



Waldzustandsbericht 2010



Vorwort



Liebe Leserin, lieber Leser,

die Gesundheit unserer Wälder darf uns nicht gleichgültig sein, denn wir brauchen sie mehr denn je.

Ich freue mich über Ihr Interesse an unserem Waldzustandsbericht und lade Sie ein, sich in diesem Heft ausgiebig über die diesjährigen Forschungsergebnisse zu informieren.

Die Aussagekraft der aktuell erhobenen Umweltdaten ist besonders hoch, wenn wir sie mit den langjährigen Zeitreihen vergleichen, die seit über 25 Jahren fortgeschrieben werden.

Im Fokus der Forschung stehen neben forstschädlichen Insekten und Pilzen schädliche Stoffeinträge. Letztere belasten nach wie vor auch die Waldböden. In dieser Broschüre können Sie sich deshalb über die Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen informieren. Sie erlauben uns tiefe Einblicke in die komplexen chemischen Vorgänge im Boden und geben Hinweise darauf, wie wir die Waldböden stabilisieren können, zum Beispiel durch Waldkalkung. Darüber hinaus erfahren Sie in diesem Heft Wissenswertes über die möglichen Auswirkungen des erwarteten Klimawandels, an den wir unsere Waldbestände anpassen müssen.

Erhalt und Sicherung der vielfältigen Waldfunktionen sind mir ein wichtiges Anliegen. Als Forstministerin werde ich die aktuellen Gefährdungspotentiale für den Wald sorgfältig im Blick behalten und mich für eine nachhaltige Reduktion schädlicher Stoffeinträge einsetzen.

Auch in diesem Jahr war die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA) in Göttingen mit der forstlichen Umweltkontrolle und der Waldzustandserhebung betraut. Die NW-FVA forscht und berät praxisorientiert alle Waldbesitzer in Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und demnächst auch in Schleswig-Holstein.

A handwritten signature in blue ink that reads "Ihre Astrid Grotelüschen".

Astrid Grotelüschen

Niedersächsische Ministerin
für Ernährung, Landwirtschaft,
Verbraucherschutz und Landesentwicklung

Zusammenfassung

Das Gesamtergebnis der Waldzustandserhebung 2010 weist für den niedersächsischen Wald eine mittlere Kronenverlichtung von 16 % aus. Damit hat sich der Kronenzustand im Vergleich zum Vorjahr nicht verändert. Die älteren Buchen, Eichen und Fichten zeigen weiterhin einen vergleichsweise hohen Kronenverlichtungsgrad zwischen 26 % und 34 %. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer liegt sehr viel niedriger (14 %).

Der Anteil starker Schäden (1,5 %) und die Absterberate (0,2 %) haben sich gegenüber dem Vorjahr erhöht, liegen aber weiterhin auf einem geringen Niveau.

Seit dem Ende der 1980er Jahre besteht in Niedersachsen eine deutliche Tendenz zu höheren Temperaturen sowohl im Sommer- als auch im Winterhalbjahr.

Durch die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung ging der Gesamtsäureeintrag seit Ende der 1980er Jahre deutlich zurück. Die Bodenzustandserhebung (BZE II) zeigt jedoch, dass nach wie vor in den Tiefenstufen 5-10 cm und 10-30 cm 53 % bzw. 66 % der Waldstandorte in Niedersachsen stark versauert sind.

Der oberste Mineralboden ist heute im Vergleich zur Bodenzustandserhebung I besser mit Basen versorgt. Die Ergebnisse von Versuchsflächen zum Vergleich gekalkter mit nicht gekalkten Flächen wie auch der BZE II zeigen die positiven Effekte der Bodenschuttkalkung vor allem im Oberboden.

Summary

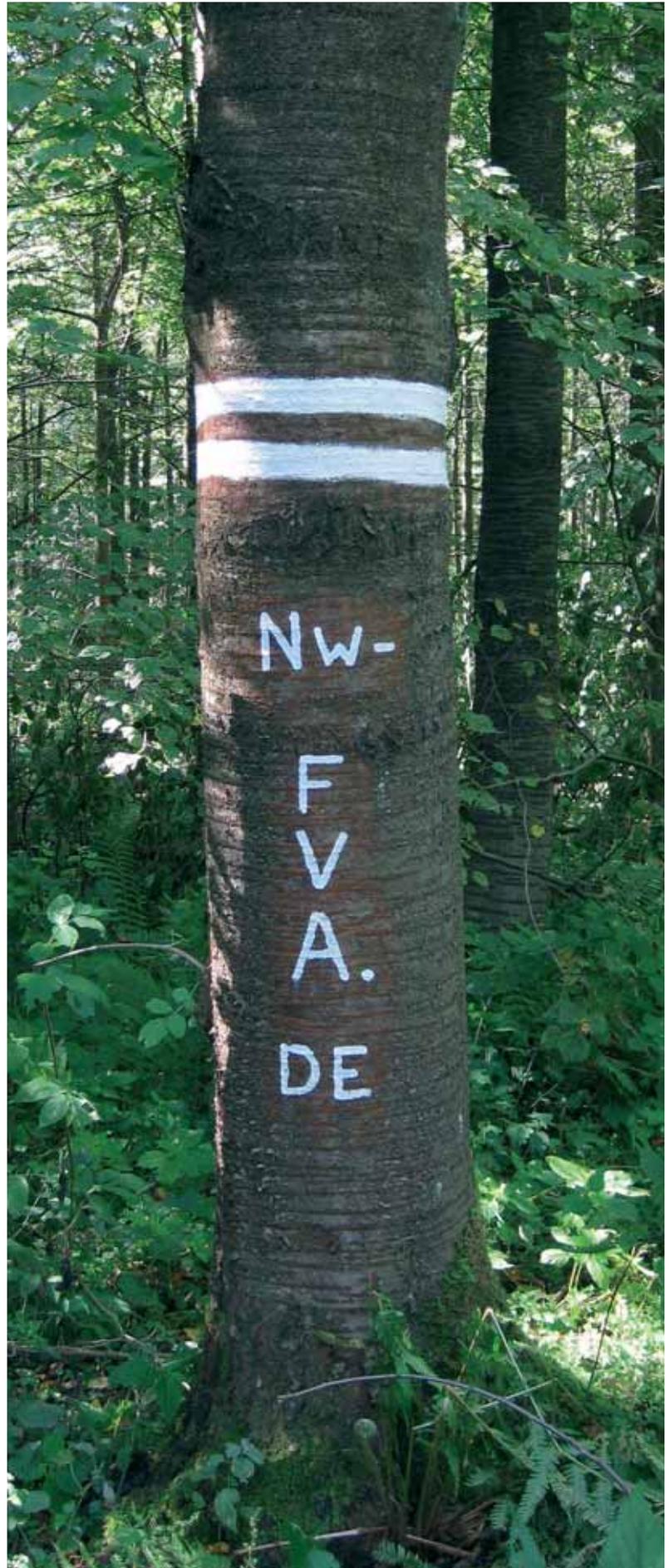
The forest condition survey in Lower Saxony shows an average defoliation of 16 %. Compared to the year 2009, crown condition remains on the same level. Defoliation of older beech, oak and spruce is quite high (26 % to 34 %). With a needle loss of 14 % crown condition of pine is much better.

