



# Waldzustand 2003

Ergebnisse der  
Waldzustandserhebung

# Inhalt

Einleitung	1
Waldzustandserhebung 2003 im Überblick	2
Forstliches Umweltmonitoring in Niedersachsen	4
Ziele und Methodik der WZE	8
Aufnahmeumfang und Durchführung der WZE	9
Allgemeine Schadentwicklung	10
Die Schadentwicklung der Baumarten	
Fichte	12
Kiefer	14
Buche	16
Eiche	18
Sonstige Laub- und Nadelbäume	20
Schadentwicklung im Niedersächsischen Harz	21
Ersatzbäume und abgestorbene Stichprobenbäume	22
Witterung	24
Waldschutzsituation 2003	26
Kriterien und Indikatoren einer nachhaltigen Forstwirtschaft	30
Anhang	34

## Autoren:

Forstliches Umweltmonitoring: Dr. H. Meesenburg

Waldzustand 2003: I. Dammann

Waldschutzsituation 2003: Dr. G. Elsner, Dr. M. Habermann, Dr. R. Hurling, Dr. F. Krüger

Nachhaltigkeit: Dr. H. Spellmann

**Herausgeber**

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt  
Grätzelstraße 2  
37079 Göttingen  
Tel: 05 51 / 6 94 01 - 0  
Fax: 05 51 / 6 94 01 - 160  
Email: Zentrale@nfv.gwdg.de

**Gestaltung**

Niedersächsisches Forstplanungsamt  
Forstweg 1a  
38302 Wolfenbüttel

**Fotos**

J. Ackermann, I. Dammann, Dr. G. Elsner,  
Dr. M. Habermann, Dr. F. Krüger, J. Wendland

**Druck**

Ottdruck Braunlage

**Stand**

Oktober 2003

**Die Landesforsten im Internet**

[www.niedersachsen.de](http://www.niedersachsen.de)  
[www.forstnds.de](http://www.forstnds.de)

**Bezug**

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt  
auch zum Download im Internet unter:  
[www.nfv.gwdg.de](http://www.nfv.gwdg.de)

# Einleitung

Waldbäume reagieren auf Umweltveränderungen. Belastungen durch Schadstoffeinträge, Witterungseinflüsse, Insekten- und Pilzbefall oder ausgeprägte Fruchtbildung wirken sich auf die Belaubungsdichte und die Verzweigungsstruktur der Waldbäume aus. Aufgrund der vielfältigen Wechselbeziehungen können sich die verschiedenen Einflussfaktoren in ihrer Wirkung auf den Wald gegenseitig verstärken oder abschwächen.

Seit 20 Jahren wird im Rahmen der Waldzustandserhebung der Kronenzustand der Wälder in Niedersachsen systematisch erfasst und dokumentiert. Dabei sind die im vorliegenden Bericht dargestellten Ergebnisse nicht ausschließlich als Schäden durch Luftschadstoffe zu verstehen, sondern sie beinhalten die sichtbaren abiotischen und biotischen Einflussfaktoren.

Zur Beurteilung der Schadstoffbelastung der Wälder sind nicht nur die aktuellen Eintragsraten, die trotz umfangreicher Maßnahmen zur Luftreinhaltung in weiten Teilen die kritischen Belastungsgrenzen immer noch überschreiten, von Bedeutung. Die Stoffeinträge der Vergangenheit haben das Puffervermögen der Waldböden für weitere Einträge erschöpft und vermindern durch Bodenversauerung, Nährstoffauswaschung und Eutrophierung die Stabilität der Waldökosysteme. Diese Veränderungen der Waldböden werden noch lange ein Risiko für die Waldbestände darstellen.

Eine wichtige Voraussetzung für gezielte Maßnahmen zur Verbesserung des Waldzustandes und zur Erhaltung der Nachhaltigkeit der Waldfunktionen ist die langfristige Beobachtung und Erforschung der Wirkungszusammenhänge in den Waldökosystemen. Das forstlichen Umweltmonitoring in Niedersachsen ist ein umfassendes Untersuchungsprogramm, das die Reaktion der Wälder auf Umweltveränderungen erfasst und bewertet. Die Durchführung dieses Untersuchungsprogramms gehört zu den Aufgaben der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt. Die Ergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings sind die Grundlage zur Ableitung von Schutz- und Sanierungsmaßnahmen für die Wälder und zur Überprüfung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen. Zusätzlich zur Schadstoffbelastung wird der Einfluss klimatischer Faktoren auf die Entwicklung der Wälder an Bedeutung zunehmen.

Schäden durch Insekten und Pilze können eine weitere Schwächung der Waldbestände bewirken und bei starkem Auftreten Einzelbäume und ganze Bestände zum Absterben bringen. Der warm – feuchte Witterungsverlauf des Vorjahres und die außergewöhnlich hohen Temperaturen

in Verbindung mit geringen Niederschlägen in diesem Jahr haben die Vermehrung von Pilzen und Insekten begünstigt. Um größere Schäden an den Wäldern zu verhindern, überwacht die Abteilung Waldschutz der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt die Populationsdynamik der wichtigsten Insekten, entwickelt Konzepte für Gegen- und Vorbeugemaßnahmen und berät die Waldbesitzer. Der Beitrag "Waldschutzsituation 2003" in dieser Broschüre informiert über die aktuellen Gefährdungen durch Pilze und Insekten in den niedersächsischen Wäldern.

Zu den Grundprinzipien der Forstwirtschaft gehört die nachhaltige, d. h. dauerhafte Sicherung der vielfältigen Funktionen der Wälder. Auch künftigen Generationen sollen die ökonomischen, ökologischen und sozialen Leistungen und Wirkungen des Waldes im gleichen Umfang zur Verfügung stehen wie uns heute. Einige Hauptergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings wie die Veränderungen im Luftschadstoffeintrag, die Entwicklung der Kronenverlichtungen oder Veränderungen der Nährstoffbilanz gehören auf Landes- und Bundesebene sowie international zu den wichtigen Indikatoren für die nachhaltige Entwicklung von Waldökosystemen. Welche Kenngrößen im Forstbetrieb bei unterschiedlicher innerbetrieblicher Zielsetzung für die Beurteilung der Nachhaltigkeit geeignet sind, wird im Abschnitt "Kriterien und Indikatoren einer nachhaltigen Forstwirtschaft" dargelegt.

# Waldzustandserhebung 2003 im Überblick

## Gesamtergebnis

Die Waldzustandserhebung (WZE) 2003 in Niedersachsen weist im Gesamtergebnis über alle Baumarten und Alter im Vergleich zum Vorjahr einen Rückgang der deutlichen Schäden um 1 Prozentpunkt aus (Abb. 1). Gleichzeitig ging der Anteil der Waldfläche ohne Schadmerkmale in diesem Jahr auf 53 % zurück (Vorjahr: 57 %). Der Flächenanteil schwach geschädigter Bestände beträgt 36 %. Die mittlere Kronenverlichtung liegt im Jahr 2003 bei 13,9 % (Vorjahr: 13,3 %). Insgesamt hat sich damit der Kronenzustand der Waldbäume im Vergleich zum Vorjahr kaum verändert.

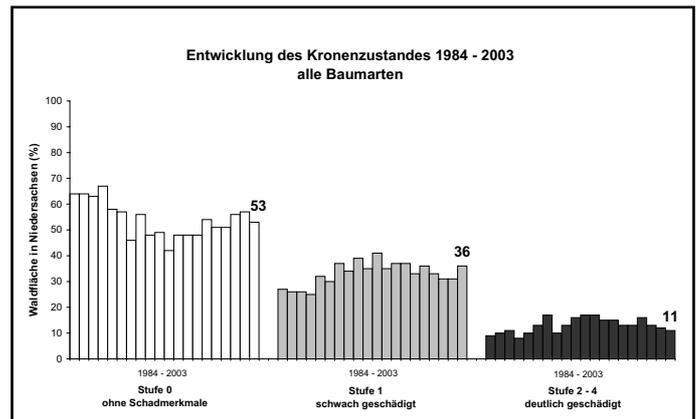


Abb. 1: Entwicklung des Kronenzustandes in Niedersachsen, über alle Baumarten und alle Alter (1984 bis 2003)

## Waldzustand 2003 nach Alter und Baumarten

Die Ergebnisse im 20jährigen Zeitverlauf der Waldzustandserhebung zeigen, dass die Schadentwicklung in Abhängigkeit von der Baumart und dem Bestandesalter sehr unterschiedlich verläuft.

Seit Beginn der Waldzustandserhebung liegen die Schadwerte für die jüngere Altersgruppe (bis 60 Jahre) deutlich unter denen der älteren Bestände. Dieser Alterstrend ist besonders ausgeprägt bei der Fichte, Buche und Eiche. In den jüngeren Beständen war in diesem Jahr ein leichter Anstieg der deutlichen Schäden auf 3 % zu verzeichnen, insgesamt bleibt das Schadniveau aber mit Werten zwischen 0 und 3 % bei den Hauptbaumarten in dieser Altersgruppe weiterhin niedrig. Zu den deutlichen Schäden zählen die mittelstarken und starken Schäden sowie der Anteil abgestorbener Bäume. Bei den älteren Beständen gingen die deutlichen Schäden von 25 % der Waldfläche auf 21 % zurück.

In der Altersstufe der über 60jährigen Bestände gingen die Schadwerte für die Fichte, Kiefer und Buche in diesem Jahr zurück, bei der Eiche stellte sich keine Verbesserung ein.

Bei der Fichte (über 60 Jahre) liegt der Anteil deutlicher Schäden seit Beginn der Waldzustandserhebungen hoch (Abb. 2). In den letzten Jahren ist aber insbesondere im Vergleich zum Zeitraum 1988 bis 1993 eine erhebliche Verbesserung des Kronenzustandes der Fichte eingetreten.

Die Kiefer (über 60 Jahre) weist unter den Hauptbaumarten das niedrigste Schadniveau auf (Abb. 3). Im Jahr 2003 beträgt der Flächenanteil deutlicher Schäden 8 %.

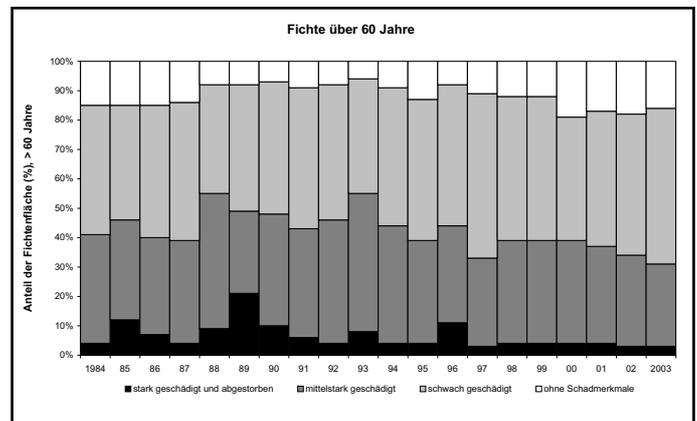


Abb. 2: Entwicklung des Kronenzustandes bei der Fichte, Alter über 60 Jahre (1984 - 2003)

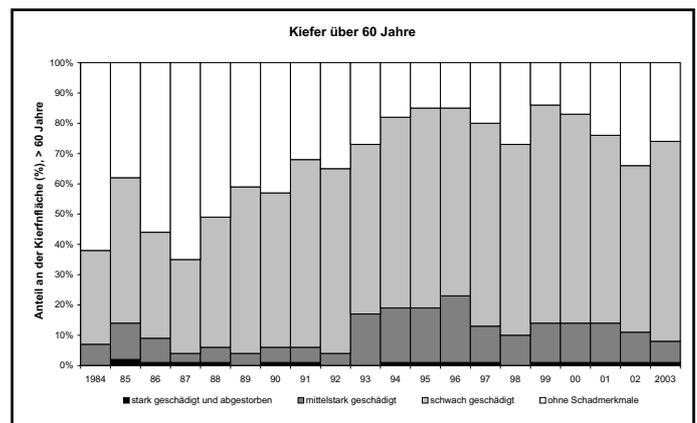


Abb. 3: Entwicklung des Kronenzustandes bei der Kiefer, Alter über 60 Jahre (1984 - 2003)

In der Kronenentwicklung der Buche (über 60 Jahre) sind im Zeitverlauf der Waldzustandserhebungen erhebliche Schwankungen aufgetreten (Abb. 4). Besonders hohe Kronenverlichtungsgrade wurden in den Jahren 1990 und 2000 festgestellt. In den letzten drei Jahren nahm die Belaubungsdichte der Buchen wieder zu.

Bei der Eiche (über 60 Jahre) lagen die Schadwerte in den Jahren 1996/1997 besonders hoch, anschließend gingen die Schäden zurück (Abb. 5). Mit einem Flächenanteil deutlicher Schäden von 42 % in diesem Jahr bleibt die Eiche die am stärksten geschädigte Baumart in Niedersachsen.

Eine voll ausgebildete, reich verzweigte und dicht belaubte Krone ist bei Bäumen ein Indikator für Vitalität, Kronenverlichtungen signalisieren Belastungsfaktoren. Kurzzeitige negative Einflüsse werden von vitalen Bäumen in der Regel innerhalb kurzer Zeitspannen ausgeglichen. Die Folgewirkungen der jahrzehntelangen Stoffeinträge in die Wälder stellen dagegen eine chronische Dauerbelastung für die Waldökosysteme dar. Dies zeigen die Untersuchungen des intensiven forstlichen Umweltmonitorings und die Ergebnisse der 20jährigen Beobachtungsreihe der WZE. Natürliche Einflussfaktoren wie der Witterungsverlauf, das Auftreten von biotischen Schäden oder die Fruktifikation können sich entlastend auswirken oder die Schadsituation zusätzlich verschärfen.

Der Witterungsverlauf 2003 war durch hohe Temperaturen und ein geringes Niederschlagsaufkommen gekennzeichnet. Durch die hohen Niederschlagsmengen des Vorjahres waren in den Waldböden jedoch ausreichend Wassermengen gespeichert, um die Niederschlagsdefizite im Frühjahr 2003 zu kompensieren. Die ausreichende Wasserversorgung in Verbindung mit der warmen Witterung hat sich in der ersten Jahreshälfte 2003 positiv auf die Kronenentwicklung der Wälder ausgewirkt.

Im Juli reagierten zunächst die Birken auf die langanhaltenden hohen Temperaturen und das Ausbleiben von Niederschlägen mit einem frühen Blattabfall. Bei den Hauptbaumarten zeigten sich bis zum Ende der WZE – Aufnahmeperiode witterungsbedingte Schäden nur in geringem Umfang. Die Ergebnisse der diesjährigen WZE sind daher nur wenig durch den sehr warmen und sehr trockenen Witterungsverlauf beeinflusst worden.

Die warm-feuchte Witterung des vorangegangenen Jahres hat die Ausbreitung von Pilzkrankungen gefördert. Im Jahr 2003 waren dann auch die Bedingungen für die

Entwicklung von Insekten günstig. Schäden durch Pilze und Insekten haben sich leicht auf die Kronenentwicklung bei den sonstigen Laub- und Nadelbäumen und bei der Kiefer ausgewirkt.

Fichte, Kiefer und Eiche haben im Jahr 2003 ausgeprägt fruktifiziert. Die Buche hatte im Vorjahr viele Früchte ausgebildet. Die Abnahme der Fruktifikationsintensität in diesem Jahr hat zum Rückgang der deutlichen Schäden bei der älteren Buche beigetragen.

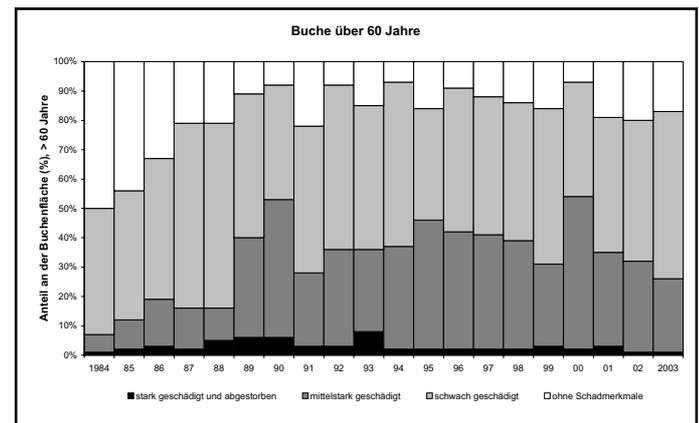


Abb. 4: Entwicklung des Kronenzustandes bei der Buche, Alter über 60 Jahre (1984 - 2003)

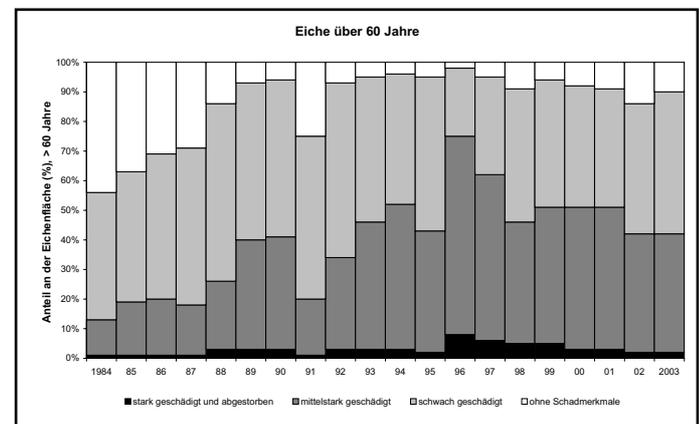


Abb. 5: Entwicklung des Kronenzustandes bei der Eiche, Alter über 60 Jahre (1984 - 2003)

# Forstliches Umweltmonitoring in Niedersachsen

Durch natürliche und anthropogen verursachte Umwelteinflüsse verändern sich Waldökosysteme fortwährend. Um negative Entwicklungstendenzen in Waldökosystemen rechtzeitig zu erkennen, müssen diese im Hinblick auf einen vorsorgenden Umweltschutz langfristig beobachtet werden. Zu den gravierendsten Belastungen von Waldökosystemen zählen die durch luftbürtige Stoffeinträge verursachte Bodenversauerung und die zunehmende Stickstoffsättigung der Waldökosysteme sowie die Folgen des globalen CO<sub>2</sub>-Anstiegs in der Atmosphäre. Das forstliche Umweltmonitoring in Niedersachsen ist darauf ausgerichtet, die Folgen dieser Einwirkungen zu beobachten, um gegebenenfalls rechtzeitig Ausgleichsmaßnahmen gegen unerwünschte Veränderungen einleiten zu können.



Intensives forstliches Umweltmonitoring in der Fläche „Augustendorf“

## Struktur

Das forstliche Umweltmonitoring gliedert sich in drei Intensitätsstufen (Tab. 1). Auf der untersten Intensitätsstufe (Level 1) werden Inventuren durchgeführt, die Aussagen zum Zustand, zu Schadensschwerpunkten sowie zu Entwicklungstendenzen der Wälder und der Waldböden zulassen. Auf der Level 1-Ebene werden die jährliche Waldzustandserhebung (WZE) und die Bodenzustandserhebung im Walde (BZE) durchgeführt. Die BZE wurde bisher einmalig

mit Stichdatum 1990 auf einer Unterstichprobe der WZE durchgeführt, so dass sich die Daten beider Erhebungen für integrierende Auswertungen verknüpfen lassen. Eine Wiederholung der BZE ist für den Zeitraum 2006-2008 geplant. Beide Inventuren sind ein wichtiges Element des forstlichen Umweltmonitorings, um die auf den höheren Intensitätsstufen gewonnenen detaillierten Ergebnisse hinsichtlich ihrer Relevanz für den Gesamtwald in Niedersachsen bewerten zu können.

Intensitätsstufe	Level 1	Level 2	Level 3
<b>Programme</b>	WZE Waldzustandserhebung BZE Bodenzustandserhebung Level I Europäisches Systematisches Waldmonitoring	BDF-F forstliche Boden-Dauerbeobachtungsflächen Level II Europäisches Intensives Waldmonitoring (ICP Forests)	DBF WS „Kalkungspärchen“ der Dauerbeobachtungsflächen Waldschäden
<b>Anzahl der Flächen</b>	WZE 650 BZE 192 Level I 42	BDF-F 20 Level II 8	DBF WS 14
<b>Ziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Zustandsbeschreibung</li> <li>• Belastungsschwerpunkte lokalisieren</li> <li>• Trends ermitteln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen von Ursache-Wirkungsbeziehungen</li> <li>• Identifizierung von Schlüsselprozessen</li> <li>• Ökosystemare Prozessraten bestimmen</li> <li>• Trends ermitteln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse ökosystemarer Prozesse</li> <li>• Wirkung forstlicher Maßnahmen</li> </ul>
<b>zeitl. Auflösung</b>	WZE jährlich BZE 10-15 Jahre	in Abhängigkeit der untersuchten Parameter periodisch bis kontinuierlich	in Abhängigkeit der untersuchten Parameter

Tab. 1: Struktur des forstlichen Umweltmonitorings in Niedersachsen

Auf der zweiten Intensitätsstufe (Level 2) werden Erhebungen durchgeführt, die zusätzlich der Aufklärung von Ursache-Wirkungsbeziehungen, der Identifizierung von Schlüsselprozessen und der Bestimmung von Stoffflüssen dienen. Die forstlich genutzten Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF-F) aus dem niedersächsischen Boden-Dauerbeobachtungsprogramm und die Level II-Flächen aus dem Europäischen Intensiven Waldmonitoring (ICP Forests) werden von der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt nach den bundesweit bzw. europaweit harmonisierten Richtlinien betreut. Auf der dritten Intensitätsstufe (Level 3) werden intensive Fallstudien zur Waldökosystemforschung sowie experimentelle Untersuchungen durchgeführt. Das Monitoringprogramm auf einem Teil der Level II-Flächen wird durch umfassende Spezialuntersuchungen ergänzt, so dass diese Flächen dem Level 3 zugeordnet werden können. In Experimenten wie z.B. Meliorations- oder Düngungsversuchen wird in ökosystemare Prozesse eingegriffen, um durch die Kontrolle bestimmter Randbedingungen die Auswirkungen einzelner Faktoren gezielt untersuchen zu können. Im Programm der Dauerbeobachtungsflächen Waldschäden (DBF WS) wurden auf einem Teil der Flächen jeweils Kalkungs- und Kontrollparzellen angelegt, um die Wirkungen der landesweit durchgeführten Bodenschutzkalkungen wissenschaftlich zu begleiten.

