aus Abbildung 46 geht hervor, dass die Baufertigstellungen in Bayern 2005 zurückgingen. Die Holzbauquote stagnierte 2005, konnte aber nach neuesten Auswertungen 2006 um 4 Prozent auf 17,5 Prozent gesteigert werden.

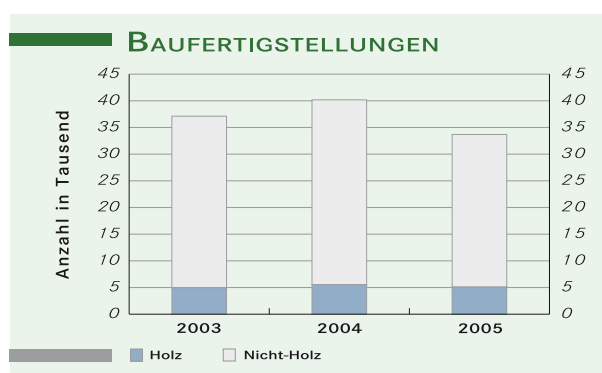


Abbildung 46: Die Entwicklung der Baufertigstellungen in Bayern getrennt nach Gebäudekategorien und der Art des überwiegend verwendeten Baustoffes.

(Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung)

Dennoch stieg auch 2005 die Produktion von Nadel-schnittholz in Bayern weiter an (Abbildung 47). Dies ist vor allem dem Exporterfolg der deutschen Sägeindustrie auf dem USA-Markt zu verdanken. Frankreich und Italien, die Niederlande, aber auch Österreich sind weitere wichtige Abnehmer für deutsches Nadel-schnittholz. Die Laubschnittholzproduktion blieb in den letzten Jahren mit ca. 1,1 Mio. Kubikmetern in etwa konstant.

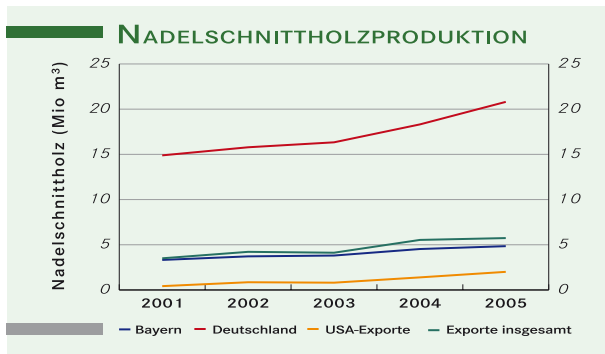


Abbildung 47: Nadel-schnittholzproduktion in Bayern und Deutschland im Vergleich zu den USA- und Gesamt-Exporten. (Quelle: ZMP nach Angaben des Statistischen Bundesamtes)

Diese Abhängigkeit vom Export birgt Risiken. Mehr Sicherheit für die Forstwirtschaft böte eine steigende Holz-Verwendung im Inland. Ein großes Potenzial dafür liegt im Holzbau. Der Anteil des Holzbaus ist in anderen europäischen Ländern deutlich höher als in Bayern. Die höhere Veredelung würde auch die Wertschöpfung in Bayern steigern.

Die steigende Nadel-schnittholzproduktion wirkt sich positiv auf die Erlössituation der Forstwirtschaft aus. Nach Jahren des Rückgangs und der Stagnation (vgl. Stürme Vivian/Wiebke und Lothar) ist nun eine Wende zu beobachten. Die Nadelrundholzpreise steigen wieder, wenn auch langsam und von sehr niedrigem Niveau aus.

Die Tendenzen auf dem Laubholzmarkt zeigen im Jahr 2005 ein weiterhin steigendes Interesse an hochwertiger

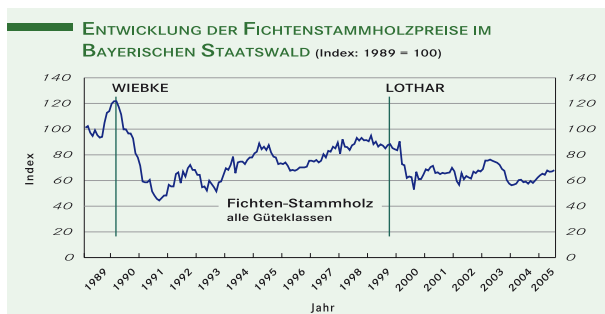


Abbildung 48: Die Entwicklung der Fichtenstammholzpreise in Bayern. (Quelle: Holzpreisstatistiken 1989 – 2005 der Bayerischen Staatsforstverwaltung)

Eiche, bei der Buche eine stabile Nachfrage auf niedrigerem Niveau. Die energetische Verwertung von Laub-industrie-holz nimmt zu und tritt in stärkere Konkurrenz zur stofflichen Verwendung.

#### 4.4 Cluster Forst und Holz

Die Clusterinitiative Forst und Holz will Bayern an die Spitze der europäischen Forst- und Holz-wirtschaft bringen. In Bayern ist es gelungen, die Branche Forst und Holz als eine von 19 Initiativen, neben z. B. Automotive oder Luft- und Raumfahrt, in der Clusterpolitik der Bayerischen Staatsregierung zu installieren. Mit einem Gesamtbudget in Höhe von 2,23 Mio. € für die nächsten fünf Jahre wird ein Cluster-Management aufgebaut. Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie leistet dabei eine Starthilfe in Höhe von 1,83 Mio. €, den übrigen Anteil am Finanzierungsvolumen muss das Cluster-Management selbst erwirtschaften. Nach fünf Jahren soll die Cluster-Initiative so erfolgreich sein, dass sie sich selbst trägt. Ziel ist es, Netzwerke zwischen allen in der Branche beteiligten Akteuren einschließlich der Forschung zu bilden und auszubauen, um die Wirtschaftskraft und Innovationsfähigkeit in Bayern nachhaltig zu stärken und Arbeitsplätze zu sichern.

Nachdem der Bayerische Ministerrat das Projekt bewilligt hatte, nahm das Clusterteam die operative Arbeit am 1. September 2006 auf. Die strategische Steuerung der „Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern“ obliegt dem Clustersprecher Prof. Dr. Dr. habil. Gerd Wegener vom Institut für Holzforschung in München. Trägerorganisation des Cluster-managements ist das Zentrum Wald-Forst-Holz e. V. in Freising-Weihenstephan. Ein Beirat von mindestens sechs Vertretern aus Forschung und Pra-

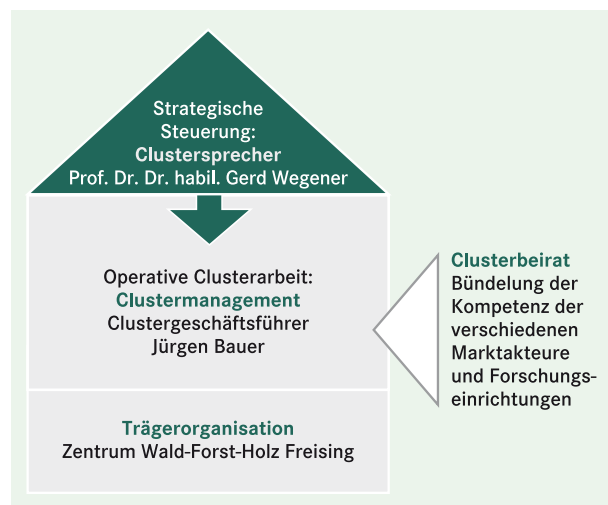


Abbildung 49: Organigramm des Cluster-managements.



Abbildung 50: Vielfalt der Praxisakteure im Handlungsfeld Forst/Holz/Papier.

xis soll ab Anfang 2007 die Verantwortlichen der Cluster-Initiative bei ihren Entscheidungen unterstützen. Clustersprecher Professor Dr. Gerd Wegener betonte zum Start der Initiative: „Wir sind stolz, dass Forst und Holz zum Kreis der 19 Clusterinitiativen in Bayern gehört. Als wirtschafts- und gesellschaftspolitisch bedeutende Branche verfügen wir über den bayerischen Rohstoff schlechthin. Wir vereinen Tradition und Fortschritt, Geist und Rohstoff wie kein zweiter Wirtschaftssektor. Über Netzwerke wollen wir innovative Denkansätze in die Regionen bringen und auf diese Weise die Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Forst- und Holzbranche weiter steigern“.

### Schwergewicht Forst und Holz in Bayern

Die Forst-, Holz- und Papierindustrie zählt schon heute zu den wirtschafts- und gesellschaftspolitisch wichtigsten Branchen Bayerns. Der Umsatz des Sektors Forst und Holz liegt derzeit bei über 25 Milliarden Euro pro Jahr. Über 200 000 Menschen, darunter 185 000 sozialversicherungspflichtige Arbeitsverhältnisse, sind entlang der Wertschöpfungskette Holz insbesondere im ländlichen Raum Bayerns beschäftigt. Hinsichtlich der Beschäftigtenzahl liegt der Sektor damit im verarbeitenden Gewerbe in Bayern an zweiter Stelle, gleich nach dem Maschinenbau und vor dem Fahrzeugbau. Der Umsatz übertrifft 25 Milliarden Euro. Vor diesem Hintergrund überrascht es nicht, dass die Bayerische Staatsregierung den Sektor

Forst und Holz im September letzten Jahres in ihre Offensive „Allianz Bayern Innovativ“ aufnahm. Die politische Federführung der Cluster-Initiative Forst und Holz hat der Bayerische Staatsminister für Landwirtschaft und Forsten.

Das Clustermanagement wird im Zuge der Initiative das weite Feld der Akteure von der Forstwirtschaft bis zu den Architekten, vom Unternehmer bis zum Wissenschaftler, von den Verbänden bis zu Behörden in vernetzte Aktivitäten einzubinden versuchen.

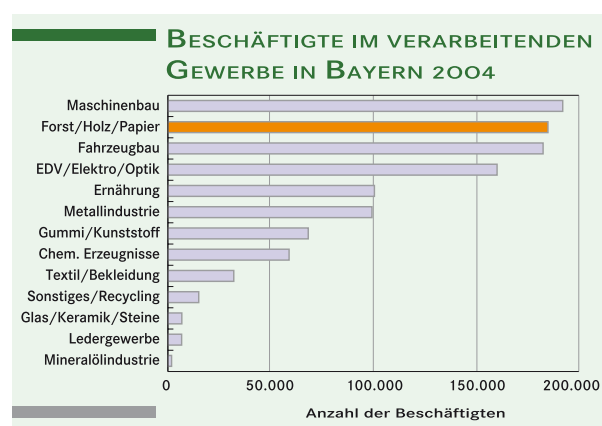


Abbildung 51: Anzahl der Beschäftigten im verarbeitenden Gewerbe in Bayern im Jahr 2004.



### Ansatzpunkte für die Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern

Auf Basis der hervorragenden Rohstoffausstattung und den bereits bestehenden Strukturen in der bayerischen Forst- und Holzbranche lassen sich beispielhaft folgende Ansatzpunkte für zukünftige Clusteraktivitäten ableiten:



Abbildung 52: Logo der Clusterinitiative.

- Die **Mobilisierung** der Waldbesitzer zur besseren Nutzung der Holzpotenziale (Einschlag liegt unter dem nachhaltigen Zuwachs) schafft die Grundlage für Versorgungssicherheit und Standortbindung der Holzabnehmer sowie für einen weiteren Ausbau der Branche.
- Eine Vernetzung der Einzelakteure entlang der Wertschöpfungskette Holz sowie eine **Prozessoptimierung** unter Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnik bieten hohe Optimierungspotenziale.
- **Kooperationen** vor allem der kleinen und mittleren Unternehmen untereinander, aber auch mit den „Großen“, schafft Zugang zu neuen Märkten und Forschungswissen, verhilft zu Spezialisierungsvorteilen und höherer Innovationsdynamik. Voraussetzung dafür ist eine verbesserte und verstärkte Bildung von Netzwerken zwischen Wissenschaft und Praxis.

Neben bereits bestehenden und bewährten Verwendungsmöglichkeiten von Holz (z. B. auf dem Wohn- und Bau-sektor, Papier) eröffnen **innovative Verfahren und Produkte** neue Chancen (z. B. Holzoberflächenveredelung mit Nanotechnik, neue Holzverbundwerkstoffe, neue Verfahren der Kraftstoffherstellung). Die Entwicklung von Spitzentechnologie-Produkten erzielt einerseits eine höhere Wertschöpfung, andererseits lassen sich mit Hilfe des technischen Vorsprungs (z. B. Aufbau einer Navigations- und Logistikplattform) Wettbewerbsvorteile auf internationalen Märkten gewinnen.

Bei der Bildung von Netzwerken dient die Cluster-Initiative Forst und Holz auch als Dach für die bereits vorhandenen bzw. derzeit entstehenden Regionalinitiativen rund um das Thema Holz. Sie soll als zentrale Plattform die Ziele der regionalen Ansätze harmonisieren, überregionale Zusammenschlüsse initiieren und den Erfahrungsaustausch anregen.

Es ist beabsichtigt, auch die Aktivitäten auf nationaler sowie internationaler Ebene in Dachverbänden und Interessensvertretungen wie z. B. im Rahmen der „Forest Technology Platform“ zu verstärken, um den Belangen Bayerns ein Gewicht zu verleihen, das der internationa-

len Bedeutung seiner Forst- und Holzwirtschaft entspricht. Von der Präsenz auf Bundes- und EU-Ebene erhofft sich die Initiative auch den Zugang zu neuen Fördermitteln.

Alle Marktpartner, vom Waldbesitz bis zur handwerklichen und industriellen Produktion einschließlich Dienstleistungen, Forschung und Ausbildung, sind aufgerufen, sich in die Cluster-Initiative einzubringen und sich für konkrete Aktionen und Projekte zu bewerben.

Weitere Informationen zur Cluster-Initiative sind im Internet unter [www.cluster-forstholzbayern.de](http://www.cluster-forstholzbayern.de) zu finden. Dort ist auch die Broschüre „Cluster Forst und Holz – Bedeutung und Chancen für Bayern“ zu beziehen.

### 4.5 Energetische Nutzung von Holz

Die Nutzung von Holz als Energieträger gewann auf Grund der enormen Preissteigerungen bei Strom, Gas und Erdöl in den letzten Jahren wieder an Bedeutung. Zugleich unterstützen Förderprogramme des Bundes und des Landes Bayern die Verwendung von regenerativen Energieträgern. Neben Wasserkraft, Sonnen- und Windenergie spielt dabei die Biomasse und darunter insbesondere das Holz eine zentrale Rolle. Die vermehrte Nutzung von Energieholz anstelle fossiler Energieträger bietet zahlreiche Vorteile für Gesellschaft, Verbraucher und Waldbesitz.