The annual mortality rate remains at a very low level (0,2 %). The low amount of severe damaged trees is reflected in the value of 1,5 %.

In general, climate conditions in Lower Saxony have changed during the last 20 years. Both, summers and winters are getting warmer.

Measures of clean air policy relating to the reduction of air pollution caused a significant reduction of total acid deposition. However, the second soil condition inventory (BZE II) documents that 53 % and 66 % of upper mineral soil layers of forests sites (5-10 cm and 10-30 cm soil depth, respectively) are still severely acidified.

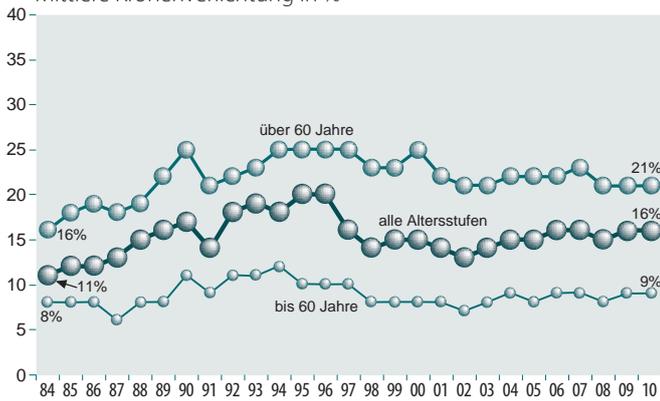
The base saturation of the top mineral soil layer of forest soils is improved compared to the results of the first soil condition inventory, which was done about 20 years ago. This is mainly related to the large-scale liming activities in the forests.