### Langfristigkeit

Die kontinuierliche Messung von Stoffflüssen hat sich als geeignetes System für die schnelle Erfassung von Zustandsveränderungen in Waldökosystemen herausgestellt. Über die Bilanzierung dieser Größen können Aussagen zu möglichen Bodenveränderungen und zur Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung getroffen werden.

Die Langfristigkeit der Untersuchungen macht besondere Anstrengungen für die Qualitätssicherung notwendig. Nur eine lückenlose Dokumentation der Datenentstehung und -verarbeitung macht Langzeitmessungen sinnvoll auswertbar und eröffnet langfristige Auswerte- und Verknüpfungsmöglichkeiten.

In Niedersachsen werden seit mehreren Jahrzehnten Langzeitbeobachtungen von Wäldern durchgeführt. Im Solling werden seit 1966 Prozesse in Waldökosystemen beobachtet, welche in die weltweit längsten ökologischen Zeitreihen mündeten. Die Solling-Flächen und weitere Beobachtungsflächen mit sehr langer Laufzeit wurden 1992 in das niedersächsische Boden-Dauerbeobachtungsprogramm (BDF) und 1994 in das Pan-Europäische Intensive Waldmonitoring (Level II-Programm) eingegliedert. Die Flüßemessungen verdeutlichen die Bedeutung von luftbürtigen Einträgen für den Stoffhaushalt von Wäldern. Sie zeigen auch, dass

gegenüber den siebziger Jahren große Fortschritte in der Luftreinhaltung gemacht wurden. Dabei dient das forstliche Umweltmonitoring gleichzeitig als Entscheidungshilfe für die Umweltgesetzgebung und als Erfolgskontrolle für die Wirksamkeit dieser Maßnahmen. Die vorliegenden langen Zeitreihen zeigen eine deutliche Reduzierung der Schwefeldepositionen (Abb. 6). Dagegen nahmen die Stickstoffeinträge nur geringfügig ab.

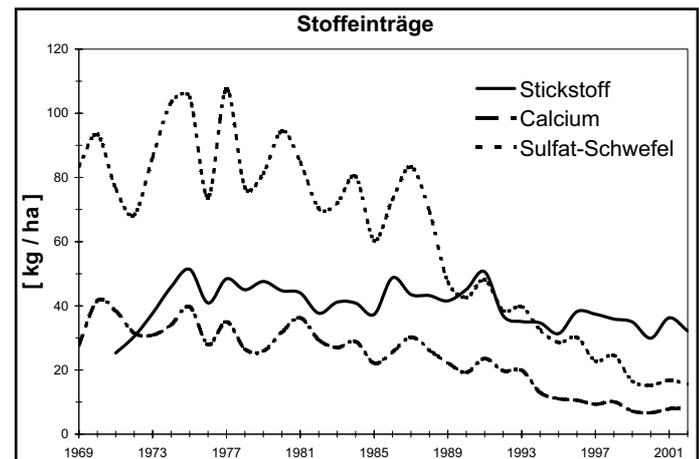


Abb. 6: Zeitreihen der Deposition (Kronentraufe) von Stickstoff, Calcium und Sulfat-Schwefel auf der BDF-F und Level II-Fläche im Solling, Fichte

### Wirkung der Stoffeinträge

Die luftbürtigen Depositionen bewirken eine Versauerung der Böden und die Auswaschung von Nährstoffen. Auf mehreren Dauerbeobachtungsflächen wurde eine drastische Abnahme der Vorräte an Nährstoffkationen (Calcium, Kalium, Magnesium) im Mineralboden auf z.T. weniger als ein Drittel innerhalb von 30 Jahren festgestellt. Gleichzeitig fand auf einigen Dauerbeobachtungsflächen eine Akkumulation von Nährstoffen in der Humusaufgabe statt. Die Humusvorräte haben sich z.T. mehr als verdoppelt. Als mögliche Ursache wird die Hemmung der Streuzersetzung durch erhöhte Stickstoffeinträge angenommen. Damit hat in der Bilanz eine Verlagerung der Nährstoffkationen vom Mineralboden in die Humusaufgabe stattgefunden. Was dies für die Nachhaltigkeit der Nährstoffversorgung und die Bewirtschaftung der Bestände bedeutet, ist noch kaum bekannt. Jedoch ist klar, dass ein schneller Humusvorratsabbau, wie er z.B. nach Kahlschlag eintreten könnte, vermieden werden muss, da damit ein Großteil der Nährstoffvorräte verloren gehen würde.

Die Höhe der Stickstoffausträge ist für die Stabilität von Waldökosystemen, aber auch für nachgeordnete Systeme wie das Grundwasser von besonderer Bedeutung. Unter unbelasteten Bedingungen verlassen normalerweise nur sehr geringe Stickstoffmengen die Wurzelzone von Waldökosystemen. Trotz des leichten Rückgangs der Stickstoffeinträge kann keine Reduzierung der Austräge festgestellt werden. Derzeit können die Wälder in Niedersachsen aber meist noch einen Großteil des eingetragenen Stickstoffs im Boden speichern (Abb. 7). Wenn es gelingt, die Stickstoffspeicherung im Boden zu stabilisieren, erhöht sich das Wuchspotential der Standorte. Andererseits stellt der zusätzlich gespeicherte Stickstoff ein Versauerungspotenzial dar, wenn er mobilisiert und mit dem Sickerwasser ausgetragen wird. Als Folge der hohen Stickstoffeinträge haben sich in einigen Beständen die Stickstoffgehalte in den Blättern bzw. Nadeln erhöht. Gleichzeitig wird eine z.T. drastische Abnahme der Kaliumgehalte in den Nadeln beobachtet. Daraus resultiert eine erhebliche Verschiebung des Verhältnisses von Stickstoff zu Kalium in den Nadeln bis an die Grenze der harmonischen Ernährung (Abb. 8). Die Gründe für die Verschlechterung der Kaliumversorgung sind bisher nicht klar. Dieser Befund unterstreicht aber, dass die Ernährungssituation der Wälder aufmerksam beobachtet werden muss.



Messungen zum Wasserhaushalt in Waldbeständen

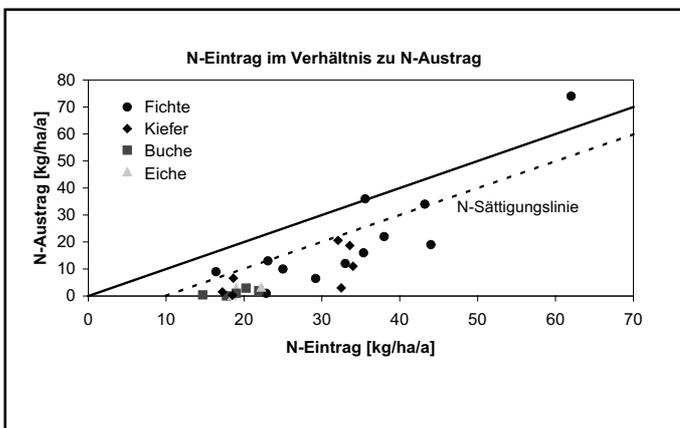


Abb. 7: Verhältnis von Stickstoff-Eintrag zu Stickstoff-Austrag in niedersächsischen Wäldern. Die Lage der Punkte zur Stickstoff-Sättigungslinie gibt den Zustand der Stickstoffsättigung der Wälder an. Dabei wird eine Netto-Stickstoffaufnahme von 10 kg/ha/a durch den Bestand angenommen. In den Waldökosystemen, die unterhalb der Stickstoff-Sättigungslinie liegen, findet eine Speicherung von Stickstoff im Boden statt; oberhalb findet ein Abbau des Stickstoffvorrats im Boden statt.

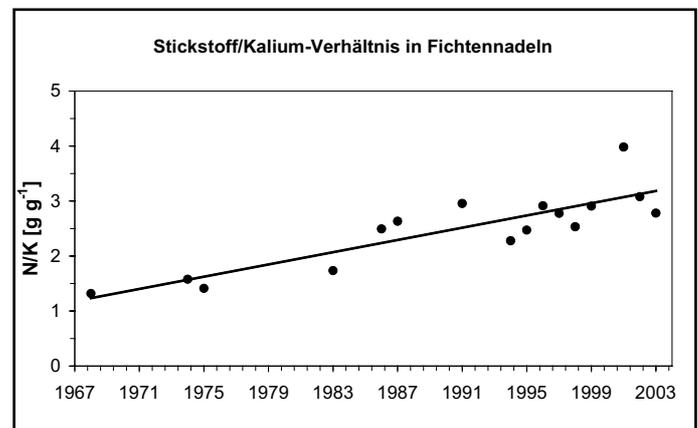


Abb. 8: Stickstoff/Kalium-Verhältnis ( $\text{g g}^{-1}$ ) in Fichtennadeln (1. Nadeljahrgang) in einem Fichtenbestand im Solling

## Integration

Das forstliche Umweltmonitoring ist Kern eines Monitoring-systems mit thematischer und räumlicher Integration von zusätzlichen Umweltbeobachtungen und erlaubt damit einer Vielzahl von forstlichen und nichtforstlichen Akteuren dessen Nutzung. Durch die Einbindung der Beobachtungsflächen in andere Monitoringnetze wird die Beurteilung der Belastung der Waldökosysteme in einen nationalen und landesweiten Kontext gestellt und die Auswirkungen von Prozessen in Waldökosystemen auf benachbarte Ökosysteme erfasst. Das forstliche Umweltmonitoring stellt eine Plattform für verschiedenste Forschungsansätze bereit, wobei die universitäre Forschung das Know-how für innovative Fragestellungen und methodische Ansätze zur fortlaufenden Weiterentwicklung des Umweltmonitorings liefert.

## Regionalisierung

Die Daten des forstlichen Umweltmonitorings wie der Boden-Dauerbeobachtung oder der BZE werden an einzelnen Punkten erhoben. Um sie für forstliche Planungen nutzbar zu machen, müssen sie in flächenhafte Information übertragen oder regionalisiert werden. Dabei ist die regionale Integration bereits im Aufbau des forstlichen Umweltmonitorings in Niedersachsen durch die Intensitätsstufen (Level) angelegt (Tab. 1). Durch die Verknüpfung der Punktdatensätze mit flächenhaft erhobenen Daten aus der Forsteinrichtung, der Standortkartierung, von digitalen Geländemodellen, aus Fernerkundung (z.B. Luftbilder) oder Immissionskarten werden Flächendatensätze erzeugt.

## Entscheidungshilfe

Um diese Daten für die Planung forstlicher Maßnahmen nutzbar zu machen, müssen weitere Datenebenen einbezogen werden und z.T. auch die räumliche Auflösung erhöht werden. Ein Beispiel ist die Planung von Kalkungsmaßnahmen, die heute aufgrund der geringeren Säureeinträge differenzierter als früher durchgeführt werden muss. Dabei müssen auf der räumlichen Basis der Bewirtschaftungseinheiten auch Informationen zu bisher erfolgten Kalkungen, geschützten Biotopen und Aspekte der technischen Durchführung von Kalkungsmaßnahmen (z.B. minimale Flächengröße) einbezogen werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die flächenhafte Darstellung von Nährstoffbilanzen, um in Verbindung mit Szenarioanalysen die Nachhaltigkeit unterschiedlicher Nutzungsintensitäten zu beurteilen.

## Kontrollinstrument

Das forstliche Umweltmonitoring beschreibt die ökologischen Randbedingungen, unter denen die forstliche Produktion erfolgt. Es hat sich als geeignet erwiesen, Veränderungen von Waldökosystemen zeitnah nachzuweisen und somit als Frühwarnsystem zu fungieren. Im Falle der hohen Säureeinträge ist es gelungen, einen gesellschaftlichen Konsens über deren Verringerung herbeizuführen. Die Großfeuerungsanlagenverordnung sowie internationale Vereinbarungen wie das Genfer Luftreinhalteabkommen haben zur drastischen Verringerung der Schwefelemissionen geführt. Das forstliche Umweltmonitoring dient wiederum als Kontrollinstrument zur Beurteilung der Wirksamkeit dieser Maßnahmen. Auch aus den Bereichen des Gewässerschutzes und der Luftreinhaltung werden an den Forstsektor Anforderungen gestellt. Diesen kann nur dann adäquat entsprochen werden, wenn ausreichend Kenntnisse über die Rolle der Wälder vorhanden sind. Das forstliche Umweltmonitoring wird an die sich ändernden forst- und umweltpolitischen Entwicklungen angepasst. Dabei wird darauf geachtet, dass die Kontinuität der langen Messreihen gewahrt bleibt. Nur so kann das forstliche Umweltmonitoring effektive Entscheidungshilfen für die forstliche Planung und den vorsorgenden Umweltschutz bereitstellen.

# Ziele und Methodik der WZE

Aktuelle, repräsentative Daten zum Zustand des Waldes sind notwendig, um die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen für den Wald überprüfen und weitere Maßnahmen einleiten zu können. Die Waldzustandserhebung ist Teil eines umfangreichen Umweltmonitorings. Mit dem jährlichen Waldzustandsbericht werden Informationen zu großräumigen Veränderungen im Zeitablauf bereitgestellt.

## Ziele

Ziele der Waldzustandserhebung (WZE) in Niedersachsen sind:

- die Ermittlung des äußerlich sichtbaren Kronenzustandes von Stichprobenbäumen als Spiegelbild für den aktuellen Gesundheitszustand unserer Wälder
- die Ableitung von Aussagen über den Waldzustand auf Landesebene für die Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer unterteilt in zwei Altersstufen
- das Aufzeigen von Entwicklungstendenzen des Waldzustandes.

## Methodik

Die WZE erfolgt als landesweite systematische Stichprobeninventur, die Ergebnisse sind flächenrepräsentativ.

Grundlage für die WZE ist die visuelle Beurteilung des Kronenzustandes von Waldbäumen, da der Kronenzustand die Auswirkungen vielfältiger Stressfaktoren sichtbar widerspiegelt und außerdem vergleichsweise leicht und einheitlich erhoben werden kann.

Hauptmerkmale der WZE sind die Kronenverlichtung der Stichprobenbäume sowie die an Nadeln und Blättern auftretende Vergilbung. Beide Merkmale werden in 5 %-Stufen für jeden Probestaum erfasst. Zur Darstellung der Ergebnisse werden die Probestäume nach dem Grad der Kronenverlichtung und der Vergilbung fünf europaweit verbindlich festgelegten Kronenzustandsstufen zugeordnet. Zusätzlich zur Eingruppierung in die Kronenzustandsstufen lässt sich der Waldzustand anhand der mittleren Kronenverlichtung charakterisieren. Die mittlere Kronenverlichtung errechnet sich aus dem Mittelwert der in 5 %-Stufen eingeschätzten Kronenverlichtung der Einzelbäume.

### Bildung der Kronenzustandsstufen nach Kronenverlichtung und Vergilbung

Stufe	Bezeichnung	Kronenverlichtung
0	ohne Schadmerkmale	0 - 10 %
1	schwach geschädigt	11 - 25 %
2	mittelstark geschädigt	26 - 60 %
3	stark geschädigt	61 - <100 %
4	abgestorben	100 %

Bei Vergilbungen von über 25 % aller Nadeln oder Blättern wird ein Probestaum in den Kronenzustandsstufen 0 bis 2 der nächst höheren Kronenzustandsstufe zugeordnet. Bäume in der Kronenzustandsstufe 0, die starke Vergilbungen (über 60 % der Nadel- bzw. Blattmasse) aufweisen, werden zur Kronenzustandsstufe 2 gerechnet. Die Kronenzustandsstufen 2-4 werden zu den deutlichen Schäden zusammengefasst.

Tab. 2: Bildung der Kronenzustandsstufen nach Kronenverlichtung und Vergilbung

Die Belaunungs- bzw. Benadelungsdichte ist ein Weiser für die Vitalität der Waldbäume. Treten Kronenverlichtungen auf, ist dies ein Hinweis auf Belastungssituationen. Bei der Einschätzung der Kronenverlichtung werden die Durchsichtigkeit der Krone, fehlende Nadeljahrgänge, Verkürzungen der Nadeln, Kleinblättrigkeit, mangelnde Verzweigung, verstärktes Auftreten von Trockenreisig oder das Absterben von Kronenteilen beurteilt.

Im Sommer auftretende Vergilbungen von Nadeln und Blättern sind Anzeichen von Störungen in der Nährstoffversorgung der Bäume, ausgelöst u.a. durch direkte Einflüsse von Luftschadstoffen auf die Blattorgane und indirekt über den mit der Bodenversauerung bewirkten Verlust an Nährstoffen im Boden.

Darüber hinaus werden weitere Kriterien, wie die Fruktifikation sowie Insekten- und Pilzbefall an den Probestäumen erfasst.

Die Ergebnisse der WZE umfassen somit nicht nur die immissionsbedingten Schäden, sondern beinhalten alle sichtbaren abiotischen und biotischen Einflussfaktoren. Mechanische Schädigungen, z. B. das Abbrechen von Kronenteilen durch Wind werden erfasst, gehen aber bei der Berechnung nicht als Schaden im Sinne der WZE ein.

# Aufnahmeumfang und Durchführung der WZE

Die Waldzustandserhebung in Niedersachsen wird alljährlich auf der Basis eines 1984 eingerichteten systematischen, permanenten Stichprobennetzes durchgeführt. Die Rasterweite dieses landesweiten Stichprobennetzes beträgt 4 x 4 km. An jedem Schnittpunkt dieses Rasternetzes, der auf eine Waldfläche entfällt, wird der Kronenzustand von 24 markierten Waldbäumen begutachtet. In waldreichen Gebieten wie Harz und Heide ist das Stichprobennetz vergleichsweise dicht, während in Gebieten mit wenig Wald wie im Küstenraum die Aufnahmepunkte weiter verstreut liegen.

## Aufnahmeumfang

Im Jahr 2003 umfasste die Stichprobe 641 Aufnahmeplots mit 15.384 Bäumen. In die Erhebung ist der Wald aller Besitzarten einbezogen. Alle Baumarten und Altersklassen ab einer Baumhöhe von 60 cm werden erfasst. Als Stichprobenbäume werden herrschende Bäume ausgewählt. Von ihren Nachbarn überwachsene Bäume gehen nicht in die WZE ein, da sie in ihrer Kronenentwicklung durch die Beschattung stark beeinflusst sind.

Der Stichprobenumfang lässt neben den landesweiten Ergebnissen auch regionale Aussagen z.B. zum Waldzustand im Niedersächsischen Harz zu. Im Harz liegt das Schadniveau höher als im Landesdurchschnitt.

Die Zeitreihe der Waldzustandserhebungen umfasst mittlerweile eine Spanne von 20 Jahren. Dieser Zeitraum ist schon relativ lang und erlaubt Aussagen zur zeitlichen Dynamik des Kronenzustandes bei den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche. Die aktuelle Baumartenverteilung in Niedersachsen (Abb. 9) zeigt: Die häufigste Baumart in Niedersachsen ist die Kiefer. Der Grad der Kronenverlichtung der Kiefer beeinflusst die Ergebnisse der Waldzustandserhebungen für den Gesamtwald daher maßgeblich.

In Niedersachsen überwiegen bei den Nadelbäumen die jüngeren Bestände (Abb. 10). Das Gesamtergebnis der Kiefer und der Fichte wird daher im Wesentlichen durch die jungen, weniger geschädigten Bestände geprägt. Bei der Buche und Eiche liegt das Schwergewicht bei den über 60jährigen Beständen, entsprechend stark fallen beim Gesamtergebnis dieser beiden Baumarten die Veränderungen der älteren Altersgruppe ins Gewicht.

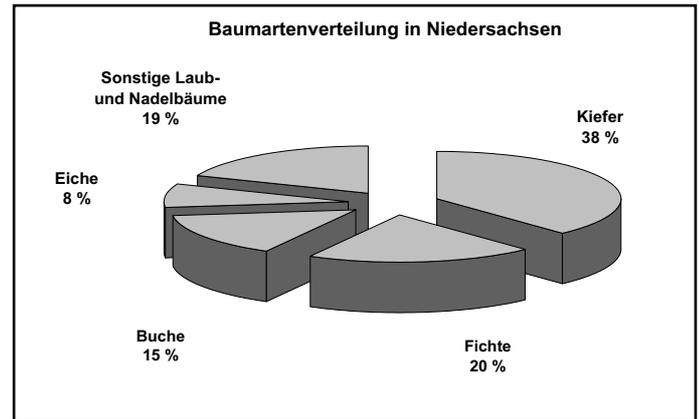


Abb. 9: Baumartenverteilung der Gesamtwaldfläche in Niedersachsen (WZE 2003)

## Durchführung

Für die Durchführung der Waldzustandserhebung ist die Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Umweltkontrolle, zuständig.

Die Außenaufnahmen der Inventur finden in jedem Jahr im Sommer statt, wenn die Blätter und jungen Triebe voll entwickelt sind und noch keine Herbstverfärbung eingesetzt hat. Im Jahr 2003 wurde am 23. Juli mit der Erhebung begonnen, am 27. August 2003 waren die Außenaufnahmen einschließlich Kontrollen abgeschlossen.

Zur Sicherung der gleichbleibenden Qualität, d. h. der räumlichen und zeitlichen Vergleichbarkeit der Daten der Waldzustandserhebung, wird für die Außenaufnahmen nur intensiv geschultes forstlich ausgebildetes Personal eingesetzt. Die Begutachtung der Bäume wird immer im 2er Team vorgenommen. Begleitend zu den Außenaufnahmen finden Nachschulungen in den verschiedenen Regionen Niedersachsens sowie Kontrollaufnahmen statt.

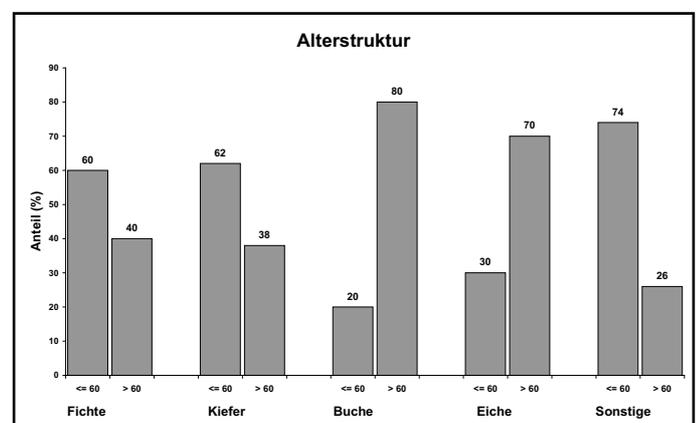


Abb. 10: Altersstruktur der Baumarten in der WZE – Stichprobe 2003 – Aufgliederung in die Altersgruppen "bis 60 Jahre" und "über 60 Jahre"

# Allgemeine Schadentwicklung

Im Jahr 2003 blieb der Kronenzustand der Waldbäume in Niedersachsen im Vergleich zum Vorjahr stabil.