#### Vorteile der Holzenergie

Zahlreiche Argumente sprechen für den Brennstoff Holz.

Es setzt bei der Verbrennung nur die Menge an Kohlendioxid frei, die der Baum während seines Wachstums der Atmosphäre entzog. Holz ist somit CO<sub>2</sub>-neutral. Seine Verwendung als Ersatz fossiler Energieträger leistet einen Beitrag zum Klimaschutz (siehe auch Kapitel 5.1).

Holz wird in nachhaltig bewirtschafteten Wäldern erzeugt, die zeitgleich und auf selber Fläche wichtige weitere Funktionen wie z. B. Wasser- und Bodenschutz erfüllen. Die jährlich nutzbare Menge orientiert sich dabei stets am Zuwachs und steht daher „unendlich“ lange zur Verfügung.

Die Versorgung mit Holz ist unabhängig von globalen Energiemärkten und politischen Krisen.

Holz ist fast überall vorhanden. Meist kurze Transportwege und die im Vergleich zum Öl ökologische Unbedenklichkeit der Bereitstellung zeichnen es aus.

Die Verwertung schwachen Durchforstungsholzes als Energieholz eröffnet eine zusätzliche Einnahmequelle für Waldbesitzer und schafft Anreize zur Waldpflege. Die regionale Wertschöpfung wird gestärkt. Außerdem bietet sich dem Waldbesitzer die Möglichkeit, notwendige Waldschutzmaßnahmen (Borkenkäferbekämpfung) zumindest kostenneutral durchführen zu können.

### Energieträger Holz – Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets

Energieholz wird nach seiner Herkunft unterschieden in Waldholz, Nebenprodukte aus der Sägeindustrie (in der Regel Sägespäne, Hackschnitzel), Altholz (beispielsweise aus Gebäudeabriss), Flurholz (überwiegend Landschaftspflegerestholz, Grünschnitt), Schwemmholz (z. B. an Kraftwerken), Holz aus Energiewäldern sowie Presslinge (Pellets/Briketts).

Waldenergieholz wird in Form von Scheitholz oder Hackschnitzeln bereitgestellt. Die größte Bedeutung kommt dabei dem Scheitholz zu. Es wird vorwiegend in Einzelfeuerstätten und Kleinfeuerungsanlagen verbrannt. Ein 2006 abgeschlossenes Forschungsprojekt (Kooperation von Technologie- und Förderzentrum sowie LWF) befasste sich mit rationalen Verfahren zur Scheitholzbereitstellung (HÖLDRICH, A. et al. 2006).

Hackschnitzel sind in der Regel aus Schwachholz produzierte etwa streichholzschachtelgroße Holzstücke. Sie werden vorwiegend in größeren Biomasseheiz(kraft)werken verwendet. Hackschnitzel eignen sich aber auch für kleinere Anlagen (unter 100 kW Heizleistung), um beispielsweise einen landwirtschaftlichen Hof mit Wärme zu versorgen.

Pellets werden derzeit vorwiegend aus Säge- und Hobelspänen hergestellt. Die kleinen zylinderförmigen Presslinge mit hoher Energiedichte eignen sich hervorragend zur Nutzung in vollautomatischen Zentralheizungen. Komfort und Nutzerfreundlichkeit dieser Anlagen stehen konventionellen Ölheizungen nicht nach.

Alt- und Flurholz eignet sich nur selten zur energetischen Verwendung in Haus und Hof. Große Kraftwerke dagegen können auch diesen Teil des Energieholzes bei hohem Wirkungsgrad verwerten.

### Potenzial

Das berechnete jährliche Potenzial an Schwachholz aus dem Wald beläuft sich auf insgesamt 4,2 Mio. t atro. Bayernweit setzt sich dieses Potenzial zu je 40 Prozent aus den Baumartengruppen Fichte und Laubholz zusammen (regionale Unterschiede siehe Abbildung 54). Die Potenzialabschätzung berücksichtigt das Nutzungsverhalten im Kleinprivatwald mit einem erhöhten Brenn-



Abbildung 53: Holz als Energieträger – Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets.  
(Fotos: LWF)

holzanteil sowie den Aspekt einer möglichen Mehrausbeute bei der energetischen Verwendung. Bei der Potenzialbetrachtung spielt auch Industrieholz eine wichtige Rolle, da die stoffliche Nutzung in Konkurrenz mit der energetischen steht.

Das Potenzial der weiteren Energieholzsortimente beläuft sich auf etwa 4 Mio. t atro. Auch hier gibt es in Teilbereichen den Wettbewerb mit der stofflichen Verwendung. Das theoretische Gesamtpotenzial der für die Energieerzeugung geeigneten Holzsortimente beträgt somit insgesamt über 8 Mio. t atro.

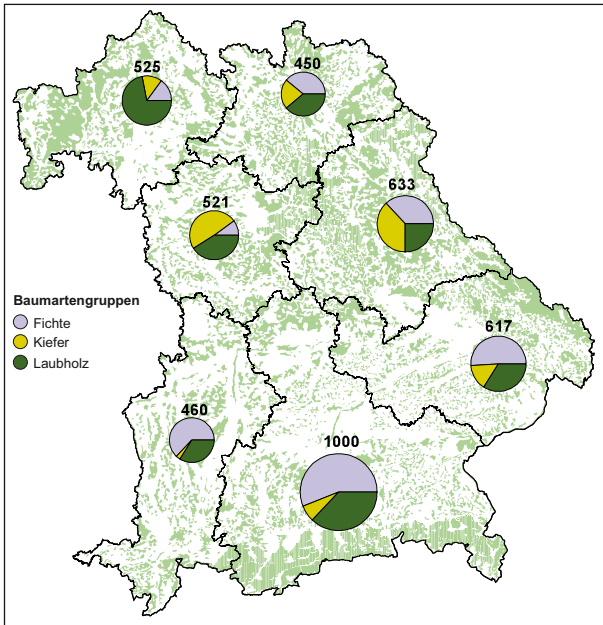


Abbildung 54: Jährliches Waldenergieholzpotenzial gegliedert nach Baumartengruppen und Regierungsbezirken in 1 000 t atro.

**Aufkommen (stoffliche und energetische Nutzung)**

Derzeit werden jährlich in Bayerns Wäldern etwa 1,3 Mio. t atro Scheitholz, 0,3 Mio. t atro Waldhackschnitzel sowie 0,8 Mio. t atro Industrieholz bereitgestellt – insgesamt 2,4 Mio. t atro/Jahr. Vor allem im Kleinprivatwald werden Anteile von bis zu etwa 40 Prozent des Einschlags als Brennholz aufgearbeitet (siehe auch Abbildung 44 in Kapitel 4.3).

Darüber hinaus fielen im Jahr 2005 2,4 Mio. t atro Sägenebenprodukte, Industrierestholz sowie Rinde und Kappabfälle an. Der aktuelle Neubau sowie Ausbau zusätzlicher Sägewerkskapazitäten wird die Menge der Sägenebenprodukte stark erhöhen. Dazu kommen noch 0,7 Mio. t atro Altholz sowie 0,15 Mio. t atro Flur- und Schwemmhholz. Das Gesamtaufkommen beträgt demnach insgesamt 5,65 Mio. t atro. Die genannten Holzsortimente werden stofflich und energetisch verwertet.

Vormals industriell verwertetes Laubholz wird nun als Scheitholz vermarktet, Nebenprodukte aus der Sägeindustrie werden heute oft zu Pellets gepresst und stehen damit der Holzwerkstoffindustrie nicht mehr zur Verfügung. Der Analyse der Stoffströme im Spannungsfeld von stofflicher und energetischer Verwertung kommt da-

her eine zentrale Bedeutung zu, insbesondere als Planungsinstrument für Waldbesitz und Holzindustrie.

**Verbrauch von Holzenergie in Bayern**

Von den 5,65 Mio. t Gesamtaufkommen wurden 2005 in Bayern etwa 3,7 Mio. t atro Holz energetisch genutzt. Der Rest wird stofflich verwertet oder exportiert. Dies entspricht einer Energiemenge von etwa 1,9 Mrd. l Heizöl. Abbildung 55 zeigt den Verbrauch.

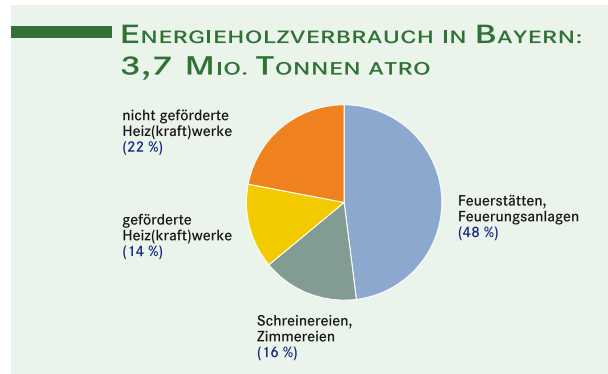


Abbildung 55: Energieholzverbrauch in Bayern.

Ende 2005 waren in Bayern ca. 250 geförderte Heiz(kraft)werke in Betrieb, die etwa 0,5 Mio. t atro Holz verbrannten. Mindestens ein Viertel der eingesetzten festen Biomasse muss während der Zweckbindungsfrist aus Wäldern und Energieholzplantagen stammen. Mit einem Anteil von etwa 60 Prozent Waldhackschnitzeln wird diese Vorgabe in der Praxis deutlich übertroffen.

**Fazit**

Die größten Reserven für einen weiteren Ausbau der stofflichen und energetischen Nutzung von Holz finden sich vor allem beim Waldholz. Wie erste Untersuchungen



Abbildung 56: Bereitstellung von Scheitholz mit einem Senkrechtpalmer. (Foto: LWF)

zeigen, könnte die Energieholzbereitstellung bei einer Mobilisierung der Nutzungsreserven annähernd verdoppelt werden, ohne die derzeitige Versorgung der stofflichen Holzverbraucher zu gefährden. Der Anbau von Energiewäldern könnte mittelfristig ein weiteres Nutzungspotenzial beinhalten.

## 4.6 Waldbesitz und forstliche Zusammenschlüsse

### Verteilung der Waldbesitzarten in Bayern

#### Flächenanteile

Mehr als die Hälfte des Waldes in Bayern bewirtschaften private Waldbesitzer. So erreicht der Privatwald einen Anteil von 58 Prozent an der Gesamtwaldfläche Bayerns. Rd. 30 Prozent entfallen auf den Staatswald, 10 Prozent auf den Körperschaftswald und ca. 2 Prozent auf den Bundeswald.

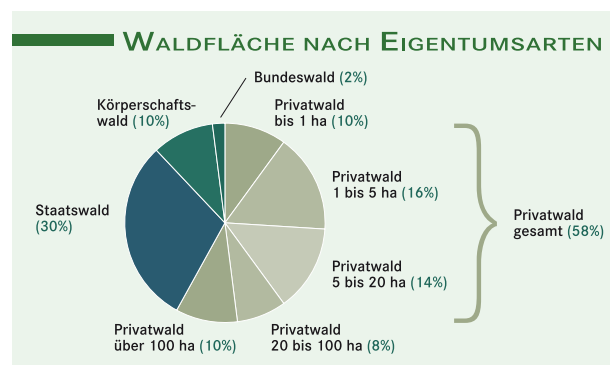


Abbildung 57: Anteile der Waldbesitzarten an der Gesamtwaldfläche Bayerns.

### Strukturen des Waldbesitzes

#### Privatwald

Angaben zu Waldflächen und Anzahl der Waldbesitzer unterscheiden sich auf Grund der Datengrundlagen bzw. Erhebungsgrenzen in Abhängigkeit von der Datenquelle. So werden rund zwei Drittel der Waldbesitzer in der agrarstatistischen Erhebung nicht als Betrieb erfasst, weil ihre land- und forstwirtschaftliche Fläche unterhalb der

Tabelle 5: Struktur im Privatwald

Größenklasse	Fläche in Prozent	Anzahl der Waldbesitzer in Prozent
< 1 ha	18	55
1 – 2 ha	10	17
2 – 5 ha	17	17
5 – 20 ha	25	10
20 – 100 ha	13	1
über 100 ha	17	(< 0,5)
Summe	100	100

gesetzlichen Erfassungsgrenze liegt. Mit ca. 700 000 Waldbesitzern ist das Eigentum am Wald breit gestreut, aber sehr kleinstrukturiert.

### Körperschaftswald

Tabelle 6: Struktur im Körperschaftswald

Größenklasse	Fläche ha	Anzahl Betriebe	Fläche Prozent	Anzahl der Betriebe in Prozent
0 – 5 ha	1 729	817	0,7	26,8
5 – 20 ha	9 408	869	3,6	28,5
20 – 50 ha	17 271	529	6,5	17,4
50 – 100 ha	20 732	292	7,8	9,6
100 – 1 000 ha	149 834	501	56,7	16,5
über 1 000 ha	65 433	36	24,7	1,2
Summe	264 408	3 044	100	100

### Staatswald

Der Staatswald umfasst insgesamt rd. 783 000 ha und wird seit dem 1.7.2005 (Stichtag der Forstreform) von insgesamt 41 Betrieben der Bayerischen Staatsforsten (Anstalt des öffentlichen Rechts) bewirtschaftet.

### Entwicklungen bei den Waldbesitzarten

In Bayern konzentrieren sich im „vorratsreichen“ Privatwald unter 20 ha etwa 70 Prozent der Privatwaldfläche oder ca. 950 000 ha bei einer durchschnittlichen Besitzgröße von knapp über 2 ha.

Gerade aber in der Besitzgrößenklasse unter 20 ha verändert der Agrarstrukturwandel zunehmend die traditionelle Vorstellung eines eigenständigen und umfassend befähigten Waldbesitzers, der eng mit einem landwirtschaftlichen Betrieb verbunden ist.

In Ostbayern waren 1977 noch 86 Prozent der Waldbesitzer zum bäuerlichen Umfeld zu zählen, im Jahr 2000 dagegen nur noch 64 Prozent. Schreibt man diese Tendenz auf das Jahr 2030 fort, wird sich der Anteil bäuerlicher Waldbesitzer in dieser Region auf 40 Prozent reduzieren. Ähnliche Entwicklungen können für ganz Bayern erwartet werden.