Hauptergebnisse

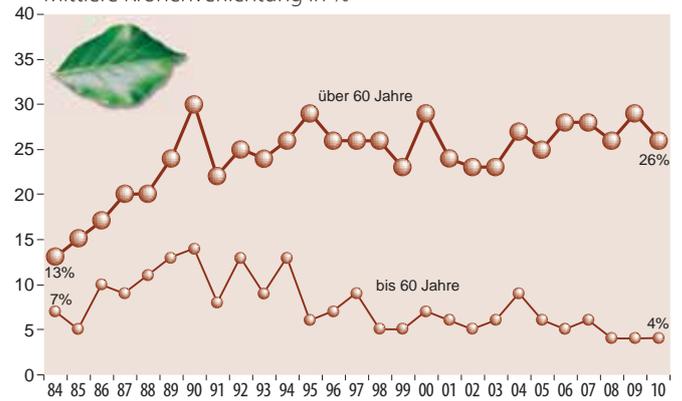
Alle Baumarten

Mittlere Kronenverlichtung in %



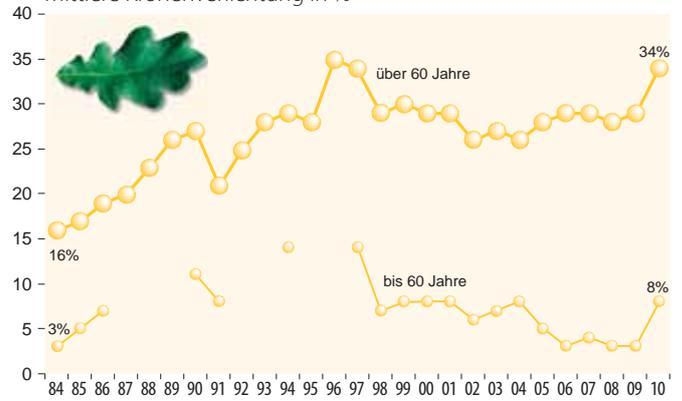
Buche

Mittlere Kronenverlichtung in %



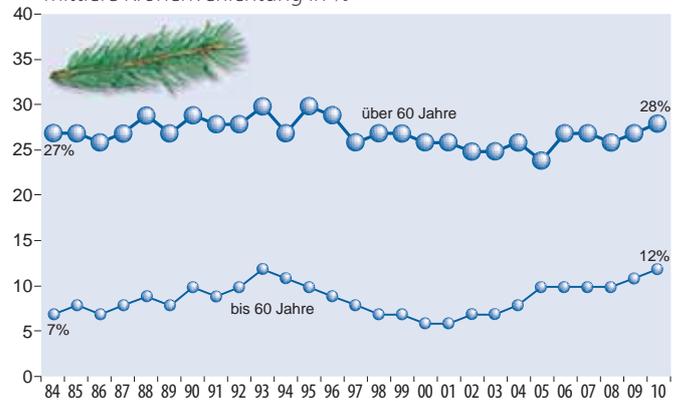
Eiche*

Mittlere Kronenverlichtung in %



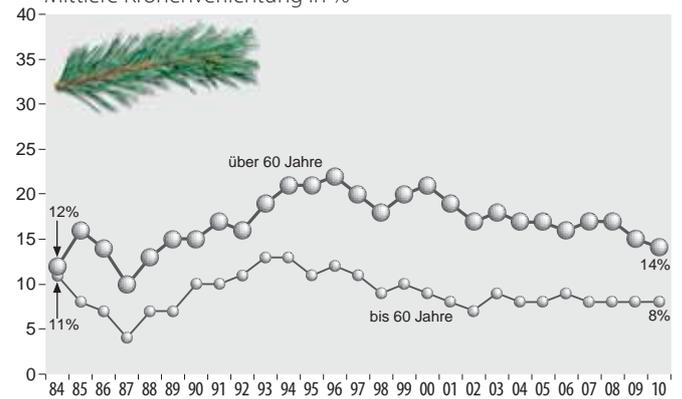
Fichte

Mittlere Kronenverlichtung in %



Kiefer

Mittlere Kronenverlichtung in %



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



Hauptergebnisse

Waldzustand

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Niedersachsen beträgt in diesem Jahr 16 %. Nach einem Anstieg der Kronenverlichtungswerte im Zeitraum 1984-1996 liegt die mittlere Kronenverlichtung in den letzten 14 Jahren zwischen 13 % und 16 %. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen einen deutlichen Alterstrend: Die mittlere Kronenverlichtung der über 60jährigen Waldbestände liegt mit 21 % mehr als doppelt so hoch wie die der jüngeren Waldbestände (9 %).

Die Baumarten

Die verschiedenen Einflussfaktoren wirken sich auf die Baumarten unterschiedlich aus. Für die Interpretation der Ergebnisse sind daher die nach Baumarten getrennte Betrachtung sowie der Anteil der Baumart an der Waldfläche wichtig. Die Baumartenverteilung in der WZE-Stichprobe in Niedersachsen ergibt für die Buche einen Flächenanteil von 17 %, die Eiche ist mit 6 %, die Fichte mit 19 % und die Kiefer mit 38 % vertreten.

Die ältere Kiefer hat im Beobachtungszeitraum ein relativ geringes Kronenverlichtungsniveau beibehalten. Auch 2010 setzt sich diese Tendenz fort. Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 14 % ist eine Verbesserung gegenüber den Vorjahren zu verzeichnen, der Kronenzustand der Kiefer ist weiterhin markant besser als der von Fichte, Buche und Eiche.

Bei der älteren Fichte wird seit Beginn der Zeitreihe der Waldzustandserhebung ein anhaltend hoher Verlichtungsgrad zwischen 24 % und 30 % festgestellt. In diesem Jahr liegt die mittlere Kronenverlichtung bei 28 %.

Bei der älteren Buche zeigt sich im Vergleich zum Vorjahr eine Verbesserung des Belaubungszustandes. Die mittlere Kronenverlichtung hat sich von 29 % im Jahr 2009 auf aktuell 26 % verringert. Diese Entwicklung steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Ausbleiben der Fruchtbildung in diesem Sommer.

Die Kronenverlichtung der älteren Eiche hat sich dagegen erhöht (2009: 29 %; 2010: 34 %). Fraßschäden durch die Eichenfraßgesellschaft und Mehltaubefall haben sich in diesem Jahr insgesamt negativ auf den Kronenzustand der Eiche ausgewirkt.

Im Jahr 2010 liegen die Verlichtungswerte der anderen Laub- und Nadelbäume (alle Alter) bei 13 % bzw. 10 %.

Absterberate

Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) liegt im Mittel der Zeitreihe bei 0,1 % und damit auf einem insgesamt sehr geringen Niveau. Phasen mit erhöhten Absterberaten sind vor allem bei Eiche und Fichte aufgetreten. Im Jahr 2010 liegt die Absterberate bei 0,2 %. Überdurchschnittlich hohe Absterberaten wurden in diesem Jahr bei Fichte (0,4 %), Kiefer (0,3 %) und anderen Nadelbäumen (0,6 %) beobachtet. Laubbäume sind im Stichprobenkollektiv in diesem Jahr nicht abgestorben.

Witterung und Klima

Der Temperaturverlauf des letzten Winters und auch der Sommermonate ist durch Extreme gekennzeichnet. Der November 2009 war sehr warm, der Januar 2010 sehr kalt, der Mai kühl, im Juli stiegen die Tagestemperaturen häufig über 30°C.

Auch die Niederschlagsmengen schwankten stark: Im Oktober und November 2009 wurden die Referenzwerte übertroffen, anschließend war es bis Juli 2010 meist trockener als im langjährigen Mittel. Im August fiel dann das Doppelte (190 %) der durchschnittlichen Niederschlagsmenge. Insgesamt entsprechen die aus diesen Extremen errechneten Temperatur- und Niederschlagswerte dem langjährigen Mittel.

Insgesamt besteht in Niedersachsen seit dem Ende der 1980er Jahre eine deutliche Tendenz zu höheren Temperaturen sowohl im Sommer- als auch im Winterhalbjahr.

Stoffeintrag und Bodenzustand

2009 betrug der Gesamtsäureeintrag auf den untersuchten Flächen zwischen 2,6 kmol_c/ha (Fichte im Solling) und 1,4 kmol_c/ha (Mittel der Buchenflächen Lüss, Solling und Göttinger Wald sowie unter Eiche in Ehrhorn). Durch die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung ging der Gesamtsäureeintrag seit Ende der 1980er Jahre deutlich zurück, übersteigt jedoch nach wie vor das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte.

Die aktuellen Ergebnisse der Bodenzustandserhebung (BZE II) zeigen, dass in den Tiefenstufen 5-10 cm und 10-30 cm 53 % bzw. 66 % der niedersächsischen Waldstandorte stark versauert sind.

Dennoch haben sich seit der BZE I von 1990/1991 die Basengehalte des obersten Mineralbodens in Niedersachsen verbessert. Für die Bodenschicht 0-5 cm nahmen die basenarmen Standorte von 56 % auf 23 % ab, der Anteil der basenreichen Standorte stieg von 19 % auf 32 % an. Dies ist vor allem auf die Bodenschutzkalkung zurückzuführen. Die Bodenschutzkalkung ist standortselektiv fortzuführen. Auf ungekalkten Standorten hat eine weitere Basenverarmung stattgefunden, vor allem in tieferen Bodenschichten.