Der Anteil der Waldfläche mit deutlichen Schäden ging um 1 % auf 11 % zurück. Allerdings war auch der Anteil gesunder Waldbestände ohne sichtbare Schadmerkmale rückläufig. Er verringerte sich von 57 % im Vorjahr auf aktuell 53 %. Als schwach geschädigt wurden 36 % der Bestände eingestuft (Vorjahr: 31 %). Die mittlere Kronenverlichtung stieg von 13,3 auf 13,9 % an.

Die Schadentwicklung verläuft in Abhängigkeit von der Baumart und dem Bestandesalter sehr unterschiedlich.

Für die jüngeren, bis 60jährigen Bestände wird seit Beginn der jährlichen Erhebungen ein durchgehend niedriges Schadniveau festgestellt. Im Jahr 2003 sind 3 % der Bestände dieser Altersgruppe deutlich geschädigt (Vorjahr: 2 %). Bei den älteren, über 60jährigen Waldbeständen lag der Anteil deutlicher Schäden zu Beginn der Waldzustandserhebung (WZE) bei 14 %. In den folgenden Jahren traten erhebliche Schwankungen auf, besonders hohe Schadwerte wurden im Zeitraum 1989 - 2000 beobachtet. In den letzten drei Erhebungsjahren hat sich der Kronenzustand der älteren Waldbestände kontinuierlich verbessert, im Jahr 2003 wurden 21 % der Bestände dieser Altersgruppe als deutlich geschädigt eingestuft (Abb. 11).

Die entscheidenden Kriterien für die Eingruppierung der Stichprobenbäume in die Kronenzustandsstufen sind die Kronenverlichtung und der Anteil vergilbter Nadeln und



Bei der WZE werden Baumkronen mit dem Fernglas begutachtet.

Blätter. Der Kronenzustand der Waldbäume in Niedersachsen wird vorrangig durch den Grad der Kronenverlichtung bestimmt. Seit Mitte der 90er Jahre sind die Vergilbungsraten stark zurückgegangen. Im Jahr 2003 wurden an 7,8 % aller Stichprobepflanzen Vergilbungen beobachtet. Dieses Merkmal trat also häufiger als im Vorjahr (2,8 %) auf, die Vergilbungen waren aber überwiegend nur gering ausgeprägt. Mittlere und starke Vergilbungen von über 25 % der Nadel- bzw. Blattmasse, die zu einer Einstufung in die ungünstigeren Kronenzustandsstufen führen, traten an 0,4 % der Probenpflanzen auf. Die Rate der mittleren und starken Vergilbungen lag damit über dem Vorjahreswert (0,2 %), bleibt aber für die Eingliederung in die Kronenzustandsstufen weiterhin von untergeordneter Bedeutung.

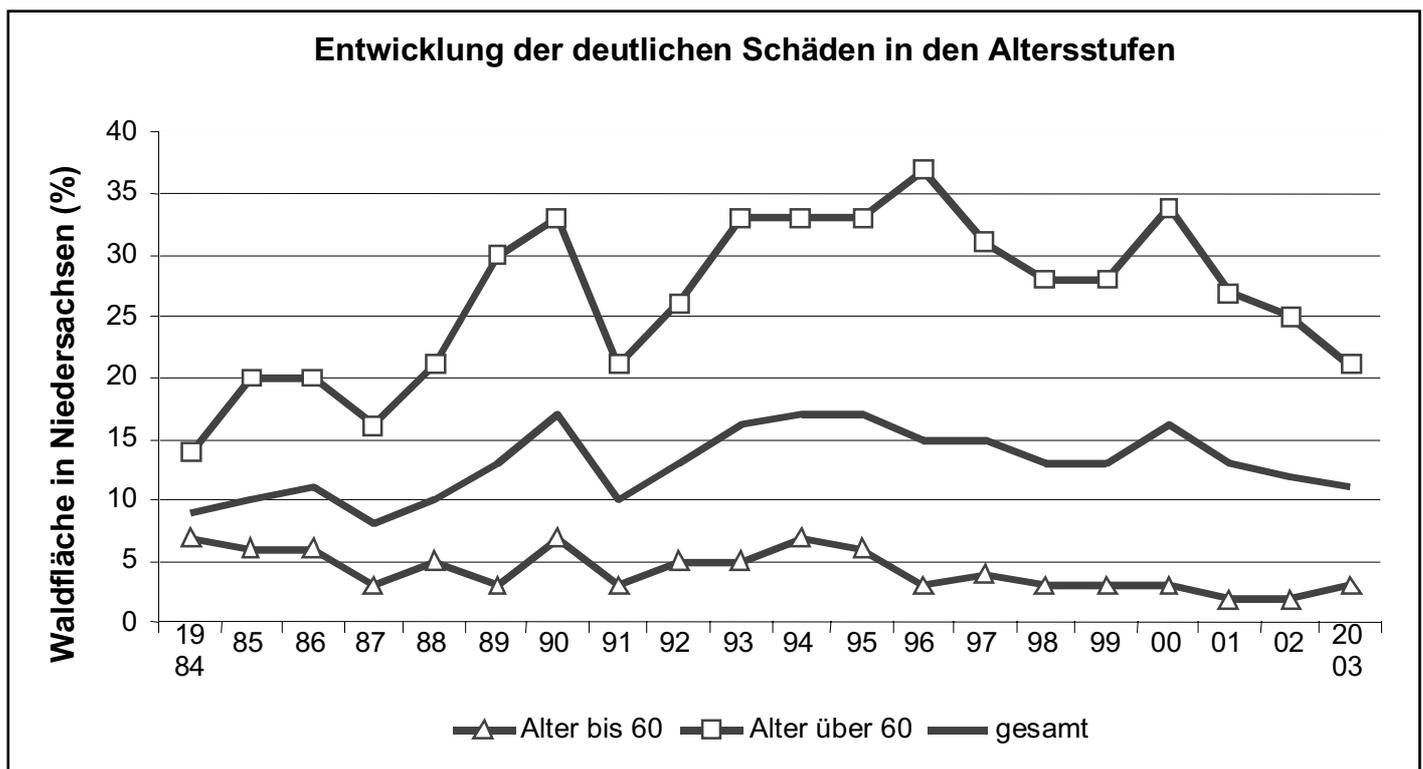


Abb. 11: WZE 1984 bis 2003 in Niedersachsen: Entwicklung der deutlichen Schäden in den Altersstufen, alle Baumarten

In Abbildung 12 ist die aktuelle Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtungen in 5 %-Stufen getrennt für die beiden Altersgruppen im Vergleich zum Vorjahr dargestellt. In den jüngeren Beständen hat der Flächenanteil der voll benadelten bzw. belaubten Bäume (0 % Kronenverlichtung) abgenommen. Angestiegen sind nicht nur die Anteile bis 10 % Kronenverlichtung, die noch als gesund klassifiziert werden, auch die Anteile im Bereich der schwachen Schäden (15 – 25 % Kronenverlichtung) sowie im Bereich der deutlichen Schäden (über 25 % Kronenverlichtung) haben in der jüngeren Altersgruppe zugenommen. Entsprechend ist die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Bestände in diesem Jahr mit 8,1 % höher ausgefallen als im Vorjahr (7,3 %). Von der Zunahme der mittleren Kronenverlichtung sind alle Baumarten bis auf die Fichte betroffen.

Für die älteren Bestände weist die Häufigkeitsverteilung in der Spanne 0 – 10 % Kronenverlichtungen einen Rückgang auf. Da sich aber ebenfalls die Anteile der Kronenverlichtung oberhalb 25 % verringert haben, ist der Bereich 15 – 25 % Kronenverlichtung entsprechend häufiger vertreten. Bei den abgestorbenen Bäumen (0,9 % der Stichprobenbäume im Alter > 60 Jahre) gab es keine Veränderungen gegenüber dem Vorjahr.

Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Bestände erreicht mit 20,9 % exakt den Vorjahreswert (Tab.3). Während bei Buche und Fichte die mittlere Kronenverlichtung in den älteren Beständen leicht rückläufig war, sind die Werte der übrigen Baumarten im Vergleich zum Vorjahr angestiegen.

Insgesamt bleibt die Eiche mit 20,8 % mittlerer Kronenverlichtung die am stärksten verlichtete Baumart in Niedersachsen. Die Kiefer weist unter den Hauptbaumarten den günstigsten Kronenverlichtungsgrad auf.

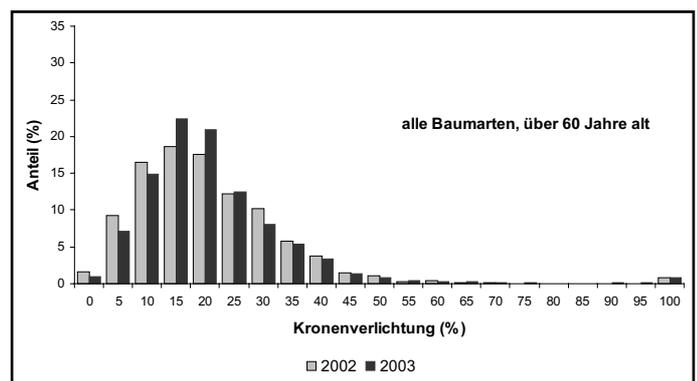
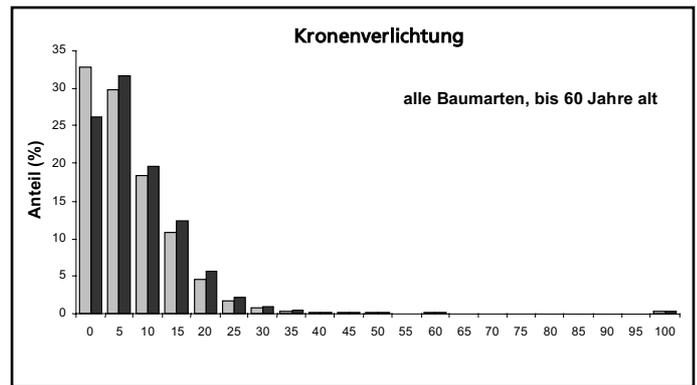


Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der Kronenverlichtung in 5 %- Stufen für 2003 im Vergleich zum Vorjahr

### Waldzustandserhebung 2003: Mittlere Kronenverlichtung (%)

(Vorjahreswerte in Klammern)

#### Bestände bis 60 Jahre

Fichte **7,0** ( 7,1 )  
 Kiefer **8,6** ( 7,2 )  
 sonst. Nadelholz **6,1** ( 5,7 )

Buche **6,1** ( 5,0 )  
 Eiche **7,2** ( 5,7 )  
 sonst. Laubholz **11,1** ( 10,6 )

**alle Baumarten** **8,1** ( 7,3 )

#### Bestände über 60 Jahre

Fichte **24,7** ( 25,0 )  
 Kiefer **17,6** ( 17,2 )  
 sonst. Nadelholz **13,7** ( 12,0 )

Buche **22,6** ( 23,2 )  
 Eiche **26,5** ( 25,9 )  
 sonst. Laubholz **15,1** ( 14,3 )

**alle Baumarten** **20,9** ( 20,9 )

#### alle Altersstufen

Fichte **14,1** ( 14,0 )  
 Kiefer **12,0** ( 10,9 )  
 sonst. Nadelholz **7,6** ( 6,8 )

Buche **19,2** ( 19,5 )  
 Eiche **20,8** ( 20,0 )  
 sonst. Laubholz **12,3** ( 11,7 )

**alle Baumarten** **13,9** ( 13,3 )

Tab. 3: Mittlere Kronenverlichtung (%), WZE 2003

# Die Schadentwicklung der Baumarten: Fichte

Der Kronenzustand der Fichte in Niedersachsen insgesamt weist im Vergleich zu den Vorjahreswerten kaum Veränderungen auf. Der Flächenanteil voll benadelter Fichten liegt in diesem Jahr bei 55 % (Vorjahr: 56 %), die schwach geschädigten Fichtenbestände nehmen einen Anteil von 30 % ein (Vorjahr: 29 %), die deutlichen Schäden bleiben mit 15 % konstant. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt 14,1 %.

In der jüngeren Altersgruppe sind bei der Fichte im Verlauf der Erhebungsjahre bei den deutlichen Schäden nur geringe Schwankungen aufgetreten. Seit 1998 liegt der Flächenanteil deutlicher Schäden bei 3 %.

Das Gesamtergebnis der Fichte in Niedersachsen wird stark durch die jüngere Altersgruppe mitbestimmt, da sie mit 60 % den größeren Fichtenflächenanteil einnimmt. Bei der Fichte ist ein deutlicher Alterstrend erkennbar: Die Kronenverlichtung steigt mit dem Alter der Fichte an (Abb. 14). Die Grafik zeigt auch, dass mittlere und starke Kronenschäden in den jüngeren Altersklassen vergleichsweise selten auftreten und dass auch in den ältesten Fichtenbeständen voll benadelte Fichten ohne sichtbare Schadmerkmale vorkommen.

Bei den älteren Fichten lag das Schadniveau mit einem Anteil deutlicher Schäden von 41 % bereits zu Beginn der Erhebungszeitreihe hoch. In den Folgejahren nahmen die Kronenschäden z.T. noch zu: 1988 und 1993 waren mehr als die Hälfte (55 %) der älteren Fichtenbestände deutlich geschädigt. Inzwischen sind die Schadwerte seit drei Jahren

Seit Beginn der Waldzustandserhebung (WZE) wurden bei der Fichte hohe Schadwerte festgestellt. Besonders hoch lag das Schadniveau in den Jahren 1988 bis 1993.

In den letzten Jahren zeichnet sich eine Tendenz zur Verbesserung des Kronenzustandes ab: Beim Anteil deutlicher Schäden der über 60jährigen Fichtenbestände wird 2003 der niedrigste Stand seit Beginn der WZE verzeichnet.

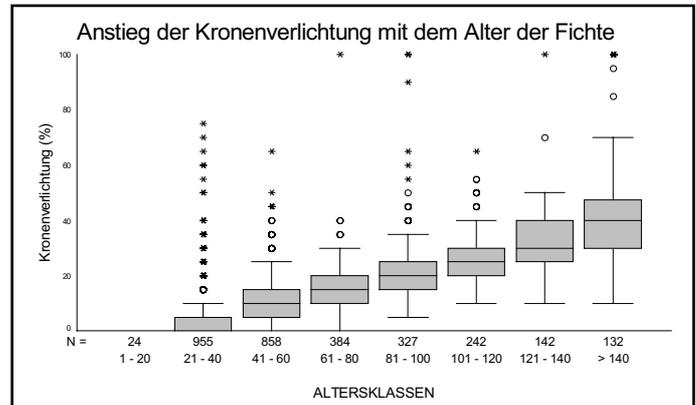


Abb. 14: Beziehung zwischen Kronenverlichtung und dem Alter der Fichte, WZE 2003 (Die Box umfasst 50 % der Werte, Balken in der Box = Median, o = Ausreißer, \* = Extremwerte)

rückläufig. Mit einem Anteil deutlicher Schäden von 31 % wird in diesem Jahr der geringste Schadwert in der Erhebungszeitreihe festgestellt.

Allerdings liegt bei den über 60jährigen Fichten der Flächenanteil stark geschädigter (1,5 %) und abgestorbener (2 %) Bäume weiterhin über den Vergleichswerten der anderen Baumarten.

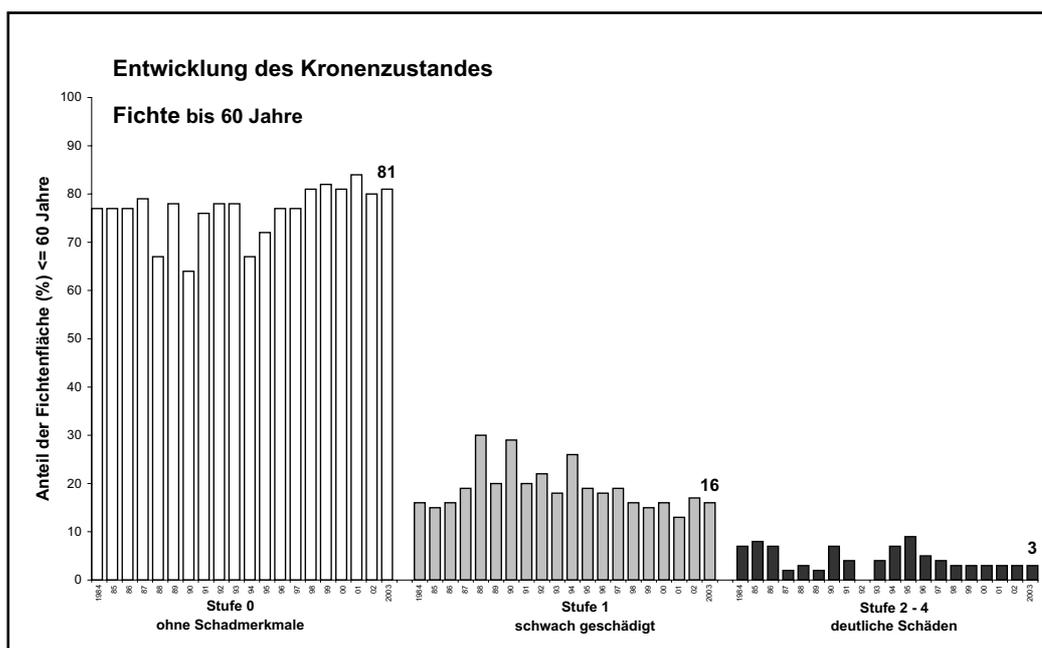


Abb. 13: Entwicklung der Anteile in den Kronenzustandsstufen bei der Fichte, bis 60 Jahre alt



Neben der Kronenverlichtung ist der Vergilbungsgrad ein wichtiger Indikator für die Vitalität der Waldbestände, denn Vergilbungen an Nadeln und Blättern sind Anzeichen für Mängel in der Nährstoffversorgung der Bäume. Nadelvergilbungen hatten bis Mitte der 90er Jahre aufgrund ihrer Verbreitung und Intensität einen bedeutsamen Einfluss auf die Ergebnisse der Fichte bei den jährlichen Waldzustandserhebungen.

Die Bodenschuttkalkung mit magnesiumhaltigen Kalken hat dazu beigetragen, den Anteil mittlerer und starker Vergilbungen bei der Fichte zu reduzieren, dies konnte auf den Dauerbeobachtungsflächen festgestellt werden. Mit der Waldkalkung werden die Humus- und Bodenreaktionen verbessert und die Nährstoffverfügbarkeit für die Waldbestände erhöht. Im Jahr 2003 beträgt der Flächenanteil der Fichten in der Altersgruppe über 60 Jahre mit mittleren und starken Vergilbungen 0,9 % (Abb. 15).

Die Ausbildung von Zapfen war bei der Fichte in diesem Jahr häufig zu beobachten. Mehr als die Hälfte (51 %) der

älteren Fichten fruktifizierten, mittlere und starke Fruchtbildung wurde an 24 % der Fichten dieser Altersgruppe registriert.

Nadelfraß durch Insekten und Befall durch Borkenkäfer wurden an 10 % der Fichten des Stichprobenkollektivs festgestellt. Die Befallsintensität war überwiegend gering, von mittleren und starken Schäden waren 3 % der Fichtenfläche betroffen.

Durch die anhaltende Trockenheit kam es in diesem Jahr zu einer starken Vermehrung von Borkenkäfern. Die überre-

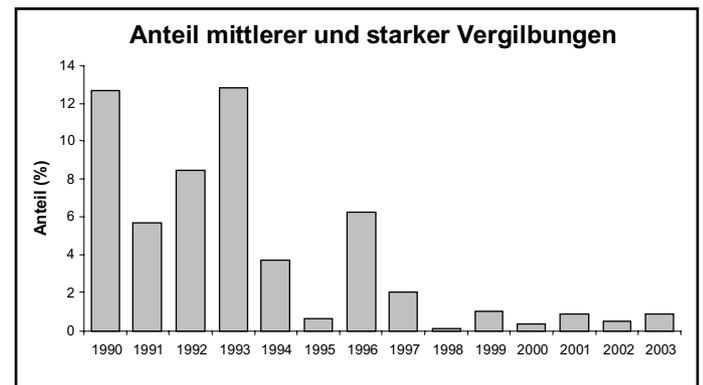


Abb. 15: Anteil mittlerer und starker Vergilbungen (über 25 % der Nadelmasse) bei der Fichte, Alter > 60 Jahre

gional starken Fraßschäden traten allerdings überwiegend erst nach dem Abschluss der Außenaufnahmen der WZE in Erscheinung und haben die Ergebnisse der WZE für das Jahr 2003 nur unwesentlich beeinflusst.

