



# Waldzustandsbericht 2006



NW-FVA

Nordwestdeutsche  
Forstliche Versuchsanstalt

# Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

unser Wald nimmt im vielfältigen Mosaik der niedersächsischen Landschaften eine herausragende Stellung ein. Er ist Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten und ein viel besuchter Erholungsort. Seine multifunktionale Bewirtschaftung liefert uns den nachwachsenden Rohstoff Holz. Er sichert darüber hinaus unsere Lebensgrundlagen Boden, Luft und Wasser. Wald ist ein empfindliches Ökosystem, das zu unseren wertvollsten Naturgütern gehört. Schutz des Waldes heißt deshalb auch nachhaltiger Schutz unserer eigenen Lebensgrundlagen.

Der "Umweltbericht 2006" der Landesregierung dokumentiert eindrucksvoll die Landesentwicklung in Niedersachsen, die sich in besonderer Weise der Nachhaltigkeit verpflichtet fühlt. Es gibt jedoch auch Problembereiche, denen unsere besondere Aufmerksamkeit gelten muss.

Der Gesundheitszustand des niedersächsischen Waldes wird seit den Achtzigerjahren jährlich wissenschaftlich untersucht.

Ziel der Waldzustandserhebung ist es, Vitalitätsschwankungen unserer Waldbäume, denen sie aufgrund von schädlichen Stoffeinträgen und von Schäden durch Pilze und Insekten ausgesetzt sind, wissenschaftlich zu analysieren. Zweifellos wandeln sich zurzeit die klimatischen Bedingungen, unter denen unsere Waldbäume heute aufwachsen und sich künftig weiter entwickeln werden. Klimaveränderungen können zu einem Risiko für den Wasserhaushalt, den Bodenzustand, für den Einzelbaum und für das gesamte Waldökosystem werden. Auch diese Risiken, Belastungen und langfristige Trends frühzeitig zu erkennen und Maßnahmen zum Schutz des Waldes zu entwickeln, ist eine vordringliche Aufgabe der landesweiten Waldzustandsuntersuchungen.

Mit dem Jahr 2006 wurde das forstliche Umweltmonitoring der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) als gemeinsamer Dienststelle der Bundesländer Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt in Göttingen und Hann. Münden übertragen. Die ehemalige Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt (NFV), die bisher den Waldzustandsbericht erarbeitet hatte, ist mit Jahresbeginn in der NW-FVA aufgegangen. Die Dreiländer-Anstalt unterstützt die Forstwirtschaft aller Waldbesitzarten durch eine auf die Bedürfnisse der forstlichen Praxis abgestimmte Forschung und Beratung.



Hans-Heinrich Ehlen  
Niedersächsischer Minister  
für den ländlichen Raum,  
Ernährung, Landwirtschaft  
und Verbraucherschutz

# Zusammenfassung

## Zusammenfassung

Das Ziel des Forstlichen Umweltmonitorings in Niedersachsen ist die Dokumentation und Erforschung ökosystemarer Veränderungen infolge sich ändernder Umweltbedingungen (z. B. Stoffeinträge, klimatische Einflüsse). Es leistet damit Beiträge zu einer multifunktionalen und nachhaltigen Forstwirtschaft.

Der Kronenzustand des Waldes in Niedersachsen hat sich im Vergleich zum Vorjahr nur leicht verändert. Die mittlere Kronenverlichtung stieg von 15 % auf 16 % an.

Bei älteren Fichten, Buchen und Eichen wurde eine Zunahme der Kronenverlichtung gegenüber 2005 festgestellt, bei den älteren Kiefern trat eine geringfügige Verbesserung ein.

Aufgrund der erfolgreichen Reduktion der Schwefeldioxidemissionen sind die Sulfateinträge in die Wälder stark zurückgegangen. In den meisten Waldgebieten liegen die Gesamtsäureeinträge aber weiterhin über den langfristig vertretbaren Belastungsgrenzen. Vor allem beim Stickstoff sind Reduzierungen notwendig, um die Pufferkapazität der Waldböden nachhaltig zu sichern.

Langjährige Zeitreihen der Waldzustandserfassung dienen in zunehmendem Maße auch der Abschätzung und Bewertung von Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf die Waldökosysteme.

## Summary

The department of Forest Environment Control assesses and evaluates ecosystem changes affected by air pollution and climate variability. Data contribute to a multifunctional and sustainable forestry.

Crown condition of trees in Lower Saxony shows only slight changes, compared to the previous year. The average defoliation increased from 15 % to 16 %. This is mainly due to higher defoliated older spruce, beech and oak. In contrast, the situation improved for older pine.

Followed by a successful reduction of sulphur dioxide emission, sulphate deposition in forests of Lower Saxony decreased significantly. However, up to now acid deposition exceeds critical loads of a long term stabile forest development. Regarding nitrogen a further reduction of emissions is needed in order to guarantee a sustainable development of forest soils.

To an increasing extend, long time series of crown condition assessment are used to evaluate effects of climatic variability and trends of tree vitality.

## Résumé

Les objectifs du programme de surveillance des forêts en Basse-Saxe sont la documentation et la meilleure compréhension des changements dans les écosystèmes forestiers par suite des conditions de l'environnement qui changent (des dépôts atmosphériques, les conditions climatiques). Ainsi le programme fournit des informations clés pour une sylviculture multifonctionnelle et permanente.

L'état des couronnes des forêts en Basse-Saxe s'est changé très légèrement comparé avec l'ans passé. La défoliation moyenne des principales essences s'est accrue de 15 % sur 16 % en 2006.

A l'exception du pin sylvestre, la défoliation moyenne des épicéas, des hêtres et des chênes plus âgés de 60 ans s'est aggravée en 2006.

Pour des raisons de la réduction de l'émission de dioxyde de soufre depuis les années mi-quatre-vingt le dépôt de soufre dans les forêts a diminué grandement. Dans la plupart de forêts la charge d'acidité est supérieur au charge critique. Surtout la réduction de dépôt d'azote est nécessaire pour assurer la capacité tampon des terres forêts.

Le surveillance de l'état des forêts à long terme contribue à évaluer les effets du changement climatique sur les écosystèmes forestiers.

## Resumen

El objetivo del estudio del ecosistema forestal en el estado de Baja Sajonia es la documentación e investigación de alteraciones ecosistémicas debido a imisiones e influencias climáticas. De esta manera, el control ambiental contribuye a un manejo forestal multifuncional y sostenible. En relación con el año pasado, el estado de la copa del bosque solo ha cambiado un poco. La defoliación mediana subió de 15 % a 16 %.

Donde los árboles viejos de abeto rojo (*Picea abies*), haya (*Fagus sylvatica*) y roble (*Quercus spp.*) se observó un aumento de defoliación comparado con el año 2005. Los árboles viejos de pino (*Pinus sylvestris*) se mejoraron insignificadamente.

Por causa de la reducción de dióxido de azufre se disminuyeron las imisiones de sulfatos en los bosques fuertemente. En una gran parte de bosques las imisiones totales de ácidos sobrepasan todavía el límite permisible a largo plazo. Sobre todo la reducción de nitrógeno es necesario para conservar sosteniblemente la capacidad de amortiguamiento de los suelos de bosques.

El relevamiento del bosque durante muchos años sirve cada vez más para la estimación y evaluación del impacto del cambio climático en el ecosistema 'bosque'.

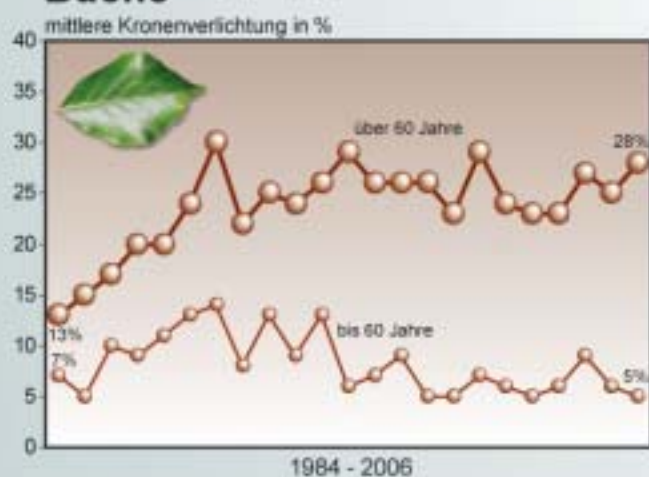


# Hauptergebnisse

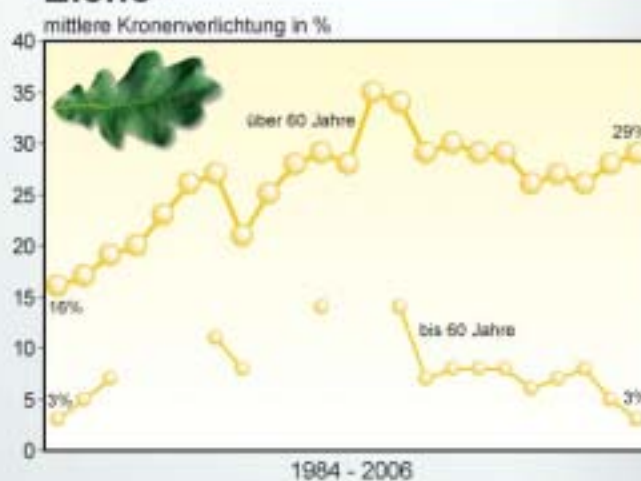
## Alle Baumarten



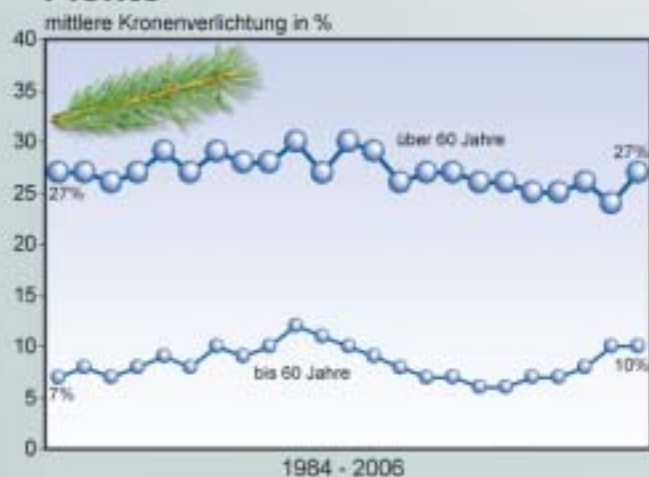
## Buche



## Eiche\*



## Fichte



## Kiefer



\* In den Jahren 1987-1989, 1992-1993 und 1995-1996 sind auf Grund des Stichprobenumfangs keine Aussagen für die Eiche bis 60 Jahre möglich

# Hauptergebnisse

## Hauptergebnisse

Im Jahr 2006 hat sich der Kronenzustand der Waldbäume in Niedersachsen im Vergleich zum Vorjahr nur leicht verändert. Die mittlere Kronenverlichtung stieg von 15 % auf 16 % an.

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen einen deutlichen Alterstrend: Die mittlere Kronenverlichtung der über 60jährigen Waldbestände liegt mit 22 % mehr als doppelt so hoch wie die der jüngeren Waldbestände (9 %).

## Die Baumarten im Einzelnen

Die Betrachtung der einzelnen Baumarten zeigt, dass sich der Kronenzustand der Baumarten sehr unterschiedlich entwickelt hat.

Die Kiefer ist die häufigste Baumart in Niedersachsen und bestimmt daher ganz maßgeblich das Gesamtergebnis der Waldzustandserhebung. Die ältere Kiefer hat im Beobachtungszeitraum das relativ geringe Schadniveau beibehalten. Mit einer diesjährigen mittleren Kronenverlichtung der älteren Kiefer von 16 % (2005: 17 %) ist der Kronenzustand der Kiefer weiterhin markant besser als der von Fichte, Buche und Eiche.