Ein Viertel der Fichten und drei Viertel der Kiefern der BZE II-Stichprobe weisen sehr geringe bis geringe Magnesium-Gehalte in den Nadeln auf.

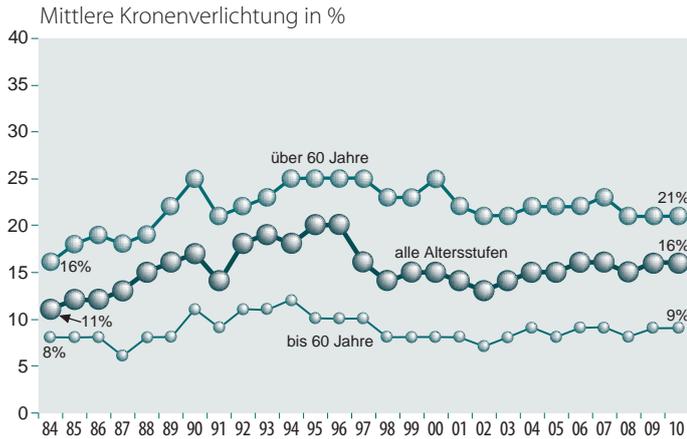
Stickstoff

Die Stickstoffeinträge in die Wälder verbleiben trotz einer insgesamt leicht rückläufigen Tendenz auf einem zu hohen Niveau. 89 % der Fichten und 99 % der Kiefern weisen nach den Ergebnissen der BZE II in ihren Nadeln eine hohe bzw. sehr hohe Stickstoff-Versorgung auf. Eine Bewertung dieser Ergebnisse verdeutlicht, dass die N-Einträge in die Wälder zu hoch sind.

Fazit

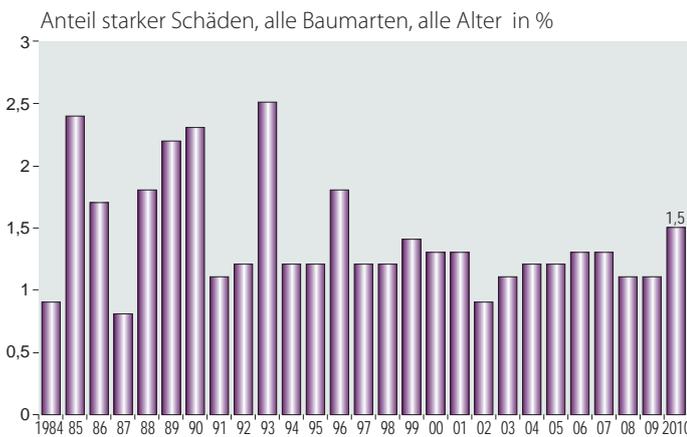
Die nun schon für über zweieinhalb Jahrzehnte vorliegende Zeitreihe der Waldzustandserhebungen stellt in Verbindung mit den Ergebnissen der Bodenzustandserhebung eine hervorragende Basislinie zur Interpretation künftiger Auswirkungen von Stoffeinträgen und Klimaveränderung auf Vitalität und Stabilität der Waldökosysteme dar. Die Dauerbeobachtung der Wälder sichert als Frühwarnsystem eine nachhaltige Entwicklung der Wälder.

Alle Baumarten



Mittlere Kronenverlichtung

Die Waldzustandserhebung 2010 weist als Gesamtergebnis für die Waldbäume in Niedersachsen (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 16 % aus. Nachdem die Kronenverlichtungswerte in den Erhebungsjahren bis 1996 angestiegen waren, liegen sie seit 1997 in einem Bereich zwischen 13 % und 16 %.



Anteil starker Schäden

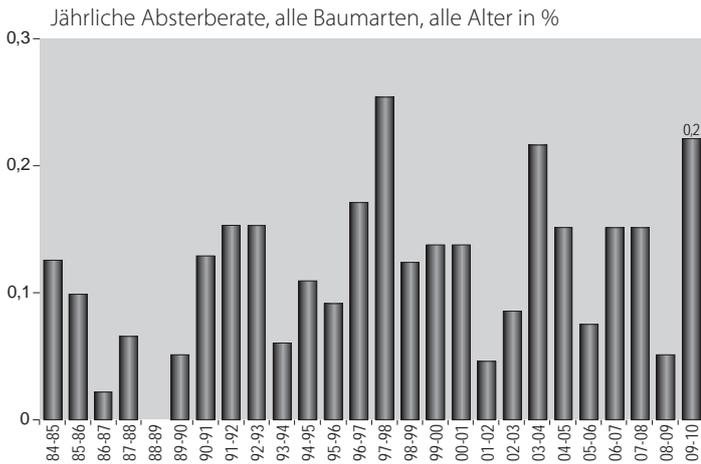
Der Anteil starker Schäden liegt seit Jahren konstant bei 1 % der Waldfläche und damit insgesamt auf einem geringen Niveau. Während in den jüngeren Beständen der Anteil starker Schäden in den letzten Jahren um 0,5 % lag, wurden in den älteren Beständen seit 1997 jährlich 2 % der Waldfläche als stark geschädigt klassifiziert.

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 Jahre 1985 durchgehend niedrige Werte (1 %) ermittelt worden.

Im Jahr 2010 ist der Anteil starker Schäden gegenüber den Vorjahren leicht erhöht (1,5 %), bei der älteren Fichte, Buche und Eiche nehmen die starken Schäden jeweils 3 % ein.