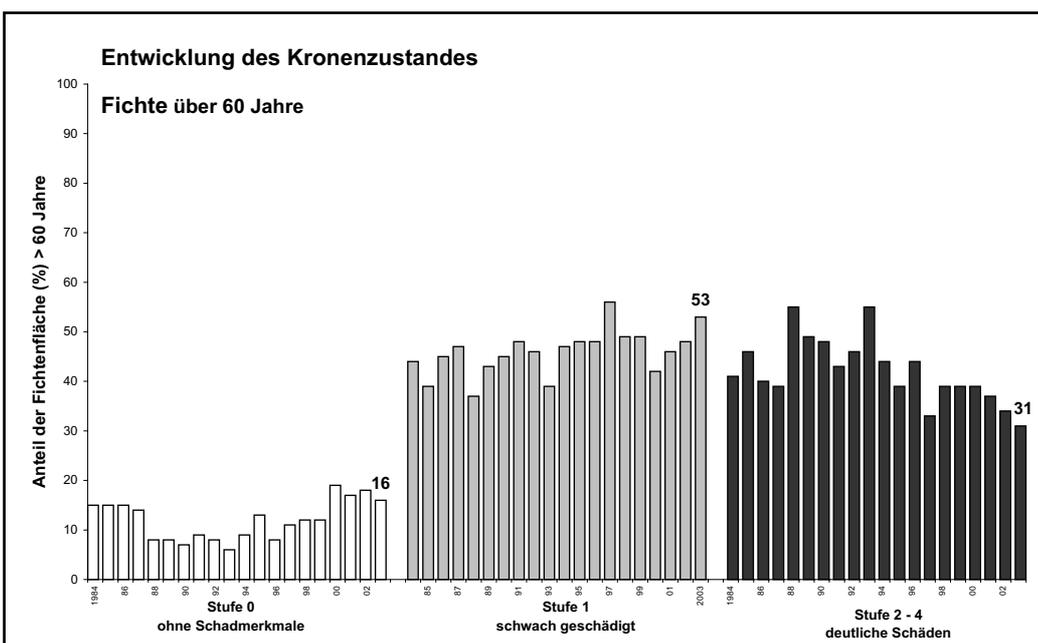


Abb. 16: Entwicklung der Anteile in den Kronenzustandsstufen bei der Fichte, über 60 Jahre alt

# Kiefer

Im Kronenzustand der Kiefer insgesamt sind in diesem Jahr einige Veränderungen im Vergleich zum Vorjahr aufgetreten. Der Flächenanteil gesunder Bäume hat abgenommen, er beträgt jetzt 55 % (Vorjahr: 64 %). Der Flächenanteil deutlicher Schäden ging um 1 % zurück, 4 % der Kiefernfläche entfallen auf diese Stufe. Die mittlere Kronenverlichtung stieg seit der letzten Erhebung von 10,9 % auf 12,0 % an.

In den jüngeren (bis 60jährigen) Kiefernbeständen ist der Flächenanteil ohne sichtbare Schadsymptome auf 73 % zurückgegangen. Der Anteil deutlicher Schäden beträgt wie im vorangegangenen Jahr 1 %.

Die jüngeren Kiefern sind in Niedersachsen flächenmäßig stärker vertreten als die älteren Kiefern. Die Entwicklung des Kronenzustandes der Kiefer insgesamt wird daher durch die Kronensituation der jüngeren Altersgruppe stark geprägt. Allerdings sind bei der Kiefer die Unterschiede zwischen den Schadwerten der jüngeren und älteren Bestände nicht so gravierend wie bei Fichte, Buche und Eiche. Die Kronenverlichtung steigt im Alter zwischen 41 und 80 Jahren an, nimmt dann aber mit zunehmendem Alter der Kiefern kaum noch zu (Abb. 18).

Die Kiefer ist unter den Hauptbaumarten im Erhebungszeitraum die Baumart mit dem niedrigsten Schadniveau. In diesem Jahr nahm der Anteil deutlicher Schäden bei den älteren Kiefern weiter ab.

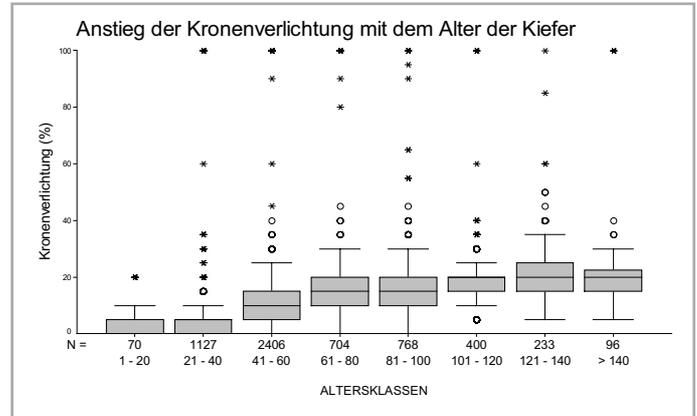


Abb. 18: Beziehung zwischen Kronenverlichtung und dem Alter der Kiefer, WZE 2003 (Die Box umfasst 50 % der Werte, Balken in der Box = Median, o = Ausreißer, \* = Extremwerte)

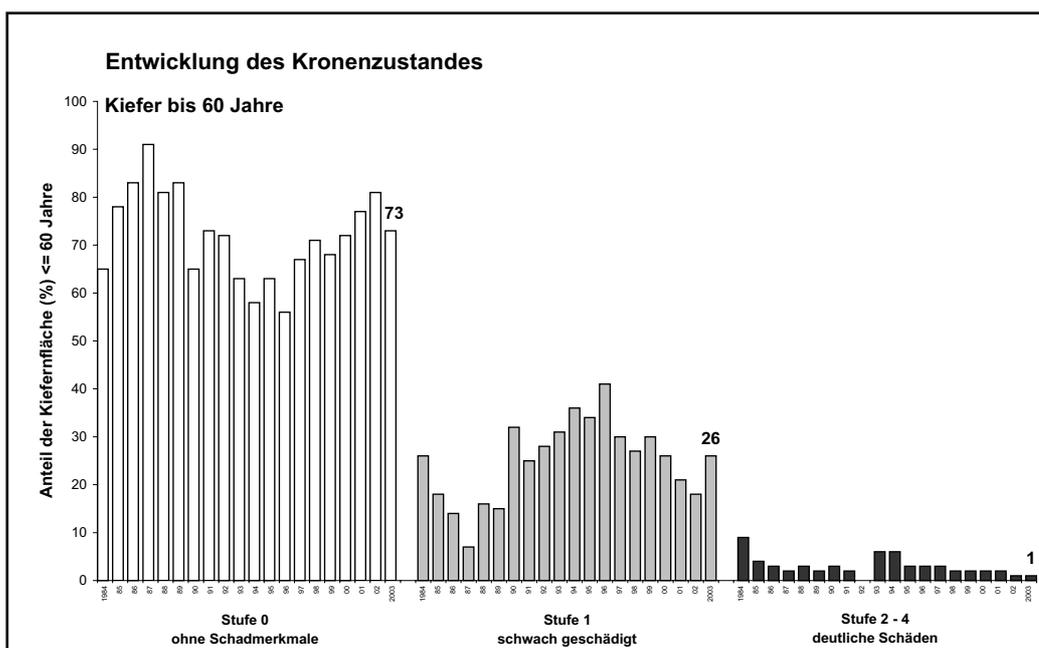


Abb. 17: Entwicklung der Anteile in den Kronenzustandsstufen bei der Kiefer, bis 60 Jahre alt



Der Kronenzustand der Kiefern wurde in diesem Jahr durch Insekten- und Pilzbefall beeinflusst. Auf rund 40 % der Kiefernfläche waren Schäden sichtbar, davon waren 3 % mittel und stark ausgeprägt. Dies hat zu einer Abnahme des Flächenanteils gesunder Kiefern und zu einem Anstieg der mittleren Kronenverlichtung beigetragen.

Die Fruchtbildung der Kiefer war überdurchschnittlich ausgeprägt. An 80 % der Kiefern sind frische Zapfen ausgebildet worden, bei 30 % wurde der Behang der Kiefern von den Inventurteams als mittel bis stark eingestuft.

Bei den älteren (über 60jährigen) Kiefern hat der Flächenanteil voll benadelter Kiefern in diesem Jahr ebenfalls abgenommen (auf 26 %). In dieser Altersgruppe ging der Anteil deutlicher Schäden auf 8 % zurück. Damit hat sich der im vorigen Jahr beobachtete Trend zur Abnahme der deutlichen Schäden in diesem Jahr fortgesetzt.

Nadelvergilbungen wurden bei der diesjährigen Inventur häufiger als in den vorangegangenen Jahren festgestellt. Mit 6,1 % bleibt die Vergilbungsrate jedoch weiterhin gering. Außerdem handelte es sich fast ausschließlich um leichte Vergilbungen, so dass lediglich 0,3 % der Kiefernfläche aufgrund des Vergilbungsgrades den ungünstigeren Kronenzustandsstufen zugeordnet wurde.

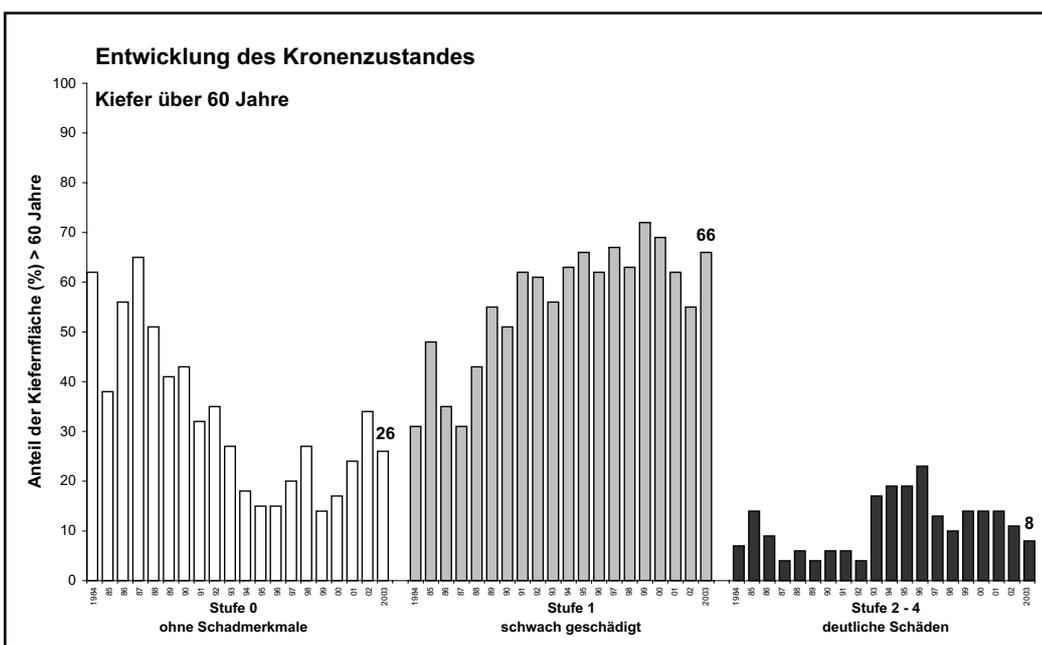


Abb. 19: Entwicklung der Anteile in den Kronenzustandsstufen bei der Kiefer, über 60 Jahre alt

# Buche

Für die Buche ist in Niedersachsen in diesem Jahr ein Rückgang der deutlichen Schäden von 26 % im Vorjahr auf nunmehr 21 % zu verzeichnen. Aber auch der Flächenanteil an Buchen mit voll belaubten Kronen ohne sichtbare Schadmerkmale ging zurück auf 32 % (Vorjahr: 35 %). Aus dieser gegenläufigen Entwicklung resultiert eine gegenüber dem Vorjahresergebnis (19,5 %) fast unveränderte mittlere Kronenverlichtung von 19,2 %.

Die jüngeren (bis 60jährigen) Buchenbestände hatten bereits bei der letztjährigen Inventur einen besonders günstigen Kronenzustand aufgewiesen. Dieser Zustand hielt im Jahr 2003 an: Kronenverlichtungen über 25 % sind nicht aufgetreten, der Flächenanteil gesunder Buchen beträgt 91 %, als schwach geschädigt wurden 9 % der jüngeren Buchenbestände eingestuft.

In den älteren (über 60jährigen) Buchenbeständen waren zu Beginn der Waldzustandserhebungen vergleichsweise günstige Belaubungsdichten ermittelt worden. Seit 1989 liegt das Schadniveau hoch, besonders hohe Schadwerte sind in den Jahren 1990 und 2000 aufgetreten. Im Jahr 2003 fiel der Flächenanteil gesunder Buchen leicht ab. Nur 17 % der Buchenfläche in dieser Altersgruppe ist mit gesunden Buchen bestockt. 26 % der älteren Buchenbestände wurden als deutlich geschädigt eingestuft. Nach den Extremwerten im Jahr 2000 hat sich die Buche merklich regeneriert.

Nachdem in den ersten Jahren der Waldzustandserhebung (WZE) für die Buche vergleichsweise gute Belaubungsdichten ermittelt wurden, stieg das Schadniveau ab 1989 sprunghaft an. Höchstwerte wurden in den Jahren 1990 und 2000 erreicht. In den letzten drei Jahren sind die Schadwerte rückläufig.

Wegen der langanhaltenden Trockenheit und der hohen Temperaturen im Sommer setzte der Blattabfall der Buche in diesem Jahr auffällig früh ein. Vor allem an flachgründigen Südhängen im Bergland war schon ab Mitte August Laubfall zu beobachten, einzelne Buchen hatten zu diesem Zeitpunkt sogar schon vollständig ihr Laub abgeworfen. Da die Aufnahmeteams zu diesem Zeitpunkt ihre Außenaufnahmen weitestgehend abgeschlossen hatten, wirkte sich der frühe Blattabfall kaum auf die Ergebnisse der diesjährigen Erhebung aus. Auf 3,4 % der Buchenfläche wurde vorzeitiger Blattabfall registriert.

Auf die warm-trockene Witterung reagierten 52 % der Buchen mit dem Einrollen der Blätter (Schiffchenbildung). Nekrosen wurden an 10 % der Buchen festgestellt.

Blattvergilbungen sind an 4,1 % der Buchen aufgetreten, die Intensität blieb aber bis auf ganz wenige Ausnahmen gering.

Weit verbreitet ist Befall durch den Buchenspringrüssler beobachtet worden. 78 % der Buchen-Stichprobenbäume wa-

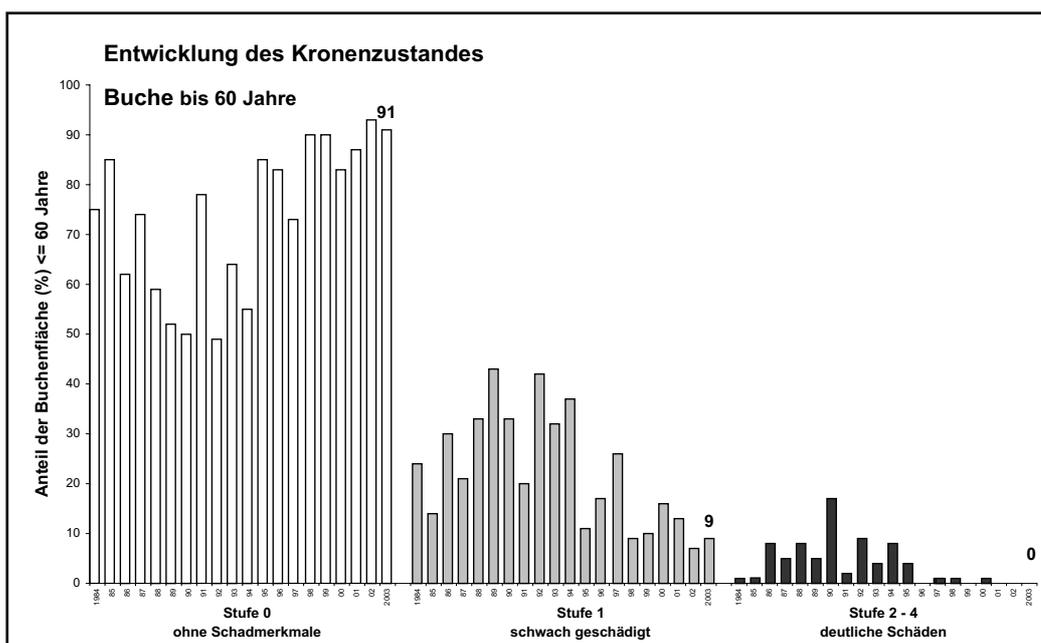


Abb. 20: Entwicklung der Anteile in den Kronenzustandsstufen bei der Buche, bis 60 Jahre alt



ren befallen. In den meisten Fällen handelte es sich um den typischen Lochfraß des Buchenspringgrüsslers, der die Belaubungsdichte kaum beeinflusste, rund 18 % der Buchen waren aber auch mittel und stark befallen.

Die Buche hat in den zurückliegenden Jahren in vergleichsweise schneller Abfolge intensiv geblüht und Früchte ausgebildet (Abb. 22). Ausgeprägte Fruchtjahre bewirken bei der Buche – vor allem bei bereits vorgeschädigten Bäumen – in der Regel eine Verringerung der Belaubungsdichte, die normalerweise im Folgejahr ausgeglichen werden kann. Die häufige Fruchtbildung bei der Buche in den letzten Jahren ist nicht als Ursache für den Schadanstieg insgesamt anzusehen, sie beeinflusst aber die Ergebnisse in den einzelnen Jahren stark mit. Auswertungen zu den Dauerbeobachtungsflächen Waldschäden zeigen, dass auch für Buchen, die nie oder selten intensiv fruktifizierten, ein Anstieg der Kronenverlichtung im Erhebungszeitraum zu verzeichnen ist.

Bei der letztjährigen Erhebung nahmen die fruktifizierenden Buchen (über 60 Jahre) einen Anteil von 72 % ein, davon wurde der Behang mit Bucheckern bei 39 % der älteren Buchenbestände als mittel bis stark bewertet. Im aktuellen Jahr beläuft sich der Anteil an älteren Buchen mit Fruchtbehang auf rund 34 %, 9 % fruktifizierten intensiv.

Buchen, die im letzten Jahr mittleren oder starken Fruchtbehang aufwiesen und im Jahr 2003 keine oder nur wenig Früchte trugen, haben mit einer Verbesserung der Belaubungsdichte reagiert. Die mittlere Kronenverlichtung der Buchen, die sowohl 2002 als auch 2003 nicht oder nur gering fruktifizierten hat dagegen im Mittel leicht zugenommen. Die Verbesserung des Kronenzustandes der älteren Buchen in diesem Jahr steht im Zusammenhang mit dem Rückgang der Fruktifikationsrate.

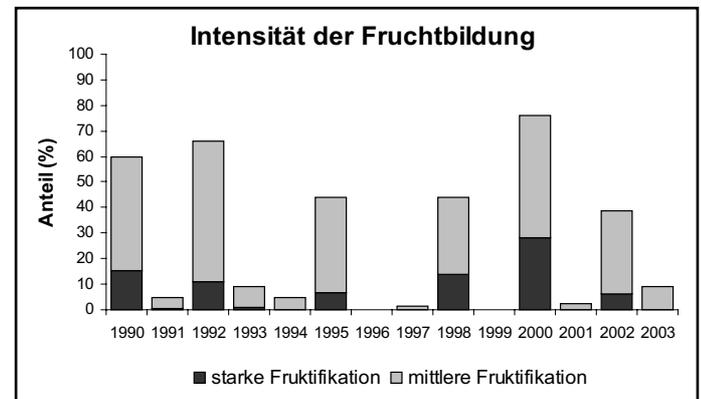


Abb. 22: Anteil mittlerer und starker Fruktifikation bei den Waldzustandserhebungen 1990 bis 2003 für über 60jährige Buche

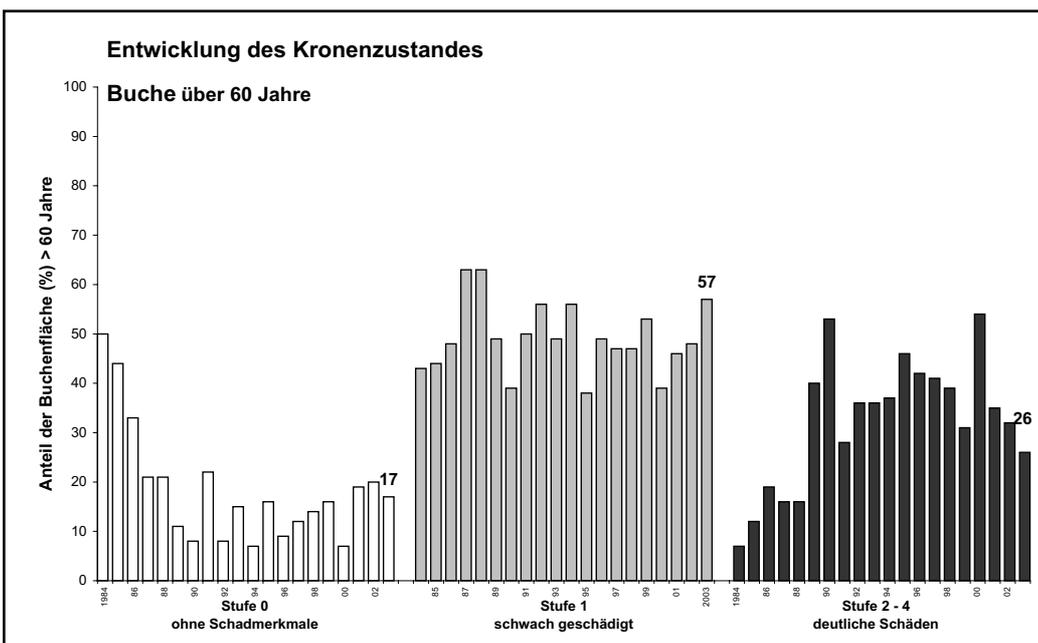


Abb. 21: Entwicklung der Anteile in den Kronenzustandsstufen bei der Buche, über 60 Jahre alt

# Eiche

Der Belaubungszustand der Eiche in Niedersachsen hat sich im Vergleich zum Vorjahr leicht verschlechtert. Der Flächenanteil vitaler dicht belaubter Eichen ging um 5 % zurück, auf 30 % der Eichenfläche sind keine sichtbaren Schäden aufgetreten. Der Flächenanteil der deutlichen Schäden liegt bei 31 % (Vorjahr: 30 %). Die mittlere Kronenverlichtung stieg auf 20,8 % an (Vorjahr: 20,0 %).

Während bei den jüngeren (bis 60jährigen) Eichen die deutlichen Schäden leicht zugenommen haben, blieb der Flächenanteil deutlicher Schäden in den älteren (über 60jährigen) Beständen unverändert bei 42 %. In beiden Altersgruppen hat der Anteil gesunder Eichen abgenommen.

Blattvergilbungen sind nur in geringem Umfang aufgetreten (6,8 %). Vergilbungen oberhalb von 25 % der Blattmasse wurden nur selten beobachtet (0,3 %).

Die starken Schwankungen in der Belaubungsdichte der Eichen werden durch die zyklisch auftretenden Gradationen blattfressender Insekten mitbestimmt. In den Jahren 1996/1997 hatten Schäden durch die Eichenfraßgesellschaft überregional Bedeutung erlangt und zur Zunahme der Kronenverlichtung der Eiche maßgeblich beigetragen. Die Insektenschäden können aber nicht als alleiniger Faktor für das seit 1989 hohe Schadniveau der Eichen angesehen werden.

Seit Beginn der Waldzustandserhebungen hat sich der Kronenzustand der Eichen erheblich verschlechtert. Höchstwerte wurden in den Jahren 1996/1997 erreicht. Obwohl die Schadwerte inzwischen zurückgegangen sind, bleibt die Eiche die am stärksten geschädigte Baumart in Niedersachsen.