Urbane, nichtbäuerliche Eigentümer lösen das bisherige Bild eines eigenständig wirtschaftenden Waldbesitzers ab. Diese „neuen“ Besitzer brauchen ihren Wald immer weniger als Einnahmequelle oder Holzreserve.

**Tabelle 7: Einstellungen von Waldbesitzern in Bayern**

Wald ist für mich bedeutsam, weil	Landwirt	Nichtlandwirt
	%	
Reserve an Holz	80	52
laufender Eigenverbrauch	87	65
Geldertrag	23	7
Reserve an Geld	39	25
Inflation/Wertverlust	67	63
Erben Bleibendes hinterlassen	61	60
Natur- und Umweltschutz	78	78
Wald/Gesellschaft	63	75

(Quelle: Suda, Schaffner 2006)

**Betriebsergebnisse im Privat- und Körperschaftswald**

Zur Beurteilung der betriebswirtschaftlichen Situation im Privat- und Körperschaftswald werden die Daten des Testbetriebsnetzes Forstwirtschaft herangezogen. Dabei handelt es sich um eine freiwillige bundesweite Erhebung, an der Betriebe des Privat- und Körperschaftswaldes mit einer forstlichen Betriebsfläche ab 200 ha teilnehmen können. Der Staatsforst geht als Einzelbetrieb ebenfalls in die Erhebung ein.

Am Testbetriebsnetz 2005 beteiligten sich ca. 50 Betriebe in Bayern. Im Privatwald über 200 ha verbesserte sich die betriebswirtschaftliche Situation 2005, je ha Wald wurde durchschnittlich ein Reinertrag von 104 € (einschließlich Fördermittel) erwirtschaftet. Gleiches gilt für den Körperschaftswald über 200 ha, der ein ähnlich positives Betriebsergebnis wie in den beiden Vorjahren erzielen konnte.

**Tabelle 8: Ertrags- und Aufwandsentwicklung im Privat- und Körperschaftswald (€/ha) Ergebnisse des Testbetriebsnetzes Forstwirtschaft (Betriebsfläche > 200 ha)**

Merkmal	Jahr									
	1990	1995	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Privatwald</b>										
Holzertrag insgesamt	1.199	377	354	457	425	268	305	350	331	352
Sonstiger Ertrag	31	30	27	24	26	23	31	36	35	30
Betriebsertrag	1.230	406	381	481	451	291	336	386	366	282
Aufwand Betriebsarbeiten <sup>1)</sup>	503	222	197	214	234	172	168	192	224	197
Aufwand Verwaltung	141	131	127	119	109	110	124	125	94	95
Betriebsaufwand	643	353	324	333	343	282	292	317	318	292
Reinertrag (incl. Fördermittel)	696	86	74	156	129	29	62	91	75	104
<b>Körperschaftswald</b>										
Holzertrag insgesamt	768	304	314	341	297	228	342	342	334	319
Sonstiger Ertrag	63	41	38	34	37	35	31	47	69	59
Betriebsertrag	831	345	353	375	333	263	373	389	403	378
Aufwand Betriebsarbeiten <sup>1)</sup>	464	286	248	250	262	221	252	251	263	243
Aufwand Verwaltung	129	132	135	129	133	144	133	130	131	130
Betriebsaufwand	593	418	383	379	395	366	385	381	394	373
Reinertrag (incl. Fördermittel)	304	- 47	- 4	19	- 26	- 61	7	25	24	19

<sup>1)</sup> Technische Produktion – Holzernte, Holzrücken, Holzlagerung.

**Entwicklung der forstlichen Zusammenschlüsse**

In Bayern haben sich inzwischen etwa 128 000 Waldbesitzer auf freiwilliger Basis in Forstbetriebsgemeinschaften und Waldbesitzervereinigungen organisiert, um die Strukturnachteile des überwiegend kleinen Waldbesitzes auszugleichen. Den 151 forstlichen Zusammenschlüssen (ohne forstwirtschaftliche Vereinigungen) in Bayern (Stand 2005) sind 141 forstliche Berater der Bayerischen Forstverwaltung zur Seite gestellt.

Zu den wesentlichen Aufgaben und Dienstleistungen der forstlichen Zusammenschlüsse gehören traditionell überbetriebliche Holzvermarktung, Sammeleinkauf von Forstbetriebsmitteln oder auch überbetrieblicher Einsatz von Maschinen. Den Forstbetriebsgemeinschaften und Waldbesitzervereinigungen wurden im Jahr 2005 Zuschüsse zu den entstandenen Verwaltungskosten sowie für überbetriebliche Investitionen in Höhe von insgesamt 3,2 Mio. Euro gewährt.

Im Zuge der Forstreform 2005 wurden den Zusammenschlüssen noch weitere Aufgaben zugesprochen. So sollen die Selbsthilfeeinrichtungen in Zukunft die forstliche betriebsbezogene Beratung der Mitglieder übernehmen. Die verstärkte Übernahme der Waldpflege für die Mitglieder (Waldpflegeverträge) soll den sich veränderten Bedürfnissen der Waldbesitzerklientel Rechnung tragen.

Viele forstliche Zusammenschlüsse reagierten bereits auf dieses gestiegene Aufgabenprofil und stellten im Jahr 2005 zunehmend forstfachlich qualifiziertes Personal für die Geschäftsführung ein.

**Tabelle 9: Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse (FBG/WBV) in Bayern 2005**

Regierungsbezirk	Anzahl der Zusammenschlüsse	PW/KW-Waldfläche in Bayern <sup>1)</sup>	Mitgliedsfläche ha <sup>2)</sup>	PW/KW-Waldfläche %	PW/KW-Waldbesitzer in Bayern <sup>3)</sup>	Anzahl Mitglieder	PW/KW-Waldbesitzer %
Mittelfranken	16	181 200	137 000	76	75 400	17 000	23
Niederbayern	21	268 500	168 000	63	66 900	21 900	33
Oberbayern	24	353 300	252 400	71	125 600	29 100	23
Oberfranken	17	189 600	127 200	67	90 100	18 000	20
Oberpfalz	25	287 300	173 700	60	133 300	17 600	13
Schwaben	20	201 400	197 000	76 <sup>4)</sup>	81 500	21 000	26
Unterfranken	28	250 800	161 400	64	130 200	4 100	3
Bayern	151	1 732 100	1 216 700	70	703 100	128 700	18

<sup>1)</sup> Flächenangaben laut Bundeswaldinventur 2002.

<sup>2)</sup> Daten gemeldet von den Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen (Doppelmeldungen möglich).

<sup>3)</sup> Der Anteil der Waldbesitzer wurde auf der Basis des Waldflächenverzeichnisses mit ca. 700 000 Einträgen ermittelt.

<sup>4)</sup> Erhebung der Mitgliedsflächen bei den Forstlichen Zusammenschlüssen, Frühjahr 2005.

## 5 Wald und Gesellschaft

### 5.1 Klimawandel

#### Klimaveränderung und Forstwirtschaft

Die vermehrte anthropogene Freisetzung von Treibhausgasen verändert das globale Klima. Das betrifft den Wald und die Forstwirtschaft in mehrfacher Hinsicht. Zum einen speichern Wälder große Mengen Kohlenstoff und entziehen der Atmosphäre damit das wichtigste Treibhausgas Kohlendioxid. Wald und Forstwirtschaft tragen so zur Abschwächung („Mitigation“) des Klimawandels bei. Zum anderen ist der Wald anfällig für die prognostizierten Veränderungen des Klimas. Die vorhergesagte Häufung klimatischer Extremereignisse, insbesondere Stürme, Hitzeperioden und Trockenperioden, werden sich auf die Vitalität und die Leistungskraft des Waldes auswirken. Die Wirtschaftswälder müssen an den Klimawandel angepasst werden („Adaption“). In beiden Fällen ist die Forstwirtschaft gefordert, aktiv einzugreifen. Eine intelligente stoffliche und energetische Holznutzung trägt zudem wirksam zur Senkung der fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei.

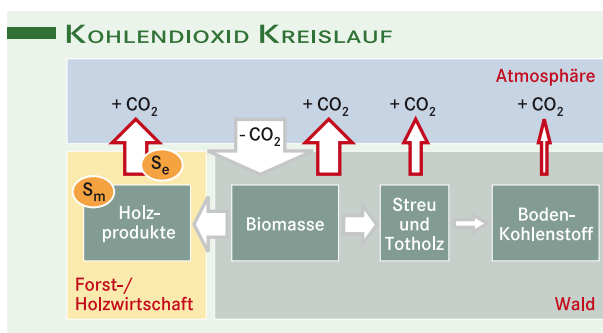


Abbildung 58: Kohlenstoff in Wald und Holz: Speicher (Rechtecke) und Flüsse (Pfeile); weiße Pfeile zeigen Bindung und Umverteilung von Kohlenstoff, rote Pfeile Verluste. Die Ellipsen bezeichnen Stellen, an denen Holz energieintensive Materialien (S<sub>m</sub>) oder Energie aus fossilen Brennstoffen (S<sub>e</sub>) ersetzen und damit Emissionen vermeiden kann.

(Quelle: nach BURSCHEL und WEBER 2001, SCHULZE 1999)

#### Klimaschutz durch Kohlenstoffspeicherung

Im Wald existieren drei große Speicher für Kohlenstoff: Die lebende Biomasse (Stämme, Äste, Zweige, Wurzeln), die tote Biomasse (Totholz, Streuschicht) sowie der im Mineralboden gebundene Kohlenstoff (Rechtecke in Abbildung 58). Die forstliche Nutzung schafft mit den Holzprodukten einen vierten Speicher. Nur die lebende Biomasse vermag über die Photosynthese Kohlendioxid aus der Luft zu binden. Die Größe der anderen drei Speicher hängt davon ab, wie viel Kohlenstoff sie aus der lebenden Biomasse erhalten (waagerechte Pfeile in Abbil-

dung 58) und wie schnell sie den Kohlenstoff bei der Zersetzung wieder verlieren (rote Pfeile in Abbildung 58).

Klimawirksam ist nicht die bloße Existenz der Kohlenstoffspeicher, sondern deren Veränderung. Der Atmosphäre wird nur dann zusätzliches Kohlendioxid entzogen, wenn sich die Speicher dauerhaft vergrößern (Kohlenstoffsenske). Mögliche Maßnahmen zur Vergrößerung der Speicher sind zum Beispiel Aufforstungen (Neuaufbau aller Waldspeicher), die Erhöhung der Umtriebszeit (Vergrößerung des Biomassenspeichers) oder die verstärkte Verwendung von Holzprodukten (Vergrößerung des Holzproduktespeichers).

Angesichts der Größenordnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in einem bevölkerungsreichen Industrieland wie Deutschland kann der Wald insgesamt aber nur einen begrenzten Beitrag zum Klimaschutz leisten. In der gesamten, lebenden Biomasse in Bayerns Wäldern sind ca. 290 Mio. Tonnen Kohlenstoff gespeichert. Zum Vergleich: Nur eine unwesentlich geringere Kohlenstoffmenge – 262 Mio. Tonnen – darf Deutschland im Rahmen des Kyotoprotokolls ab 2008 jedes Jahr freisetzen.

Der Beitrag des Waldes zum Klimaschutz ist auch auf Grund von Rückkoppelungseffekten mit der Klimaänderung begrenzt. Erhöhte Temperaturen können zwar die Aufnahme von Kohlendioxid bei der Photosynthese erhöhen, gleichzeitig aber auch den Abbau der Speicher verstärken, beispielsweise wegen der verstärkten Zersetzung von Streu oder Totholz. Die auf Grund des Klimawandels häufiger und heftiger auftretenden Wetterextreme werden schwere Störungen (z. B. Sturm, Trockenheit, Borkenkäfer, Schneebruch, Waldbrand) und damit ebenfalls Kohlenstoff-Freisetzung in den Wäldern auslösen. In der Bilanz kann das auch einmal zur Netto-Freisetzung von Kohlenstoff führen.

#### Klimaschutz durch intelligente Nutzung der Kohlenstoffquelle Holz

Das größte Ausbaupotential liegt in der intelligenten stofflichen und energetischen Nutzung von Holz zur Einsparung fossiler Energieträger (siehe auch Kapitel 4.5). Holz kann dabei einerseits energieaufwändigere Materialien (z. B. Beton, Stahl, Aluminium) ersetzen und andererseits als Dämmstoff den Heizwärmebedarf von Gebäuden drastisch reduzieren. Darüber hinaus bleibt der im Holz gebundene Kohlenstoff bei langlebigen Produkten oft über Jahrzehnte hinweg fixiert (Produktspeicher). Konsequente energetische Nutzung von Holzprodukten am Ende ihrer stofflichen Verwendung bzw. direkte Nutzung von Holz zur Energieerzeugung ersetzt fossile Brennstoffe klimaneutral. Die Atmosphäre wird entlastet.

Ein gutes Beispiel für die klimawirksame Nutzung von Holz ist die Wärmedämmung. Da die vielen unzureichend gedämmten Altbauten mit zu den größten Energieverbrauchern im Land gehören, vereint z. B. eine Außenwärmedämmung aus Holz (Weichfaserplatten, Zellulose) die genannten Funktionen jahrzehntelanger Produktspeicher, langjährige Einsparung von Heizenergie, Vermeidung energieaufwändigerer Dämmstoffe und nochmalige thermische Verwertung am Ende ihrer Lebenszeit.

### Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder

Trotz der internationalen Anstrengungen, die Emissionen von Treibhausgasen zu senken, ist die Klimaänderung nicht mehr aufzuhalten. Die Veränderungen zeigen sich bereits deutlich. Die Temperaturen sind fast überall auf der Erde angestiegen, Klimaextreme häufen sich. Weltweit lagen die sechs wärmsten Jahre seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in der Zeit zwischen 1998 und 2005.

Wie sich das Klima zukünftig weiterentwickelt, lässt sich schwer abschätzen. Globale Modelle prophezeien eine deutliche Erhöhung der Temperaturen und eine Verschiebung der Niederschlagsverteilung. Selbst eine erfolgreiche Senkung der Treibhausgasemissionen führt lediglich zu einem langsameren Anstieg der Konzentrationen und wird sich auf Grund der Trägheit des Klimasystems erst sehr viel später auswirken.