Die Ergebnisse weisen für die ältere Fichte eine Verschlechterung des Kronenzustandes in diesem Jahr aus. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt aktuell 27 % (2005: 24 %). Der vergleichsweise hohe Verlichtungsgrad der älteren Fichte seit 1984 besteht weiter fort.

In der Kronenentwicklung der älteren Buche sind im Zeitverlauf der Waldzustandserhebung erhebliche Schwankungen aufgetreten. Besonders hohe Kronenverlichtungsgrade wurden in den Jahren 1990 und 2000 festgestellt. Im Jahr 2006 stieg die mittlere Kronenverlichtung bei der älteren Buche im Vergleich zum Vorjahreswert an (2005: 25 %, 2006: 28 %).

Bei der älteren Eiche wurden 1996/1997 die höchsten Kronenverlichtungswerte festgestellt, anschließend gingen die Werte zurück. Seit dem Vorjahr nimmt die mittlere Kronenverlichtung erneut zu und liegt in diesem Jahr bei 29 % (2005: 28 %). Die ältere Eiche weist damit unter den Hauptbaumarten aktuell die höchsten Verlichtungswerte auf.

## Absterberate

Die Absterberate (alle Baumarten, alle Alter) hat sich im Vergleich zum Vorjahr (0,2 %) auf 0,1 % verringert. Sie liegt im Zeitraum 1984 - 2006 im Mittel bei 0,1 % und damit insgesamt auf einem sehr geringen Niveau.

## Einflussfaktoren

Generell zeigt sich in Niedersachsen seit Ende der 1980er Jahre eine Erwärmungstendenz sowohl im Sommer- als auch im Winterhalbjahr. Im Juli 2006 wurden die im Trockenjahr 2003 gemessenen Rekordwerte erneut erreicht. Trotz einer mehrwöchigen Phase mit Temperaturen weit über dem langjährigen Mittel und gleichzeitigem Niederschlagsdefizit im Juli hat sich der diesjährige Witterungsverlauf nur geringfügig auf die Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2006 ausgewirkt. Hitze- und Trockenstress führten bei Buche und Birke auf einigen Standorten zu vorzeitigem Blattabfall, der im kühl-nassen August zum Stillstand kam.

Bei der Eiche bewirkte der erneute Fraß durch die Eichenfraßgesellschaft eine Erhöhung der Kronenverlichtung in diesem Jahr.

Alle Baumarten haben in diesem Jahr intensiv geblüht und Früchte ausgebildet. Bei der Buche war die ausgeprägte Fruchtbildung mit einer Erhöhung der Kronenverlichtung verbunden.

Neben den aktuellen Stoffeinträgen, die sowohl für Säure als auch für Stickstoff über den kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads) liegen, stellen die im Boden bereits akkumulierten Stoffeinträge eine dauerhafte Belastung für die Waldökosysteme dar. Die negativen Auswirkungen der Bodenversauerung und der erhöhten Stickstofffrachten haben auf vielen Waldstandorten die Filter-, Speicher- und Pufferkapazitäten der Waldböden beeinträchtigt. Durch diese chronische Belastung sind die Waldökosysteme in ihrer Widerstandskraft gegenüber weiteren Stressfaktoren eingeschränkt.



# Forstliches Umweltmonitoring

## Die forstliche Umweltkontrolle in den Ländern Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt

Auf der Grundlage eines Staatsvertrages zwischen den Ländern Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt nahm die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA) am 1. Februar 2006 ihre Arbeit auf. Die gemeinsame Versuchsanstalt gliedert sich in die vier Abteilungen Waldwachstum, Waldschutz, Waldgenressourcen und Umweltkontrolle. Die NW-FVA versteht sich als auftragsorientierte Institution und als Dienstleisterin für die drei sie tragenden Bundesländer.

Die forstliche Umweltkontrolle erfasst und bewertet die ökologischen Bedingungen, denen die Waldökosysteme aufgrund sich ändernder Umwelteinflüsse unterworfen sind. Sie entwickelt Strategien und Maßnahmen, wie die Waldbewirtschaftung unter diesem Wandel nachhaltig gestaltet werden kann. Die wichtigste Grundlage ist die Erarbeitung langjähriger Zeitreihen von Kenngrößen, die den Zustand von Waldökosystemen beschreiben. Besondere Bedeutung hat die Informationsvermittlung in die Praxis, wodurch Entscheidungsprozesse in der Forstwirtschaft und in der Umweltpolitik unterstützt werden. Hierzu wird eng mit einer Vielzahl von Partnern zusammengearbeitet.

## Arbeitsschwerpunkte der forstlichen Umweltkontrolle

### 1. Intensives Umweltmonitoring

Mit dem Intensiven Umweltmonitoring, insbesondere den sog. "Level-II-Flächen", werden auf der Grundlage langer Zeitreihen Informationen zu ökosystemaren Schlüsselfunktionen und -prozessen erarbeitet. Dazu werden integrierend Baumzustand, Waldernährung, Bodenvegetation, Boden, Wasser- und Stoffhaushalt sowie Meteorologie betrachtet.

Die Daten dienen dem Aufzeigen von Veränderungen in wichtigen Waldtypen und Regionen und zum Verständnis



dieser Entwicklungen. Aktuelle Arbeitsbereiche sind: Wasserhaushalt und Meteorologie, Wasserqualität, Stoffhaushalt (z. B. Kohlenstoff- und Stickstoff-Haushalt), Critical Loads (die Bestimmung kritischer Eintragsraten etwa von: Säure, Stickstoff und Schwermetallen), Bodenschutz und Bodenvegetation.

### 2. Waldzustand und Boden

Flächenrepräsentative Erhebungsprogramme (Waldzustandserhebung, Bodenzustandserhebung) sind als Übersichtserhebungen geeignet, auf der Grundlage von Zeitreihen zuverlässige Aussagen zu der Wald- und Bodenentwicklung zu leisten.

In den letzten Jahren wurde dabei, der Empfehlung des Sachverständigenrates des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz von 1997 folgend, ein zunehmendes Gewicht auf integrierende Ansätze gelegt. Ergebnisse der intensiven Dauerbeobachtung können durch Übersichtserhebungen auf ihre Relevanz in der Fläche überprüft werden. Zusätzlich können auf Grund der hohen Beobachtungszahlen vielfach zeitnah Auffälligkeiten, etwa zu biotischen Einflussfaktoren, identifiziert werden. Auch im Hinblick auf eine Übertragung in die Fläche (Regionalisierung) kommt diesen Inventurnetzen eine große Bedeutung zu.



Level-II-Fläche Göttinger Wald

# Forstliches Umweltmonitoring

## Waldzustandserhebung

Die Waldzustandserhebung untersucht die Vitalität der Waldbäume und erfasst dabei langfristige Trends insbesondere zum Belaubungszustand der Baumarten, der Fruchtbildung, zu biotischen und abiotischen Einflüssen sowie zur jährlichen Sterberate. Auf Grund ihrer langen Zeitreihe (Beginn 1984) ist die Waldzustandserhebung besonders geeignet, Daten für die große Herausforderung: "Wirkungen einer Klimaänderung auf die Waldentwicklung" bereitzustellen. 2006 wurden in Niedersachsen 303 Flächen mit 7.272 Bäumen aufgenommen. Der Waldzustandserhebung liegt ein umfassendes Qualitätsmanagement zugrunde.

## Bodenzustandserhebung

Zur Erfassung des Bodenzustandes und dessen Veränderungen im Laufe der Zeit wurde im Zeitraum 1987 bis 1993 die erste bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE I) durchgeführt. In den Jahren 2006 bis 2008 erfolgt die zweite Bodenzustandserhebung (BZE II).

Sie untersucht den Bodenzustand und seine Veränderung insbesondere im Hinblick auf Bodenversauerung, Stickstoff, Kohlenstoffvorrat, Schwermetalle und persistente (schwer abbaubare) organische Stoffe. Um ein möglichst integrierendes Bild zu erhalten, werden auch biologische Kompartimente (Bestandteile) der Wälder wie Kronenzustand, Waldernährung, Waldwachstum oder Bodenvegetation erfasst.



## 3. Stoffhaushaltsmodellierung und Datenbankmanagement

Zwischen dem Stoffhaushalt und der Bewirtschaftung von Wäldern bestehen sehr enge Zusammenhänge. Aufbauend auf dem Datenbanksystem ECO widmet sich der Arbeitsbereich der Modellierung und Regionalisierung des Stoffhaushaltes etwa für

- eine Weiterentwicklung der Standortsbewertung unter dem Einfluss dynamischer Umweltbedingungen, Standort-Leistungsbezug,
- eine künftige Strategie der Bodenschutzkalkulation (Modell zur standortsbezogenen Kalkulationsplanung),
- eine Modellierung des Nährstoffmanagements mit dem Ziel, die Waldbewirtschaftung zu unterstützen (z. B. Nährstoffbedarf für Baumgenerationen auf schwachen Standorten, für die Produktion von Schwachholz für Energiezwecke, Anbau schnell wachsender Baumarten),
- eine Rückführung von Nährstoffen (Holzasche).

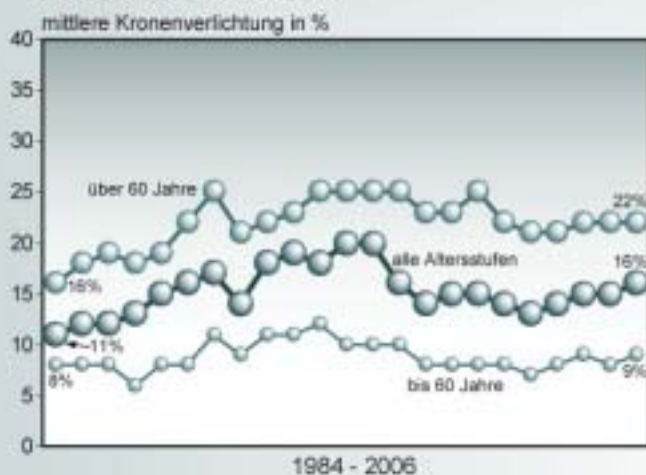


## 4. Umweltanalytik

Ein umweltanalytischer Arbeitsbereich leistet, mit einer dem Stand der Zeit entsprechenden Geräteausstattung, sämtliche Analysen, die für die forstliche Umweltkontrolle erforderlich sind. Laborbezogene Datenbanksysteme und Ringtests unterstützen die Qualität der chemischen Analysen. Das kostengünstige Labor wird in gleicher Weise von den anderen Abteilungen der Versuchsanstalt und den Landesforstbetrieben genutzt.

# Alle Baumarten

## Alle Baumarten



Die Waldzustandserhebung in Niedersachsen wird als systematische Stichprobenerhebung durchgeführt. Die Erhebung erfolgt landesweit im 8 x 8 km-Raster, für Buche und Eiche werden zusätzliche Erhebungen im 4 x 4 km-Raster einbezogen. Insgesamt umfasst die diesjährige Inventur 303 Aufnahmeflächen.

Bei der Waldzustandserhebung erfolgt eine visuelle Beurteilung des Kronenzustandes der Waldbäume, denn Bäume reagieren sichtbar auf Umwelteinflüsse. Eine voll ausgebildete, dicht belaubte Krone mit reicher Verzweigung und grünen Blättern bzw. Nadeln ist bei Waldbäumen ein Zeichen für Vitalität. Eine Reduzierung der Belaubungsdichte oder Verfärbungen der Blattorgane zeigen Belastungen an. Hauptkriterien der Waldzustandserhebung sind Kronenverlichtungen und Vergilbungen von Nadeln und Blättern.

Darüber hinaus werden weitere Parameter, die das Kronenbild der Waldbäume beeinflussen, wie z. B. Fruchtbildung sowie Insekten- oder Pilzbefall, für jeden Stichprobenbaum erfasst.