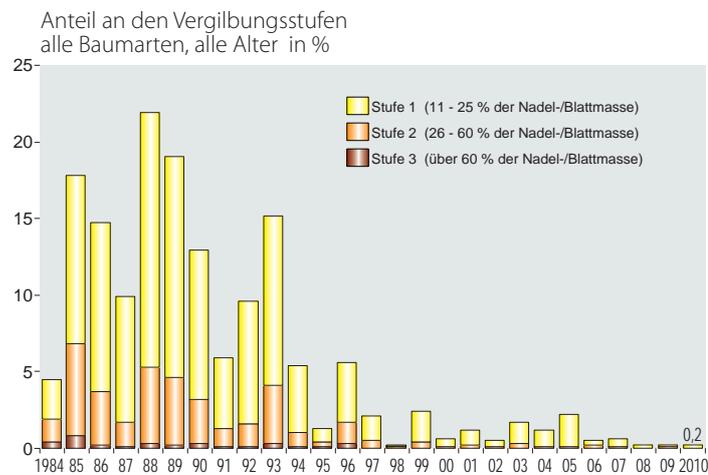


Alle Baumarten



Absterberate

Im Mittel der Beobachtungsjahre 1984-2010 ergibt sich mit 0,1 % eine sehr geringe Absterberate. Die Absterberate (alle Baumarten, alle Alter) liegt 2009/2010 bei 0,2 %. Bei der diesjährigen Waldzustandserhebung waren die Absterberaten von Fichte (0,4 %), Kiefer (0,3 %) und den anderen Nadelbäumen (0,6 %) gegenüber dem langjährigen Durchschnitt erhöht. Von den Laubbäumen war kein Stichprobenbaum seit der Vorjahreserhebung abgestorben. Die jährliche Absterberate ist ein wichtiger Indikator für Vitalitätsrisiken des Waldes. Dies gilt besonders vor dem Hintergrund prognostizierter Klimaänderungen.



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 2010 wurde dieses Merkmal nur vereinzelt festgestellt. Mit einer Vergilbungsrate von 0,2 % wird in diesem Jahr erneut ein niedriger Wert ermittelt. Die von den Waldbesitzern und Forstbetrieben durchgeführten Waldkalkungen mit magnesiumhaltigen Kalken und der Rückgang der Schwefelemissionen haben dazu beigetragen, das Auftreten dieser Mangelerscheinung zu reduzieren.



Forstliches Umweltmonitoring

Die Erfassung und Bewertung des Waldzustands hat vor allem zur Aufgabe, Beiträge zur Entscheidungsfindung im Forstbetrieb zu leisten.

- An erster Stelle steht hier der forstliche Standort. Wie wirken sich Umweltveränderungen auf den Boden aus, wie entwickeln sich die Bedingungen des Wasserhaushalts, der Nähr- und Schadstoffe im Boden, wie schnell treten mögliche Veränderungen ein? Wie können die an Böden einzelner Waldorte gemessenen Befunde auf die gesamte Waldfläche übertragen werden? Welche Empfehlungen können dem Waldmanagement gegeben werden, Wälder an wahrscheinliche Entwicklungen anzupassen und so eine nachhaltige Entwicklung, Leistung und Nutzung zu gewährleisten.
- Eng verbunden mit Fragen des Wasser- und Stoffhaushalts ist das Nährstoffmanagement der Wälder. Wo bestehen Engpässe in der Nährstoffverfügbarkeit? In welchem Umfang kann unter Berücksichtigung des Nährstoffhaushalts zusätzliche Biomasse aus dem Wald genutzt werden? Welche Möglichkeiten hat die Forstwirtschaft, darauf Einfluss zu nehmen? Wann und wo ist eine Fortführung der Bodenschutzkalkung erforderlich?
- An dritter Stelle werden mit dem Umweltmonitoring Ergebnisse zur Vitalität des Waldes und zur Bewertung von Risiken bei der Waldentwicklung erarbeitet. Wie reagieren Bäume auf ein begrenztes Wasserangebot? Unterscheiden sich die verschiedenen Baumarten? Welche Grenz- und Schwellenwerte können definiert werden? Welche Risiken können auf welchen Standorten entstehen? Wie können durch Baumartenwahl und Waldmanagement Risiken verringert werden? Wie können die Indikatoren weiterentwickelt werden, wie deren Bewertungsmaßstäbe? Wie können sektorale Ansätze zu einem integrierenden Frühwarnsystem für den Forstbetrieb werden?

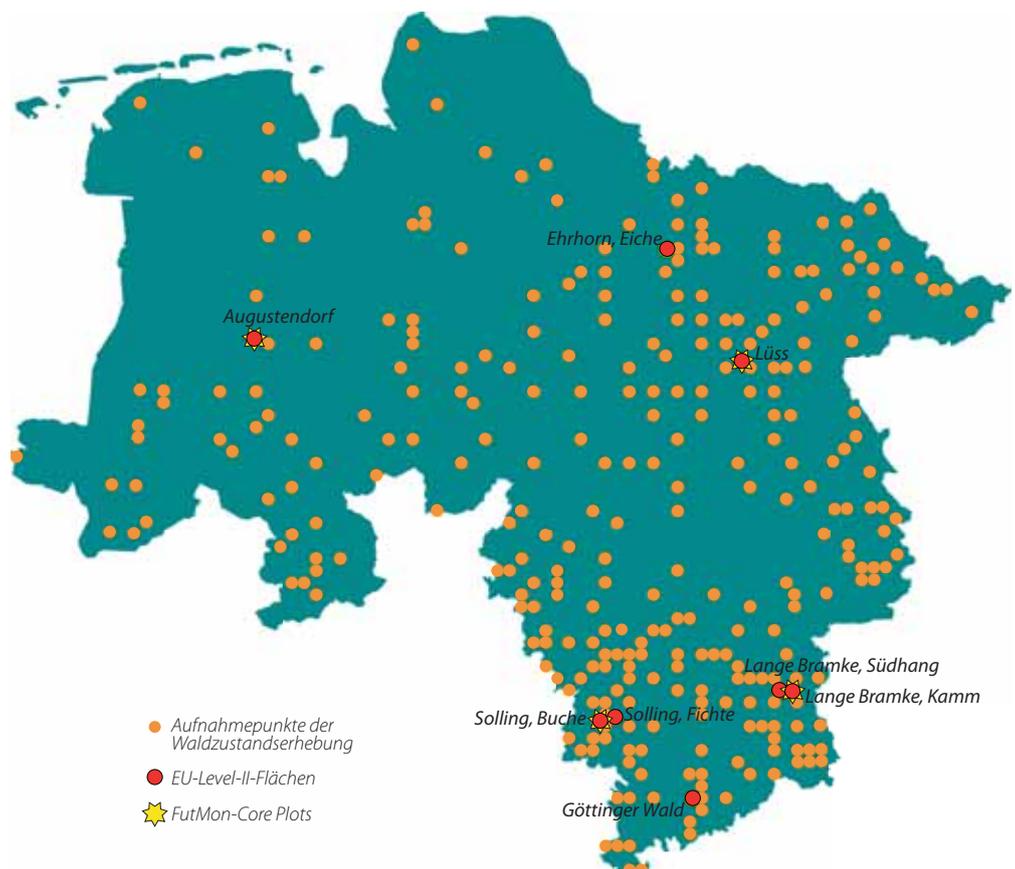
Neben der betrieblichen Fragestellung dienen Erhebungen des Forstlichen Umweltmonitorings den Aufgaben der Daseinsvorsorge im Wald. Wald hält in Niedersachsen einen Flächenanteil von 24 % und ist ein wesentliches Element von Natur und Landschaft. Fragen der Daseinsvorsorge in Waldgebieten betreffen beispielsweise die Reinhaltung der Luft, die Qualität des Wassers, die Vielfalt der Lebewesen, den Schutz des Bodens, die Klima schützende Rolle des Waldes sowie Natur und Umwelt als Ganzes.