Vitale Eichen können den im Frühling stattfindenden Fraß an Knospen und Blättern noch im gleichen Jahr durch die Bildung von Regenerationstrieben ausgleichen, so dass die Eichen zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung (WZE) im Juli/August wieder voll belaubt sind. Insbesondere Kahlfraß wird von gesunden Eichen durch Regenerationstrieb vollständig kompensiert, während mittlere und geringe Fraßschäden überwiegend im Sommer noch sichtbar sind. Im Jahr 2003 traten auf rund 40 % der Eichenfläche Fraßschäden auf, davon waren 6 % mittel bis stark ausgeprägt. Treten neben den Fraßschäden weitere Belastungsfaktoren auf, ist die natürliche Anpassungsreaktion der Eichen eingeschränkt und ihre Regenerationsfähigkeit vermindert.

Viele ältere Eichen (62 %) haben in diesem Jahr Früchte ausgebildet. 28 % der älteren Bestände haben mittel und stark fruktifiziert. Die Eicheln fielen in diesem Jahr außergewöhnlich früh vom Baum, ab Mitte August setzte das Abfallen der noch unreifen Eicheln ein.

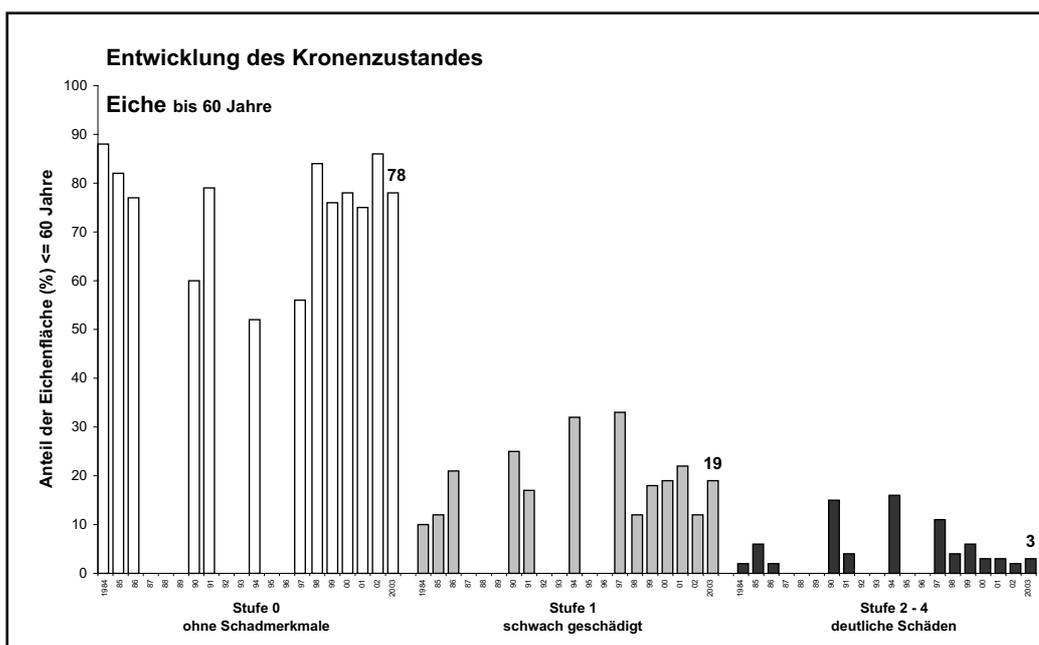


Abb. 23: Entwicklung der Anteile in den Kronenzustandsstufen bei der Eiche, bis 60 Jahre alt (Für diese Altersgruppe lässt der Stichprobenumfang in den Jahren 1985 - 1989, 1992 - 1993 und 1995 - 1996 keine statistisch gesicherten Aussagen zu)

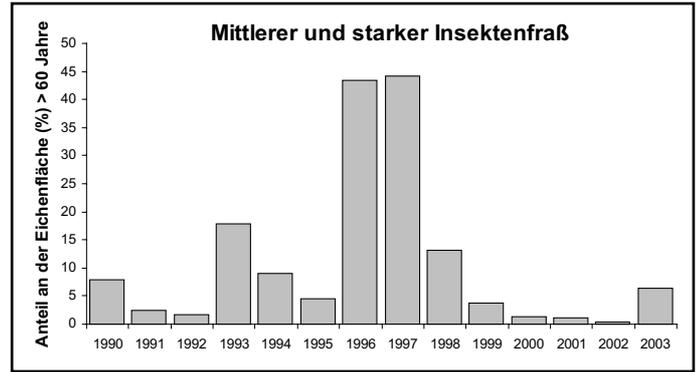


Abb.25 : Anteil mittlerer und starker Insekenschäden bei der Eiche, WZE 1990 – 2003, Alter über 60 Jahre

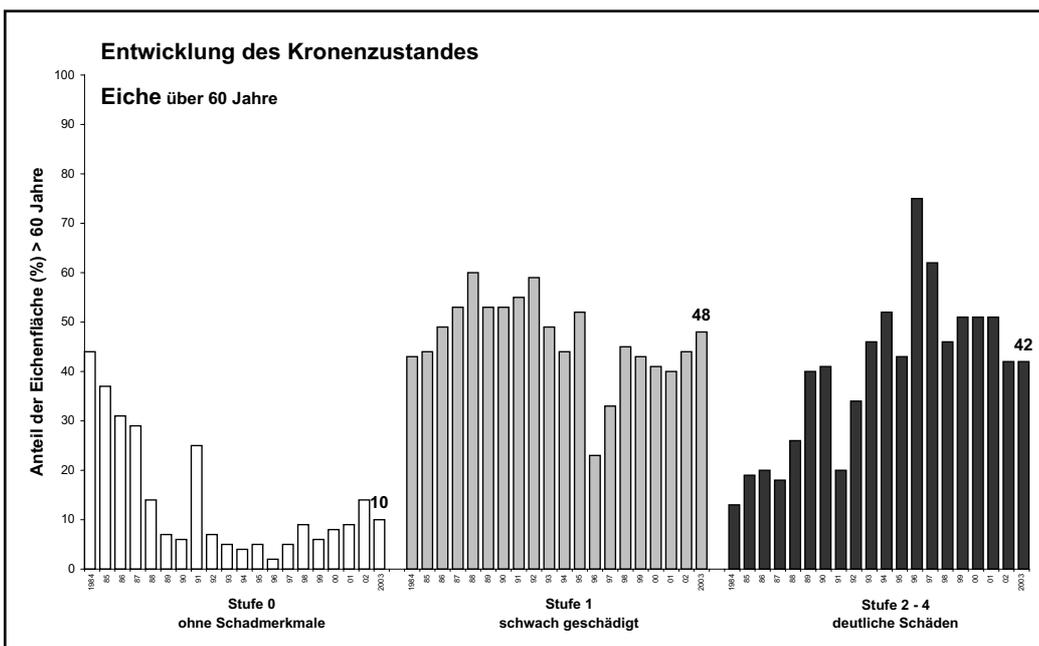


Abb. 24: Entwicklung der Anteile in den Kronenzustandsstufen bei der Eiche, über 60 Jahre alt

# Sonstige Laub- und Nadelbäume

Die Waldzustansserhebung (WZE) ist als landesweite flächendeckende Stichproben – Inventur konzipiert, sie gibt daher auch einem Überblick über die aktuelle Baumartenverteilung in Niedersachsen. Außer den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche kommt in den niedersächsischen Wäldern eine Vielzahl von anderen Baumarten vor, die zusammengefasst einen Flächenanteil von 19 % einnehmen. Jede Baumart für sich genommen ist allerdings zahlenmäßig so gering vertreten, dass allenfalls Trendaussagen zur Schadentwicklung möglich sind. Bei der Darstellung der Ergebnisse der WZE werden sie daher als "sonstige Laub- und Nadelbäume" gemeinsam betrachtet, es wird lediglich eine Trennung in Laub- und Nadelbäume vorgenommen. Die häufigste Baumart unter den sonstigen Laubbaumarten ist die Birke, gefolgt von der Erle. Der überwiegende Teil der Bestände (69 %) ist bis 60 Jahre alt.

Nachdem der Flächenanteil deutlicher Schäden bei den sonstigen Laubbaumarten im letzten Jahr leicht angestiegen war (auf 6 %), wurde für 2003 ein weiterer leichter Anstieg (auf 7 %) festgestellt.

Der Witterungsverlauf mit Temperaturen über dem langjährigen Mittel und überdurchschnittlichen Niederschlägen hatte im letzten Jahr die Entwicklung von Pilzen begünstigt. Bei der Birke hatte der Pilzbefall der Blätter eine Zunahme der Kronenverlichtung bewirkt. Aufgrund der Trockenphase im Sommer 2003 war bei den Birken erneut ein sehr früher Blattabfall zu beobachten. Bereits bei Beginn der Außenaufnahmen der WZE (23. Juli) hatte bei einigen Birken die Herbstverfärbung eingesetzt.

Auch für die Erlen war in diesem Jahr eine Zunahme der Kronenverlichtung zu verzeichnen. Zum Teil wurden die Blattverluste durch den Fraß des Erlenblattkäfers verursacht.

In der Gruppe der sonstigen Nadelbaumarten sind die Lärche und die Douglasie am stärksten vertreten. Es dominieren die jüngeren Bestände mit einem Anteil von 80 %. Der Flächenanteil deutlicher Schäden liegt in diesem Jahr bei 3 %. Damit haben die deutlichen Schäden leicht zugenommen, es bleibt aber insgesamt bei einem niedrigen Schadenniveau.



Bei den Birken war in diesem Jahr ein sehr früher Blattfall zu beobachten.

# Schadentwicklung im Niedersächsischen Harz

Der Harz ist eines der walddreichsten Gebiete in Niedersachsen. Der in Niedersachsen liegende Teil des Harzes hat eine Flächengröße von rund 94 000 ha, davon sind rund 78 400 ha (83 %) bewaldet.

Seit Beginn der WZE werden im Harz besonders hohe Schadwerte festgestellt. Die besondere Gefährdung der Wälder im Harz ergibt sich vor allem aus

- der exponierten geografischen Lage

Das Klima im Harz ist besonders rau mit niedrigen Jahresmitteltemperaturen und häufigen Witterungsextremen. Die Vegetationszeit ist gegenüber anderen Regionen Niedersachsens um bis zu zwei Monate verkürzt. Die hohen Jahresniederschläge, die häufigen Nebeltage und die herausgehobene Lage des Harzes bewirken einen erhöhten Eintrag an Schadstoffen.

- der Baumartenzusammensetzung

Das Bild des Harzes wird durch einen hohen Fichtenanteil (73 %) geprägt. Daneben kommen in den mittleren und unteren Lagen verbreitet Buchen sowie sonstige Laubbaumarten vor. Die Fichte gehört neben Eiche und Buche zu den stärker geschädigten Baumarten. Zudem filtern Fichtenbestände besonders hohe Schadstoffmengen aus der Luft aus und bringen sie in den Stoffkreislauf der Waldökosysteme ein.

- der Altersstruktur der Bestände

Im Harz überwiegen die älteren Bestände. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung weisen für die älteren Bestände eine bedeutend höhere Schädigung aus.

Stabilisierende Maßnahmen wie der Umbau von Nadelholzbeständen in Laub- und Mischwälder und die Waldkalkung werden im Harz aufgrund des spezifischen Gefährdungspotenzials mit Vorrang durchgeführt.

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen:

- Die deutlichen Schäden (alle Baumarten, alle Alter) liegen im Harz mit 22 % doppelt so hoch wie im Landesdurchschnitt (11 %).

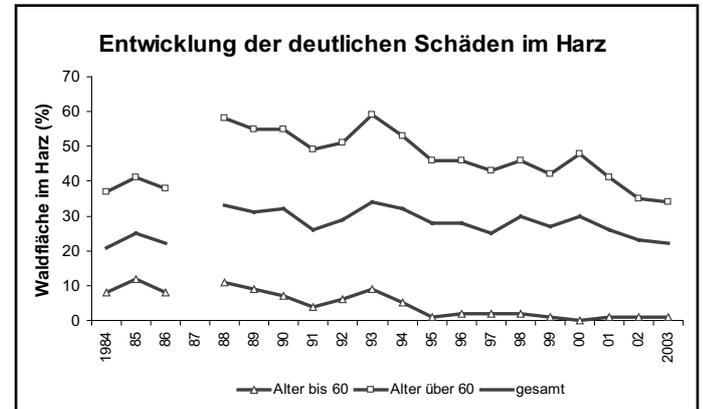


Abb. 26: WZE 1984 – 2003: Entwicklung der deutlichen Schäden im niedersächsischen Harz, alle Baumarten

- Die älteren Fichten im Harz sind stärker geschädigt als die Fichten auf Landesebene.

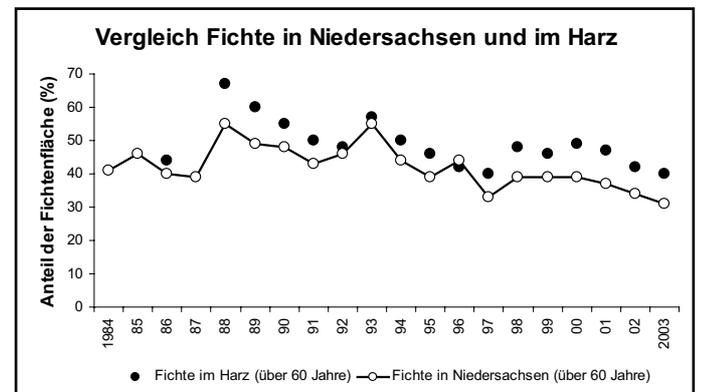


Abb. 27: WZE 1984 – 2003: Entwicklung der deutlichen Schäden der Fichte (über 60 Jahre) im Harz und in Niedersachsen

Seit einigen Jahren sind rückläufige Schadwerte für die Fichte im Harz zu verzeichnen. In den älteren Beständen gingen die deutlichen Schäden in diesem Jahr nochmals leicht zurück. Mit 34 % wurde in diesem Jahr der niedrigste Schadwert in der Zeitreihe der Waldzustandserhebungen erreicht. Die Verbesserung des Kronenzustandes in den letzten Jahren ist u.a. auf die Wirkung der Bodenschutzkalkung zurückzuführen. Auswertungen der Dauerbeobachtungsflächen Waldschäden belegen, dass sich die Bodenschutzkalkung positiv auf die Benadelungsdichte der Fichten auswirkt und eine Verminderung der Vergilbungsrate bewirkt.

# Ersatzbäume und abgestorbene Stichprobenbäume

Im Jahr 2003 gehörten zum Aufnahmekollektiv der systematischen Stichprobeninventur der Waldzustandserhebung (WZE) 641 Aufnahmeplots mit 15.384 Stichprobenbäumen. Die Erfassung des Kronenzustandes der Waldbäume wird – soweit möglich – immer an den gleichen markierten Bäumen vorgenommen.

Da die Waldbestände, in denen sich die Aufnahmeplots befinden, der normalen Waldbewirtschaftung unterliegen, scheidet von einem Aufnahmejahr zum nächsten ein Teil der Stichprobenbäume aus dem Aufnahmekollektiv aus, weil die Bäume im Rahmen der Holznutzung entnommen werden. Der Ausfall von Stichprobenbäumen kann aber auch durch starke mechanische Schäden in der Krone (Kronenbruch) oder Sturmwurf bedingt sein. Außerdem werden Bäume aus der Stichprobe herausgenommen, die durch ihre Nachbarbäume überwachsen werden.

Abgestorbene Probestämme bleiben im Kollektiv, solange sie noch Feinreisig tragen.

Alle ausgeschiedenen Stichprobenbäume werden nach einem festgeschriebenen Verfahren durch benachbarte Bäume ersetzt. Dies ist nötig, damit die Ergebnisse der Inventur immer den aktuellen Waldzustand darstellen.

Wird ein Bestand, in dem sich ein Aufnahmeplot befindet, komplett genutzt, werden Stichprobenbäume aus der nächsten Waldgeneration ausgewählt, wenn die jungen Bäume eine Höhe von 60 cm erreicht haben. Dies war 2003 an einem Aufnahmeplot der Fall.

## Ersatzbäume

Im Jahr 2003 wurden 257 Stichprobenbäume ersetzt, dies entspricht einem Anteil von 1,7 % am Gesamtkollektiv. Die Ersatzbaumwahl entspricht von der Größenordnung her den Werten der vorangegangenen Inventuren. In allen Jahren nahm unter den Gründen für das Ausscheiden von



Die Waldbestände, in denen die Stichprobenpunkte der WZE liegen, werden regulär bewirtschaftet.

Stichprobenbäumen die planmäßige Nutzung den mit Abstand größten Anteil (2003: 63 %) ein. In diesem Jahr fiel wie auch im Vorjahr ein relativ hoher Anteil (15 %) an Stichprobenbäumen durch Windwurf aus (Tab. 4). Der Anteil ersetzter Fichten (2,1 %) lag über dem Durchschnittswert, bei der Buche war eine Ersatzbaumwahl nur im verhältnismäßig geringen Umfang nötig (0,6 %). Vergleichsrechnungen belegen, dass der Ersatz von Stichprobenbäumen keinen nennenswerten Einfluss auf die Hauptergebnisse der Waldzustandserhebung hat.

## WZE 2003: ersetzte Probestämme

	Baumart	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche	Sonstige	insgesamt	%
<b>Ersatzgrund</b>								
planmäßige Nutzung		42	76	5	18	20	161	63
außerplanmäßige Nutzung aufgrund Insekten- oder Pilzbefalls		3	3		1		7	3
abiotische Einflüsse		3	7	2			12	5
unbekannte Ursache			1	1	1		3	1
Baum ist umgefallen/umgeworfen		13	9	3	1	13	39	15
Kronenbruch (über 50 % der Krone)		2	5	4	1	3	15	6
Baum wird von den Nachbarbäumen überwachsen		2	5		1	8	16	6
abgestorbene Bäume ohne Feinreisig			3			1	4	1
<b>Summe Baumart</b>		<b>65</b>	<b>109</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>45</b>	<b>257</b>	
<b>Anteil (%)</b>		<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	<b>0,6</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	

Tab. 4: Gründe für den Ausfall von Stichprobenbäumen, WZE 2003

## Abgestorbene Bäume

Im Jahr 2003 beträgt der Anteil abgestorbener Stichprobenbäume 0,5 % (79 Bäume). Gegenüber 2002 sind 13 Bäume hinzugekommen, 15 Bäume schieden nach dem vollständigen Verlust ihres Feinreisigs oder weil sie im Rahmen von Nutzungsmaßnahmen gefällt wurden aus und sind durch Nachbarbäume ersetzt worden.

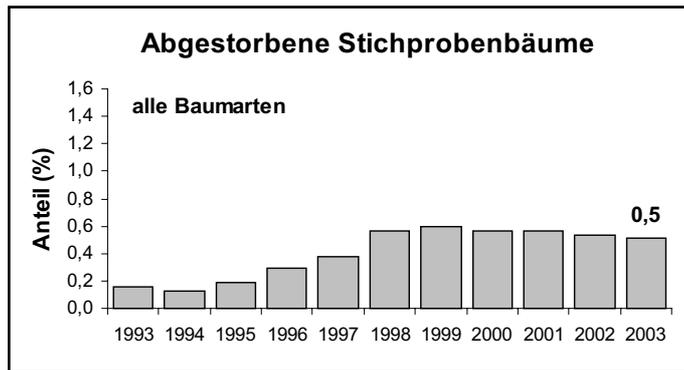


Abb. 28: Anteil abgestorbener Stichprobenbäume, alle Baumarten, alle Alter, WZE 1993 - 2003

Der Anteil abgestorbener Stichprobenbäume liegt im Zeitraum 1993 bis 2003 zwischen 0,1 und 0,6 % (Abb. 28). Die seit 1997 leicht erhöhten Mortalitätswerte ergeben sich aus einer Zunahme der Absterberaten bei der Fichte und der Eiche.

Bei der Fichte wurden in den Jahren 1998/1999 die höchsten Anteile abgestorbener Bäume festgestellt (Abb 29). Die Absterbevorgänge konzentrieren sich bei dieser Baumart im Wesentlichen auf eine geringe Anzahl an Aufnahmepunkten.

In den Jahren 1996/1997 hatten Schäden durch blattfressende Insekten und anschließender Befall durch den Zweipunkt - Eichenprachtkäfer vor allem im Nordwesten Niedersachsens ein einzel- und gruppenweises Absterben bei der Eiche bewirkt. Inzwischen sind die Zahlen zurückgegangen, erreichen aber noch nicht wieder das vor 1997 bestehende niedrige Niveau.

Die Kiefer weist, trotz eines geringfügigen Anstiegs seit 1993, eine durchgehend geringe Absterberate ohne Extremwerte auf.

Auch bei den sonstigen Laub- und Nadelbäumen sind seit 1993 keine ausgeprägten Absterbeerscheinungen aufgetreten.

Die niedrigsten Absterberaten sind im Zeitraum 1993 bis 2003 für die Buche festgestellt worden.