## Mittlere Kronenverlichtung

Im Jahr 2006 nahmen die Kronenverlichtungswerte für Buche, Eiche, Fichte und für die "anderen Laubbäume" zu, nur bei der Kiefer und den "anderen Nadelbäumen" ist eine leichte Verbesserung des Kronenzustandes eingetreten. Für das Gesamtergebnis der Waldbäume in Niedersachsen (alle Baumarten, alle Alter) resultiert daraus ein gegenüber dem Vorjahr leicht erhöhter Wert der mittleren Kronenverlichtung von 16 % (2005: 15 %).

Da die Baumarten im Beobachtungszeitraum sehr unterschiedliche Entwicklungen der Kronenverlichtungen aufweisen und auch das Verlichtungsniveau sehr stark differiert, hat die Baumartenzusammensetzung einen bedeutsamen Einfluss auf das Gesamtergebnis. Die häufigste Baumart in Niedersachsen - mit einem Flächenanteil von 30 % der Waldfläche - ist die Kiefer. Der Grad der Kronenverlichtung der Kiefer bestimmt daher das Gesamtergebnis der Waldzustandserhebung entsprechend stark.

Eine weitere bedeutsame Einflussgröße auf das Gesamtergebnis ist die Altersstruktur der Wälder, denn in den jüngeren (bis 60 Jahre alten) Beständen sind Schadsymptome sehr viel weniger verbreitet als in den älteren Waldbeständen.

Die Kronenverlichtung in den älteren Beständen liegt mit 22 % mehr als doppelt so hoch wie die der jüngeren Waldbestände (9 %). In Niedersachsen nehmen beide Altersgruppen jeweils etwa die Hälfte der Waldfläche ein.



# Alle Baumarten

## Anteil starker Schäden

Der Anteil starker Schäden (Kronenverlichtung über 60 %) weist in den letzten Jahren kaum Schwankungen auf und beträgt aktuell 1 %. In den jüngeren Waldbeständen treten starke Schäden nur in sehr geringem Umfang auf (0,5 %), in den älteren Beständen werden 2 % als stark geschädigt eingestuft. Für die ältere Fichte, Buche und Eiche wurden im Beobachtungszeitraum zeitweise hohe Anteile an starken Schäden (bis 16 %) registriert, für die ältere Kiefer sind bis auf das Jahr 1985 durchgehend niedrige Werte ermittelt worden (2006: 1 %).



## Absterberate

Die jährliche Absterberate (alle Baumarten, alle Alter) hat sich im Vergleich zum Vorjahr (0,2 %) auf 0,1 % verringert. Sie liegt im Zeitraum 1984 - 2006 im Mittel bei 0,1 % und damit insgesamt auf einem sehr geringen Niveau. Die Absterberate ist ein objektiver Indikator für Vitalitätsrisiken des Waldes und vor dem Hintergrund prognostizierter Klimaänderungen ein wichtiger Weiser.

**Anteil an den Vergilbungsstufen  
alle Baumarten, alle Alter**



## Vergilbungen

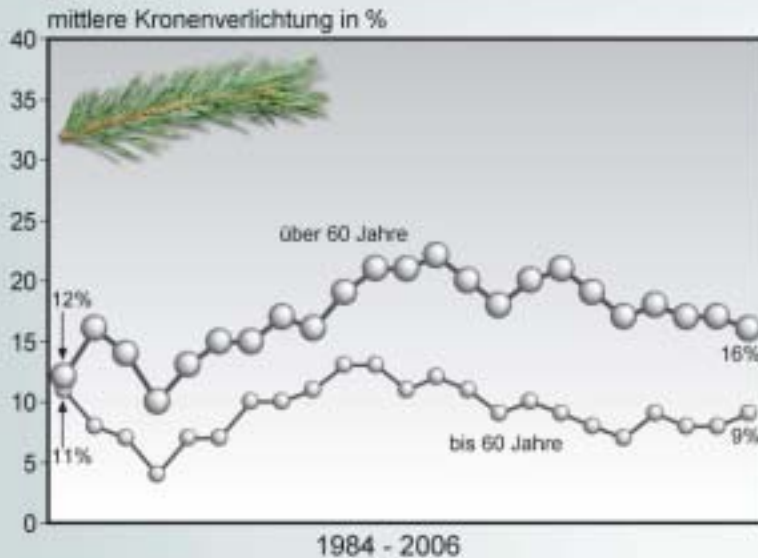
Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind häufig ein Indiz für Magnesiummangel in der Nährstoffversorgung der Waldbäume. Bis Mitte der 90er Jahre waren Vergilbungen häufig beobachtet worden, seither ist die Vergilbungsrate merklich zurückgegangen. Im Jahr 2006 wurde dieses Merkmal lediglich vereinzelt festgestellt (0,5 %).

**Jährliche Absterberate 1984 - 2006  
alle Baumarten, alle Alter**



# Kiefer

## Kiefer



Schäden durch Insektenfraß wurden bei der Erhebung an den Kiefern - Stichprobenbäumen nur sehr vereinzelt festgestellt.

### Ältere Kiefer

Die Kiefer ist unter den Hauptbaumarten die Baumart mit den niedrigsten Kronenverlichtungswerten. Im Jahr 2006 hat sich der Kronenzustand der älteren Kiefer im Vergleich zum Vorjahr nur geringfügig verändert. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt 16 % (Vorjahr: 17 %).

### Jüngere Kiefer

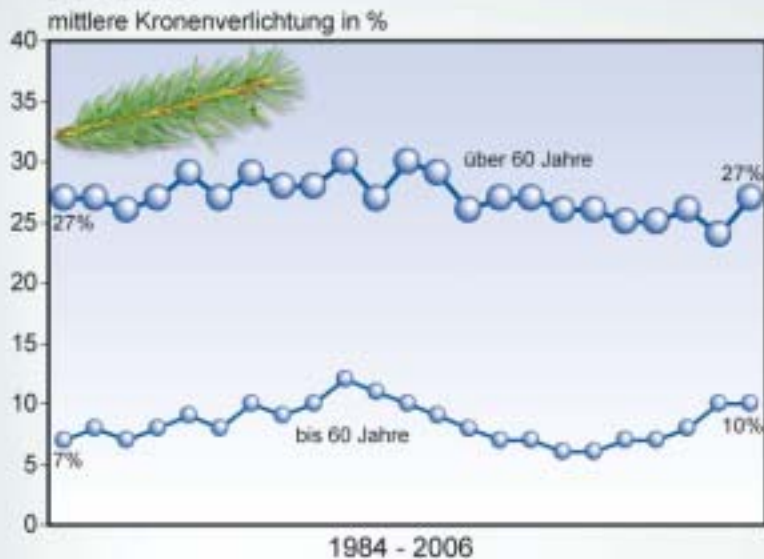
Im Gegensatz zu Buche, Fichte und Eiche sind bei der Kiefer die Unterschiede im Niveau zwischen den Altersgruppen sehr viel weniger ausgeprägt. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefer weicht mit 9 % nur unerheblich vom Vorjahreswert ab.

### Absterberate

Mit Absterberaten zwischen 0 und 0,3 % (im Mittel 0,1 %) weist die Kiefer eine konstant geringe Absterberate im Erhebungszeitraum auf. Im Jahr 2006 liegt die Absterberate bei 0,2 %



## Fichte



### Ältere Fichte

Bei der älteren Fichte werden seit Beginn der Waldzustandserhebung vergleichsweise hohe Verlichtungswerte registriert. Im Jahr 2006 hat sich die mittlere Kronenverlichtung der älteren Fichte im Vergleich zum Vorjahr erhöht (2005: 24 %, 2006: 27 %).

Die Witterungssituation im Juli mit Temperaturen weit über dem langjährigen Mittel und gleichzeitig unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen hat zum Anstieg der Borkenkäferpopulation geführt, die typischen Befallssymptome wie Harzfluss und Spechtabschläge blieben allerdings aus. Sichtbare Schäden durch Borkenkäfer traten erst im Anschluss an die Aufnahmeperiode der Waldzustandserhebung auf.

### Jüngere Fichte

Für die Fichte ist ein deutlicher Alterstrend festzustellen. Die jüngeren Fichten liegen mit einer mittleren Kronenverlichtung von 10 % weit unter den Werten der älteren Fichte. Der Kronenzustand der jüngeren Fichte hat sich gegenüber dem Vorjahr nicht verändert.



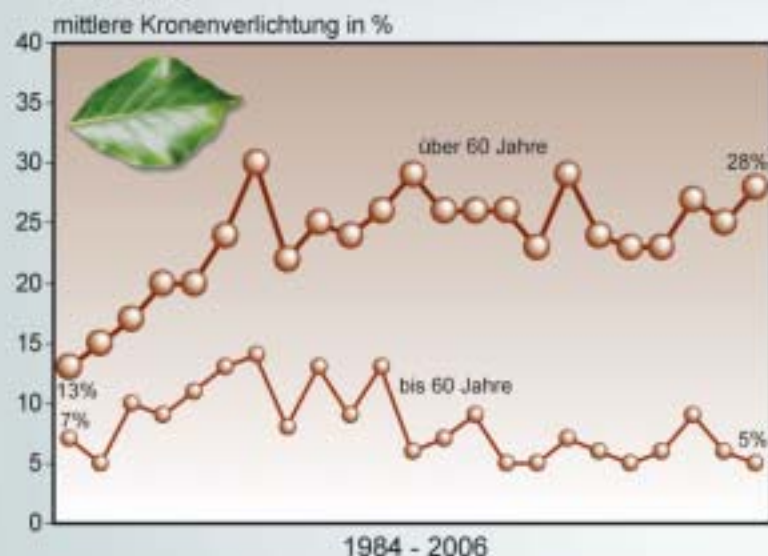
### Absterberate

Für die Fichte ergibt sich im Mittel aller Erhebungsjahre eine durchschnittliche Absterberate von 0,2 %. In den Jahren 1997/1998 sowie 2004/2005 wurden infolge von Trockenstress und Borkenkäferbefall leicht erhöhte Absterberaten (bis 0,5 %) ermittelt. Im Jahr 2006 befand sich unter den Stichprobenbäumen der Waldzustandserhebung keine frisch abgestorbene Fichte.



# Buche

## Buche



### Ältere Buche

Die mittlere Kronenverlichtung der Buche hat in diesem Jahr zugenommen. Sie stieg von 25 % (2005) auf 28 % (2006) an. Ein maßgeblicher Faktor für den Anstieg der Kronenverlichtung in diesem Jahr ist die intensive Fruchtbildung. Bei der diesjährigen Erhebung wurde an 53 % der älteren Buchen mittlere und starke Fruchtbildung festgestellt, während im Vorjahr nur sehr wenige Buchen fruktifiziert hatten.

Dass die Fruchtbildung in diesem Jahr ausschlaggebend für die Zunahme der Kronenverlichtungen war, zeigt sich in den Werten derjenigen älteren Buchen, die in diesem Jahr nicht oder nur gering fruktifizierten: für diese Buchen hat sich die mittlere Kronenverlichtung gegenüber dem Vorjahr nicht erhöht.

Auf einigen flachgründigen, sonnenexponierten Standorten reagierte die Buche auf die warm-trockene Witterung bereits Ende Juli mit vorzeitigem Blattabfall. Im kühlen und niederschlagsreichen August setzte sich der frühe Blattabfall dann aber nicht weiter fort.

Mittlerer und starker Insektenfraß durch den Buchenspringgrüssler wurde an 2 % der älteren Buchen registriert.

### Jüngere Buche

Die jüngeren Buchen weisen seit 1995 ein geringes Niveau auf. Dieser Trend setzte sich im Jahr 2006 mit einer mittleren Kronenverlichtung von 5 % weiter fort.

Da die Blühreife der Buche erst in einem Alter von 40 - 60 Jahren einsetzt, wird die Kronenentwicklung der jüngeren Buchen kaum durch die Fruchtbildung beeinflusst.