Zur Erarbeitung der Informationen unterhält die Abteilung Umweltkontrolle in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt ein Netz von 29 intensiven Monitoringflächen. Die ältesten dieser Flächen bestehen seit Ende der 60er Jahre.

Auf den Flächen des intensiven Monitorings werden Daten zu einer Vielzahl der ökologisch relevanten Prozesse erhoben. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang Wassereinzugsgebiete, die besonders gute Informationen zum Wasserhaushalt und zu seiner Modellierung ermöglichen. Ergänzt werden die intensiven Untersuchungen durch ein Netz von Übersichtserhebungen, auf denen viele Informationen jährlich aktuell erfasst werden. Für manche Fragestellungen liegen zudem experimentelle Ansätze unter Waldbedingungen vor.

Das Umwelt-Labor der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt

Das Umwelt-Labor der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt wurde 1989 eingerichtet und führt seitdem anorganisch-chemische Analysen von Boden-, Humus-, Pflanzen- und Wasserproben durch. Es werden Proben im Rahmen von Forschungsprojekten der vier Abteilungen der Versuchsanstalt oder im Rahmen der fachlichen Beratung von Forstämtern untersucht. Der größte Teil der Proben stammt aus den Umweltmonitoring-Programmen der drei Träger-Länder und dem Niedersächsischen Bodenschutzprogramm sowie bis 2009 aus Aufträgen für die Standortkartierung des Niedersächsischen Forstplanungsamtes. Zuletzt wurden vor allem Proben für die 2. bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II) und das europaweite FutMon-Programm untersucht. Dank modernster Laborgeräteausstattung wird ein großer Untersuchungsumfang abgedeckt. Verschiedenartige Aufschlüsse von Boden-, Pflanzen- und Humusmaterial werden ebenso durchgeführt wie unterschiedliche Extraktionsmethoden wie z. B. die Bestimmung der Austauschkapazität von Boden und Humus. Dazu kommen bodenphysikalische Parameter wie die Bestimmung des Feinbodenanteils, der Trockenraumdichte, des Humusvor-



Forstliches Umweltmonitoring



rats und des Wassergehaltes. In den Wasserproben sowie den entsprechenden Extrakten und Aufschlusslösungen können je nach Fragestellung alle wichtigen Hauptnährstoffe, die verschiedenen Kohlenstofffraktionen sowie die Alkalinität, der pH-Wert und die Leitfähigkeit und auch die Schwermetalle (Cd, Cu, Zn, Pb, Cr, Co, Ni) gemessen werden.

Die Laborabläufe werden über ein Labor-Informations- und Management-System (LIMS) gesteuert. Das System beinhaltet neben der Speicherung aller Analysedaten eine vollständige Dokumentation aller Vorbereitungs-, Untersuchungs- und Messmethoden sowie eine automatisierte Qualitätskontrolle (Datenprüfungen, Ionenbilanzen, Führung von Kontrollkarten etc.) und die Kostenabrechnung.

Jährlich werden etwa 25.000 Analyseeinheiten bearbeitet.

Zur permanenten Qualitätskontrolle nimmt das Labor an mehreren deutschen und europäischen Ringanalyse-Programmen teil und schneidet dort regelmäßig sehr gut ab. Der Laborleiter arbeitet aktiv in deutschen und europäischen Qualitätssicherungs-Arbeitskreisen mit und ist Mitherausgeber des Handbuchs Forstliche Analytik.

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Die Waldzustandserhebung ist Teil des Forstlichen Umweltmonitorings in Niedersachsen. Sie liefert als Übersichtserhebung Informationen zur Vitalität der Waldbäume unter dem Einfluss sich ändernder Umweltbedingungen.

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Auf einem systematisch über Niedersachsen verteilten Rasternetz werden seit 1984 an jedem Erhebungspunkt 24 Stichprobenbäume begutachtet. In einsehbaren Beständen sind Kreuztrakte mit markierten Stichprobenbäumen angelegt. In dichten, nicht einsehbaren Beständen werden in Quadrattrakten Stichprobenbäume ausgewählt. Die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes beträgt seit 2005 8 km x 8 km, für Buche und Eiche werden zusätzliche Erhebungen im 4 km x 4 km-Raster (WZE-Flächen mit mindestens 6 Buchen oder Eichen) durchgeführt. Derzeit gehören 303 Erhebungspunkte zum Stichprobenkollektiv. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer.