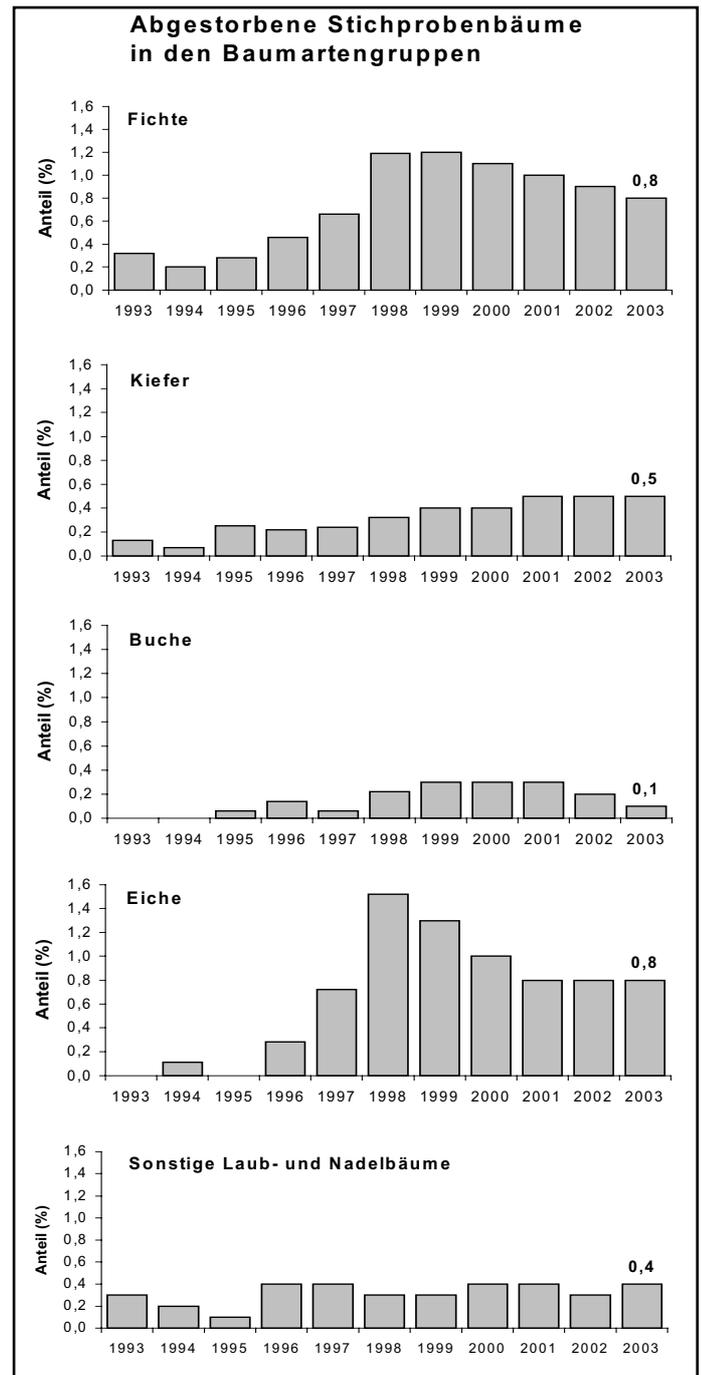


Abb. 29: Anteil abgestorbener Stichprobenbäume in den Baumartengruppen, WZE 1993 - 2003

# Witterung

Der Witterungsverlauf übt einen ganz maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung des Kronenzustandes der Waldbäume aus. Eine gute Wasserversorgung und das Ausbleiben von Witterungsextremen können die Widerstandskraft der Bäume gegenüber biotischen und abiotischen Schadeinflüssen stärken. Eine Kombination aus geringen Niederschlagsmengen und erhöhten Temperaturen während der Vegetationszeit dagegen verschärft die Belastungssituation.

Bäume mit voll entwickelten Kronen und weit verzweigtem möglichst tief verankertem Wurzelsystem können ungünstige Witterungsverhältnisse verkraften, ohne dauerhafte Schäden davonzutragen. Bei vorgeschädigten Bäumen ist die Toleranz gegenüber Witterungsstress herabgesetzt. Im vorangegangenen Jahr lagen die Niederschlagssummen weit über dem langjährigen Mittel. Auch im Januar 2003 waren die Niederschlagsmengen noch überdurchschnittlich hoch, anschließend folgte eine Phase mit sehr geringen Niederschlägen (Abb. 30). Nur im Mai wurde für Niedersachsen insgesamt ein durchschnittlicher Wert erreicht, wobei die Niederschlagsmengen regional sehr unterschiedlich verteilt waren. Im Nordwesten Niedersachsens fielen im Mai reichlich Niederschläge, u.a. wurden in Oldenburg, Lingen, Bremerhaven und Cuxhaven Niederschlagsmengen gemessen, die z.T. das doppelte der durchschnittlichen Werte erreichten. Im Osten und Süden Niedersachsens hielt die niederschlagsarme Periode von Februar bis August 2003 an.

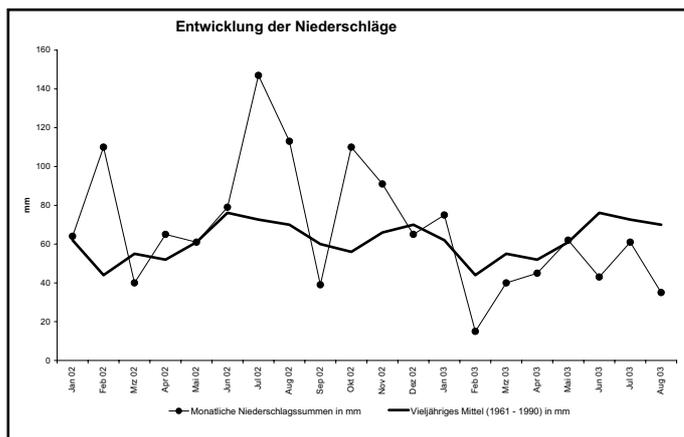


Abb. 30: Vieljähriges Mittel der Niederschlagssummen und monatliche Mittelwerte der Niederschläge für den Zeitraum Januar 2002 bis August 2003, Niedersachsen und Bremen (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

Der Witterungsverlauf im Jahr 2003 hat mit Temperaturen über dem Mittel und einem Niederschlagsdefizit von Februar bis August 2003 keine optimalen Rahmenbedingungen für den Kronenzustand geboten. Die hohen Niederschlagsmengen des Vorjahres hatten jedoch die Wasservorräte im Boden aufgefüllt, so dass die Wasserversorgung der Bäume zunächst überwiegend gewährleistet war. Ab August wurden dann die Folgen der langen Trockenheit und der Hitze sichtbar. Außerdem hat der sehr warme und sehr trockene Witterungsverlauf die Entwicklung und Verbreitung von Insekten gefördert.

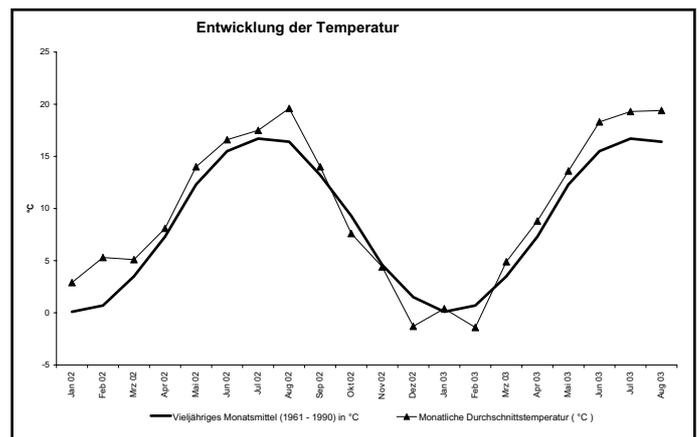


Abb. 31: Vieljähriges Monatsmittel und monatliche Durchschnittstemperatur für den Zeitraum Januar 2002 bis August 2003, Station Soltau (Quelle: Deutscher Wetterdienst)



Die Monatsmittel der Temperatur lagen im Jahr 2003 ab März ohne Unterbrechung über dem vieljährigen Monatsmittel (Abb. 31). Die Abbildung zeigt den Temperaturverlauf für die Station Soltau, für andere Stationen in Niedersachsen waren die Verläufe ähnlich.

Auswirkungen des Witterungsverlaufs 2002/2003 auf die Wälder in Niedersachsen:

Die hohen Niederschlagsmengen im Jahr 2002 haben die Wasservorräte im Boden aufgefüllt, so dass eine ausreichende Wasserversorgung der Waldbestände in der ersten Jahreshälfte 2003 gegeben war. Damit waren die Witterungsbedingungen für die Kronenentwicklung der Waldbäume zu Beginn der Vegetationszeit gut. Bis auf den Nordwesten Niedersachsens, wo ergiebige Niederschläge im Mai das Niederschlagsdefizit der Vormonate ausgeglichen haben, waren die Auswirkungen der langanhaltenden Trockenheit und der hohen Temperaturen überregional zunächst bei der Birke sichtbar. Schon zu Beginn der WZE hatte bei einzelnen Birken die Verfärbung der Blätter und der Laubabfall begonnen. Dies führte zu einem weiteren leichten Anstieg der deutlichen Schäden für die Gruppe der "sonstigen Laubbaumarten" in diesem Jahr.

Bei den Hauptbaumarten waren witterungsbedingte Schäden bis zum Ende der WZE – Aufnahmeperiode nur in geringem Umfang aufgetreten.

Ab Mitte August setzte dann bei der Buche ein früher Blattfall ein. Da die Außenaufnahmen durch die WZE – Teams zu diesem Zeitpunkt bereits fast abgeschlossen waren, spielte dies für die Ergebnisse der WZE nur eine untergeordnete Rolle. Innerhalb weniger Tage fielen bei der Buche z.T. große Laubmengen ab. Das Bild war sehr heterogen: An einigen Standorten war noch keine Entlaubung zu beobachten, während in anderen Beständen alle Buchen ihr Laub fast vollständig verloren hatten. Anfang September kam die Entlaubungsphase dann mit dem Einsetzen von Niederschlägen und einem Rückgang der hohen Temperaturen zum Stillstand.

Der frühe Laubfall hat für die betroffenen Buchen den Zeitraum zur Assimilation in diesem Jahr stark verkürzt.

Der Aufbau von Reservestoffen und die Anlage der Knospen zum Austrieb im nächsten Jahr war dadurch nicht im optimalen Umfang möglich. Außerdem war ein Großteil der abgeworfenen Blätter noch grün, d. h. die Rückverlagerung wichtiger Nährstoffe aus dem Blatt in den Baum hat vor dem Laubfall nicht mehr stattgefunden.

Die feucht-warme Witterung des Jahres 2002 hatte die Entwicklung von Pilzen begünstigt. Für die Vermehrung von Insekten hat dann das Jahr 2003 sehr gute Bedingungen geboten. Bei der Kiefer und bei den sonstigen Laub- und Nadelbäumen hat Insekten- und Pilzbefall zu einem leichten Anstieg der Kronenverlichtung geführt.

Bei der Fichte blieben Häufigkeit und Intensität von Insektenschäden weitgehend ohne Einfluss auf die diesjährigen Ergebnisse der WZE. Die witterungsbedingte starke Vermehrung der Borkenkäfer und die daraus resultierenden massiven Schäden in den Fichtenbeständen waren erst zum Ende der Inventur sichtbar.

# Waldschutzsituation 2003

Die Waldschutzsituation im Jahre 2003 war stark durch die Witterung der letzten Jahre beeinflusst. Dem sehr trockenen und heißen Jahr 2003 mit guten Brutbedingungen für Borkenkäfer gingen mehrere Jahre mit überdurchschnittlich hohen Niederschlägen voran.

## Eiche

Die wenigen durch die Eichen-Fraßgesellschaft im Frühsommer kahlgefressenen Bestände haben sich durch Bildung eines Regenerationstriebes und das Schieben des Johannistriebes gut erholt und sehen vital aus.

Kahlfraßereignisse in älteren Eichenbeständen traten im Raum Braunschweig-Peine und in der Eilenriede bei Hannover auf. Im Emsland (NFA Lingen) wurden jüngere Eichenstangenhölzer kahl gefressen.



Nahezu kahlgefressene Eiche

In manchen Bereichen (z.B. NFA Unterlüß) ist der Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) in Erscheinung getreten. Solange dieser nur die Südseite der Stämme befällt, bleiben die Bäume grün, allerdings bringt der Eichenprachtkäfer dabei große Kambiumpartien zum Absterben, so dass nachfolgend mit Holzentwertungen durch Pilze und Holzbrütende Insekten gerechnet werden muss.

Regional unterschiedlich fällt der Fruchtansatz aus, stellenweise stehen die Eichen in Vollmast, in manchen Regionen

ist allerdings infolge der Dürre bei unzureichender Frucht-reife vorzeitiger Fruchtfall aufgetreten.

## Buche

In wenigen Einzelfällen konnte im Stammfußbereich (bis etwa 2 m Höhe) vital erscheinender Buchen das Auftreten von Einbohrlöchern, teilweise mit frischem Bohrmehlauswurf beobachtet werden. An den betroffenen Stämmen wurden leichte Rindennekrosen festgestellt. Bei den Holzbrütern handelte es sich um *Xyloterus domesticus* und *Hylecoetus dermestoides*, die nach Schleimfluß (infolge Buchenwollschildlaus- und/oder Pilzbefall) abgestorbene Stammbereiche befallen konnten.

Gelegentlich wurde auch Befall mit Rindenbrütern (*Taphro-rychus bicolor*) beobachtet.

## Fichte

Nach mehreren Jahren relativer Ruhe (Latenz) reagierten vor allem die Borkenkäferarten Buchdrucker (*Ips typographus*) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) stark auf die heiße und trockene Witterung des Frühjahrs und Sommers 2003. Neben vermehrtem Käferbefall traten jedoch vereinzelt auch reine Trockenschäden an Fichte auf. Buchdrucker und Kupferstecher konnten die gestressten Fichten leicht besiedeln und verzeichneten hohe Bruterfolge. Besonders stark trat Stehendbefall in Beständen auf, in denen nach vorangegangener Zielstärkennutzung größere Mengen an Resthölzern verblieben waren.

Bedingt durch die hohen Temperaturen konnten beide Käferarten ihre erste Generation bereits im Juni beenden, so dass sowohl im Tiefland als auch in den Berglandregionen eine zweite Generation angelegt wurde. Diese konnte sich ebenfalls in den meisten Regionen noch fertig entwickeln. Stellenweise wurde sogar eine dritte Brut angelegt.

Die Ansprache befallener Fichten erwies sich in diesem Jahr als besonders schwierig, da die Bäume aufgrund von Wassermangel kaum oder gar nicht harzten. Auch die Verfärbung der Nadeln konnte nicht mit der schnellen Entwicklung der Brut mithalten. Viele Fichten wiesen in den ersten Wochen nach Befall keine äußerlichen Veränderungen auf. Sie wurden somit nicht in der kritischen Phase während der Anlage der Brutsysteme gefunden und zu Fall gebracht.



Der Buchdrucker fand 2003 hervorragende Vermehrungsbedingungen. Wärme und Trockenheit ließen eine schnelle Entwicklung der Brut zu und schufen durch Schwächung der Fichten ein hohes Brutraumangebot

Die Lockwirkung dieser Bäume trug so zur raschen Ausbreitung des Befalls auf Nachbarbäume bei. Ein nennenswerter Teil der Borkenkäferschäden an stehender Fichte wird erst im Verlauf des Herbstes und Winters sichtbar werden. Für das Jahr 2004 wird unter günstigen Witterungsbedingungen mit einer starken Borkenkäferpopulation gerechnet, da viele Tiere ungehindert in ihre Überwinterungsquartiere entweichen konnten.

An Fichte wurde außerdem in den Bereichen Oldenburg und Rotenburg regionales Auftreten der Kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina*) beobachtet. Zu erkennen sind die Schäden durch befallene und rotfärbende Oberkronen.

### Kiefer

Die für dieses Jahr erwarteten Schäden durch nadelfressende Schmetterlingsraupen, insbesondere die der Nonne, blieben aus. Bis zum Herbst 2003 sind keine Fraßherde bekannt geworden. Im Einklang damit stehen auch die landesweit eher zurückgehenden Falterfänge von Forleule (*Panolis flammea*) und Nonne (*Lymantria monacha*) aus der pheromonfallengestützten Überwachung. Die Nonne überschritt nur in zwei Regionen die Meldeschwelle, der Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*) verzeichnete lediglich im Raum Gartow einen Dichteanstieg. Aufgrund zunehmender

Nonnenprobleme in den östlich angrenzenden Bundesländern und der für die Nonnenpopulation günstigen diesjährigen Witterung wird in Niedersachsen für das kommende Jahr jedoch mit erhöhter Nonnenaktivität gerechnet.

Begünstigt durch die vergangenen relativ feuchten Jahre wirkte sich Pilzbefall negativ auf den Gesundheitszustand der Kiefern im niedersächsischen Flachland aus. Bereits im Frühsommer konnte an Kiefern naturverjüngung und jungen Beständen bis zum Dickungsalter starker Schüttebefall beobachtet werden. Im weiteren Verlauf des Jahres fiel in älteren Beständen insbesondere an besonnten Bestandteilen (entlang der Autobahn, Waldinnenränder) ein durch den Pilz *Cenangium ferruginosum* verursachtes Triebsterben auf.

Im September waren insbesondere im Bereich der Zentralheide Kiefern der herrschenden Bestandesschicht auffällig, die eine geringe Restbenadelung aufwiesen und Rinde verloren. Diese waren von Rüsselkäfern (*Pissodes spec.*) und dem Blauen Kiefernprachtkäfer (*Phaenops cyanea*) befallen.

### Douglasie

In den letzten Jahren herrschten gute Bedingungen für die Rußige Douglasenschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*). In vielen Beständen ist die Benadelung auf zwei Nadeljahrgänge zurückgegangen.



Starke Nadelverluste durch Rußige Douglasenschütte im Frühjahr 2003

Die dadurch bedingte Schwächung der Douglasien begünstigte wiederum den Befall durch *Phomopsis pseudotsugae*, einem Pilz, der die Rinde schädigt und zum Absterben einzelner Zweige, Kronenteile oder ganzer Bäume führt. In Einzelfällen kam es dadurch zu flächigen Absterbeerscheinungen.

Ein weiteres Schadbild wurde durch die Überschwemmungen im Jahr 2002 verursacht aber erst in 2003 sichtbar. Das Wurzelwerk der Bäume wurde dadurch stark geschädigt und konnte sich im heißen Sommer 2003 nicht erholen. Die verbliebenen Wurzeln waren nicht in der Lage die Bäume ausreichend mit Wasser zu versorgen, so dass lokal flächiger Ausfall durch Trockenheit beobachtet wurde.



Durch Überschwemmungen im Jahre 2002 geschädigte Wurzelsysteme konnten sich nicht ausreichend regenerieren, um die Bäume in der Trockenperiode des Jahres 2003 mit Wasser zu versorgen, die Douglasien sind abgestorben.

### Kirsche

Regional traten Absterbeerscheinungen bei älteren Kirschen, vor allem im Bestandesinneren auf. Es handelte sich nicht um die bekannte *Monilia*-Krankheit, vielmehr waren die Kirschen in den vergangenen Jahren durch Blattpilze (*Stigmina spec.*, *Phloeosporrella spec.*) geschwächt worden. In der Folge konnten sich im Jahr 2003 Pilze, die eigentlich für die natürliche Astreinigung zuständig sind (z.B. *Valsa oxystoma*), auch in den Stammbereich ausbreiten und dort das Kambium abtöten.



Durch Pilze abgetötete Kirschen im NFA Bramwald

### Pappel

Starke Blattverluste, büschelige Restbelaubung und verminderter Austrieb verursachten in ganz Niedersachsen ein alarmierendes Aussehen der Pappel bis hin zum Absterben. Auslöser hierfür ist das infolge der letzten feuchten Jahre verstärkte Auftreten der Marssonina-Krankheit (*Drepanopeziza punctiformis*), ein Blattpilz der zu vorzeitigem Laubverlust führt. Die durch den Blattverlust vorgeschädigten Pappeln wurden anschließend durch verschiedene Schwächeparasiten, vor allem Rindenpilze befallen. Einer der bedeutendsten dieser Schwächeparasiten ist der Dothichiza-Rindenbrand der Pappel (*Cryptodiaporthe populea*), welcher auch als „Rindentod der Pappel“ bezeichnet wird.



Durch die Marssonina-Blattfleckenkrankheit und den Pappelrindenbrand stark geschädigte Pappeln im NFA Rotenburg

## Erle

Frischer Befall mit Erlen-*Phytophthora* trat gehäuft auf. Es sind sowohl Einzelbäume als auch ganze Bestände betroffen. Das Alter der Bäume spielt dabei keine Rolle. Die Infektion erfolgt über aktiv bewegliche Sporen im Boden- und Oberflächenwasser. Betroffen sind überwiegend Bestände oder auch Einzelbäume an Wasserläufen bzw. in deren Überschwemmungsbereichen. Die hohen Niederschläge der vergangenen Jahre führten mit der Ausdehnung der Überschwemmungsflächen zu einer weiteren Ausbreitung der Krankheit.

Neben einer schütterten Krone ist Schleimfluss am Stammfuß der deutlichste Hinweis auf diese Krankheit. Die Schleimflussflecken sind äußere Anzeichen für Kambiumschäden (Nekrosen), die im oberen Wurzelbereich und am Wurzelhals entstehen und sich von dort zungenförmig nach oben sowie seitlich stammumfassend unter der Stammrinde ausdehnen können.

Solange diese Nekrosen nur einseitig auftreten, leben die Erlen zunächst noch weiter, zeigen aber die oben genannten Kronenmerkmale. Sobald die Nekrosen durch seitliche Ausdehnung den Stammfuß ganz umfassen, sterben die betroffenen Erlen ab. Die Nekrosen lassen sich besonders an jungen Erlen durch Abkratzen der dünnen äußeren Borke finden.



Erle mit älterer, zum Teil überwallter Schädigung durch Erlen-*Phytophthora*

Diese als Wurzelhalsfäule der Erlen bezeichnete Krankheit ist erst seit den 90er Jahren bekannt. Ihr Erreger ist ein neu entstandener *Phytophthora*-Hybride, der nur Erlen befällt. Neben Erlen an Gewässerrändern, die bereits seit Jahren befallen sind und von denen nur einzelne Bäume absterben, gibt es Bestände, die dieses Jahr nach erstmaligem Befall Ausfälle bis zu 90 % aufweisen.

Auch wenn es zahlreichen Erlen gelingt *Phytophthora*-Befall vorübergehend auszuheilen, kommt es nicht zur Ausbildung von Immunität. Über mögliche Resistenzen bestimmter Herkünfte liegen keine Informationen vor.

## Mäuse

Eine Besonderheit dieses heißtrockenen Jahres war das Auftreten von Mäuse-Nageschäden im Sommer. Diese wurden durch das Vertrocknen der Bodenvegetation und den damit verbundenen Nahrungs-, vor allem aber Wassermangel ausgelöst.

Die Kurzschwanzmauspopulationen waren in den letzten, eher feuchten bis nassen Jahren auf ein Minimum gesunken. In 2003 ist demgegenüber eine deutliche Erholung, vor allem bei der Feldmaus (*Microtus arvalis*) und den Langschwanzmäusen (*Apodemus spec.*), aber auch bei der Erdmaus (*Microtus agrestis*) eingetreten. Die Schermauspopulationen dagegen sind in weiten Bereichen zusammengebrochen.

Auch wenn großräumige Gradationen dieses Jahr nicht zu erwarten sind, könnten regional in diesem Herbst und Winter bereits spürbare Schäden eintreten.