### Absterberate

Im gesamten Erhebungszeitraum der Waldzustandserhebung sind nur sehr wenige Buchen abgestorben. Mit einer durchschnittlichen jährlichen Absterberate von weniger als 0,1 % weist die Buche die geringste Absterberate unter den Hauptbaumarten auf. Im Jahr 2006 war keine Buche frisch abgestorben.



## Die Fruchtbildung der Buche

Für die ökosystemare Dauerbeobachtung in Wäldern ist die Fruktifikation der Buche von besonderer Bedeutung, weil die Häufigkeit und Intensität der Fruktifikation eine Reaktion des Baumes auf die Witterung der Vorjahre wie auch auf vom Menschen hervorgerufene (anthropogene) Umweltveränderungen darstellt. Früchte sind die Grundlage der natürlichen Verjüngung der Wälder. Zu ihrer Entwicklung werden in erheblichem Umfang Kohlenhydrate, Fette und Nährstoffe benötigt. Die Fruktifikation ist deshalb eine wichtige Kenngröße zur Bewertung der Baumvitalität.

Seit 1984 wird die Fruktifikationsintensität der Buche in Niedersachsen methodisch vergleichbar eingestuft. Die Ansprache der Einzelbäume erfolgt dabei nach folgendem Aufnahmeschlüssel:

- Geringe Fruktifikation: Früchte nur mit Fernglas sichtbar
- Mittlere Fruktifikation: Früchte ohne Fernglas sofort erkennbar
- Starke Fruktifikation: Fruchtbildung springt ins Auge, prägt den Kronenzustand



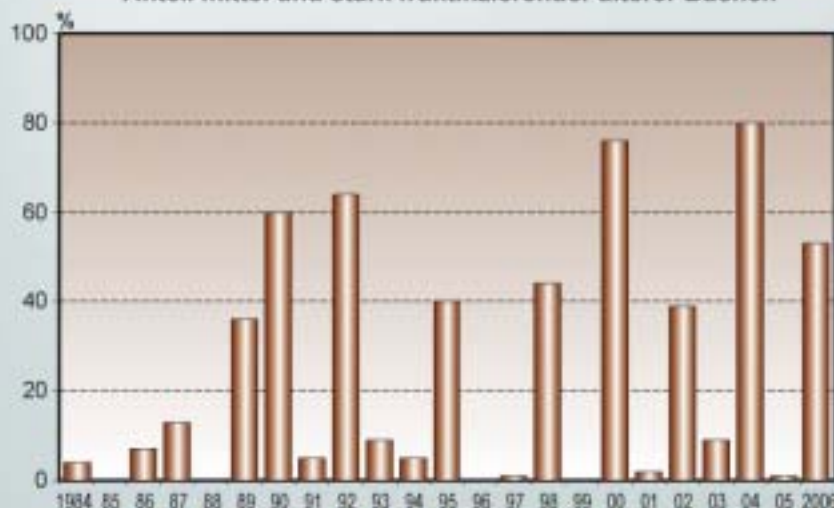
## Häufigkeit und Intensität der Fruchtbildung bei der Buche

Nachdem in 2005 nur 3 % der Buchen in der Altersstufe über 60 Jahre Bucheckern ausgebildet hatten, wurde 2006 an 82 % der älteren Buchen Fruchtbildung beobachtet, bei 48 % der Buchen wurde die Fruchtbildung als "mittel" eingestuft, 5 % wiesen eine "starke" Fruchtbildung auf.

Die Zeitreihe veranschaulicht, dass sich immer deutlicher eine zweijährige Periodizität der Fruchtbildung bei der Buche herausstellt.

Die Ergebnisse zeigen seit 1989 die Tendenz, dass die Buche in kürzeren Abständen und vielfach stärker fruktifiziert, als es nach früheren Angaben zu erwarten gewesen wäre. Dies steht im Zusammenhang mit einer Häufung warmer Jahre wie auch einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Die Literaturbefunde belegen dagegen für den Zeitraum 1850 bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhunderts eine ausgeprägte Periodizität der Fruchtbildungen mit lediglich ein bis zwei guten bis sehr guten Masten im Jahrzehnt.

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen



# Eiche

## Ältere Eiche

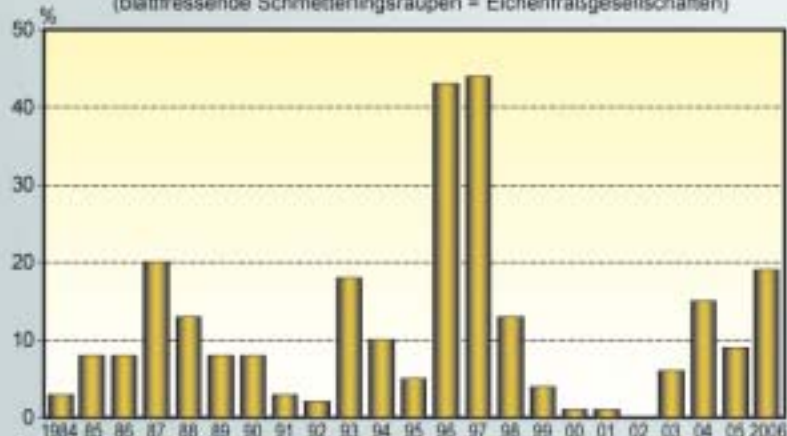
Der Belaubungszustand der älteren Eichen hat sich in diesem Jahr erneut verschlechtert. Die Eiche bleibt unter den Hauptbaumarten die Baumart mit dem höchsten Verlichtungsgrad. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt jetzt 29 % (Vorjahr: 28 %).

Zu Beginn der Zeitreihe der Waldzustandserhebung waren für die Eiche relativ günstige Belaubungsdichten festgestellt worden. Seit 1989 liegt das Schadniveau der Eiche hoch, besonders hohe Kronenverlichtungswerte traten in den Jahren 1996/1997 auf.

Die Schwankungen in der Belaubungsdichte der Eiche werden durch die periodisch auftretenden Gradationen blattfressender Insekten mitbestimmt.

Der Befall der Eiche durch die Eichenfraßgesellschaft (blattfressende Schmetterlingsraupen) und häufig nachfolgendem Pilzbefall (Mehltau) gehört zu den natürlichen Belastungsfaktoren der Eichenbestände in Niedersachsen. Das durch den Fraß an Knospen und jungen Blättern entstehende Belaubungsdefizit wird von vitalen Eichen in der Regel innerhalb kurzer Zeitspannen durch Regenerationstriebe kompensiert. Bei mehrjährigen Fraßereignissen in Kombination mit weiteren Stressfaktoren können komplexe Absterbeerscheinungen auftreten.

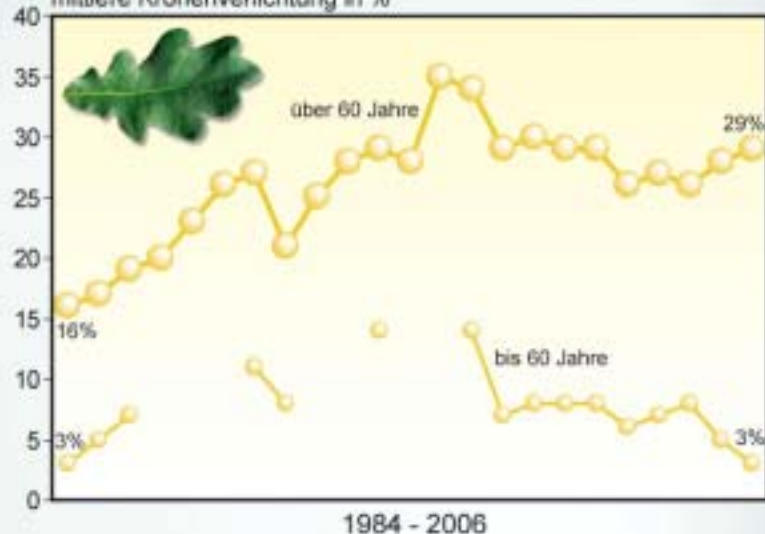
## Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen (blattfressende Schmetterlingsraupen = Eichenfraßgesellschaften)



Bei der Eiche sind 2006 - wie bereits in den beiden Vorjahren - Schäden durch die Eichenfraßgesellschaft aufgetreten, die zu einer Erhöhung der mittleren Kronenverlichtung beigetragen haben. Mehltaubefall wurde in diesem Jahr kaum beobachtet.

## Eiche\*

mittlere Kronenverlichtung in %



\* In den Jahren 1987-1989, 1992-1993 und 1995-1996 sind auf Grund des Stichprobenumfanges keine Aussagen für die Eiche bis 60 Jahre möglich



## Jüngere Eiche

Die Kronenentwicklung der Eichen in der Alterstufe bis 60 Jahre zeigt einen sehr viel günstigeren Verlauf als die Entwicklung der älteren Eichen. Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 3 % für die jüngere Eiche wird in diesem Jahr der zweitniedrigste Wert seit Beginn der Zeitreihe der Waldzustandserhebung erreicht. Mittlere und starke Fraßschäden traten 2006 in dieser Altersgruppe nur in unbedeutender Größenordnung (weniger als 1 %) auf.

## Absterberate

Die jährliche Absterberate der Eiche liegt im Mittel der Jahre 1984 - 2006 bei 0,2 %. Im Jahr 1998 war die Absterberate der Eiche im Anschluss an starken Insektenfraß erhöht (0,9 %). In den nachfolgenden Jahren sind die Absterberaten wieder zurückgegangen, aktuell liegt sie bei 0,3 %.



# Andere Laub- und Nadelbäume

Neben den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche kommt in den niedersächsischen Wäldern eine Vielzahl von anderen Baumarten vor, die zusammengekommen einen Anteil von 25 % an der Waldfläche in Niedersachsen einnehmen. Zur Darstellung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung werden diese Baumarten in den Gruppen "andere Laubbäume" und "andere Nadelbäume" zusammengefasst.

Bei den Laubbäumen erweitern u. a. Esche, Ahorn, Hainbuche und Linde das Baumartenspektrum. Die mit Abstand am häufigsten vorkommende Baumart unter den "anderen Laubbäumen" ist die Birke, gefolgt von der Erle. Die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) der "anderen Laubbäume" ist in diesem Jahr leicht angestiegen (2005: 12 %, 2006: 13 %).

Ausschlaggebend hierfür waren die diesjährigen Witterungsverhältnisse im Juli mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen und geringen Niederschlagsmengen, die bei der Birke örtlich einen frühen Blattabfall bewirkten. Bereits zu Beginn der Außenaufnahmen der Waldzustandserhebung (26. Juli) setzte die Herbstverfärbung bei der Birke ein. Aufgrund der kühl-nassen Witterung im August breitete sich der vorzeitige Blattabfall dann aber nicht weiter aus.

In der Gruppe der "anderen Nadelbäume" sind die Lärche und die Douglasie am stärksten vertreten. Die mittlere Kronenverlichtung der "anderen Nadelbäume" (alle Alter) liegt durchgehend auf einem relativ niedrigen Niveau, in diesem Jahr beträgt sie 9 %.



## Absterberate

Die Absterberate der "anderen Nadelbäume" liegt mit einem Durchschnittswert von weniger als 0,1 % im Untersuchungszeitraum sehr niedrig.

Für die "anderen Laubbäume" wird eine Absterberate von 0,2 % im Mittel der Jahre 1984 - 2006 erreicht.