Aufnahmeparameter

Bei der Waldzustandserhebung erfolgt eine visuelle Beurteilung des Kronenzustandes der Waldbäume, denn Bäume reagieren auf Umwelteinflüsse u. a. mit Änderungen in der Belaubungsdichte und der Verzweigungsstruktur. Wichtigstes Merkmal ist die Kronenverlichtung der Waldbäume, deren Grad in 5 %-Stufen für jeden Stichprobenbaum erfasst wird. Die Kronenverlichtung wird unabhängig von den Ursachen bewertet, lediglich mechanische Schäden (z. B. das Abbrechen von Kronenteilen durch Wind) gehen nicht in die Berechnung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung ein. Die Kronenverlichtung ist ein unspezifisches Merkmal, aus dem nicht unmittelbar auf die Wirkung von einzelnen Stressfaktoren geschlossen werden kann. Sie ist aber geeignet, allgemeine Belastungsfaktoren der Wälder aufzuzeigen. Bei der Bewertung der Ergebnisse stehen nicht die absoluten Verlichtungswerte im Vordergrund, sondern die mittel- und langfristigen Trends der Kronenentwicklung. Zusätzlich zur Kronenverlichtung werden weitere sichtbare Merkmale an den Probestämmen wie der Vergilbungsgrad der Nadeln und Blätter, die aktuelle Fruchtbildung sowie Insekten- und Pilzbefall erfasst.

Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung ist der arithmetische Mittelwert der in 5 %-Stufen erhobenen Kronenverlichtung der Einzelbäume.

Qualitätssicherung

Seit 1984 besteht eine methodisch einheitliche Zeitreihe der Waldzustandserhebung in Niedersachsen. Die Einheitlichkeit der Erhebung wird durch den Einsatz langjährig erfahrenen Fachpersonals gewährleistet. Zur Standardisierung in räumlicher und zeitlicher Hinsicht dienen bundesweit erarbeitete Bilderserien, Trainingspfade sowie nationale und internationale Abstimmungen. Seit 2006 findet zu Beginn der Erhebung im Juli eine gemeinsame Schulung der Aufnahmeteams für die Länder Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt statt. Plausibilitätsanalysen sowie Kontrollbonituren sichern die Ergebnisse der Waldzustandserhebung ab.



Kiefer

Ältere Kiefer

Die Kiefer ist unter den Hauptbaumarten die Baumart mit den niedrigsten Kronenverlichtungswerten. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer hat sich gegenüber den Vorjahren leicht verbessert und beträgt in diesem Jahr 14 %. Im Zeitraum 1993-2001 wurden leicht erhöhte Werte festgestellt, von 2002-2008 lag die mittlere Kronenverlichtung konstant zwischen 16 % und 18 %.

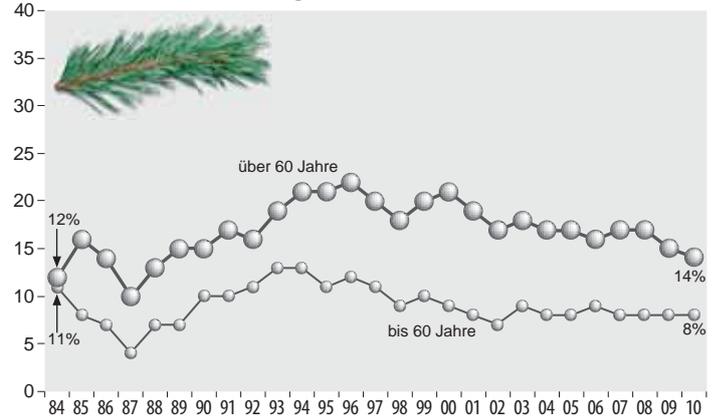
Jüngere Kiefer

Im Gegensatz zu Buche, Fichte und Eiche sind bei der Kiefer die Unterschiede im Kronenverlichtungsgrad zwischen den Altersgruppen sehr viel weniger ausgeprägt. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefer erreicht mit 8 % den Vorjahreswert. Die Entwicklung jüngerer und älterer Kiefern verläuft weitgehend parallel.

Starke Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt bei der Kiefer im langjährigen Mittel der Erhebungsjahre unter 1 %. Im Vergleich der Baumarten zeigt die Kiefer auffallend geringe Anteile an starken Schäden. Im Erhebungszeitraum treten nur geringe Schwankungen auf.

Mittlere Kronenverlichtung in %



Absterberate

Die Absterberate der Kiefer schwankt im Erhebungszeitraum zwischen 0 und 0,3 %. Im Jahr 2010 beträgt die Absterberate 0,3 % und überschreitet damit das Mittel der Zeitreihe (0,1 %).



Fichte

Ältere Fichte

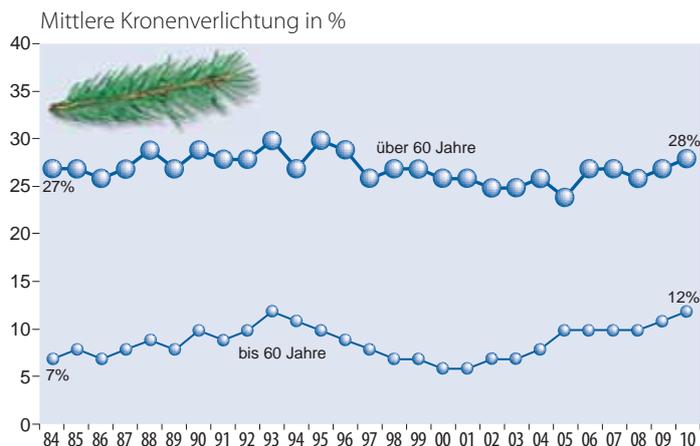
Bei der älteren Fichte beträgt die mittlere Kronenverlichtung aktuell 28 %. Im gesamten Beobachtungszeitraum werden anhaltend hohe Kronenverlichtungswerte zwischen 24 % und 30 % festgestellt.

Jüngere Fichte

Für die Fichte ist ein deutlicher Alterstrend festzustellen. Die jüngeren Fichten liegen mit einer mittleren Kronenverlichtung von 12 % weit unter den Werten der älteren Fichten.