Um Aussagen über regionale Klimaänderungen zu treffen, werden globale Berechnungen bzw. Modellierungen angewendet, deren Anfangs- und Randbedingungen aus Computersimulationen stammen. Die Ergebnisse sind derzeit noch mit größeren Unsicherheiten behaftet. Aktuelle regionale Modellierungen lassen für Bayern mildere und feuchtere Winter sowie häufigere Hitze- und Trockenperioden und Starkregen im Sommer erwarten. Extremereignisse wie Stürme und Hochwasser werden vermehrt auftreten.

Die veränderten Umweltbedingungen werden den Wald nicht in seiner Existenz gefährden, sich aber auf die Baumartenzusammensetzung auswirken. Extremere Witterungsereignisse beeinträchtigen die Vitalität der Bäume und fördern den Befall mit Schädlingen (z. B. Borkenkäfer). Der flächig bedeutsamste Einfluss ist von Stürmen und Trockenperioden mit anschließendem Schädlingsbefall zu erwarten. Starke Niederschläge im Spätwinter führen häufig zu Schneebruch. Mildere Winter und immer früher einsetzende Vegetationszeiten erhöhen die Gefahr von Spätfrösten.

Von den Hauptbaumarten in Bayern reagieren vor allem außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets angebaute **Fichten** am empfindlichsten auf Wassermangel und Stürme. Schon unter heutigen Klimabedingungen ist das Betriebsrisiko für Fichtenbestände in einigen Ge-

genden hoch. Jede Klimaveränderung hin zu höheren Temperaturen und größerer Sturmhäufigkeit, verbunden mit Borkenkäferbefall, vergrößert das Risiko soweit, dass der weitere Anbau dieser Baumart auf vielen Standorten nicht mehr empfohlen werden kann bzw. nur in inniger, ggf. zeitlich begrenzter Mischung mit anderen Baumarten, die im Schadensfall die entstehenden Lücken ausfüllen. Die **Buche** hingegen zeigt auf Grund ihrer potentiell natürlichen Verbreitung, dass sie in der Lage ist, auf vielen Standorten auch unter den prognostizierten, veränderten Klimabedingungen weiterhin zu gedeihen. Lediglich an ihrer Trockengrenze auf strengen Tonböden in klimatrockener Lage verliert sie an Konkurrenzkraft gegenüber den besser angepassten **Eichen** und **Edellaub-bäumen**. Eine Alternative zur Fichte könnte auf geeigneten Standorten die vermehrte Beteiligung der heimischen **Tanne** oder auch die Beteiligung der aus Nordamerika stammenden **Douglasie** am Bestandesaufbau darstellen. Generell bietet der vom Waldgesetz für Bayern geforderte naturnahe Waldaufbau aus standortsheimischen und standortsgemäßen Baumarten die beste Anpassung an die auf Grund des Klimawandels veränderten Umweltbedingungen.

### Anpassung der Wälder an die Klimaveränderung

Die außergewöhnliche Geschwindigkeit der Klimaänderung lässt keine allmähliche, natürliche Anpassung der Waldgesellschaften über mehrere Baumgenerationen zu, sondern verlangt aktive, forstliche Maßnahmen, um Vitalität und Produktivität der Wälder nachhaltig zu erhalten. Die Wiederaufforstung von Kalamitätsflächen (z. B. nach Borkenkäferbefall) sowie die verstärkte Nutzung von Holz im Rahmen der bayerischen Cluster-Initiative Forst und Holz (siehe Kapitel 4.4) wirft auch die Frage auf, mit welchen Baumarten die Bestände zukunftssicher verjüngt werden sollen. Nach derzeitigem Stand ist eine sorgfältige, forstfachliche Analyse der heutigen Standortseigenschaften und ihrer denkbaren Veränderungen sowie der sich daraus ergebenden Auswirkungen auf die Baumarteneignung vorzunehmen. Das von der Forstwirtschaft in langer Tradition beherzigte „eiserne Gesetz des Örtlichen“ ist über die Gegenwart hinaus auch mit Blick auf die Zukunft anzuwenden.

Weitere Empfehlungen für forstliche Maßnahmen müssen in den nächsten Jahren entwickelt werden. Dazu gehören genauere Prognosen zur Klimaveränderung in Bayern sowie forstliche Forschungsprojekte zur Eignung der Baumarten unter dem zukünftigen Klima und zu forstlichen Anpassungs-, Pflege- und Schutzmaßnahmen. Die mittlerweile veralteten Aussagen der Standortskartierung zur Eignung der Baumarten und zu den Bestockungs- und Verjüngungszielen sind vor dem Hintergrund des Klimawandels rasch zu überarbeiten. Auch die einzelnen Waldbesitzer sollten sich intensiv mit Risiko-



analyse, -vorbeugung und -streuung in ihren Wäldern beschäftigen sowie auf betrieblicher und überbetrieblicher Ebene Strategien für den Schadensfall vorbereiten. Forstverwaltung und forstliche Zusammenschlüsse unterstützen die Waldbesitzer im Rahmen ihrer Beratungsaufgaben hier in besonderem Maße.

## 5.2 Bodenschutz

Aus dem Boden als wesentlichem forstlichen Standortsfaktor beziehen die Waldbäume ihre Standfestigkeit, erhalten sie lebensnotwendige Nährstoffe und Wasser. Als Filter schützen Waldböden Grundwasser und oberirdische Gewässer vor Schadstoffeinträgen. Die Filterwirkung hängt jedoch stark von den standörtlichen Gegebenheiten ab.

Böden sind zahlreichen Belastungen ausgesetzt und deshalb gefährdet. Ziel des Bodenschutzes ist es daher, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen sowie schädliche Bodenveränderungen abzuwehren. Nach dem Waldgesetz für Bayern ist jede Handlung, „durch welche die Produktionskraft des Waldbodens vernichtet oder wesentlich geschwächt oder durch welche der Waldboden beseitigt wird“, verboten. Bei der Waldbewirtschaftung ist der Waldboden pfleglich zu behandeln.

### Zweite Bodenzustandserhebung im Wald 2006 – 2008 (BZE 2)

Um den Zustand und die Gefährdungen der Waldböden in Deutschland zu erfassen und eine Grundlage für Bodenschutzmaßnahmen zu schaffen, wird von 2006 bis 2008 eine bundesweite Inventur durchgeführt. Ziel dieser zweiten Bodenzustandserhebung ist es, die Kenntnisse über die Waldböden zu vertiefen. Die Ergebnisse dieser Folgeinventur (die erste Inventur fand 1987 bis 1993 statt) fließen in ein internationales Beobachtungsprogramm ein.

Die Aufnahmen begannen im Mai 2006. Dabei werden in Bayern an 378 systematisch über das Land verteilten Stichprobenpunkten Bodenproben gewonnen und daraus die wichtigsten Bodeneigenschaften bestimmt. Ungefähr 2 000 Boden- und zusätzliche 500 Nadel- und Blattproben werden nach bundes- und EU-einheitlichen Methoden chemisch und physikalisch analysiert. Für die Durchführung in Bayern ist die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising verantwortlich. Bei der Bodenprobennahme wirken das Landesamt für Umwelt und die Ingenieure für den vorsorgenden Bodenschutz an den Wasserwirtschaftsämtern mit.

Die Bodenzustandserhebung dient sowohl den Waldbesitzern als auch dem Gemeinwohlinteresse an einem umfassenden Bodenschutz im Wald. Insbesondere sollen

wichtige Bodeneigenschaften und ihre Veränderungen bestimmt, das Verständnis ökosystemarer Zusammenhänge gestärkt und Risikoabschätzungen abgeleitet werden. Mit ersten Ergebnissen ist im Jahr 2008 zu rechnen.

Zu den im Folgenden genannten Themen werden von der BZE 2 neue Erkenntnisse erwartet.

**Bodenversauerung:** Säureeintrag führt zum Verlust basischer Nährelemente wie Calcium, Magnesium und Kalium mit dem Sickerwasser. Bei starkem und andauerndem Säureeintrag büßen Böden ihre Fähigkeit ein, weitere Senkungen des pH-Werts abzupuffern. In Bayern sind vor allem die ostbayerischen Mittelgebirge sowie Spessart und Rhön gefährdet.

**Stickstoffsättigung:** Eine aktuelle Studie des Nitratgehaltes ergab bei einem Drittel der Waldböden Bayerns Stickstoffsättigung. Diese Böden können den über die Atmosphäre eingetragenen Stickstoff nicht mehr zurückhalten und zeigen im Sickerwasser Nitratkonzentrationen von mehr als 10 mg/l. Es ist zu befürchten, dass bei gleichbleibender Stickstoffdeposition der Anteil gesättigter Böden weiter zunimmt. Damit steigt das Risiko für eine zunehmende Nitratbelastung des Grundwassers.

**Schadstoffbelastung (Schwermetalle, Organische Spurenstoffe):** Für zahlreiche Schadstoffe wie Schwermetalle und organische Spurenstoffe dienen Wälder als Filter. Die Stoffe werden hier zurückgehalten oder in Folgeprodukte umgewandelt. Diese Filterfunktion ist jedoch in bestimmten Fällen bedroht. Außerdem ist zu befürchten, dass die Stoffe die empfindlichen Bodenlebensgemeinschaften schädigen.

**Kohlenstoffspeicherung:** Im Humus der Waldböden sind beträchtliche Mengen Kohlenstoff gespeichert, die für den CO<sub>2</sub>-Kreislauf von Bedeutung sind. Im Zusammenhang mit der Minderung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre werden diese Vorräte bisher zu wenig berücksichtigt. Forstliches Wirtschaften muss darauf zielen, die Kohlenstoffbindung zu erhalten und nach Möglichkeit zu vergrößern.

**Wasserhaushalt und Klimaveränderung:** Bei einer zunehmenden Klimaerwärmung werden die Wälder häufiger unter Wassermangel und Trockenheitsschäden sowie ihren Folgen leiden. Die Belastung der Waldvegetation hängt dabei wesentlich von der Wasserspeicherkapazität der Böden ab. Entscheidend in diesem Zusammenhang ist die Frage, ob Waldböden auf Grund ihres Wasserspeichervermögens die Folgen von Dürreperioden abpuffern können.

**Produktionsgrundlage Waldböden:** Waldbesitzer und Öffentlichkeit haben ein elementares Interesse, den Waldboden als Existenzgrundlage zu erhalten. Wie kaum ein anderer Wirtschaftszweig hängt die Forstwirtschaft

von der Qualität des Standorts ab. Eine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit auf Grund von Umwelteinflüssen (Schadstoffeintrag) oder nicht sachgemäßer Bewirtschaftung (Befahrung) ist häufig irreversibel.

### Vorsorgender Bodenschutz in der Forstwirtschaft

Der oberste Grundsatz des Bodenschutzes lautet, die wertvolle Lebensgrundlage Boden in ihrem Bestand und ihren Funktionen für die sie tragenden Lebensgemeinschaften und die Umwelt zu bewahren. Dieses Ziel wird am besten mit Hilfe einer naturnahen Waldbewirtschaftung erreicht. Standortsgemäße und naturnahe Wälder, die sich bei angepassten Wildbeständen natürlich verjüngen können, schöpfen das Standortspotential auf eine nachhaltige Weise aus. Die Zielsetzungen des Bayerischen Waldgesetzes, die Wälder bedarfsgerecht und schonend zu erschließen, den Waldboden pfleglich zu behandeln, auf die Anwendung von Düngemitteln zum Zweck der Ertragssteigerung zu verzichten, den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel möglichst zu unterlassen und im Hochwald Kahlhiebe zu vermeiden, dienen unmittelbar dem Bodenschutz. Waldböden werden in Bayern nur in Ausnahmefällen nach vorausgehender einzelbestandsweiser Diagnose gekalkt, etwa auf nach langdauernder Streunutzung degradierten oder auf Grund starker Immissionen geschädigten, versauerten und zur Versauerung neigenden Standorten.

Bei der Entwicklung moderner Holzernteverfahren sind die Auswirkungen der Biomassenutzung auf den Nährstoffhaushalt zu berücksichtigen. Moderne Holzernte-technik hilft bei sachgemäßem Einsatz, Bodenschäden zu



Abbildung 59: Inventurnetz der BZE 2 2006 – 2008.  
(Grafik: LWF)



Abbildung 60: Untersuchungen des Waldbodens tragen zum vorsorgenden Bodenschutz bei.  
(Foto: Tobias Bosch)

verhindern. Alle bei der Holzernte unvermeidlichen Fahrbewegungen müssen streng auf Rückegassen oder -wege beschränkt bleiben, damit der Waldboden seine vielfältigen Funktionen nachhaltig und dauerhaft erfüllen kann. Nur so lässt sich die mechanisierte Forstwirtschaft mit den Zielen des Bodenschutzes in Einklang bringen.



Abbildung 61: Gesunde und leistungsfähige Böden sind die Voraussetzung für vitale und produktive Wälder.  
(Foto: Dr. Christian Kölling)

### 5.3 Hochwasserschutz

Weltweit war in den vergangenen Jahren eine Häufung an Hochwasserereignissen zu beobachten. Zwischen 1998 und 2004 wurden in Mitteleuropa mehr als 100 große Hochwasserereignisse registriert. Allein die versicherten Schäden lagen bei mehr als 25 Milliarden Euro. Auch Bayern war in den rückliegenden Jahren immer wieder stark betroffen (Pfungsten 1999, Sommer 2002 und 2005). Das August-Hochwasser 2005 verursachte einen Schaden von geschätzten 172 Mio. Euro in Bayern (Daten StMUGV). Auch im Jahr 2006 ließ im Februar Tauwetter nach ergiebigen Schneefällen die Pegel der Flüsse wieder gefährlich anschwellen. Wissenschaftliche Berechnungen zeigen auf, dass mit einer Änderung des Klimas zu rechnen sein wird. Damit einher gehen könnte ein ungünstiges zeitliches Zusammenfallen von Hochwasserabflüssen aus den Alpen, Voralpen und Mittelgebirgen sowie eine Zunahme niederschlagsreicher Extrem-Wetterlagen (BayForKLim 1999).

Mit dem von der Bayerischen Staatsregierung im Mai 2001 beschlossenen „Aktionsprogramm 2020 – Hochwasserschutz in Bayern“ wird nachhaltig Hochwasserschäden vorgebeugt. Das Programm setzt auf die drei Handlungsfelder vorbeugender Hochwasserschutz, technischer Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge. Dazu leistet der Wald einen wichtigen Beitrag durch Wasserrückhalt in der Fläche und Wasserspeicherung im Ökosystem. Außerdem speichert er klimawirksam Kohlendioxid im Rohstoff Holz (siehe auch Kapitel 5.1).