# Zeitreihe Kronenzustand

|      | *  | Fichte |     |    | Kiefer |     |    | Buche |     |    | Eiche |     |    | alle Baumarten |     |    |
|------|----|--------|-----|----|--------|-----|----|-------|-----|----|-------|-----|----|----------------|-----|----|
| Jahr |    | ≤60    | >60 | Σ  | ≤60    | >60 | Σ  | ≤60   | >60 | Σ  | ≤60   | >60 | Σ  | ≤60            | >60 | Σ  |
| 1984 | 0  | 76     | 16  | 60 | 64     | 60  | 63 | 77    | 51  | 58 | 90    | 45  | 61 | 72             | 47  | 64 |
|      | 1  | 16     | 43  | 23 | 26     | 33  | 28 | 23    | 43  | 37 | 9     | 42  | 30 | 21             | 39  | 27 |
|      | 2+ | 8      | 42  | 17 | 10     | 7   | 9  | 1     | 7   | 5  | 2     | 13  | 9  | 8              | 14  | 10 |
| 1985 | 0  | 77     | 17  | 61 | 77     | 36  | 66 | 83    | 45  | 56 | 88    | 39  | 55 | 77             | 38  | 64 |
|      | 1  | 15     | 40  | 22 | 18     | 49  | 27 | 16    | 43  | 36 | 8     | 45  | 33 | 17             | 43  | 26 |
|      | 2+ | 8      | 44  | 18 | 4      | 14  | 7  | 1     | 12  | 9  | 5     | 16  | 13 | 6              | 19  | 10 |
| 1986 | 0  | 78     | 15  | 60 | 82     | 54  | 74 | 62    | 35  | 42 | 77    | 31  | 46 | 77             | 38  | 63 |
|      | 1  | 16     | 45  | 24 | 15     | 37  | 21 | 31    | 47  | 43 | 21    | 46  | 39 | 18             | 42  | 26 |
|      | 2+ | 8      | 40  | 16 | 4      | 9   | 5  | 7     | 18  | 15 | 2     | 21  | 15 | 6              | 20  | 11 |
| 1987 | 0  | 77     | 12  | 59 | 90     | 64  | 82 | 75    | 20  | 41 |       | 27  |    | 83             | 36  | 67 |
|      | 1  | 19     | 50  | 28 | 9      | 32  | 16 | 22    | 64  | 47 |       | 57  |    | 14             | 48  | 26 |
|      | 2+ | 4      | 38  | 14 | 1      | 3   | 1  | 3     | 17  | 12 |       | 17  |    | 3              | 16  | 7  |
| 1988 | 0  | 65     | 8   | 48 | 78     | 50  | 69 | 63    | 19  | 36 |       | 15  |    | 73             | 28  | 58 |
|      | 1  | 31     | 43  | 34 | 20     | 45  | 28 | 34    | 63  | 52 |       | 58  |    | 24             | 52  | 33 |
|      | 2+ | 4      | 51  | 18 | 2      | 5   | 3  | 3     | 19  | 12 |       | 27  |    | 4              | 21  | 9  |
| 1989 | 0  | 77     | 12  | 58 | 82     | 39  | 68 | 53    | 13  | 29 |       | 11  |    | 76             | 23  | 58 |
|      | 1  | 20     | 43  | 27 | 18     | 56  | 30 | 44    | 51  | 48 |       | 53  |    | 22             | 51  | 32 |
|      | 2+ | 3      | 44  | 15 | 1      | 5   | 2  | 3     | 36  | 23 |       | 36  |    | 2              | 27  | 11 |
| 1990 | 0  | 64     | 8   | 47 | 65     | 44  | 59 | 60    | 8   | 19 | 60    | 6   | 25 | 61             | 20  | 46 |
|      | 1  | 29     | 46  | 34 | 33     | 50  | 38 | 34    | 39  | 38 | 25    | 53  | 43 | 32             | 46  | 37 |
|      | 2+ | 7      | 48  | 20 | 3      | 6   | 4  | 17    | 53  | 44 | 15    | 41  | 32 | 7              | 34  | 17 |
| 1991 | 0  | 76     | 9   | 56 | 72     | 33  | 60 | 78    | 23  | 36 | 80    | 25  | 44 | 75             | 26  | 57 |
|      | 1  | 20     | 48  | 28 | 26     | 62  | 37 | 20    | 50  | 43 | 17    | 55  | 41 | 22             | 53  | 34 |
|      | 2+ | 4      | 44  | 16 | 2      | 6   | 3  | 2     | 28  | 21 | 4     | 20  | 14 | 3              | 21  | 10 |
| 1992 | 0  | 65     | 7   | 49 | 65     | 34  | 54 | 46    | 13  | 23 |       | 8   |    | 64             | 20  | 48 |
|      | 1  | 31     | 46  | 35 | 33     | 62  | 43 | 45    | 56  | 52 |       | 62  |    | 31             | 56  | 40 |
|      | 2+ | 5      | 46  | 16 | 2      | 4   | 3  | 9     | 32  | 25 |       | 30  |    | 6              | 24  | 12 |
| 1993 | 0  | 65     | 5   | 48 | 56     | 25  | 45 | 67    | 21  | 38 |       | 6   |    | 64             | 21  | 48 |
|      | 1  | 26     | 40  | 30 | 37     | 58  | 44 | 31    | 47  | 42 |       | 51  |    | 29             | 49  | 36 |
|      | 2+ | 9      | 55  | 22 | 8      | 17  | 11 | 2     | 32  | 23 |       | 43  |    | 7              | 31  | 16 |
| 1994 | 0  | 66     | 9   | 48 | 58     | 18  | 45 | 66    | 7   | 17 | 52    | 4   | 21 | 61             | 12  | 42 |
|      | 1  | 26     | 46  | 33 | 36     | 64  | 45 | 37    | 56  | 52 | 32    | 44  | 40 | 32             | 55  | 41 |
|      | 2+ | 8      | 43  | 19 | 6      | 18  | 10 | 8     | 37  | 31 | 16    | 53  | 39 | 7              | 33  | 17 |
| 1995 | 0  | 72     | 10  | 51 | 63     | 16  | 45 | 65    | 16  | 35 |       | 6   |    | 70             | 15  | 48 |
|      | 1  | 20     | 47  | 29 | 33     | 65  | 45 | 11    | 39  | 31 |       | 51  |    | 24             | 51  | 35 |
|      | 2+ | 9      | 43  | 20 | 4      | 19  | 9  | 4     | 45  | 34 |       | 44  |    | 6              | 34  | 17 |
| 1996 | 0  | 77     | 7   | 54 | 56     | 17  | 41 | 80    | 12  | 29 |       | 3   |    | 67             | 14  | 46 |
|      | 1  | 18     | 51  | 29 | 41     | 62  | 49 | 20    | 52  | 44 |       | 21  |    | 29             | 52  | 38 |
|      | 2+ | 5      | 42  | 17 | 3      | 22  | 10 | 0     | 36  | 27 |       | 76  |    | 4              | 34  | 16 |
| 1997 | 0  | 77     | 11  | 56 | 67     | 21  | 51 | 73    | 12  | 25 | 56    | 4   | 22 | 71             | 16  | 48 |
|      | 1  | 19     | 56  | 31 | 30     | 67  | 43 | 26    | 48  | 43 | 33    | 33  | 33 | 26             | 53  | 37 |
|      | 2+ | 4      | 33  | 13 | 3      | 13  | 7  | 1     | 41  | 32 | 10    | 63  | 45 | 4              | 31  | 15 |
| 1998 | 0  | 81     | 12  | 57 | 71     | 26  | 56 | 90    | 14  | 30 | 84    | 9   | 35 | 77             | 20  | 54 |
|      | 1  | 16     | 49  | 28 | 27     | 63  | 39 | 10    | 46  | 39 | 12    | 45  | 34 | 20             | 51  | 33 |
|      | 2+ | 3      | 39  | 16 | 2      | 11  | 5  | 1     | 39  | 31 | 3     | 46  | 31 | 3              | 28  | 14 |
| 1999 | 0  | 82     | 12  | 57 | 68     | 15  | 49 | 90    | 17  | 32 | 77    | 6   | 30 | 76             | 17  | 51 |
|      | 1  | 15     | 49  | 27 | 30     | 72  | 45 | 9     | 53  | 44 | 18    | 43  | 35 | 21             | 55  | 36 |
|      | 2+ | 3      | 40  | 16 | 3      | 14  | 7  | 1     | 31  | 24 | 5     | 51  | 36 | 3              | 27  | 13 |
| 2000 | 0  | 81     | 19  | 58 | 72     | 16  | 51 | 82    | 7   | 22 | 79    | 8   | 31 | 77             | 16  | 51 |
|      | 1  | 17     | 41  | 26 | 27     | 69  | 42 | 17    | 39  | 34 | 18    | 41  | 34 | 20             | 49  | 33 |
|      | 2+ | 3      | 39  | 16 | 2      | 14  | 7  | 2     | 54  | 44 | 3     | 51  | 36 | 3              | 34  | 16 |
| 2001 | 0  | 84     | 18  | 59 | 77     | 24  | 57 | 87    | 20  | 33 | 75    | 9   | 29 | 81             | 24  | 56 |
|      | 1  | 13     | 46  | 25 | 21     | 62  | 38 | 12    | 46  | 39 | 22    | 40  | 35 | 17             | 49  | 31 |
|      | 2+ | 3      | 37  | 16 | 2      | 14  | 7  | 1     | 35  | 28 | 3     | 51  | 36 | 2              | 27  | 13 |
| 2002 | 0  | 80     | 18  | 56 | 81     | 34  | 64 | 92    | 20  | 34 | 88    | 14  | 35 | 81             | 27  | 57 |
|      | 1  | 17     | 48  | 29 | 18     | 55  | 32 | 7     | 48  | 39 | 12    | 44  | 35 | 17             | 49  | 31 |
|      | 2+ | 3      | 34  | 15 | 1      | 11  | 5  | 1     | 33  | 26 | 2     | 42  | 30 | 2              | 24  | 12 |
| 2003 | 0  | 81     | 16  | 55 | 73     | 27  | 55 | 91    | 17  | 32 | 78    | 10  | 30 | 77             | 23  | 53 |
|      | 1  | 16     | 53  | 30 | 26     | 66  | 41 | 9     | 57  | 47 | 19    | 48  | 39 | 20             | 56  | 36 |
|      | 2+ | 4      | 31  | 15 | 1      | 8   | 4  | 1     | 26  | 21 | 3     | 42  | 31 | 3              | 21  | 11 |
| 2004 | 0  | 78     | 12  | 52 | 77     | 34  | 61 | 80    | 8   | 22 | 81    | 12  | 33 | 78             | 23  | 53 |
|      | 1  | 18     | 53  | 32 | 22     | 61  | 36 | 16    | 50  | 44 | 16    | 49  | 39 | 20             | 52  | 34 |
|      | 2+ | 3      | 35  | 16 | 1      | 5   | 3  | 2     | 42  | 34 | 3     | 39  | 28 | 3              | 25  | 13 |
| 2005 | 0  | 74     | 17  | 48 | 74     | 26  | 52 | 92    | 11  | 27 | 92    | 5   | 26 | 77             | 22  | 49 |
|      | 1  | 22     | 46  | 33 | 25     | 68  | 45 | 7     | 55  | 45 | 8     | 47  | 37 | 21             | 55  | 38 |
|      | 2+ | 4      | 36  | 19 | 1      | 6   | 3  | 0     | 35  | 28 | 1     | 48  | 37 | 2              | 23  | 13 |
| 2006 | 0  | 68     | 19  | 47 | 73     | 34  | 54 | 92    | 13  | 28 | 90    | 8   | 27 | 74             | 26  | 49 |
|      | 1  | 26     | 39  | 32 | 26     | 61  | 43 | 8     | 42  | 36 | 10    | 38  | 32 | 23             | 46  | 35 |
|      | 2+ | 6      | 42  | 21 | 1      | 5   | 3  | 1     | 45  | 36 | 0     | 54  | 41 | 3              | 28  | 16 |

\*Schadstufen

- 0 ungeschädigt
- 1 schwach geschädigt
- 2+ deutlich geschädigt (mittelstark geschädigt bis abgestorben)

In den Jahren 1987-1989, 1992-1993 und 1995-1996 sind auf Grund des Stichprobenumfanges keine Aussagen für die Eiche bis 60 Jahre und Eiche gesamt möglich.