## Abiotische Schäden

Zahlreiche Baumarten wiesen eine durch die Trockenheit verursachte Verfärbung des Laubes und einen damit verbundenen frühzeitigen Blattverlust auf. Dieses Schadbild verursacht auch eine Schwächung der Bäume, da die Nährstoffspeicherung in der Wurzel empfindlich gestört wird.

# Kriterien und Indikatoren einer nachhaltigen Forstwirtschaft

## Nachhaltigkeit

Das Prinzip der Nachhaltigkeit ist seit mehr als 200 Jahren das zentrale Handlungsprinzip der deutschen Forstwirtschaft. Anfangs sollte die Holzversorgung nachhaltig gesichert werden, heute soll die Forstwirtschaft in unserer Kulturlandschaft alle Waldfunktionen sichern (Abb. 32). Forstwirtschaft bedeutet in diesem Zusammenhang die Steuerung von Waldentwicklungen, um ökonomische, ökologische und sozioökonomische Ziele zu erreichen.

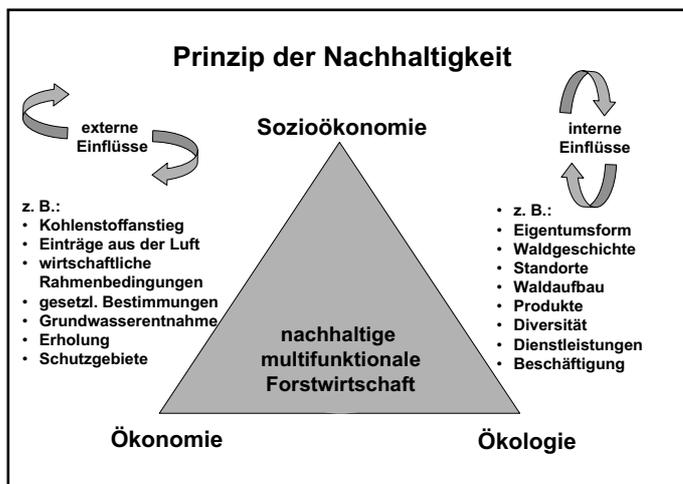


Abb. 32: Ziele der Nachhaltigkeit

Die handelnden Akteure sind die Waldbesitzer bzw. die Forstbetriebe. Sie vereint, ungeachtet der Eigentumsform, das Leitbild einer nachhaltigen, multifunktionalen Forstwirtschaft. Ihre Umsetzung ist im Zusammenhang mit externen (z. B. Kohlenstoffanstieg, Einträgen aus der Luft, wirtschaftliche Rahmenbedingungen, gesetzliche Bestimmungen, Grundwasserentnahme, Erholungsdruck, Schutzgebietsausweisungen) und internen Einflüssen (z. B. Eigentumsform, Waldgeschichte, Standorte, Waldaufbau, Produkte, Diversität, Dienstleistungen, Beschäftigung) zu sehen.

## Projekte

Dieser Beitrag beruht auf den Ergebnissen des EU-LIFE-Projektes „Demonstration of Methods to Monitor Sustainable Forestry“ und des DBU-Projektes „Biologische Vielfalt und nachhaltige Nutzungsmöglichkeiten durch multifunktionale Forstwirtschaft unterschiedlicher Intensität - ein Waldnutzungsvergleich -“. Diese beiden Nachhaltigkeitsprojekte wurden in den letzten Jahren von der Niedersächsischen Landesforstverwaltung in Zusammenarbeit mit Vertretern des Privat- und Klosterkammerwaldes, der Landwirtschafts-

kammer Hannover, des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie, eines Umweltverbandes (BUND) und eines Planungsbüros durchgeführt.

Die wichtigsten Ziele der Nachhaltigkeitsprojekte waren die Auswahl geeigneter Kriterien und Indikatoren einer multifunktionalen Forstwirtschaft, die Einbeziehung der betrieblichen Ebene in das Nachhaltigkeitsmonitoring, die Überprüfung der Eignung und Effizienz der heute praktizierten Monitoringverfahren, die Zusammenführung von betrieblichen und regionalen Informationen in einem Informationssystem sowie das Aufzeigen von Möglichkeiten, wie mit diesen Informationen Entscheidungen und Steuerungsmaßnahmen auf regionaler und betrieblicher Ebene unterstützt werden können.

## Untersuchungsgebiete

Als Untersuchungsgebiete dienten die Lüneburger Heide im norddeutschen Tiefland und der Solling im südniedersächsischen Bergland (Abb. 33), weil sie sich in ihrer standörtlichen Ausstattung, Waldentwicklung, Produktivität, Besitzstruktur sowie in ihren Naturschutz- und Erholungswerten stark unterscheiden.

Der Solling ist ein dicht bewaldetes Gebiet von ca. 43.000ha Größe, das vor allem mit Fichten-, Buchen- und Eichenwäldern bestockt ist. Die heutige biologische Diversität ist das Resultat einer 1000-jährigen Waldbewirtschaftung. Der Wald ist produktiv, hat hohe Schutz- und Erholungswerte und ist für die Waldökosystemforschung von nationaler Bedeutung. Als Waldbesitzform überwiegt der Staatswald.

Das rund 12.200 ha große Untersuchungsgebiet in der Lüneburger Heide spiegelt die Natur-, Kultur- und Waldgeschichte des norddeutschen Tieflandes wider. Nach jahrhundertelanger Waldzerstörung erfolgte seit 200 Jahren

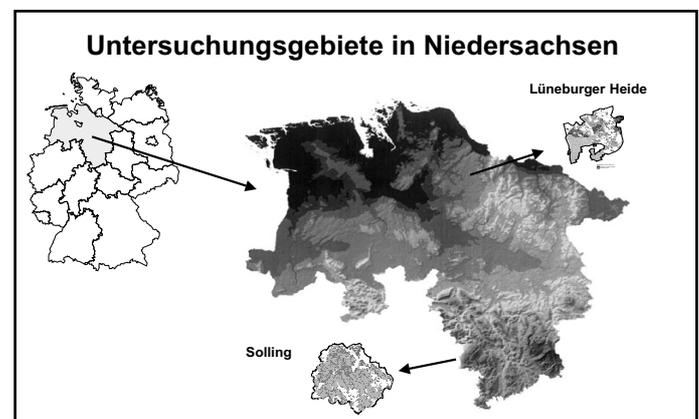


Abb. 33: Lage der Untersuchungsgebiete

der Wiederaufbau der Wälder. Zurzeit werden die überwiegenden Kiefern-Pionierwälder auf größerer Fläche umgebaut. Die biologische Vielfalt ist gekennzeichnet durch sehr unterschiedliche, natur- bzw. kulturbedingte Ökosysteme. Der Raum umfasst das älteste Großnaturschutzgebiet Deutschlands, Fremdenverkehrsschwerpunkte sowie Wochenenderholungsbereiche und Wassereinzugsgebiete des Großraumes Hamburg. In diesem Gebiet liegen ca. 4.900 ha des Niedersächsischen Forstamtes Sellhorn, ca. 2.400 ha des Klosterkammerforstamtes Soltau und ca. 4.900 ha der Forstbetriebsgemeinschaft Egestorf-Hanstedt, die insgesamt 274 Mitglieder hat.

### Auswahl der Kriterien und Indikatoren

Operational wird das Nachhaltigkeitsprinzip erst dann, wenn angegeben wird, für welche Wirkungen und Leistungen des Waldes Kontinuität bzw. Verbesserung gefordert wird. Die 1998 in Lissabon verabschiedeten gesamteuropäischen Kriterien, Handlungsfelder und Indikatoren einer nachhaltigen, multifunktionalen Forstwirtschaft stellen für die Projekte eine gute Arbeitsgrundlage dar. Sie sind grundsätzlich auf nationaler, wie auch auf regionaler und forstbetrieblicher Ebene einsetzbar.

Der gesamteuropäische Katalog wurde im Rahmen der beiden Nachhaltigkeitsprojekte auf Vollständigkeit überprüft, die Bedeutung seiner einzelnen Elemente eingeschätzt und die Zuverlässigkeit der Erhebungsmethoden beurteilt. Die Einbeziehung der betrieblichen Ebene in das Nachhaltigkeitsmonitoring war dabei von besonderer Bedeutung, weil auf der operativen Ebene des Forstbetriebes der Schlüssel für die Erhaltung bzw. Verbesserung von Zuständen liegt. Die Ergebnisse der Analyse haben mittlerweile über die Mitarbeit in Expertengremien der EU erfolgreich Eingang in die Empfehlungen für einen verbesserten gesamteuropäischen Indikatorenkatalog gefunden, der im April 2003 auf einer Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa verabschiedet worden ist. Die Empfehlungen sehen jetzt insgesamt 36 Indikatoren vor. Von ihnen sind die Waldfläche nach Waldgesellschaften, die Alters- und Durchmesserstruktur des Holzvorrates, der chemisch Bodenzustand, das Verhältnis von Zuwachs und Nutzung, die Naturnähe der Wälder, die Landschaftsdiversität, der Boden- und Wasserschutz, der Reinertrag der Forstbetriebe, die Zahl und Qualifikation der Beschäftigten und der stark frequentierte Erholungswald als Schlüsselindikatoren anzusehen (Abb. 34).

Auswahl geeigneter Kriterien und Indikatoren					
Kriterium I FORSTLICHE RESSOURCEN	Kriterium II GESUNDHEIT UND VITALITÄT	Kriterium III PRODUKTIONS- FUNKTION	Kriterium IV BIOLOGISCHE DIVERSITÄT	Kriterium V SCHUTZ- FUNKTIONEN	Kriterium VI SOZIO- ÖKONOMISCHE FUNKTIONEN
Waldfläche nach Waldgesellschaften	Deposition aus der Luft	Zuwachs und Nutzung	Baumarten-zusammensetzung	Schutzwälder (Boden, Wasser)	Eigentümerstruktur
Holzvorrat	chem. Bodenzustand	Rundholz (Wert und Menge)	Anteile versch. Verjüngungstypen	Schutzwälder (Klima, Lärm, Immissionen, Sicht)	Anteil am Brutto-Inlandsprodukt
Alters- bzw. Durchmesserstruktur	Nadel-/Blattverluste	Nichtholzprodukte (Wert und Menge)	Naturnähe der Wälder		Reinertrag der Forstbetriebe
Kohlenstoffvorrat	Waldschäden (abiotisch, biotisch; Bewirtschaftung)	vermarktungsfähige Dienstleistungen	Anbaufläche fremd. Baumarten		Investitionen in die Forstwirtschaft
		Fläche mit FE-Planung	Totholz (Vorrat stehend / legend)		Beschäftigte in der Forstwirtschaft
			Genressourcen		Arbeitsunfälle im Wald
			Landschaftsdiversität		Holzverbrauch pro Kopf
			Anzahl gefährdeter Waldarten		Holzhandel (Import / Export)
			Vorrangflächen Naturschutz		Energiegewinnung aus Holz
					Recyclingrate für Papierprodukte
					Erholungswald
					Kultur- und Naturdenkmale

Abb. 34: Gesamteuropäische Kriterien und Indikatoren einer nachhaltigen Forstwirtschaft (MCPFE Advisory Group 10/2002)

Informationsquellen nach Skalenniveaus							
Monitoring-Verfahren	Bezugsebene		Monitoring-Verfahren	Bezugsebene			
	Bund	Länder		Region	Forstbetrieb		
					Privatwald	Körpersch.-wald	Staatswald
Bundeswaldinventur	✓	(✓)	Standortskartierung	fehlt	z.T.	(✓)	✓
Landeswaldinventur		z.T.	Bestandesweise Forsteinrichtung	fehlt	z.T.	(✓)	✓
Forstliche Statistiken	(✓)	(✓)	Betriebsinventur	fehlt	selten	selten	z.T.
Öffentliche Statistiken	(✓)	(✓)	Forstliche Biotopkartierung	fehlt	selten	selten	z.T.
Forstliches Festbetriebsnetz	✓	(✓)	Waldfunktionenkartierung	✓	✓	✓	✓
Waldfunktionenkartierung	✓	✓	Waldschutzmonitoring	(✓)	(✓)	(✓)	✓
Umweltdatenbank	(✓)	(✓)	Betriebliches Rechnungswesen	fehlt	z.T.	(✓)	✓
Waldzustandserhebung	✓	✓	Öffentliche Statistiken	✓	✓	✓	✓
Bodenzustandserfassung	✓	✓	Inventuren d. Naturschutzverw.	(✓)	(✓)	(✓)	(✓)
Level II-Flächen	✓	(✓)	Sondererhebungen	selten	selten	selten	z.T.

Abb. 35: Informationsquellen nach Skalenniveaus

### Informationsquellen

Der Nachweis forstlicher Nachhaltigkeit setzt Dauermonitoring voraus, um nicht nur Zustände, sondern auch Entwicklungen aufzeigen zu können. Die Zuverlässigkeit der Inventurergebnisse hängt vor allem von der Bezugsebene, den Erhebungsmethoden, den Verfahrensunterschieden zwischen den Besitzarten auf regionaler und lokaler Ebene sowie den Zielgrößen der Verfahrensoptimierung ab. Während auf nationaler bzw. Länderebene die Monitoringverfahren die benötigten Informationen weitgehend zuverlässig bereitstellen, fehlen auf regionaler Ebene viele Informationen und auf forstbetrieblicher Ebene bestehen zwischen den Besitzarten größere Unterschiede in den Verfahren und der Qualität der Daten.

Für die Kriterien "Forstliche Ressourcen", "Produktionsfunktion" und "Schutzfunktionen" war die Datenlage in den Forstbetrieben der Untersuchungsgebiete allgemein sehr gut. Die benötigten Informationen stammten größtenteils aus der Forsteinrichtung, der Betriebsinventur, der Standortkartierung, der Waldfunktionskartierung und dem betrieblichen Rechnungswesen. Schwierigkeiten bereitet es vor allem, aus den überbetrieblichen Inventuren Waldzustandserhebung (Level I), Bodenzustandserfassung und Umweltkontrolle auf Level II – Flächen in Verbindung mit der Standortkartierung aussagefähige Informationen für Regionen oder gar die lokale Ebene herzuleiten. Diese Probleme bedürfen intensiver Forschungsaktivitäten, die sich mit der Regionalisierung von umweltrelevanten Daten aus punkthaft vorliegenden Informationen beschäftigen. Darüber hinaus war es zum Teil aufwändig, die Indikatoren der Kriterien „Biologische Diversität „ und "Sozioökonomische Funktionen" betrieblich bzw. regional darzustellen.

### Informationsverarbeitung

Die aus verschiedenen Quellen stammenden Informationen mußten für weitergehende Auswertungen in einem Informationssystem zusammengeführt, aufbereitet und strukturiert werden (Abb. 36). Dabei war auf regionaler Ebene eine besitzartenübergreifende Datenintegration nicht mit einem vertretbarem Aufwand möglich. Um so wichtiger war es daher, sicherzustellen, dass die Inventurdaten mit einheitlichen Algorithmen ausgewertet wurden, so dass man vergleichbare Ergebnisse erhielt. Die Auswertungsroutinen wurden in einer Programmbibliothek zusammengeführt. Sie lieferten für die Nachhaltigkeitsindikatoren als Ergebnisse Statistiken, Graphiken und Karten. Die Analyse der Ist – Zustände zeigte, dass viele Ausprägungen der quantitativen Indikatoren von der sehr unterschiedlichen Waldentwicklung in den beiden Untersuchungsräumen geprägt sind. Im Solling überwiegen die alten Waldstandorte, die seit 1780 immer mit Wald bedeckt waren. In der Lüneburger Heide ist demgegenüber die Waldfläche durch Ödland-Aufforstung von ca. 2200 ha im Jahre 1780 auf ca. 13500 ha im Jahre 1990 gestiegen (Abb. 37). Ohne diese Informationen lassen sich viele Nachhaltigkeits-Indikatoren nicht zutreffend interpretieren.

### Unterstützung von Entscheidungen

Die Kriterien, Handlungsfelder und Indikatoren einer nachhaltigen, multifunktionalen Forstwirtschaft repräsentieren die Vielfalt der möglichen Sachziele, die zueinander komplementär, indifferent, konkurrierend oder konträr sein können. Sie lassen sich inhaltlich ordnen und in einem hierarchischen Zielsystem strukturieren.

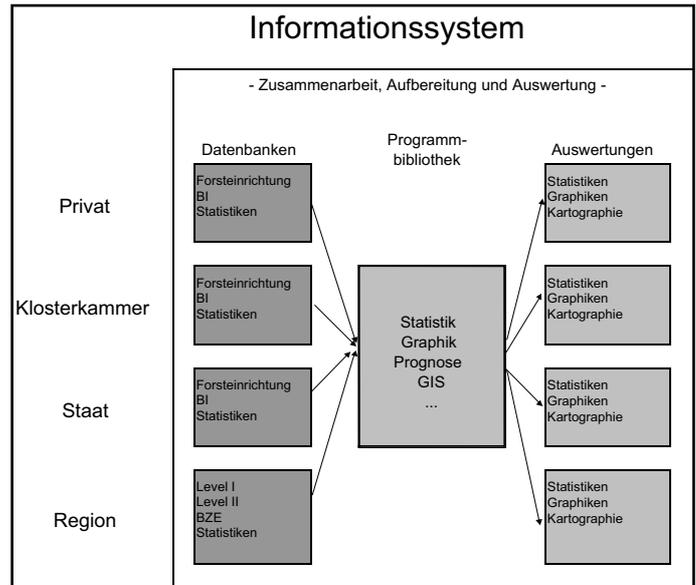


Abb. 36: Zusammenführung der Informationen

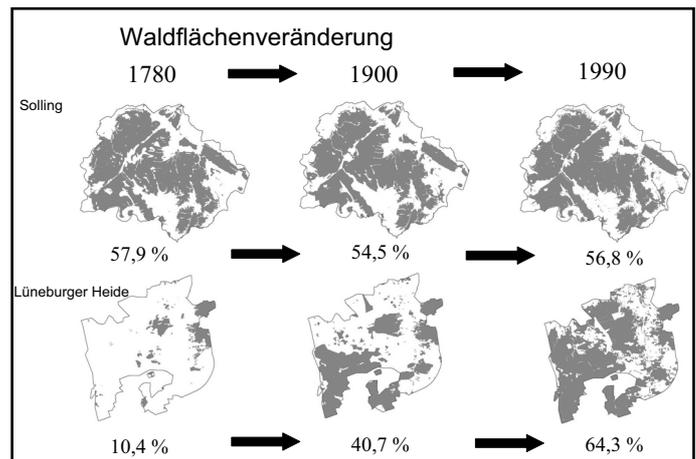


Abb. 37: Entwicklung der Waldflächen im Solling und in der Lüneburger Heide

Eine Anpassung des Systems an die Interessen der Waldbesitzer bzw. Entscheidungsträger erfolgt durch die Gewichtung der Ziele. In der Abbildung 38 entsprechen die Kriterien den Hauptzielen des Zielsystems. Ihre Bedeutung symbolisieren die dunklen Tortenstücke, die zusammen 100%, den ganzen Kuchen ergeben. Die einzelnen Hauptziele setzen sich wiederum aus mehreren Teilzielen, den Handlungsfeldern zusammen. Ihre jeweilige Bedeutung entspricht den einzelnen Kreissegmenten, die zusammen den Gesamtwert des dazugehörigen Kriteriums ergeben. Die nächste, nicht mehr dargestellte Ebene bilden die quantitativen Indikatoren, aus denen sich die Handlungsfelder zusammensetzen.

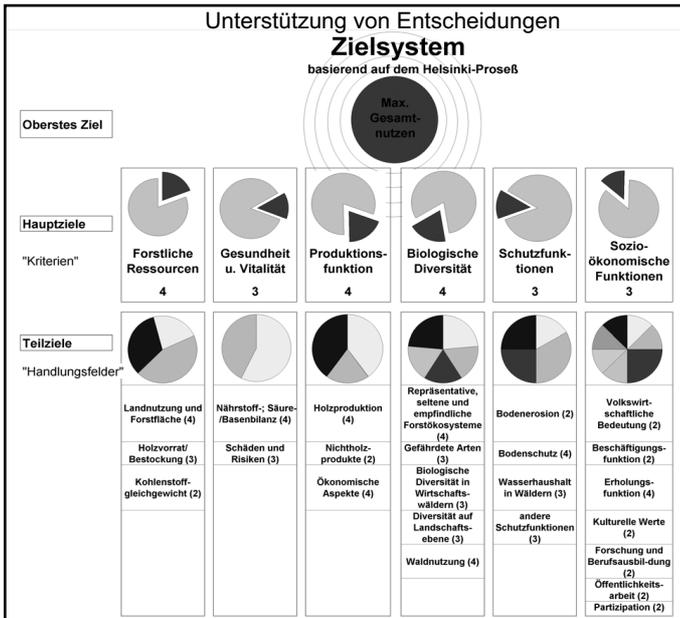


Abb. 38: Strukturierung der Kriterien und Indikatoren in einem Zielsystem

Die Differenzen zwischen den jeweils vorgefundenen Zuständen und den angestrebten Zielen ergeben die jeweiligen Zielerreichungsgrade. Diese zeigen Handlungsbedarf auf und liefern wichtige Informationen für die betriebliche Steuerung. Da nach unserer Rechtsordnung jeder Waldbesitzer im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben seine betrieblichen Ziele selbst definieren kann, lassen sich unter Berücksichtigung der Flächenanteile aus der Summe der betrieblichen Ziele auch regionale Ziele und Zielerreichungsgrade ableiten.

Zielerreichungsgrade machen natürlich nur dort Sinn, wo die Zielgrößen in den Forstbetrieben kurz-, mittel- oder langfristig zu beeinflussen sind. Bei der Betrachtung der Zielerreichungsgrade verschiedener Waldbesitzerarten sind die jeweils im Handlungsraum einer nachhaltigen Forstwirtschaft vorrangig verfolgten Oberziele zu beachten. So ist für das Klosterkammerforstamt Soltau und die FBG Egestorf-Hanstedt die Gewinnerzielung eines der wichtigsten Ziele, während das NFA Sellhorn zu Gunsten des Naturschutzes bewusst auf Möglichkeiten der Ertragssteigerung verzichtet und zusätzlich viel Geld in den Bereich Umweltbildung investiert wird. Diese grundsätzlich unterschiedlichen betrieblichen Oberziele wirken sich auf viele andere Ziele und deren Zielerreichungsgrade aus, was sich z.B. in der Baumartenzusammensetzung, der Vorratshaltung, dem Verhältnis von Aufwand und Ertrag, der Walderschließung oder in der Zahl der Mitarbeiter widerspiegelt. Die mittelfristige Steuerung der Forstbetriebe erfolgt im Rahmen der Forsteinrichtung, die jährliche Steuerung durch den Betrieb. Dabei sollte sich der Mitteleinsatz nach

der Zielgewichtung, dem Grad der Zielerreichung und den Opportunitätskosten der einen oder anderen Handlungsalternative richten (Abb. 39). Dies unterstreicht, dass für zielorientierte Planungen und Umsetzungsmaßnahmen in den Forstbetrieben klar strukturierte Zielsysteme unverzichtbar sind.