Das Ökosystem Wald nimmt Wasser in vielfacher Weise auf. Schon die Baumkronen fangen, zumindest zu Beginn des Niederschlagsereignisses, einen Teil des Niederschlags auf, der dort verdunstet. Der hohe Wasserverbrauch der Bäume selbst trägt in der Vegetationszeit dazu bei, die Wasseraufnahmefähigkeit der Böden zu erhöhen. Eine intensive und tief reichende Durchwurzelung schafft einen humus- und grobporösen Boden, der Wasser gut eindringen lässt. Die hohe Wasseraufnahme- und -speicherfähigkeit des Bodens sowie die Verlangsamung des Abflusses sind entscheidende Vorteile bewaldeter Einzugsgebiete für den Hochwasserrückhalt.

#### Der Bergwald schützt das Vorland vor Überschwemmungen

Großräumige Hochwasserereignisse entstehen im Regelfall in den Berggebieten der Mittelgebirge und Alpen. Wissenschaftliche Berechnungsversuche aus dem Alpenraum zeigen, dass Waldböden unter allen Landnutzungsarten in den Bergen die höchste Infiltrationsfähigkeit und damit bei Starkregen die geringsten Oberflächenabflüsse aufweisen. Dabei erreicht der intakte naturnah gemischte Bergwald gegenüber anderen Waldtypen die besten Wer-

te. Allerdings kann auch dieser Wald nicht unbegrenzt Wasser speichern. Bei lang anhaltenden Niederschlägen ist irgendwann auch hier das Speichervermögen der Waldböden erschöpft. Die erosionsmindernde Wirkung bewaldeter Standorte ist unbestritten.

#### Moore wirken wie Schwämme



Abbildung 62: Moorrenaturierung.  
(Foto: Ralf Strohwasser, Landratsamt Rosenheim)

Solange das Speichervermögen nicht ausgeschöpft ist, wirken Hochmoore wie ein Schwamm. Sie geben Niederschlagswasser nur sehr verzögert ab und dämpfen auf diese Weise Abflussspitzen. Messungen ergaben, dass ein Moor bis zu 90 Prozent des Niederschlags nach einem Starkregen aufnehmen kann. Im Alpenvorland erfüllen Hochmoore, entlang der ostbayerischen Mittelgebirge Niedermoore diese Aufgabe. In der Vergangenheit wurden viele Moore durch Entwässerung und Torfabbau, oftmals mit nachfolgender Aufforstung, tiefgreifend verändert und ihrer hochwasservorbereitenden Wirkung beraubt. Daher steht seit über zwanzig Jahren für die Moore im Staatswald nicht mehr Torfabbau oder forstliche Nutzung im Vordergrund, sondern deren Erhaltung oder Wiederherstellung.

#### Retentionsraum naturnaher Auwald

Im 19. und 20. Jahrhundert wurden viele Flüsse reguliert und eingedeicht. Weite Teile der nicht mehr überfluteten Auwälder wurden in der Folge gerodet oder mit nicht standortgerechten Baumarten bestockt. Um 1980 waren von ursprünglich ca. 300 000 ha Auwald nur noch 13 Prozent (rd. 40 000 ha) erhalten. Diese tiefgreifende Umgestaltung der naturnahen Auenlandschaft und der Verlust der Überflutungsflächen verschärfte die Hochwassergefahr deutlich. Die Wiedergewinnung dieser ehemaligen Überflutungsflächen stellt eine wirksame Maßnahme zur Minderung der Hochwasserspitzen dar. Der naturnaher Auwald verringert die Strömungsenergie ohne wesentliche Schäden zu erleiden und führt zur fließenden Re-

tion. Damit können Auwälder erheblich zur Dämpfung von Hochwasserspitzen beitragen. Der Erhalt und die Wiederbegründung von Auwald ist deshalb eine der wichtigsten forstlichen Maßnahmen für den vorbeugenden Hochwasserschutz.

**Wald – Schutz vor Hochwasser in Wassereinzugsgebieten des Flachlands**

Das Ergebnis einer Pilotstudie der LWF entlang eines kleineren Fließgewässers (Paar bei Geltendorf) zeigt, dass Wälder auch im Flachland einen Beitrag zum vorbeugenden Hochwasserschutz leisten können. Sie sind ein wichtiges Element des natürlichen Wasserrückhaltes in der Fläche.

**5.4 Schutzwaldsanierung**

Die Alpen und ihre Vorberge sind bayernweit das am stärksten touristisch geprägte Gebiet im ländlichen Raum. Verkehrsachsen von hoher europäischer Relevanz sowie wichtige infrastrukturelle Einrichtungen für Bevölkerung und Fremdenverkehr unterstreichen die herausragende Bedeutung des bayerischen Alpenraumes.

Die Einwohnerzahl pro km<sup>2</sup> in besiedelbaren Alpenräumen ist vergleichbar mit der Besiedelungsdichte des Ruhrgebietes. Heute leben hier viermal so viel Menschen wie noch vor 150 Jahren. Da nur begrenzt Flächen zur Verfügung stehen, wurden auch Gebiete zur Nutzung herangezogen, die im Bereich von Naturgefahren liegen.

Ohne Schutzwald ließen sich die Täler und unteren Hanglagen in den Bayerischen Alpen auf Grund von Lawinen, Steinschlag, Erosion und Hochwasser kaum besiedeln. Technischer Lawinenschutz durch die Lawinenverbauung kann in der Fläche den Schutzwald auch aus Kostengründen nicht ersetzen. Die herausragende Bedeutung des Schutzwaldes im Hochgebirge spiegelt sich in den Zahlen der Tabelle 10 wider: rund 20 Prozent der Waldflächen im bayerischen Hochgebirge schützen Siedlungen und Verkehrswege vor Lawinen.

**Tabelle 10: Schutzfunktion der Wälder im Hochgebirge**

Funktion	Bodenschutz	Lawinenschutz	Wasserschutz
Anteil in Prozent	40	20	46

*Auf der gleichen Waldfläche können mehrere Funktionen liegen.*

Nur der intakte standortsgemäße Schutzwald (Abbildung 63) kann seinen Aufgaben gerecht werden. Schutzfähige Bestände sind vielschichtig und ungleichaltrig.

Von der einjährigen Pflanze bis hin zum Methusalem sind alle Altersstadien vertreten. Eine dauerhafte Waldbestockung ist in Schutzwaldlagen wesentlich.



*Abbildung 63: Intakter Schutzwald am Taubenberg. (Foto: Dietrich Zerneck)*

Leider ist dieses Idealbild eines Schutzwaldes nicht immer vorzufinden. Neun Prozent der rund 150 000 ha Schutzwald können derzeit ihre wichtigen Funktionen nur noch bedingt erfüllen (Abbildung 64). Sie sind verlichtet auf Grund von Windwürfen, Borkenkäferfraß und Überalterung. Verjüngung fehlt wegen hohen Verbissdrucks durch Schalenwild oder Waldweide. Die Flächen vergrasen, die Lawinengefahr steigt.



*Abbildung 64: Sanierungsbedürftiger Schutzwald am Fahrenberg. (Foto: Dietrich Zerneck)*

Die Bedeutung der Schutzwälder für den Menschen war deshalb noch nie so hoch wie heute. In Bayern dient seit 1986 das Schutzwaldsanierungsprogramm dazu, die Funktionsfähigkeit nicht mehr intakter Schutzwälder wiederherzustellen. Es ist Aufgabe der Bayerischen Forstverwaltung, die bei technischen Schutzmaßnahmen durch die Wasserwirtschaftsverwaltung unterstützt wird. Die Aufwendungen trägt der Freistaat Bayern. Zu den wichtigsten Sanierungsmaßnahmen zählen Pflanzungen

sowie temporäre Verbauungen, die die heranwachsenden Bäume vor Lawinabgängen und Gleitbewegungen der Schneedecke schützen (Abbildung 65). Seit Beginn des Schutzwaldsanierungsprogrammes wurden rd. 60 Mio. Euro in die Sanierung unserer Schutzwälder investiert. Im Jahr 2006<sup>1</sup> werden es voraussichtlich 2,6 Mio. Euro sein.



Abbildung 65: Temporäre Verbauungen mit Dreibeinböcken schützen die Aufforstungen. (Foto: Dietrich Zerneck)

In den letzten sechs Jahren wurden 1,9 Mio. Pflanzen zwölf verschiedener Baumarten ausgebracht. (Abbildung 66). Dabei werden alle Waldbäume verwendet, die von Natur aus im Schutzwald des Hochgebirges vorkommen. Mit über acht Prozent liegt ein wichtiger Schwerpunkt bei der für die Schutzfunktionen des Bergwaldes besonders wichtigen Tanne.

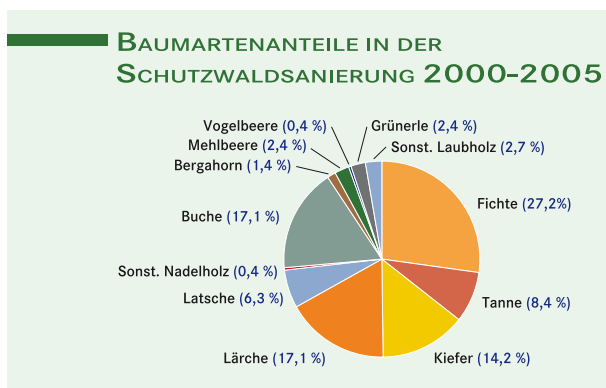


Abbildung 66: Anteile der im Zuge der Schutzwaldsanierung 2000 bis 2005 ausgebrachten Pflanzen.

Trotz dieser enormen Anstrengungen nahm die Schutzwaldsanierungsfläche in den letzten 20 Jahren zu (Tabelle 11). Dies ist auf größere Windwurfereignisse und starke Borkenkäferschäden der letzten Jahre zurückzuführen.

<sup>1</sup> Bemerkung: Genaue Zahlen für 2006 liegen erst nach Jahresschluss vor.

**Tabelle 11: Entwicklung von Anzahl und Größen der Schutzwaldsanierungsflächen**

Jahr	Anzahl (N)	Fläche in ha
1987	962	8 887
1996	1 214	12 325
2005	1 086	13 268

Die Zahlen belegen die Bedeutung der Schutzwaldsanierung als Daueraufgabe, die viel Geduld verlangt und kontinuierlich finanziert werden muss.

Um die künftige Entstehung von Sanierungsflächen zu verhindern, kommt der vorbeugenden Schutzwaldpflege, der strikten Beachtung des Grundsatzes Wald vor Wild sowie der Fortführung der Trennung von Wald und Weide weiterhin eine hohe Bedeutung zu.

### 5.5 Trinkwasser

Knapp 95 Prozent unseres Trinkwassers stammen aus Grund- und Quellwasser. Circa 10 000 Brunnen und Quellen in Bayern spenden jährlich mehr als 900 Mio. Kubikmeter Wasser. Annähernd zwei Drittel der Wasserschutzgebietsflächen Bayerns liegen im Wald, insgesamt 140 000 Hektar. Dies zeigt die besondere Bedeutung des Waldes für sauberes Trinkwasser. Nicht zuletzt auf Grund der Reinigungswirkung des Waldes werden zwei Drittel des Trinkwassers völlig naturbelassen und ohne Aufbereitung direkt von den Brunnen oder Quellen dem Verbraucher zur Verfügung gestellt. Insofern leistet der Wald einen wichtigen Beitrag zur Daseinsvorsorge für jeden einzelnen Bürger.

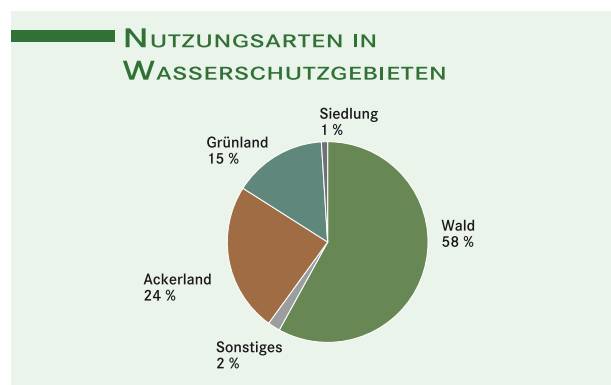


Abbildung 67: Nutzungsarten in der engeren Schutzzone (Zone II) von Wasserschutzgebieten.

Gründe für die hohe Qualität waldbürtigen Grundwassers liegen einerseits in der (begrenzten) Speicherwirkung der Böden und andererseits im fast völligen Fehlen von Stoffeinträgen (z. B. Düngemittel, Pflanzenschutzmittel) im Rahmen der Bewirtschaftung.

Beim Weg durch die verschiedenen Schichten des Waldbodens wird das Wasser gereinigt. Die ausgefilterten Stoffe reichern sich meist nur vorübergehend im Ökosystem an. Abgelagerte Stickstoffverbindungen beispielsweise benötigen die Bäume für ihr Wachstum und entziehen sie dem Boden wieder. Eine geregelte naturnahe Waldbewirtschaftung ist daher für den Erhalt sauberen Trinkwassers von Vorteil.

Hohe und stetige Stickstoffeinträge aus der Atmosphäre führen aber stellenweise zu einem Überangebot, das das Waldökosystem nicht mehr verwerten kann. Dieser als Stickstoffsättigung bezeichnete Prozess zieht im ungünstigsten Fall die Auswaschung des Stickstoffs mit dem Sickerwasser nach sich. Auf diese Weise gelangt der Stickstoff schließlich als Nitrat ins Grundwasser (Kapitel 3.2).

An fast der Hälfte der 22 Waldklimastationen werden für Stickstoff erhöhte Austräge unter dem Wurzelraum gemessen (Abbildung 68). Insbesondere unter den Fichtenbeständen sind höhere Werte und auch stärkere Konzentrationsschwankungen zu beobachten. Bei Eichen- und Buchenbestockung zeigt je eine Station regelmäßig hohe Werte. Dabei handelt es sich um die hochgelegene, niederschlags- und sickerwasserreiche Buchenstation Bad Brückenau sowie die isarnahe, zum Teil grundwasserbeeinflusste Eichenstation bei Landau.