Abweichungen zu 100% sind rundungsbedingt.



# Einflussfaktoren

## Einflussfaktoren auf den Waldzustand

Um zu gewährleisten, dass Wald auch künftig die für den Menschen wichtigen Leistungen erbringen kann, werden verlässliche Aussagen über die ökologische Situation und die Entwicklung des Waldes benötigt.

Aufgabe der Forstlichen Umweltkontrolle in der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt ist es, Veränderungen in Wäldern zu beschreiben und Zusammenhänge mit klimatischen Veränderungen einschließlich Treibhauseffekt und menschlich verursachten Luftschadstoffen zu untersuchen. Darauf aufbauend sind Empfehlungen für die Waldbehandlung zu geben und Beiträge für die Forst-, Naturschutz- und Umweltpolitik zu leisten.

Bei einer Betrachtung von Ursache-Wirkungszusammenhängen in Waldökosystemen ergibt sich, dass

- ❑ Witterung und Luftschadstoffe wie z. B. Säure, Stickstoff, aber auch biotische Schadfaktoren wie Insekten oder Pilze gleichzeitig wirksam werden und die Belastungsmuster je nach Standort unterschiedlich ausgeprägt sein können,
- ❑ diese Faktoren in komplexer Weise zusammenwirken und sowohl in mikroskopisch kleinen Bereichen (Zelle) wie auch in ganzen Ökosystemen (Wald) von Bedeutung sind,
- ❑ Einflüsse sich gegenseitig verstärken oder abschwächen können, gleichzeitig aber auch in zeitlicher Verschiebung ("entkoppelt") auftreten können,
- ❑ Waldbäume durch ihre Langlebigkeit baumindividuelle wie auch populationsdynamische Anpassungsstrategien erkennen lassen.

Langzeitbetrachtungen von biologischen, physikalischen und chemischen Indikatoren im Waldökosystem sind deshalb eine wichtige Erkenntnisquelle für eine objektive Bewertung von Veränderungen in Wäldern.

## Kronenverlichtung

Ziel der jährlichen Waldzustandserhebung ist die Erfassung und Dokumentation des Vitalitätszustandes der Wälder infolge sich ändernder Umwelteinflüsse.

Ein Hauptkriterium der Waldzustandserhebung ist die Kronenverlichtung. Die Verlichtung von Baumkronen ist ein empfindliches, auf äußere Einflüsse reagierendes Merkmal. Aus ihm kann jedoch - wie für biologische Reaktionsmuster

vielfach charakteristisch - nicht unmittelbar auf die Wirkung einzelner, spezifisch wirksamer Ursachen ("Stressoren") geschlossen werden.

Vergleichbar mit einer Bestimmung von indikativen Kennwerten im Blut des Menschen können in Pflanzen biochemische Indikatoren bestimmt werden, die Hinweise auf den Belastungszustand ermöglichen.

Verschiedene bundesweite Arbeitsgruppen haben am Beispiel der Fichte Zusammenhänge zwischen biochemischen Stressanzeigern und Abstufungen einer zunehmenden Kronenverlichtung nachgewiesen. Die Ausprägung der Kronenverlichtung kann danach mit anderen sensitiven Merkmalen korrelieren. Sie ist als Indikator geeignet, in einer Übersichtserhebung Belastungen der Wälder aufzuzeigen.



# Witterung

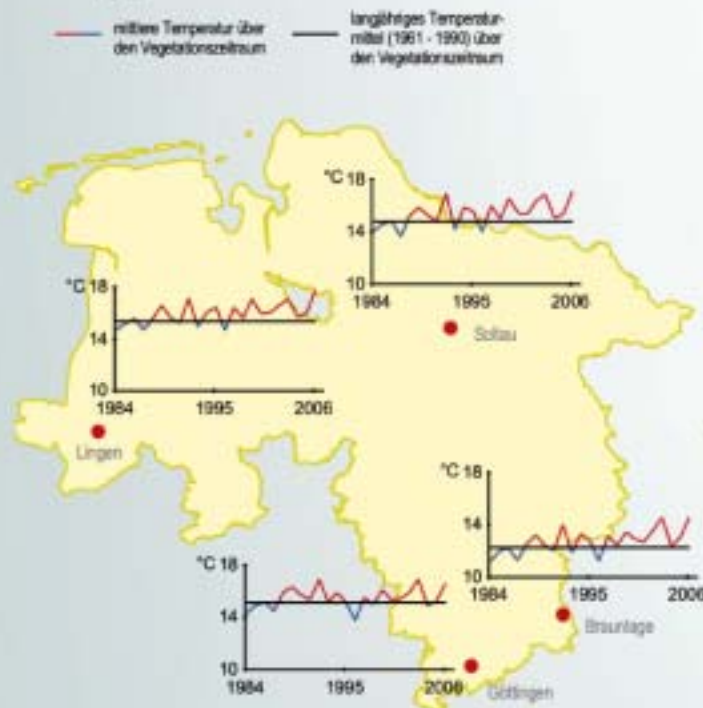
## Abweichungen der Temperatur und des Niederschlags vom langjährigen Mittel an ausgewählten Klimastationen in Niedersachsen

VZ = Vegetationszeit (Mai - September)

NVZ = Nicht-Vegetationszeit (Oktober - April)

### I) Temperatur

#### VZ



#### NVZ

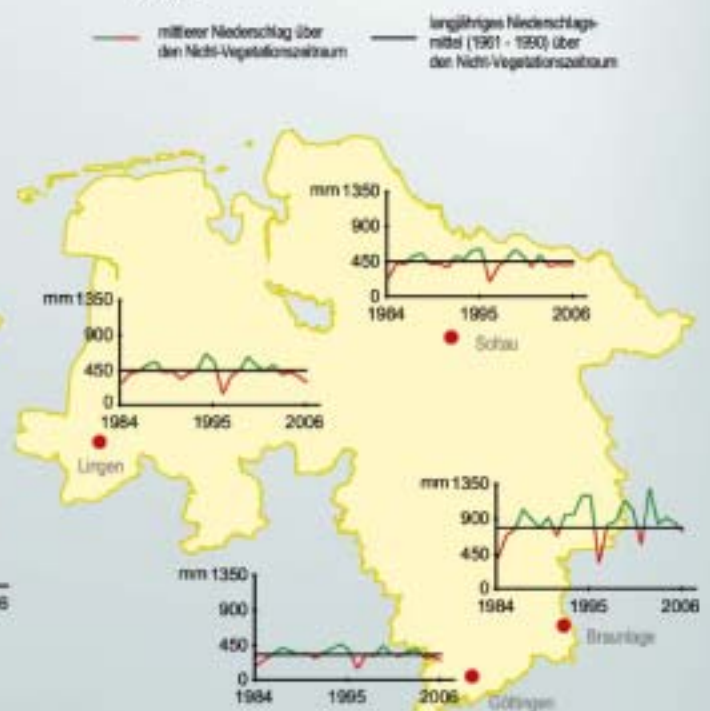


### II) Niederschlag

#### VZ



#### NVZ



## Witterung

Neben Luftschadstoffen und biotischen Einflüssen (z. B. Insekten, Pilze) gehört die Witterung zu den wesentlichen Einflussfaktoren auf den Waldzustand. Sie kann sich direkt auswirken oder die anderen genannten Faktoren abschwächen bzw. verstärken.

Veränderungen der Temperaturen sowie der Verteilung und Höhe von Niederschlägen sind in ganz Europa im 20. Jahrhundert bereits registriert worden. Klimaprognosen lassen für das 21. Jahrhundert einen Wandel hin zu warm - trockenen Sommern und mild - feuchten Wintern erwarten. Auch Hitzeperioden und Witterungsextreme (z. B. Stürme oder Starkregen) werden den Voraussagen nach zunehmen.

Im Folgenden wird die Witterung (Temperatur und Niederschlag) für Niedersachsen im langjährigen Verlauf (1984 - 2006) und während der Messperiode 2006 beschrieben. Dargestellt sind jeweils die Abweichungen vom Mittel der Jahre 1961 - 1990 für ausgewählte Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes.



### Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Die Messdaten belegen für den Zeitraum von 1988 bis 2006 eine Temperaturerhöhung, die in den meisten Jahren sowohl während der Vegetationszeit (Mai bis September) als auch während der Nicht-Vegetationszeit (Oktober bis April) beobachtet werden kann. Herausragend war das Trockenjahr 2003 sowie das Jahr 2006 mit einer Temperaturabweichung in der Vegetationszeit von +2 °C (2003) und +2,1 °C (2006) im Durchschnitt der dargestellten Klimastationen. Bei den im Zeitraum 1988 - 2006 gemessenen Niederschlagswerten ist weder in der Vegetations- noch in der Nichtvegetationszeit eine klare Tendenz erkennbar und zwischen den einzelnen Jahren bestehen z. T. deutliche Schwankungen.



### Witterungsverlauf in der Messperiode 2006

Zu Beginn der Nicht-Vegetationszeit 2005/2006 lagen die Temperaturen im Oktober deutlich (+2,3 °C) sowie im November (+0,6 °C) und Dezember (+0,4 °C) leicht über dem langjährigen Durchschnittswert. Mit Niederschlagsmengen von 65 % bis 83 % des langjährigen Mittels waren alle drei Monate dabei zu trocken.

Der Jahresbeginn 2006 war zunächst von einem deutlichen Niederschlagsdefizit gekennzeichnet. So wurde im Januar nur etwas mehr als ein Drittel (37 %) des langjährigen Niederschlagsmittels gemessen. Die Temperaturen waren vom Januar bis zum März deutlich zu kühl. Dabei zeigte sich der März etwas zu nass (114 %). Mit annähernd durchschnittlichen Niederschlägen und Temperaturen im April endete die insgesamt zu trockene Nicht-Vegetationszeit.

Die Vegetationsperiode 2006 begann mit etwas zu warmer Witterung (Temperaturabweichungen von +1,0 °C im Mai und +1,1 °C im Juni) bei hohen Niederschlägen im Mai (143 %) und deutlich zu geringen (50 %) im Juni. Herausragend waren die Julitemperaturen: Mit einer Abweichung von landesweit +5,2 °C wurde der im August des Trockenjahres 2003 gemessene Rekordwert von +3,4 °C deutlich übertroffen. Dabei wurde wie im vorausgegangenen Monat auch im Juli mit 60 % ein deutliches Niederschlagsdefizit verzeichnet. Mit 148 % Niederschlagsabweichung zum langjährigen Mittel einer Temperaturabweichung von -0,8 °C war der August kühl und nass. Ein trocken-warmer September mit +3,9 °C Temperaturabweichung und nur 21 % des langjährigen Niederschlagsmittels bildete den Abschluss der Vegetationszeit in Niedersachsen.

# Insekten und Pilze

## Kiefer

Nonne, Forleule und Kiefernspinner traten nicht in schadensverursachenden Dichten auf, bei den Prognosefängen mit Lockstofffallen wurde aber lokal die Warnschwelle für den Kiefernspinner überschritten.

## Fichte

### Rindenbrütende Borkenkäfer

Während des gesamten Frühjahrs, auch bei zeitweise unbeständiger, kühlfeuchter Witterung, war durchgehend Käferflug unterschiedlicher Intensität zu beobachten. Die üblicherweise auftretende Schwärmpause zwischen den typischen Flugmaxima blieb 2006 aus.

Der extrem warme und trockene Juli 2006 hatte dann auf den entsprechenden Standorten erheblichen Trockenstress der Fichte zur Folge. Ab der ersten Julihälfte häuften sich Meldungen über Stehendbefall, der allgemein erst spät erkannt wurde, da gut erkennbare Merkmale wie z. B. Harzfluss und Spechtspiegel oft ausblieben.