An einer weiteren Entscheidungshilfe wird derzeit an der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt mit Förderung der DBU gearbeitet. Es ist dies die Entwicklung eines Decision Support Systems, das in sich eine Datenbank mit den Nachhaltigkeitsindikatoren und den Forderungen verschiedener Waldnutzer, das geographische Informationssystem Arc-Info und den Wachstumssimulator BWINPro vereint. Mit diesem System wird es möglich sein, die Auswirkungen verschiedener Bewirtschaftungsstrategien zu simulieren und auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalenniveaus miteinander zu verschneiden, um Strategien zu optimieren oder auch Kompromisse zwischen den Forderungen verschiedener Waldnutzer zu finden.

### Schlussfolgerungen

Für die Umsetzung des Prinzips der Nachhaltigkeit sind geeignete Indikatoren in der Forstwirtschaft unverzichtbar. Sie bilden die Grundlagen für die Beurteilung von Zuständen und Entwicklungen, stellen die Sachziele eines multifunktionalen Zielsystems dar, bieten Ansatzpunkte für die betriebliche und regionale Steuerung, geben Orientierung für die Zertifizierung der Forstbetriebe und sind eine wichtige Voraussetzung für eine bessere gesellschaftliche Anerkennung.

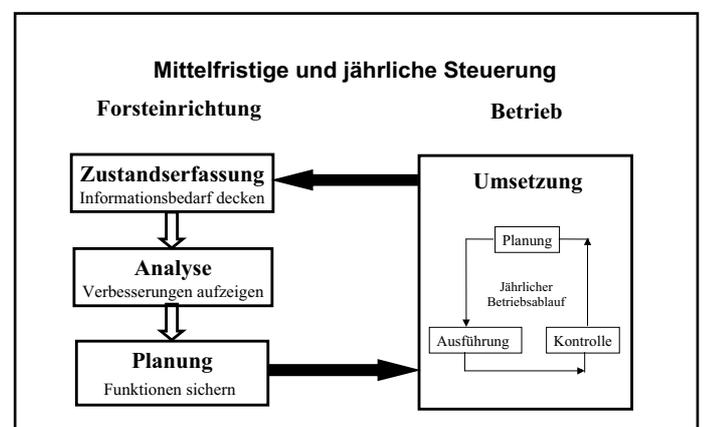


Abb. 39: Mittelfristige und jährliche Steuerung – Zielgewichtung, Zielerreichung, Opportunitätskosten

Tab. 5: Waldflächenanteile (%) in den Kronenzustandsstufen, WZE 2003

alle Altersstufen Baumarten	Fläche ( ha )	Kronenzustandsstufe					abgestorben	deutlich geschädigt
		ohne Schadmerkmale	schwach geschädigt	mittelstark geschädigt	stark geschädigt			
Fichte	204.344	55	30	13	0,9	0,8	15	
Kiefer	386.953	55	41	3	0,2	0,5	4	
sonst. Nadelholz	79.737	81	16	3	0,2	0,3	3	
Buche	156.141	32	47	20	0,8	0,1	21	
Eiche	79.270	30	39	29	0,8	0,8	31	
sonst. Laubholz	119.206	66	27	5	1,2	0,4	7	
Nadelbäume gesamt	671.034	58	35	6	0,4	0,6	7	
Laubbäume gesamt	354.617	43	39	17	0,9	0,4	18	
alle Baumarten 2003	1.025.651	53	36	10	0,6	0,5	11	

Bestände bis 60 Jahre Baumarten	Fläche ( ha )	Kronenzustandsstufe					abgestorben	deutlich geschädigt
		ohne Schadmerkmale	schwach geschädigt	mittelstark geschädigt	stark geschädigt			
Fichte	122.540	81	16	3	0,4	0	3	
Kiefer	240.212	73	26	1	0	0,3	1	
sonst. Nadelholz	63.470	90	8	2	0,2	0,4	2	
Buche	31.735	91	9	0	0	0	0	
Eiche	23.601	78	19	3	0	0	3	
sonst. Laubholz	82.804	71	23	5	0,8	0,3	6	
Nadelbäume gesamt	426.222	78	20	2	0,2	0,2	2	
Laubbäume gesamt	138.140	77	19	3	0,5	0,2	4	
alle Baumarten 2003	564.362	77	20	2	0,3	0,2	3	

Bestände über 60 Jahre Baumarten	Fläche ( ha )	Kronenzustandsstufe					abgestorben	deutlich geschädigt
		ohne Schadmerkmale	schwach geschädigt	mittelstark geschädigt	stark geschädigt			
Fichte	81.804	16	53	28	1,5	2	31	
Kiefer	146.741	26	66	7	0,5	0,8	8	
sonst. Nadelholz	16.267	48	45	7	0	0	7	
Buche	124.406	17	57	25	1	0,2	26	
Eiche	55.669	10	48	40	1,1	1,2	42	
sonst. Laubholz	36.402	54	36	7	2	0,6	10	
Nadelbäume gesamt	244.812	24	60	14	0,8	1,2	16	
Laubbäume gesamt	216.477	21	51	26	1,2	0,5	28	
alle Baumarten 2003	461.289	23	56	19	1	0,9	21	

Tab. 6: WZE 1984 - 2003 in Niedersachsen - Flächenanteile (%) in den Kronenzustandsstufen

alle Baumarten

Jahr	Bestände bis 60 Jahre					Bestände über 60 Jahre					Bestände aller Altersstufen				
	Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe				
	0	1	2	3 - 4	2 - 4	0	1	2	3 - 4	2 - 4	0	1	2	3 - 4	2 - 4
1984	73	20	6	1	7	47	39	13	1	14	64	27	8	1	9
1985	78	16	4	2	6	37	43	16	4	20	64	26	8	2	10
1986	77	17	5	1	6	37	43	17	3	20	63	26	9	2	11
1987	85	12	3	0	3	36	48	14	2	16	67	25	7	1	8
1988	74	21	4	1	5	28	51	17	4	21	58	32	8	2	10
1989	78	19	2	1	3	20	50	24	6	30	57	30	10	3	13
1990	61	32	6	1	7	20	47	29	4	33	46	37	15	2	17
1991	75	22	3	0	3	26	53	19	2	21	56	34	9	1	10
1992	67	28	4	1	5	18	56	24	2	26	48	39	12	1	13
1993	68	27	4	1	5	19	48	29	4	33	49	35	14	2	16
1994	61	32	6	1	7	12	55	31	2	33	42	41	16	1	17
1995	70	24	5	1	6	16	51	31	2	33	48	35	16	1	17
1996	68	29	3	0	3	12	51	33	4	37	48	37	14	1	15
1997	71	25	4	0	4	16	53	28	3	31	48	37	14	1	15
1998	77	20	3	0	3	20	52	26	2	28	54	33	12	1	13
1999	76	21	3	0	3	17	55	25	3	28	51	36	12	1	13
2000	77	20	2	1	3	16	50	32	2	34	51	33	15	1	16
2001	81	17	2	0	2	24	49	25	2	27	56	31	12	1	13
2002	81	17	1	1	2	27	48	23	2	25	57	31	11	1	12
<b>2003</b>	<b>77</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>23</b>	<b>56</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>53</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>11</b>

Kronenzustandsstufe 0: ohne Schädmerkmale (Kronenverlichtung 0-10 %)

Kronenzustandsstufe 1: Vorwarnstufe (Kronenverlichtung 11-25 %)

Kronenzustandsstufe 2: mittelstarke Schäden (Kronenverlichtung 26-60 %)

Kronenzustandsstufe 3: starke Schäden (Kronenverlichtung >60 und < 100 %)

Kronenzustandsstufe 4: abgestorben

Kronenzustandsstufe 2-4: deutliche Schäden

Tab. 7: WZE 1984 - 2003 in Niedersachsen - Flächenanteile (%) in den Kronenzustandsstufen

**Fichte**

Jahr	Fichtenbestände bis 60 Jahre					Fichtenbestände über 60 Jahre					Fichtenbestände aller Altersstufen				
	Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe				
	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4
1984	77	16	6	1	7	15	44	37	4	41	60	24	14	2	16
1985	77	15	6	2	8	15	39	34	12	46	60	22	13	5	18
1986	77	16	6	1	7	15	45	33	7	40	60	24	13	3	16
1987	79	19	2	0	2	14	47	35	4	39	61	27	11	1	12
1988	67	30	3	0	3	8	37	46	9	55	51	32	15	2	17
1989	78	20	1	1	2	8	43	28	21	49	58	27	8	7	15
1990	64	29	6	1	7	7	45	38	10	48	46	34	16	4	20
1991	76	20	3	1	4	9	48	37	6	43	55	29	14	2	16
1992	78	22	0	0	0	8	46	42	4	46	57	29	13	1	14
1993	78	18	0	4	4	6	39	47	8	55	56	25	15	4	19
1994	67	26	7	0	7	9	47	40	4	44	47	33	18	2	20
1995	72	19	8	1	9	13	48	35	4	39	51	30	17	2	19
1996	77	18	4	1	5	8	48	33	11	44	56	27	13	4	17
1997	77	19	4	0	4	11	56	30	3	33	55	31	12	2	14
1998	81	16	3	0	3	12	49	35	4	39	57	28	14	1	15
1999	82	15	3	0	3	12	49	35	4	39	57	27	14	2	16
2000	81	16	3	0	3	19	42	35	4	39	58	26	14	2	16
2001	84	13	3	0	3	17	46	33	4	37	59	25	14	2	16
2002	80	17	2	1	3	18	48	31	3	34	56	29	13	2	15
<b>2003</b>	<b>81</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>53</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>31</b>	<b>55</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>15</b>

Kronenzustandsstufe 0: ohne Schadmerkmale (Kronenverlichtung 0-10 %)

Kronenzustandsstufe 1: Vorwarnstufe (Kronenverlichtung 11-25 %)

Kronenzustandsstufe 2: mittelstarke Schäden (Kronenverlichtung 26-60 %)

Kronenzustandsstufe 3: starke Schäden (Kronenverlichtung >60 und < 100 %)

Kronenzustandsstufe 4: abgestorben

Kronenzustandsstufe 2-4: deutliche Schäden

Tab. 8: WZE 1984 - 2003 in Niedersachsen, Flächenanteile (%) in den Kronenzustandsstufen

**Kiefer**

Jahr	Kiefernbestände bis 60 Jahre					Kiefernbestände über 60 Jahre					Kiefernbestände aller Altersstufen				
	Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe				
	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4
1984	65	26	8	1	9	62	31	7	0	7	64	27	8	1	9
1985	78	18	3	1	4	38	48	12	2	14	68	25	6	1	7
1986	83	14	3	0	3	56	35	8	1	9	76	19	4	1	5
1987	91	7	1	1	2	65	31	3	1	4	84	13	2	1	3
1988	81	16	2	1	3	51	43	5	1	6	73	23	3	1	4
1989	83	15	2	0	2	41	55	4	0	4	73	25	2	0	2
1990	65	32	2	1	3	43	51	5	1	6	58	38	3	1	4
1991	73	25	2	0	2	32	62	5	1	6	60	37	3	0	3
1992	72	28	0	0	0	35	61	4	0	4	61	38	1	0	1
1993	63	31	6	0	6	27	56	17	0	17	52	39	9	0	9
1994	58	36	6	0	6	18	63	18	1	19	45	45	10	0	10
1995	63	34	3	0	3	15	66	18	1	19	45	46	8	1	9
1996	56	41	3	0	3	15	62	22	1	23	42	49	9	0	9
1997	67	30	3	0	3	20	67	12	1	13	51	43	6	0	6
1998	71	27	2	0	2	27	63	10	0	10	56	39	5	0	5
1999	68	30	2	0	2	14	72	13	1	14	49	44	6	1	7
2000	72	26	1	1	2	17	69	13	1	14	51	42	6	1	7
2001	77	21	2	0	2	24	62	13	1	14	57	36	6	1	7
2002	81	18	1	0	1	34	55	10	1	11	64	31	4	1	5
<b>2003</b>	<b>73</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>66</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>55</b>	<b>41</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

Kronenzustandsstufe 0: ohne Schadmerkmale (Kronenverlichtung 0-10 %)

Kronenzustandsstufe 1: Vorwarnstufe (Kronenverlichtung 11-25 %)

Kronenzustandsstufe 2: mittelstarke Schäden (Kronenverlichtung 26-60 %)

Kronenzustandsstufe 3: starke Schäden (Kronenverlichtung >60 und < 100 %)

Kronenzustandsstufe 4: abgestorben

Kronenzustandsstufe 2-4: deutliche Schäden

**Tab. 9: WZE 1984 - 2003 in Niedersachsen - Flächenanteile (%) in den Kronenzustandsstufen**

**Buche**

Jahr	Buchenbestände bis 60 Jahre					Buchenbestände über 60 Jahre					Buchenbestände aller Altersstufen				
	Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe				
	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4
1984	75	24	1	0	1	50	43	6	1	7	57	38	4	1	5
1985	85	14	1	0	1	44	44	10	2	12	55	36	7	2	9
1986	62	30	7	1	8	33	48	16	3	19	41	43	14	2	16
1987	74	21	5	0	5	21	63	14	2	16	35	52	11	2	13
1988	59	33	7	1	8	21	63	11	5	16	31	55	10	4	14
1989	52	43	5	0	5	11	49	34	6	40	22	47	27	4	31
1990	50	33	15	2	17	8	39	47	6	53	19	38	39	4	43
1991	78	20	2	0	2	22	50	25	3	28	36	43	19	2	21
1992	49	42	8	1	9	8	56	33	3	36	18	53	27	2	29
1993	64	32	3	1	4	15	49	28	8	36	27	45	22	6	28
1994	55	37	7	1	8	7	56	35	2	37	17	52	29	2	31
1995	85	11	4	0	4	16	38	44	2	46	38	30	31	1	32
1996	83	17	0	0	0	9	49	40	2	42	35	37	26	2	28
1997	73	26	1	0	1	12	47	39	2	41	25	44	30	1	31
1998	90	9	1	0	1	14	47	37	2	39	31	39	29	1	30
1999	90	10	0	0	0	16	53	28	3	31	32	44	22	2	24
2000	83	16	1	0	1	7	39	52	2	54	22	35	42	1	43
2001	87	13	0	0	0	19	46	32	3	35	33	39	26	2	28
2002	93	7	0	0	0	20	48	31	1	32	35	39	25	1	26
<b>2003</b>	<b>91</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>57</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>47</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>21</b>

Kronenzustandsstufe 0: ohne Schädmerkmale (Kronenverlichtung 0-10 %)

Kronenzustandsstufe 1: Vorwarnstufe (Kronenverlichtung 11-25 %)

Kronenzustandsstufe 2: mittelstarke Schäden (Kronenverlichtung 26-60 %)

Kronenzustandsstufe 3: starke Schäden (Kronenverlichtung >60 und < 100 %)

Kronenzustandsstufe 4: abgestorben

Kronenzustandsstufe 2-4: deutliche Schäden

**Tab. 10: WZE 1984 - 2003 in Niedersachsen - Flächenanteile (%) in den Kronenzustandsstufen**

**Eiche**

Jahr	Eichenbestände bis 60 Jahre					Eichenbestände über 60 Jahre					Eichenbestände aller Altersstufen				
	Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe				
	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4
1984	88	10	2	0	2	44	43	12	1	13	60	31	9	0	9
1985	82	12	6	0	6	37	44	18	1	19	53	33	13	1	14
1986	77	21	2	0	2	31	49	19	1	20	44	41	14	1	15
1987	~	~	~	~	~	29	53	17	1	18	~	~	~	~	~
1988	~	~	~	~	~	14	60	23	3	26	~	~	~	~	~
1989	~	~	~	~	~	7	53	37	3	40	~	~	~	~	~
1990	60	25	14	1	15	6	53	38	3	41	25	43	30	2	32
1991	79	17	3	1	4	25	55	19	1	20	44	42	13	1	14
1992	~	~	~	~	~	7	59	31	3	34	~	~	~	~	~
1993	~	~	~	~	~	5	49	43	3	46	~	~	~	~	~
1994	52	32	15	1	16	4	44	49	3	52	21	40	37	2	39
1995	~	~	~	~	~	5	52	41	2	43	~	~	~	~	~
1996	~	~	~	~	~	2	23	67	8	75	~	~	~	~	~
1997	56	33	9	2	11	5	33	56	6	62	21	33	41	5	46
1998	84	12	3	1	4	9	45	41	5	46	35	33	28	4	32
1999	76	18	5	1	6	6	43	46	5	51	30	35	32	3	35
2000	78	19	3	0	3	8	41	48	3	51	31	34	33	2	35
2001	75	22	3	0	3	9	40	48	3	51	29	35	34	2	36
2002	86	12	2	0	2	14	44	40	2	42	35	35	29	1	30
<b>2003</b>	<b>78</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>48</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>42</b>	<b>30</b>	<b>39</b>	<b>29</b>	<b>2</b>	<b>31</b>

~ in diesen Jahren ist aufgrund des Stichprobenumfangs keine Aussage möglich

Kronenzustandsstufe 0: ohne Schädmerkmale (Kronenverlichtung 0-10 %)

Kronenzustandsstufe 1: Vorwarnstufe (Kronenverlichtung 11-25 %)

Kronenzustandsstufe 2: mittelstarke Schäden (Kronenverlichtung 26-60 %)

Kronenzustandsstufe 3: starke Schäden (Kronenverlichtung >60 und < 100 %)

Kronenzustandsstufe 4: abgestorben

Kronenzustandsstufe 2-4: deutliche Schäden

**Tab. 11: WZE 1984 - 2003 im niedersächsischen Harz - Flächenanteile (%) in den Kronenzustandsstufen**

alle Baumarten															
Jahr	Bestände bis 60 Jahre					Bestände über 60 Jahre					Bestände aller Altersstufen				
	Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe				
	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4
1988	57	32	7	4	11	3	39	43	15	58	32	35	24	9	33
1989	65	26	7	2	9	8	37	33	22	55	38	31	19	12	31
1990	67	26	5	2	7	4	41	38	17	55	36	33	22	10	32
1991	69	27	3	1	4	6	45	41	8	49	38	36	22	4	26
1992	62	32	6	0	6	3	46	42	9	51	32	39	24	5	29
1993	60	31	8	1	9	5	36	50	9	59	32	34	29	5	34
1994	67	28	5	0	5	7	40	47	6	53	33	35	29	3	32
1995	71	28	1	0	1	8	46	43	3	46	38	34	26	2	28
1996	76	22	2	0	2	6	48	38	8	46	35	37	23	5	28
1997	78	20	2	0	2	10	47	38	5	43	40	35	22	3	25
1998	87	11	2	0	2	13	41	41	5	46	40	30	27	3	30
1999	87	12	1	0	1	12	46	37	5	42	40	33	24	3	27
2000	91	9	0	0	0	20	32	43	5	48	46	24	27	3	30
2001	89	10	1	0	1	19	40	36	5	41	45	29	23	3	26
2002	88	11	1	0	1	19	46	31	4	35	43	34	20	3	23
<b>2003</b>	<b>89</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>49</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>34</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>22</b>

Kronenzustandsstufe 0: ohne Schädmerkmale (Kronenverlichtung 0-10 %)  
 Kronenzustandsstufe 1: Vorwarnstufe (Kronenverlichtung 11-25 %)  
 Kronenzustandsstufe 2: mittelstarke Schäden (Kronenverlichtung 26-60 %)

Kronenzustandsstufe 3: starke Schäden (Kronenverlichtung >60 und < 100 %)  
 Kronenzustandsstufe 4: abgestorben  
 Kronenzustandsstufe 2-4: deutliche Schäden

**Tab. 12: WZE 1984 - 2003 im niedersächsischen Harz - Flächenanteile (%) in den Kronenzustandsstufen**

Fichte															
Jahr	Fichtenbestände bis 60 Jahre					Fichtenbestände über 60 Jahre					Fichtenbestände aller Altersstufen				
	Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe					Kronenzustandsstufe				
	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4	0	1	2	3-4	2-4
1988	56	32	8	4	12	1	32	49	18	67	30	32	27	11	38
1989	66	24	8	2	10	6	34	35	25	60	38	29	20	13	33
1990	68	25	4	3	7	3	42	36	19	55	36	34	20	10	30
1991	68	28	3	1	4	4	46	40	10	50	37	37	21	5	26
1992	67	27	6	0	6	3	49	38	10	48	35	38	22	5	27
1993	61	31	7	1	8	3	40	48	9	57	33	35	27	5	32
1994	68	28	4	0	4	8	42	44	6	50	36	35	26	3	29
1995	71	28	1	0	1	8	46	43	3	46	37	38	23	2	25
1996	74	23	3	0	3	5	53	35	7	42	34	40	22	4	26
1997	78	20	2	0	2	11	49	34	6	40	42	36	19	3	22
1998	86	12	2	0	2	10	42	41	7	48	38	31	27	4	31
1999	87	11	2	0	2	11	43	40	6	46	39	31	26	4	30
2000	89	11	0	0	0	20	31	42	7	49	45	24	27	4	31
2001	91	9	0	0	0	16	37	40	7	47	43	27	25	5	30
2002	87	12	1	0	1	16	42	36	6	42	41	31	24	4	28
<b>2003</b>	<b>89</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>5</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>27</b>

Kronenzustandsstufe 0: ohne Schädmerkmale (Kronenverlichtung 0-10 %)  
 Kronenzustandsstufe 1: Vorwarnstufe (Kronenverlichtung 11-25 %)  
 Kronenzustandsstufe 2: mittelstarke Schäden (Kronenverlichtung 26-60 %)

Kronenzustandsstufe 3: starke Schäden (Kronenverlichtung >60 und < 100 %)  
 Kronenzustandsstufe 4: abgestorben  
 Kronenzustandsstufe 2-4: deutliche Schäden