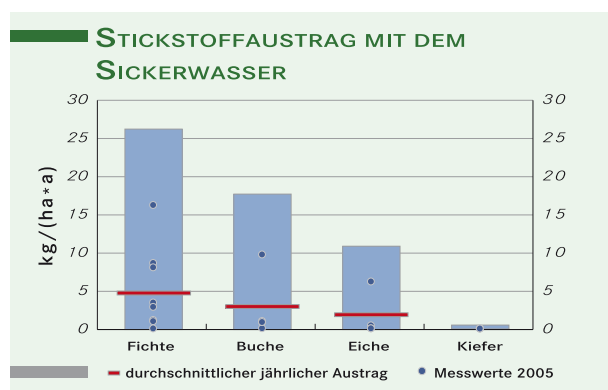


Abbildung 68: Stickstoffauswaschungen (Kilogramm je Hektar) unter dem Wurzelraum an den Waldklimastationen; die Säulen geben für die Baumarten die Spannweite aller bisher gemessenen, jährlichen Auswaschungen wieder. Der rote Streifen ist der durchschnittliche jährliche Austrag. Punkte zeigen die Messwerte von 2005 an.

Die Unterschiede zwischen den Baumarten ergeben sich primär aus der Filterwirkung der Baumkronen. Wie ein Kamm filtern Nadeln und Zweige der Fichten Tröpfchen, Aerosole und andere Bestandteile aus der Luft. Bei Laubbäumen, die im Winter ihr Laub verlieren, ist dieser Effekt schon aus diesem Grund geringer. Die günstige Situation bei den vier Kiefernstationen ist auch mit der forstlichen Geschichte zu erklären. Intensive Streunutzung

entzog diesen Beständen große Stickstoffmengen, so dass sie die atmosphärischen Stickstoffeinträge heute noch vollständig verwerten können.

Im Einzelfall kann man sich die Eigenschaften der Baumarten zunutze machen. Bei stark belasteten Trinkwassereinzugsgebieten mit Fichtenbestockung mildert der Umbau auf Laubholz das Ausmaß der Stickstoffsättigung.

## 5.6 Waldpädagogik

Wir Menschen leben heute in einer von Technik geprägten Welt, oftmals ohne direkten Kontakt mit der Natur. Das Interesse und das Verständnis für natürliche Zusammenhänge und Abläufe geht deshalb häufig verloren. Am deutlichsten ist das bei den Kindern zu merken. Obwohl ein Drittel unseres Landes von Wald bedeckt ist, waren manche Stadtkinder noch nie im Wald. Sie leben oft in einer virtuellen Welt, die über die Bildschirme der Computer und Fernseher flimmert.

Wenn Drittklässler Kühe für lila halten oder neben 16 Automarken nur zwei Baumarten kennen, erscheint das manch einem nur als Spitze des Eisberges. Viele Pädagogen, Erzieher und Eltern bringen Bildungsdefizite bei Kindern oder Orientierungslosigkeit bei Jugendlichen mit dem Mangel an festen Wurzeln und unverrückbaren Werten in Verbindung. Denn nur wer weiß, wo er herkommt und wo er steht, kann auch wissen, wo es hingehen soll. Vor diesem gesellschaftlichen und bildungspolitischen Hintergrund orientiert sich Umweltbildung mehr und mehr an den Zielen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Die gleichnamige UN-Dekade (2005 bis 2014) verlangt auch der Umweltbildung ab, dass Bildungsziele neben ökonomischen und ökologischen Aspekten auch soziale, kulturelle und weltweite Zusammenhänge einbeziehen. Dies erfordert eine Vernetzung der jeweiligen Akteure.

In diesem Gefüge nimmt die Waldpädagogik in Bayern eine nicht mehr wegzudenkende Rolle ein. Sie leistet unter dem Dach einer Bildung für nachhaltige Entwicklung bereits unverzichtbare Beiträge. Waldpädagogik setzt bei bestehenden Bildungsdefiziten an. Forstliche Bildungsangebote ermöglichen es, Zusammenhänge zu erleben und bieten viele Ansätze für anwendungsorientiertes und modellhaftes Lernen. Mit Hilfe längerfristiger Projekte, Gruppenarbeit oder praktischer Arbeiten im Wald werden Teamfähigkeit und Kommunikation gefördert. Der Wald ist nicht nur Lernort, sondern Ort der Stille, des Austobens, der Bewegung, der körperlichen Aktivität oder des selbstentdeckenden Lernens. Er bietet so Freiräume, in denen auch soziale und emotionale Kompetenzen wachsen können. Waldpädagogik setzt sich außer-

dem mit der nachhaltige Ernte von Holz und mit den Öko- oder Energiebilanzen dieses nachwachsenden Rohstoffes auseinander und sie vermittelt auch die Motive und Interessen der wirtschaftenden Waldbesitzer. Wer als Kind lernt, was ein zukunftsfähiger Wald ist, setzt sich als Erwachsener eher dafür ein, dass der Wald seine vielfältigen Funktionen auch weiterhin erfüllt.

**Die waldpädagogischen Angebote der Bayerischen Forstverwaltung**

„Die Waldführung mit dem Förster ist authentisch.“ Forstliches Fachpersonal kann waldbezogene Umweltbildung fachgerecht und praxisbezogen vermitteln. Das waldpädagogische Angebot der Bayerischen Forstverwaltung basiert deshalb auf drei Säulen:

- Flächendeckendes Angebot vor allem für Grundschulen mit den Revierleitern des jeweiligen Amtes für Landwirtschaft und Forsten vor Ort;
- waldpädagogische Schwerpunkteinrichtungen in Ballungsräumen;
- regionale Großveranstaltungen wie Waldjugendspiele, Tagungen, Aktionstage oder Waldtage.

Für das Jahr 2005 wurden auf Grund der Reform in der Forstverwaltung keine statistischen Daten zu waldpädagogischen Aktivitäten erhoben. Aus den Daten der Vorjahre, korrigiert mit Rückmeldungen aus dem Jahr 2005, ergeben sich folgende Schätzgrößen:

**Tabelle 12: Waldpädagogische Aktivitäten**

Zahl der Veranstaltungen	Teilnehmer gesamt	davon Kinder
ca. 6 500	ca. 175 000	ca. 124 000

**Erstes bayerisches Waldprojekt erhält UNESCO Auszeichnung**

Die Kulturorganisation der Vereinten Nationen UNESCO hat das Roggenburger Waldprojekt „Was Bäume über das Leben der Menschen erzählen“ ausgezeichnet. Die UNESCO würdigte damit erstmals in Bayern ein Bildungsangebot mit Bezug zu Wald und Forstwirtschaft als offiziellen Beitrag für die von 2005 bis 2014 währende Weltdekade „Bildung zur nachhaltigen Entwicklung“. Die Dekade wurde 2002 von der Vollversammlung der Vereinten Nationen auf Empfehlung des Weltgipfels für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg ausgerufen. Das Roggenburger Waldprojekt zeigt vorbildhaft, wie der Gedanke der nachhaltigen Entwicklung umgesetzt und verdeutlicht werden kann. Die drei Partner – das Zentrum für Familie, Umwelt und Kultur beim Kloster Roggenburg (Landkreis Neu-Ulm), das Walderlebniszentrum Roggenburg sowie die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft – wollen mit ihrem Projekt

Schüler-, Jugendlichen- und Erwachsenengruppen vermitteln, wie Wälder auf Umwelteinflüsse reagieren. Die Teilnehmer dürfen in einer Waldklimastation des Walderlebniszentrums im Roggenburger Forst selbst Hand anlegen. So entnehmen sie Wasserproben und messen, wie sich das Wasser auf dem Weg vom Regentropfen in der Baumkrone bis zur Wurzel verändert. Oder sie lernen, wie man den Zustand der Baumkronen einschätzt und die Gesundheit eines Baumes beurteilt.



Abbildung 69: Waldforschung und Waldpädagogik – Kinder forschen beim Projekt „Was Bäume über das Leben der Menschen erzählen“.  
(Foto: Silke Hackenberg)

**Waldpädagogische Schwerpunkteinrichtungen**

Am 10. Juni 1976 wurde am Erlanger Stadtrand das Waldmuseum Tennenlohe eröffnet. Mit einer Ausstellung forstlicher Maschinen und Geräte sollte der städtischen Bevölkerung damals gezeigt werden, wie beschwerlich und gefährlich Waldarbeit ist. Heute – 30 Jahre später – besitzt das Walderlebniszentrum Tennenlohe eine ganz andere Ausprägung: Erlebnis- und zielgruppenorientierte Waldpädagogik im Sinne einer Bildung für nachhaltige



Abbildung 70: Im Walderlebniszentrum Tennenlohe können sich die Kinder auch mal austoben.  
(Foto: Heinrich Förster)

Entwicklung. Sechs weitere Walderlebniszentren und ein Jugendwaldheim ergänzen diesen Beitrag der Forstverwaltung zur Umweltbildung in Bayern. Drei Walderlebniszentren sind derzeit im Aufbau und werden voraussichtlich 2007 eröffnet.

### Waldjugendspiele

Zum 37. Mal fanden 2006 in Ostbayern die Waldjugendspiele statt. Jährlich nehmen weit mehr als 10 000 Schüler aus über 500 Schulklassen teil. Vorarbeiten wie die Entwicklung von Spielideen, die Ausschreibung der Veranstaltung sowie Einkauf von Preisen und Material sind Aufgaben des kleinen, am Amt für Landwirtschaft und Forsten Regensburg angesiedelten Organisationsteams. Für die örtliche Durchführung ist das jeweilige Amt für Landwirtschaft und Forsten zuständig. In diesem Jahr fanden die Spiele in 12 Landkreisen statt. Die teilnehmenden Schulklassen begeben sich dabei gemeinsam mit „ihrem Förster“ oder „ihrer Försterin“ – dem Forstpaten – auf den zentral gelegenen und gut präparierten Rundparcours. Neben den steten Informationen des Paten zu Wald und Forstwirtschaft warten hier zahlreiche Spiel- und Quizstationen auf die Kinder. Die erfolgreichsten Klassen wurden nach Abschluss der Waldjugendspiele zu einer kleinen Siegesfeier eingeladen.

### Hand in Hand – für den Wald: Die Woche des Waldes 2006

Neben den beschriebenen Säulen der Waldpädagogik stellen die Aktionen der Woche des Waldes jedes Jahr gezielt ein Thema in den Vordergrund. Im Jahr 2006 fand die 13. Woche des Waldes statt. Nach Umsetzung der Verwaltungsreform sollten die Aufgaben der Bayerischen Forstverwaltung und ihre Zusammenarbeit mit Waldbesitzern, dem Unternehmen Bayerische Staatsforsten, Verbänden, Institutionen und Umweltbildungseinrichtungen unter dem Motto „Hand in Hand – für den Wald“ dem Bürger verständlich gemacht werden.



Abbildung 71: Staatsminister Josef Miller eröffnet die Woche des Waldes 2006 am Walderlebniszentrum Grünwald. (Foto: Dirk Schmechel)

## 5.7 Erholung im Wald

Der Wald ist, vor allem in den Ballungsräumen, ein unersetzlicher Erholungsraum. Die meisten Menschen arbeiten heute in geschlossenen Räumen, klagen über Lärm- und Stressbelastung und werden mit technischen Reizen überflutet. Gleichzeitig haben sie zu wenig Bewegung, frische Luft und Sonnenlicht. Viele leiden an Erkrankungen von Herz, Kreislauf und Atemwegen. Regelmäßige körperliche Aktivitäten im Wald können dem entgegenwirken. Hier fördern die Reinheit der Waldluft, das besondere Waldinnenklima, die natürliche Stille und der beruhigende grüne Halbschatten das Wohlbefinden von Körper und Geist.

In den vergangenen Jahren ist eine deutlich zunehmende Nutzung der Wälder mit immer vielfältigeren Aktivitäten zu beobachten. Die Erholungsbedürfnisse der Bevölkerung unterliegen ebenso wie andere Ansprüche an den Wald einem steten Wandel und hängen auch stark ab vom jeweiligen Einzugsgebiet. Der Schwerpunkt liegt beim Wandern, Joggen und Radfahren sowie gebietsweise beim Reiten. Neue Sportarten, auch als „Trend- und Fun-sportarten“ bezeichnet, werden überwiegend in den Wäldern des Alpenraums ausgeübt und stellen neue Herausforderungen an die Lenkung dieser Besucherströme dar. Konflikte zwischen Erholungssuchenden, die vor allem auf sportliche Aktivitäten fixiert sind, und anderen Erholungssuchenden sowie Waldbesitzern oder Interessensvertretern des Naturschutzes können so vermieden werden. Ein zunehmendes Problem für die Waldbesitzer zeigt sich hier auf Grund der Mehrbelastungen beim Unterhalt der Wege und bei der Verkehrssicherung (z. B. Absperrungen bei Hiebsmaßnahmen, Beseitigung von Sturmwürfen oder Schneebruch).

Im bayerischen Staatswald existieren seit langem viele Erholungseinrichtungen, z. B. rund 9 000 km ausgewiesene Wanderwege, 1 400 km ausgewiesene Radwege, 400 km markierte Reitwege und über 1 000 Waldparkplätze. Weiterhin stehen den Erholungssuchenden eine hohe Anzahl an Wald- und Naturlehrpfaden, Rodelbahnen, Zeltplätzen, Aussichtspunkten, Ruhebänken und anderen Anlagen zur Verfügung. Wesentliche Erholungsfaktoren sind vor allem der naturnah bewirtschaftete Wald selbst und die Forstwege. Möglichst naturnah gestaltete bauliche Anlagen ergänzen gezielt und bedarfsorientiert das Erholungsangebot im Wald.

Auf Grund der Reform der Bayerischen Staatsforstverwaltung wird seit 1.7.2005 der Staatswald von der „Bayerische Staatsforsten“, einer Anstalt des öffentlichen Rechts, verwaltet.

Diese hat nach dem Waldgesetz für Bayern im Rahmen der Vorbildlichkeit auch die Aufgabe, die Erholungsfunktion des Waldes zu sichern und zu verbessern. Für darü-



ber hinausgehende besondere Gemeinwohlleistungen im Staatswald stellt der Freistaat Bayern im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel Zuwendungen bereit. Diese betragen 2005 für den Bau und Unterhalt besonders ausgewiesener Wander-, Rad- und Reitwege sowie von Waldparkplätzen und speziellen Erholungseinrichtungen rd. 1,2 Mio. Euro.