*Buchdrucker*



*Borkenkäferbefall an Altlichten führt zum Absterben der Bäume*

## Douglasie

Auf flachgründigen, skelettreichen Standorten traten Absterbeerscheinungen in Douglasien-Stangenhölzern auf. Oft wurde dabei Pilz- und Käferbefall beobachtet.

## Nadelholz allgemein

In vielen Nadelholzbeständen, vor allem aus Erstaufforstung, sind teilweise sehr hohe Befallsraten durch den Wurzelschwamm zu verzeichnen. Vielerorts wird eine starke Verbreitung von Hallimasch-Pilzen beobachtet.

## Andere Laubbäume

Lokal traten auch an anderen Laubbaumarten verschiedene Schmetterlingsarten massenhaft in Erscheinung. Auffällig war der örtlich starke Fraß durch den Erlenblattkäfer an Roterlen.

Im Jahr 2006 wurde ein Programm zur systematischen Erhebung und Erfassung von Wurzelschäden an Erlen durch *Phytophthora alni* (pilzähnliche Mikroorganismen) in Niedersachsen begonnen.

Dieser Krankheitserreger kommt bereits in vielen Fließgewässern vor und führt zum Absterben von Erlen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Erregers scheint derzeit aber weniger rasant zu sein als noch vor einigen Jahren.

## Buche

### Buchenvitalitätsschwäche

Bei vielen im Jahr 2005 als vitalitätsschwach angesprochenen Altbuchen wurde 2006 stärkerer Befall durch den Kleinen Buchenborkenkäfer beobachtet. Buchen in wechselfeuchten Standortsbereichen mit ggf. Extremsituationen hinsichtlich der Wasserversorgung (starke Vernässung einerseits, starke Austrocknung andererseits) scheinen besonders gefährdet zu sein.

## Eiche

### Eichenfraßgesellschaft

Der Eichenwickler ist in Niedersachsen nicht auffällig in Erscheinung getreten. Die Massenvermehrung der Frostspannerarten hat sich lokal 2006 fortgesetzt und im Frühjahr verbreitet Loch- bis Kahlfraß verursacht. 2006 war der Fraß weniger intensiv als erwartet. Auffällig war häufig die von Baum zu Baum sehr weite Spanne der fraßbedingten Blattverluste (z. B. von 5 -100 %) in ein und demselben Bestand.

### Eichenkomplexerkrankung

Nach wie vor sind die Eichen stark gestresst. Verstärkt wird diese Situation durch den lokal anhaltenden Fraß der Eichenfraßgesellschaft. Die Vorschädigung infolge des Trockenjahres 2003 und die andauernde Massenvermehrung der Eichenfraßgesellschaft lassen zunehmend ernste Folgeschäden vor allem durch Eichenprachtkäfer befürchten.



*Raupe des Großen Frostspanners*



*Durch Eichen-Fraßgesellschaft fast kahlgefressene Eichen*

# Gaskonzentrationen

## Entwicklung der Luftschadstoffbelastung

Zur Beurteilung der Luftqualität auf der Grundlage von Grenz- und Zielwerten werden durch das Niedersächsische Umweltministerium im Lufthygienischen Überwachungssystem Niedersachsen (LÖN) kontinuierliche Messungen durchgeführt. Die Stationen Wurmberg (im Harz) und Solling können zur Charakterisierung der lufthygienischen Situation in ländlichen Gebieten und Wäldern im südniedersächsischen Raum herangezogen werden und ermöglichen für die Komponenten Schwefeldioxid, Stickoxide und Ozon Aussagen hinsichtlich der Einhaltung von Grenzwerten zum Schutz der Vegetation und der Ökosysteme.

### Schwefeldioxid

Bei der Verbrennung schwefelhaltiger fossiler Brennstoffe entsteht Schwefeldioxid. Durch zahlreiche Maßnahmen zur Emissionsminderung in den Bereichen Industrie und Gebäudeheizung konnte die ehemals hohe Schwefeldioxidbelastung drastisch gesenkt werden und liegt derzeit an den Stationen Wurmberg und Solling bei einem Jahresmittelwert von  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Der Grenzwert zum Schutz für Ökosysteme - gemessen an emissionsfernen Stationen - in Höhe von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahres- als auch im Wintermittel wird eingehalten.

### Stickstoffoxide

Stickstoffoxide entstehen als Nebenprodukt bei Verbrennungsvorgängen durch die Oxidation von Luftstickstoff. Hauptverursacher für die Entstehung von Stickstoffoxiden ist der Kfz-Verkehr. Aufgrund der geringen Verweilzeit von Stickstoffmonoxid in der Atmosphäre und der Entfernung zu den Quellgebieten sind die Stationen Wurmberg und Solling im Vergleich zu "Verkehrsstationen" (Hannover, Hildesheim, Braunschweig) sehr viel geringer durch Stickstoffoxide belastet.

Die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxide ( $\text{NO}_2$ ) lagen in den Jahren 2003 - 2005 an den Stationen Solling und Wurmberg zwischen 7 und  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Grenzwert der 22. Bundesimmissionsschutz-Verordnung zum Schutz der Vegetation in Höhe von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde damit in den emissionsfernen Gebieten deutlich unterschritten.



# Gaskonzentrationen

## Ozon

Bodennahes Ozon entsteht in der Atmosphäre aus Ozonvorläufersubstanzen wie Stickstoffoxiden und flüchtigen Kohlenwasserstoffen durch fotochemische Prozesse.

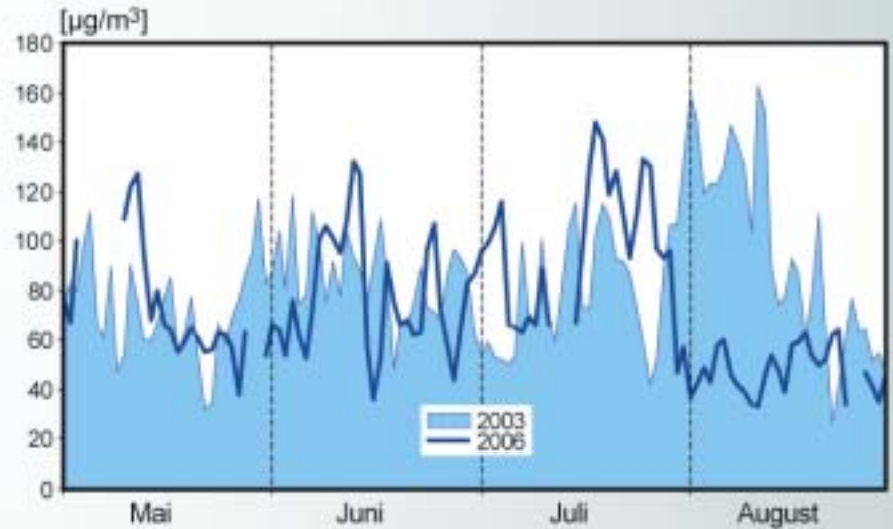
Die Höhe der Ozonkonzentration wird durch die Konzentration der Vorläufersubstanzen sowie die meteorologischen Verhältnisse (Wind- und Austauschbedingungen, Temperatur, Strahlungsintensität) bestimmt.

Die Ozonbelastung ist an den emissionsfernen Stationen mit hoher Strahlungsintensität höher als an allen anderen Stationen. Das in den verkehrsreichen Gebieten gebildete Ozon wird in den ländlichen Raum transportiert, kann aber wegen der geringeren Konzentration ozonzerstörender Substanzen dort nur eingeschränkt abgebaut werden.

Während der Jahresmittelwert im "Jahrhundertssommer" 2003 im Ballungsraum Hannover bei  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lag, betrug er an der Station Wurmberg  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und im Solling  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In den Jahren 2004 und 2005 war die Ozonbelastung dann wieder geringer als 2003.

Vergleich der Ozonkonzentrationen zwischen den Sommern 2003 und 2006 an der Station Solling

Wertebasis: Tagesmittelwerte



An der Station Solling war im Sommer 2006 die Situation vergleichbar mit dem ozonreichen Jahr 2003. Während im Jahr 2003 vor allem der August mit einem Monatsmittel von  $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$  besonders ozonreich war, wurde 2006 die höchste Ozonbelastung im Juli (Monatsmittel  $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) gemessen.



# Stoffeinträge

## Stoffeinträge

Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid, Stickoxide und Ammoniak, die aus Industrie, Haushalten, Verkehr und Landwirtschaft in die Atmosphäre gelangen, werden dort z. T. chemisch umgewandelt und lagern sich an kleine Partikel in der Luft an. In Form von Sulfat, Nitrat und Ammonium wird der überwiegende Teil der Luftverunreinigungen durch Niederschläge aus der Atmosphäre ausgewaschen (nasse Deposition) oder von der Vegetation ausgekämmt (trockene Deposition).

In Wäldern ist die Deposition auf Grund der großen Oberfläche der Baumkronen besonders hoch und damit der Stoffeintrag im Vergleich zu anderen Bodennutzungsformen erhöht.

Die Höhe der Eintragsraten wird entscheidend durch die Niederschlagsverhältnisse beeinflusst. Hohe Eintragsraten sind dort zu verzeichnen, wo auch die Niederschläge hoch sind (Harz, Solling, Küstenbereich).

Bis in die 90er Jahre waren die Schwefelemissionen die Hauptquelle für säurebildende Stoffeinträge in die Wälder. Inzwischen ist der hohe Stickstoffeintrag zum Problem geworden, denn Stickstoff trägt ebenfalls zur Versauerung der Waldböden bei und bewirkt bei dauerhafter Überschreitung der tolerierbaren Einträge eine zusätzliche Destabilisierung der Waldbestände durch Eutrophierung (Überdüngung).

## Schwefeleintrag

Die höchsten Schwefel-Eintragsraten wurden in den 70er Jahren gemessen. Seither konnten die Schwefeleinträge durch gesetzliche Regelungen zur Luftreinhaltung stark reduziert werden.

Auf besonders stark belasteten Standorten wurde ein Rückgang von über 80 % gemessen. Im Jahr 2004 lag der Sulfatschwefeleintrag auf den Freiflächen zwischen 3,9 kg/ha (Göttinger Wald) und 5,7 kg/ha (Solling). In die Waldbestände wurden wegen der Filterwirkung der Bäume, die besonders wirksam bei der Fichte ist, mit der Kronentraufe bzw. dem Bestandesniederschlag zwischen 6,5 kg/ha (Buche, Göttinger Wald) und 13,3 kg/ha (Fichte, Solling) eingetragen.

## Stickstoffeintrag

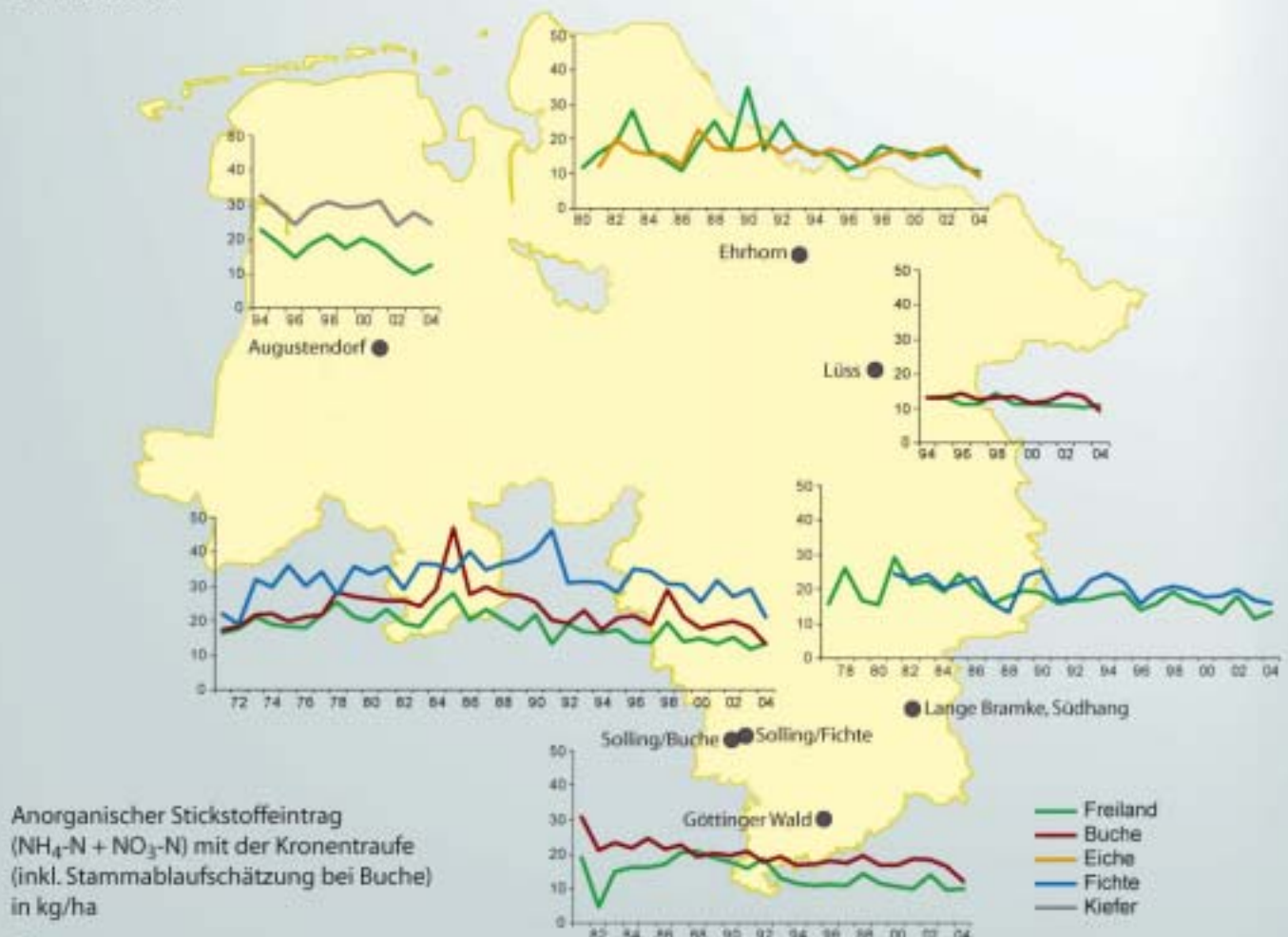
Stickstoff wird je nach seiner Entstehungsquelle als Nitrat (aus Verbrennungsprozessen) oder Ammonium (landwirtschaftliche Quellen) in das Ökosystem eingetragen.

An allen Messstationen liegen die Eintragsraten für Stickstoff über den langfristig vertretbaren Belastungsgrenzen (Critical Loads).

Für die Wälder in Niedersachsen gelten je nach Standort jährliche Eintragsraten zwischen 8 und 16 kg Stickstoff pro ha als unbedenklich. Im Mittel der Jahre 2000-2004 lagen die Einträge für anorganischen Stickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ ) in die untersuchten Wälder aber mit 12-27 kg/ha Stickstoff über den ökosystemverträglichen Schwellenwerten.

Die höchsten Stickstoff-Depositionsraten werden im Nord-Westen Niedersachsens (Kiefernfläche Augustendorf) und in der Fichtenfläche im Solling gemessen.

Bei den Stickstoffeinträgen deutet sich eine leicht abnehmende Tendenz an, die langjährige Entwicklung ist aber durch jährliche Schwankungen in der Größenordnung von mehreren Kilogramm gekennzeichnet.



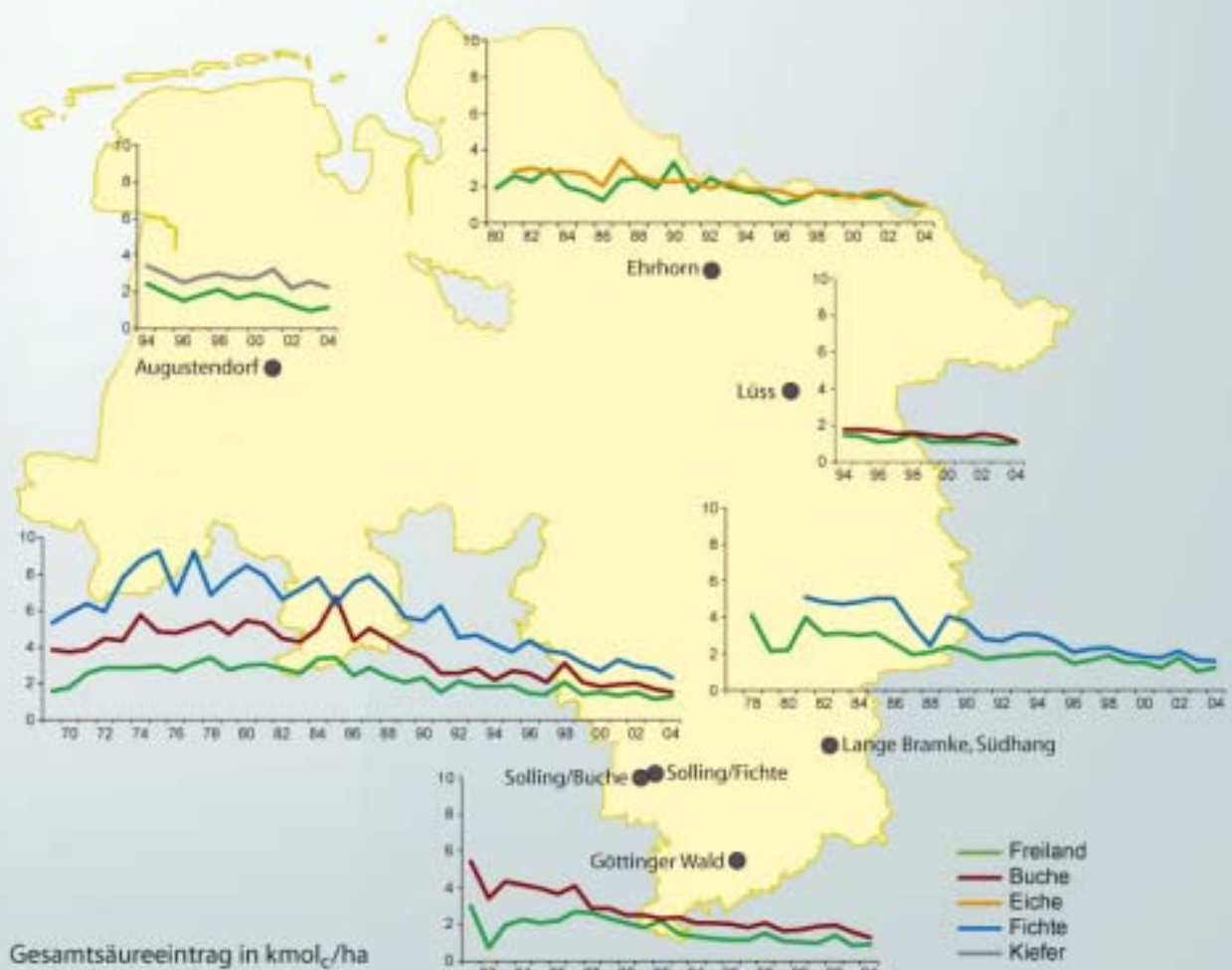
## Gesamtsäureeintrag

Aus den Ergebnissen der flächenrepräsentativen Bodenzustandserhebung (BZE I) lässt sich ablesen, dass die Waldböden in Niedersachsen - mit Ausnahme der Böden auf oberflächlich anstehendem Kalkgestein - im Oberboden fast flächendeckend Versauerungen aufweisen. Etwa 90 % aller Standorte liegen im Oberboden (0 - 5 cm) bei  $\text{pH}_{\text{KCL}}$ -Werten unter 4,2 und sind damit als stark versauert einzustufen. Die aktuellen Gesamtsäureeinträge in die Wälder liegen trotz der erreichten Verminderungen so hoch, dass sie die Critical Loads an den meisten Waldstandorten übersteigen, d. h. dass auch die negativen Auswirkungen der Bodenversauerung (u. a. Verarmung der Böden an basischen Nährstoffen, Hemmung der Streuzersetzung) weiter zunehmen.

Während die Säurebelastung durch Protonen auf Grund der Reduktion des Sulfateintrags seit Mitte der 80er Jahre stetig rückläufig war, verharrt die Säurebelastung durch Ammonium mit jährlichen Schwankungen auf einem hohen Niveau. Im Mittel der Jahre 2000-2004 liegt die jährliche Gesamtsäurebelastung (berechnet nach Gauger et al. 2002) auf den Untersuchungsflächen zwischen 1,3  $\text{kmol}_\text{c}/\text{ha}$  in der Heide (Buche, Löss) und 2,8  $\text{kmol}_\text{c}/\text{ha}$  auf der Fichtenfläche im Solling.



Ein Teil der Säure wird durch das ebenfalls mit dem Niederschlag eingetragene Calcium, Magnesium und Kalium neutralisiert. In den Waldbeständen müssen jährlich zwischen 0,5 und 2,0  $\text{kmol}_\text{c}/\text{ha}$  Säure durch die Böden abgepuffert werden, wodurch das standortspezifische nachhaltige Puffervermögen auf den meisten Waldböden in Niedersachsen jedoch überschritten wird. Zum Schutz dieser Böden ist eine weitere Minderung der Stoffeinträge erforderlich und die Fortsetzung von standortangepassten Bodenschutzkalkungen sinnvoll.





## Impressum:

Ansprechpartner  
Nordwestdeutsche  
Forstliche Versuchsanstalt  
Abteilung Umweltkontrolle  
Sachgebiet Waldzustand und Boden  
Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen  
Tel.: 0551/69401-0  
Fax: 0551/69401-160  
Zentrale@nw-fva.de  
www.nw-fva.de

## Bearbeitung:

Dammann, I.; Paar, U.; Gawehn, P.; Wendland, J.  
und Eichhorn, J.

## mit Beiträgen von:

Witterung, Klima: Schmidt, M.; Schönfelder, E.;  
Schwerdtfeger, O.

Insekten und Pilze: Bressemer, U.; Habermann, M.;  
Hurling, R.; Krüger, F.

Gaskonzentrationen: Scheler, B.

Stoffeinträge: Meesenburg, H.; Scheler, B.

Fotos: Archiv Abt. Waldschutz; Dammann, I.;  
Eichhorn, J.; Evers, J.; Gawehn, P.; Klotz, W.;  
König, N.; NP Kellerwald-Edersee; Schmidt, M.;  
Steffens, R.

Graphik und Layout: Paar, E.; Büttner, D.;  
Thorwest, A.

## Herstellung:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

## Druck:

Printec Offset, Kassel

Der Waldzustandsbericht 2006 ist abrufbar unter  
[www.nw-fva.de](http://www.nw-fva.de) und  
[www.ml.niedersachsen.de](http://www.ml.niedersachsen.de) >=> Themenbereich  
"Wald, Holz und Jagd"

## Hauptverantwortliche für die Waldzustandserhebungen in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt:

Prof. Dr. Johannes Eichhorn  
Abteilungsleiter  
Umweltkontrolle



Dr. Uwe Paar  
Sachgebietsleiter Waldzustand und  
Boden, Redaktion



Inge Dammann  
Leiterin der Außenaufnahmen,  
Auswertung, Redaktion



Dr. Egbert Schönfelder  
Auswertung



Andreas Schulze  
Datenbank



Peter Gawehn  
Außenaufnahmen und Kontrollen



Jürgen Wendland  
Außenaufnahmen und Kontrollen



Michael Deckert  
Außenaufnahmen und Kontrollen



Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Niedersächsischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen und Wahlwerbern, Wahlhelferinnen und Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Europa-, Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen.

Misbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteilichkeit der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.