Die Zuwendungen der Forstverwaltung steigern die Attraktivität des ländlichen Raums und leisten so einen wichtigen Beitrag für dessen Wirtschaftskraft und Zukunft.

### 5.8 Jagd

Der Wald in Bayern besitzt einen hohen Wert als Lebensraum. Deshalb spielt die Jagd im Wald in der überwiegenden Zahl der Reviere eine wichtige Rolle. Die Jagdgesetzgebung ist generell geprägt von den drei wesentlichen Aspekten **Nutzung, Schutz und Interessensausgleich**. Diese werden im Folgenden aus dem Blickwinkel des Waldes beleuchtet.

#### Nutzung

Das Jagdrecht ist nach § 1 des Bundesjagdgesetzes die ausschließliche Befugnis, auf einem bestimmten Gebiet wild lebende Tiere zu hegen, auf sie die Jagd auszuüben und sie sich anzueignen. Diese Nutzung findet in Deutschland auf Basis des Reviersystems von Eigenjagdrevieren und Gemeinschaftsjagdrevieren statt.

Am Beispiel der Rehwildstrecke, die sich seit Jahren etwa auf dem doppelten Niveau von 1940 bewegt, ist die nachhaltige Nutzbarkeit in dieser Größenordnung zu belegen.

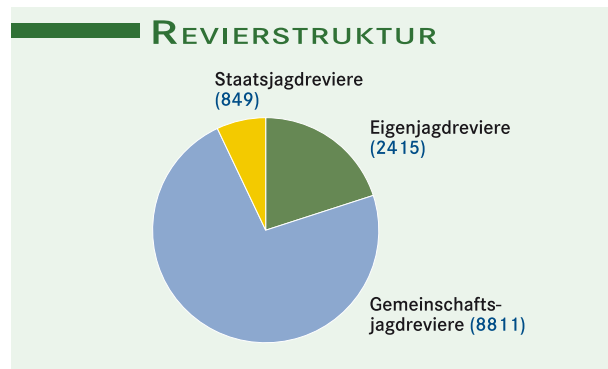


Abbildung 73: Revierverteilung in Bayern.

Insbesondere die Nutzung des Schalenwildes steht jedoch auch in enger Wechselwirkung mit der nachhaltigen Nutzung der Wälder. Die Jagdausübung hat dabei den Grundsatz „Wald vor Wild“ zu berücksichtigen.

#### Schutz



Abbildung 74: Wildkatze (Foto: Dr. Annette Menzel)

Das Jagdrecht hat neben der Nutzung den Erhalt **aller** Wildarten zum Ziel.

Nicht alle Tiere, die dem Jagdrecht unterliegen, werden daher auch bejagt. Seltene, stark an den Wald gebundene Tierarten wie der Luchs, die Wildkatze und das Auerhuhn, sind ganzjährig geschont.

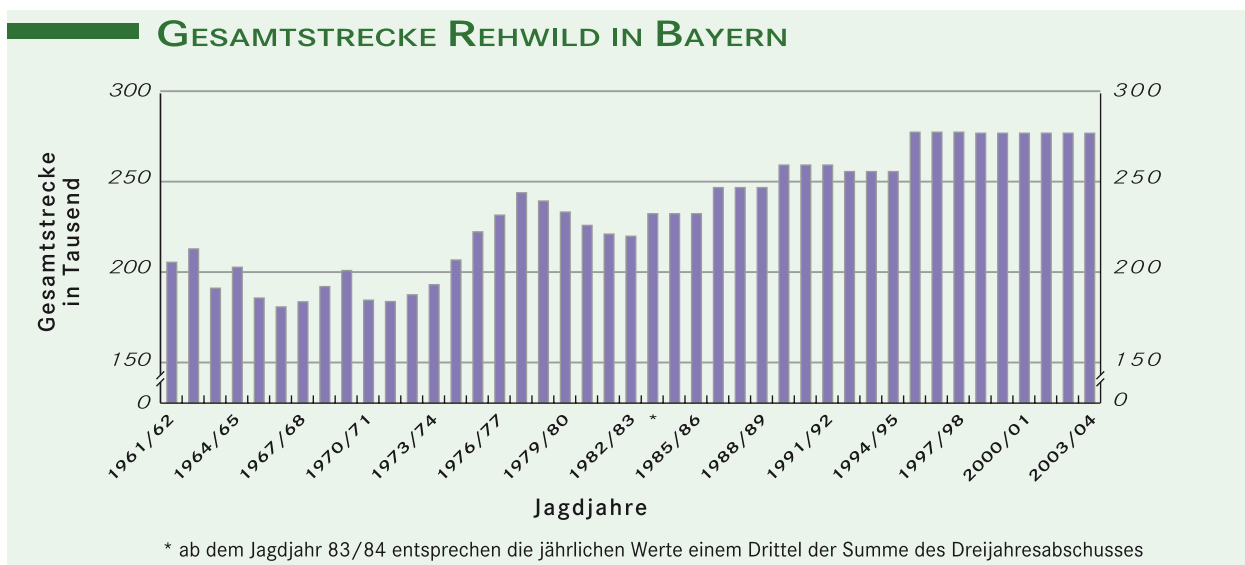


Abbildung 72: Rehwildstrecke von 1961 – 2004.

### Interessenausgleich

Verschiedene Wildarten können Schäden an der Waldverjüngung z. B. durch Verbiss oder Verfegen verursachen. Die Jagdausübung soll die natürliche Verjüngung der standortgemäßen Baumarten im Wesentlichen ohne Schutzmaßnahmen ermöglichen. Hat ein Waldbesitzer dennoch Wildschäden zu verzeichnen, ist das Verfahren zur Entschädigung ebenfalls im Jagdrecht festgelegt.

Die Verjüngung gesunder und stabiler Wälder dient dem Allgemeinwohl. Das Forstliche Gutachten zur Situation der Waldverjüngung dient als Monitoringverfahren und liefert die objektive Grundlage zur Beurteilung der Verjüngungssituation. Zudem ist es nach Art. 32 des Bayerischen Jagdgesetzes als wesentliche Entscheidungsgrundlage bei der Abschussplanung für Schalenwild vorrangig zu berücksichtigen. (Kapitel 3.6)



Abbildung 75: Vegetationsaufnahme  
(Foto: Dr. Annette Menzel)

## 5.9 Rodungen und Erstaufforstungen

### Erstaufforstungen

Die Erstaufforstungsfläche war im Jahr 2005 mit 414 ha etwas höher als im Vorjahr (330 ha). Berücksichtigt man die unterschiedliche Größe der Regionen, so sind größere regionale Unterschiede nicht zu erkennen. Zu Beginn der neunziger Jahre brachte die Reform der Aufforstungsförderung Erstaufforstungen von mehr als 2 000 ha pro Jahr. Ab 1995 nahm die jährliche Erstaufforstungsfläche bis 2004 dann aber wieder kontinuierlich ab. In diesen Jahren bewegten sich die Erstaufforstungen in Bayern in einer Größenordnung von rund 1 500 bis 300 ha pro Jahr. Erstmals 2003 war wieder eine leichte Zunahme der Erstaufforstungen festzustellen, die im Jahr 2005 bestätigt wurde.

### Rodungen

Die Rodungsfläche blieb im Jahr 2005 mit 191 ha in etwa auf dem Niveau des Vorjahres (200 ha). Sie lag jedoch höher als im Jahr 2003 (130 ha), das den niedrigsten Wert seit Beginn der Datenerhebung im Jahr 1977 aufwies. Ein Drittel (63,0 ha) der 191 ha wurde für Infrastrukturmaßnahmen, gut ein Viertel (49,7 ha) für die Landwirtschaft gerodet, für Sport- und Freizeitanlagen etwa 12 Prozent (22,5 ha) sowie für Bau und Industrie etwa 7 Prozent (14,3 ha). Die Rodungstätigkeit erreichte im Jahr 1977 mit mehr als 1 000 ha Rodungsfläche einen Höchststand und nahm in den folgenden Jahren deutlich ab. Seit Anfang der achtziger Jahre bleiben die jährlichen Rodungsflächen zwischen 200 und 400 ha konstant. 2003 wurde mit 130 ha der bisher niedrigste Wert erreicht. Im Jahr 2005 liegt dieser Wert bei 191 ha und damit ebenfalls unter dem langjährigen Mittelwert.

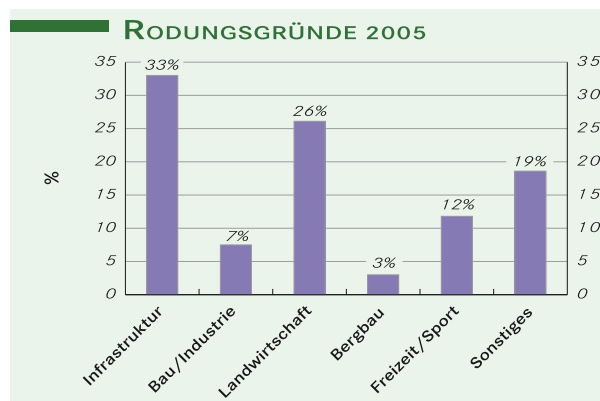


Abbildung 76: Rodungsgründe 2005 (in Prozent).

### Waldflächenbilanz

Die Waldflächenbilanz ist der Saldo aus Erstaufforstungen und Rodungen. Mit einem positiven Saldo von 223 ha wurde im Jahr 2005 wiederum eine Waldflächenzunahme verzeichnet. In den vergangenen zehn Jahren wuchs die Waldfläche in Bayern jedes Jahr um durchschnittlich 350 ha. Gegenüber dem Vorjahr (130 ha) lag der Saldo damit um fast 100 ha höher. Im Jahr 2004 wiesen noch fünf Regionen eine negative Waldflächenbilanz auf, hingegen war die Bilanz 2005 in allen 18 Regionen positiv. Die größten Waldflächenzunahmen wiesen die Regionen Allgäu (21,9 ha) und Landshut (24,9 ha) auf.

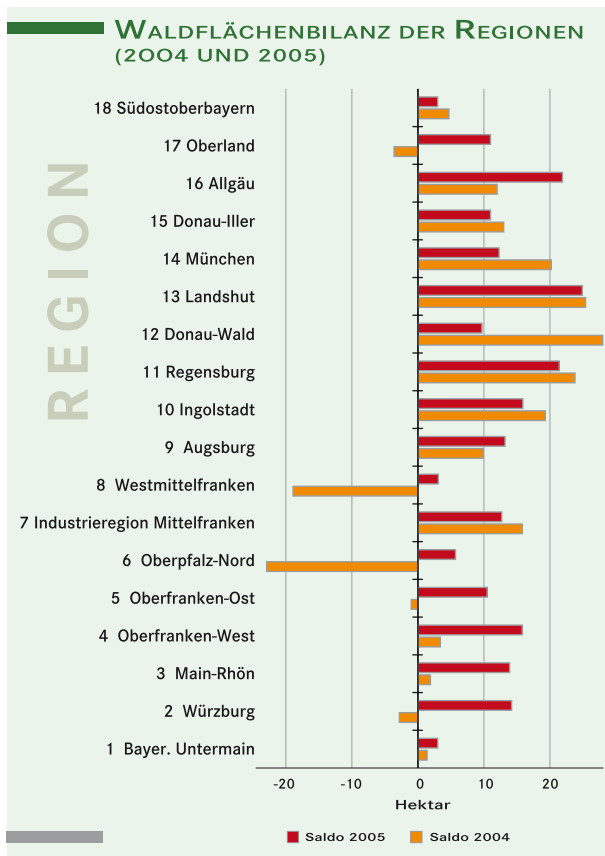


Abbildung 77: Waldflächenbilanz der 18 bayerischen Regionen (2004 und 2005).

In der Zeit von 1977 bis 1980 wurde mehr Wald gerodet als neu begründet. In diesem Zeitraum gingen 1 525 ha Waldfläche verloren. 1981 kehrte sich diese Tendenz um und die Waldfläche in Bayern stieg wieder. In den vergangenen 25 Jahren wurde in jedem Jahr mehr Wald begründet als gerodet, die bayerische Waldfläche wuchs in dieser Zeit um insgesamt 15 252 ha an. Die größte jährliche Waldflächenzunahme wurde mit 2 222 ha im Jahr 1994 erreicht (2 404 ha Erstaufforstungen und 182 ha Rodungen). Trotz dieses Zuwachses hat sich das Landschaftsbild nicht erkennbar geändert. Bezogen auf die gesamte Landesfläche nahm der Waldanteil in den vergangenen 25 Jahren um gerade einmal etwa 0,3 Prozent zu und liegt derzeit bei rund 36 Prozent. Eine „Verfinsternung“ der Landschaft durch die Zunahme der Wälder ist auch in Zukunft nicht zu befürchten.

**Bewertung**

Der Waldflächenzuwachs in Bayern lag 2005 im Durchschnitt der letzten sechs Jahre seit dem Jahr 2000.

Entscheidender Faktor für die Waldflächenbilanz war in den letzten 20 Jahren die Erstaufforstungstätigkeit. Deren weitere Entwicklung und damit die künftige Waldflächenbilanz hängt insbesondere vom Strukturwandel in

der Landwirtschaft ab. Zukünftig könnte die zunehmende Verteuerung von fossilen Energieträgern wie Heizöl und Gas zu verstärkten Aufforstungstätigkeiten führen. Für den Rückgang der Rodungen ist in erster Linie das Waldgesetz für Bayern von 1975 und dessen wirksame Anwendung verantwortlich. Bis heute haben sich die darin enthaltenen Schutzvorschriften zur Erhaltung des Waldes bewährt und blieben daher auch bei der Forstreform 2005 unverändert.

**5.10 Angewandte forstliche Forschung**

Die bayerischen Wälder unterliegen sowohl sich ändernden Umweltbedingungen als auch wechselnden Ansprüchen der Gesellschaft. Um darauf reagieren zu können, benötigen die Waldbesitzer aktuelle Informationen aus unterschiedlichsten Wissensgebieten. Diese liefert die angewandte forstliche Forschung. Mitarbeiter der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft sowie des Amtes für forstliche Saat- und Pflanzenzucht greifen diese Fragestellungen auf und suchen mit Hilfe entsprechender Forschungsprojekte nach Lösungen.

Diese werden Forstleuten, Waldbesitzern und der interessierten Öffentlichkeit in den Schriftenreihen der LWF, in Vortragsveranstaltungen, Schulungen, Messeauftritten, Pressemitteilungen und einem breiten Internetangebot zur Verfügung gestellt.

Die Forstverwaltung unterstützt mit finanziellen Mitteln die Arbeiten der forstlichen Forschungseinrichtungen.

**Forschungsaufgaben der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)**

Die LWF bearbeitet aktuelle Themen auf den Gebieten der forstlichen Ökologie sowie der forstlichen Ökonomie und bereitet die Forschungsergebnisse praxisgerecht auf.

**Forschungsschwerpunkte 2006**

Die Themen

- Waldbehandlung unter dem Aspekt des Hochwasserschutzes;
- klimabedingte waldbauliche Probleme in Mittelfranken;
- Optimierung der Energieholzbereitstellung;
- Mittelwaldbewirtschaftung (vor allem Franken betreffend)

sind einige Beispiele von Schwerpunkten der LWF in Forschung und Wissenstransfer 2006.



Abbildung 78: Die Isar bei Freising im August 2005; jüngste Hochwasserereignisse zeigen, wie wichtig Auwald für den Hochwasserschutz ist.

(Foto: Michael Streckfuß)

Die Betreuung der 22 Waldklimastationen ist eine der Kernaufgaben im ökologischen Bereich. Klimaparameter werden beobachtet und Stoffeinträge überwacht, allein über 3 000 Niederschlagsproben chemisch analysiert. Als wichtiger Service für die Waldbesitzer hat sich das Borkenkäfermonitoringnetz bewährt. Mit seiner Hilfe wird in 60 Revieren und in über 300 Fällen die Bestandesentwicklung des gefährlichen Buchdruckers überwacht.

#### **Kleine Studie – große Wirkung**

Für die meisten Forschungsergebnisse interessieren sich in erster Linie Forstleute und Waldbesitzer. In der Öffentlichkeit fand jedoch das Ergebnis einer kleinen Studie der Fachhochschule Weihenstephan zum Einsatz von Hunden bei der Suche nach vom Borkenkäfer befallenen Bäumen großen Anklang.

Da Borkenkäfer besonders schwerwiegende Schäden anrichten, wurde nach Möglichkeiten gesucht, die befallenen Bäume möglichst frühzeitig zu finden. Je rascher sie entfernt werden, desto eher lässt sich die weitere Ausbreitung des Käfers verhindern. Hunde sind in der Lage, gezielt verschiedene Stoffe (z. B. Rauschgift oder Zigaretten beim Einsatz für die Zollfahndung) zu erschnüffeln. Die Idee war, Hunde auf den Geruch des Bohrmehls

zu konditionieren und sie befallene Bäume suchen zu lassen. Das Experiment gelang, nach ihrer Ausbildung fanden die Hunde alle vom Käfer befallenen Bäume.

Mit entsprechend trainierten Hunden könnten die Waldbesitzer ihre Suche nach befallenen Bäumen intensivieren. Es wird sich zeigen, ob sich die Methode in der Praxis etabliert.

#### **Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP)**

Das ASP leistet angewandte forstliche Forschung vor allem auf den Gebieten der Forstgenetik und der Provenienzforschung. Es ist z. B. zuständig für Herkunftssicherung von forstlichem Vermehrungsgut als wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige Forstwirtschaft; es entwickelt Konzepte zum genetischen Monitoring sowie Strategien zur Erhaltung forstlicher Genressourcen. 2006 begann ein Projekt zur „Generhaltung bei Schwarzpappel“, einem inzwischen seltenen Baum, der 2006 als Baum des Jahres im Blickfeld der Öffentlichkeit stand.

#### **Zertifizierung überprüfbarer Herkünfte (ZüF)**

Das ASP beschäftigt sich intensiv mit der Weiterentwicklung des auf Referenzproben und genetischem Vergleich basierenden Systems zur Sicherung der Herkunft bei forstlichem Vermehrungsgut. Der Einsatz moderner molekulargenetischer Methoden erhöht die Sicherheit der Kontrollen deutlich und vereinfacht das bereits in die Praxis umgesetzte „ZüF“-System.

Zu den Daueraufgaben des ASP zählt die Betreuung von 80 ha Provenienzversuchen unterschiedlichster Baumarten. Angesichts des Klimawandels sind diese Versuche zunehmend wichtig, denn sie zeigen die beachtliche Anpassungsbreite aber auch die Grenzen der Waldbäume, auf dramatische Änderungen von Temperatur und Niederschlag zu reagieren. Die am Baumindividuum zu beobachtende Ausprägung einer Herkunft auf verschiedenen Testflächen mit unterschiedlichen Bedingungen kann als Antwort auf sich ändernde Bedingungen angesehen werden. Die Beobachtungen auf den Herkunftsversuchsflächen können dazu dienen, forstliche Handlungsmöglichkeiten zu beschreiben.

## 6 Literaturverzeichnis

- AMMER, CH.; ALBRECHT, L.; BORCHERT, H.; BROSINGER, F.; DITTMAR, CH.; ELLING, W.; EWALD, J.; FELBERMEIER, B.; VON GILSA, H.; HUSS, J.; KENK, G.; KÖLLING, CH.; KOHNLE, U.; MEYER, P.; MOSANDL, R.; MOOSMAYER, H.-U.; PALMER, S.; REIF, A.; REHFUESS, K.-E.; STIMM, B. (2005): Zur Zukunft der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Mitteleuropa. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 176, S. 60 – 66
- BAUER, J.; ZORMAIER, F.; BORCHERT, H. (2006): Energieholzmarkt Bayern - Analyse der Holzpotenziale und der Nachfragestruktur. LWF Wissen Nr. 53, Freising, 67 S.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2004): Bayerische Waldklimastationen - Jahrbuch 2001. Freising, 131 S. + CD-ROM
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2005 a): Die Zweite Bundeswaldinventur. LWF Wissen Nr. 49, Freising, 102 S.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2005 b): Holzaufkommensprognose für Bayern. LWF Wissen Nr. 50, Freising, 72 S.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2000): „Critical Loads“ für Waldökosysteme - Methoden und Ergebnisse für Standorte des Level-II-Programms. Eigenverlag, 71 S.
- HÖLDRICH, A.; HARTMANN, H.; DECKER, T.; REISINGER, K.; SCHARDT, M.; SOMMER, W.; WITTKOPF, S. (2006): Rationelle Scheitholzbereitungsverfahren. Bericht des Technologie- und Förderzentrums (TFZ) und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Berichte aus dem TFZ Nr. 11, Straubing
- KÖLLING, CH.; WALENTOWSKI, H.; BORCHERT, H. (2005): Die Buche in Mitteleuropa. AFZ/Der Wald 60 (13), S. 696 – 699
- V. LÜPKE, B.; SPELLMANN, H. (1999): Aspects of stability, growth and natural regeneration in mixed Norway spruce-beech stands as a basis of silvicultural decisions. S. 245-267; In: OLSTHOORN et al. [Hrsg.]: Management of mixed-species forest, IBN Sci Contr 15
- MAYER, F.J. (1999): Beziehungen zwischen der Belaubungsdichte der Waldbäume und Standortparametern - Auswertung der bayerischen Waldzustandsinventuren. Forstliche Forschungsberichte Nr. 177, München, Freising
- PRETZSCH, H.; DURSKY, J. (2001): Growth response of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) upon expected climatic changes in Germany. In: PRETZSCH, H. et al. [Hrsg.]: German Forest Sector under Global Change, German Journal of Forest Science, 121, Suppl. 1, S. 145 – 154
- PRETZSCH, H. (2004): Diversity and productivity in forests. In: SCHERER-LORENZEN et al. [Hrsg.]: Forest diversity and function, Ecol. Studies, Springer, Bd. 176, S. 41 – 64
- PRETZSCH, H.; SCHÜTZE, G. (2005): Crown allometry and growing space efficiency of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) in pure and mixed stands. Plant Biology, 7, S. 628 – 639
- SCHOBER, R. (1967): Buchen-Ertragstafel für mäßige und starke Durchforstung. In: SCHOBER, R. [Hrsg.]: Die Rotbuche (1971). J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main, 333 S.
- WIPFLER, P.; SEIFERT, T.; HEERDT, C.; WERNER, H.; PRETZSCH, H. (2005): Growth of adult Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) under free-air ozone fumigation. Plant Biology, 7, S. 611 – 618

## 7 Summary

The forest status inventory 2006 depicts not only the results of forest environmental monitoring, but for the first time also economic as well as ecologic and sociocultural indicators.

To manage Bavarian forests in a sound and sustainable manner, the risks coming from pollution, climate change and other disturbances must be known and evaluated in a timely fashion. Only when important criteria and indicators regarding the economic value and the importance to society of forests and forestry are part of a description of the status of forests all forest functions can be secured and society's needs be fully met.

### Crown status: Clear improvement asserted

Without doubt the health status of forests is of special importance for the natural household and for forestry alike. The crown status is the best known indicator to describe the vitality of forests. On average an overall 22.7 percent leaf loss remains unchanged compared to prior inventory results. Though the share of strong damage increased slightly, the same is to be said for the class of trees without visible damage. The reconvalescence from the extreme drought summer of 2003 did not continue. Also, the foliage loss is still higher than in 2003.

For the different tree species the tendencies are different. **Norway spruce** suffered the least foliage loss, reaching an average of 21 percent as in the years before. **Scots pine** is unchanged at 24 percent as well. At 25 percent, the traditionally pollution-sensitive **Silver fir** has reached its lowest level of foliage loss since the inventorization began.

The average crown loss of **Beech** remained at 26 percent, while severe damage rose by 9 points to 47 percent. This could however be partly to be accounted for by the hot and dry conditions in June and July and the strong fructification. The main tree species had to appropriate significant energy reserves for the production and ripening of their seeds. Compared to the prior year, both Norway spruce and Beech had an average of 20% more fructification.

**Oak** improved by seven points to 24 percent, being the only tree species surveyed with a significant drop in the degree of defoliation. Especially remarkable is the decline of severe damage by 25 percentage points from 62 to 37 percent. This success has to be account for by the significantly relaxed forest pest situation. Defoliating insects like Gypsy moth were far less severe on oak as compared to the preceeding year.

The increased number of sample plots compared to the prior year for the first time since 2001 allows regionalized conclusions for the **Alps region**. With an average of 27.5 percent defoliation the value lie about 5 percent above the Bavarian average. This is also reflected in the tree species seperately. Norway spruce is 7 points above the average at 27 percent, and Silver fir almost five. With Beech the difference is 2 percentage points.

In this year the crown status inventory was conducted for the first time in the new 8 by 8 km grid that is based on the 4 by 4 km grid of the federal forest inventory (BWI II). In 2006 to 2008 the second Bavarian soil survey (BZE) will use the exact same grid points. In this way in the next years information on the growth conditions, site conditions and crown status will be available for the exact same plots, thus allowing a more in-depth analysis.

Despite the change in grid design the data sequence dating back to 1983 does not lose its significance. In the summer 62 additional grid point from the former system were additionally sampled, and show no noteworthy deviation from the results obtained. At the new inventory plots, an overall 8736 trees in 386 stands were sampled from mid-July to mid-August and their crown status assessed. Inventories at the 45 permanent observations plots of the Bavarian state institute of forests and forestry (LWF) supplement these results.

### Climate and forest protection situation

After an extremely long winter with high snowfall spring was signified by much precipitation and relatively low temperatures until mid-june. The following weather period saw very hot temperatures until the end of July, which however did not result in drought stress for most forest stands yet. Still, it supposedly slowed the recovery of crown status observed in 2005. Thus, it will likely take several more years until the trees attain the health status they had before 2003. The rainy August did little to slow the summerly gradation of the Large Spruce Bark Beetle. In spite of preventive measures on a broad scale, damage covering larger areas of Spruce stands were not to be prevented regionally. Insect damage to broadleaved trees that had necessitated forest protection measures in 2004 and 2005 declined strongly in 2006.

### Pollution: still no all-clear.

After a reduction of pollutive input into forest ecosystems had decreased over the last years, in 2005 similar values were measured at the level II-stations (Waldklimastationen) as in 2004. Sulphur remained on a low level, and critical levels for acid input were only exceeded

in the eastern Bavarian mountains and on poor sandy soils. The ozone values were markedly higher than in the drought year of 2005 and equaled the level of the preceding year. The highest ozone level was measured in the high mountains. Nitrogen input concentrations are almost unchanged, or even raised in some of the level II-stations. The latter can be explained by the overall high yearly precipitation. Continually high nitrogen input will result in disadvantageous changes of the forest ecosystems.

The further improvement of forest status is decisively influenced by the further reduction of pollutive input from the air, especially nitrogen. Only through a consequential implementation of measures will detrimental consequences for forest soils and the quality of drinking water be averted.

### **Economy: wood in the upwind**

In 2005 17.5 cubic meters of wood were harvested in Bavaria. Due to improved sales potential of wood products the round wood demand increased substantially. More than half of the harvested wood came from privately owned forests. Especially in small scale forest ownership the harvest remains substantially below the allowable, sustainable yield. The "cluster initiative forest and wood" founded in 2006 is determined to build and expand networks between all branches including research, in order to boost the economic and innovative power in Bavaria substantially and to ensure employment. With more than 185.000 jobs, the forest, wood and paper sector ranks second on the Bavarian job market. Also the fuel wood demand rose in importance, with 3.7 Million tons (dry) of wood used energetically. This equals 1.9 billion liters of oil.

### **Forest and society**

Forests take on a major role in climate protection. They store large amounts of carbon and thus reduce the most important greenhouse gas carbon dioxide from the atmosphere. The anticipated climate change will have large effects on forests and thus require active measures to be taken to ensure the vitality and productivity of forests in the long run. The tree species composition must be aligned with an increase in the frequency of extreme weather conditions and the changing forest sites (i.e. because of increasing drought potential).

Forest soils protect the surface and ground water like a filter. Only a forestry in accordance with the protection of forest soils can ensure the functions of forest soils and restore them where necessary. Forests lessen flooding levels and by enhancing retention of high water, thus making an indispensable contribution to flooding protection.

In the mountain forests protection forest restoration plays a crucial role for society as a whole. The functions of disturbed protection forests must be restored through restoration measures, and the new development of restoration sites be prevented through a wise use and according silvicultural measures. The Bavarian forest administration communicated the multiple functions of forests and forestry to some 175.000 people in 6500 forest educational events in 2005.