Starke Schäden

Für die Fichte ergibt sich im Mittel aller Erhebungsjahre ein durchschnittlicher Anteil an starken Schäden von 3 %. Im Vergleich zu den anderen Baumarten ist dies ein überdurchschnittlicher Wert (Mittelwert 1984-2010 für alle Baumarten: 1,4 %). Bei den älteren Fichten liegt der Anteil starker Schäden mit durchschnittlich 6 % doppelt so hoch wie der Durchschnittswert aller Baumarten in dieser Altersgruppe.

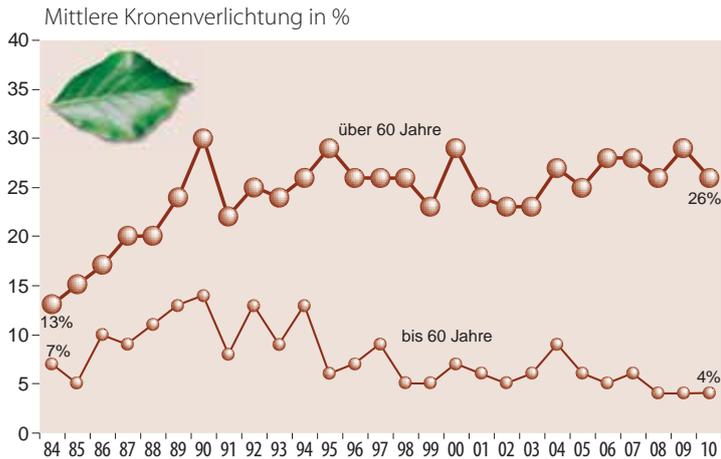


Absterberate

Die Absterberate der Fichte liegt im Mittel der Jahre 1984-2010 bei 0,2 %. In den Jahren 1997/1998 sowie nach dem Trockenjahr 2003 wurden infolge von Trockenstress und Borkenkäferbefall leicht erhöhte Absterberaten (bis 0,5 %) ermittelt. Im Jahr 2010 war die Absterberate erneut leicht erhöht (0,4 %).



Buche



Ältere Buche

Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 26 % in 2010 hat sich die Belaubungsdichte der Buche gegenüber dem Vorjahr verbessert. Zu Beginn der Zeitreihe waren für die Buche vergleichsweise günstige Belaubungsdichten ermittelt worden, anschließend stiegen die Kronenverlichtungswerte sprunghaft an. Seit 1989 sind erhebliche Schwankungen in der Ausprägung des Verlichtungsgrades der älteren Buchen aufgetreten. Eine Ursache für die zunehmende Variabilität der Verlichtungswerte ist die Intensität der Fruchtbildung. Bei der diesjährigen Erhebung war der Anteil der Buchen mit Fruchtbildung nur sehr gering, im Vorjahr wurde an 76 % der älteren Buchen mittlere und starke Fruchtbildung festgestellt.



Jüngere Buche

Die jüngeren Buchen weisen seit 1995 ein geringes Kronenverlichtungsniveau auf. Dieser Trend setzte sich 2010 mit einer mittleren Kronenverlichtung von 4 % weiter fort. Die Kronenverlichtung der jüngeren Buche zeigt seit drei Jahren den niedrigsten Wert in der Zeitreihe. Da die Blühreife der Buche erst in einem Alter von 40 bis 60 Jahren einsetzt, wird die Kronenentwicklung der jüngeren Buchen kaum durch die Fruchtbildung beeinflusst.

Starke Schäden

Wie beim Verlauf der mittleren Kronenverlichtung der Buche, treten auch beim Anteil starker Schäden bei der älteren Buche im Beobachtungszeitraum Schwankungen (zwischen 1 % und 6 %) auf. Der Anteil starker Schäden beträgt bei der älteren Buche in diesem Jahr 3 %, dies entspricht dem langjährigen Mittel. Bei den jüngeren Buchen wurden seit 2005 keine starken Schäden registriert.

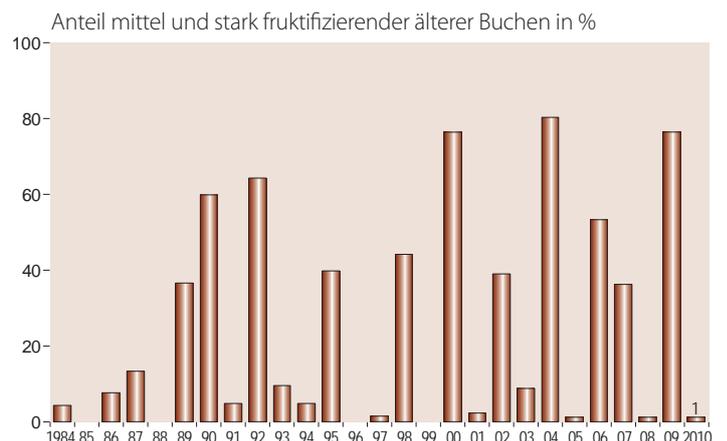
Absterberate

Obwohl die Anteile starker Schäden bei der älteren Buche in einzelnen Jahren bis auf 6 % angestiegen waren, führte dies nicht zu einer Steigerung der Absterberate. Im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten weist die Buche die niedrigste Absterberate auf. Im Mittel der Jahre 1984-2010 liegt die Absterberate der Buche bei 0,04 %. Im Jahr 2010 ist keine Buche im Stichprobenkollektiv abgestorben.

Die Fruchtbildung der Buche

Für die ökosystemare Dauerbeobachtung in Wäldern ist die Fruchtbildung der Buche von besonderer Bedeutung, weil die Häufigkeit und Intensität der Fruktifikation eine Reaktion des Baumes auf die Witterung der Vorjahre wie auch auf 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 Erfassung der Fruktifikation ist deshalb eine wichtige Aufgabe im Rahmen einer Bewertung der Baumvitalität.

Seit 1984 wird die Fruktifikationsintensität der Buche in Niedersachsen methodisch vergleichbar eingestuft.



Buche

Häufigkeit und Intensität der Fruchtbildung an der Buche

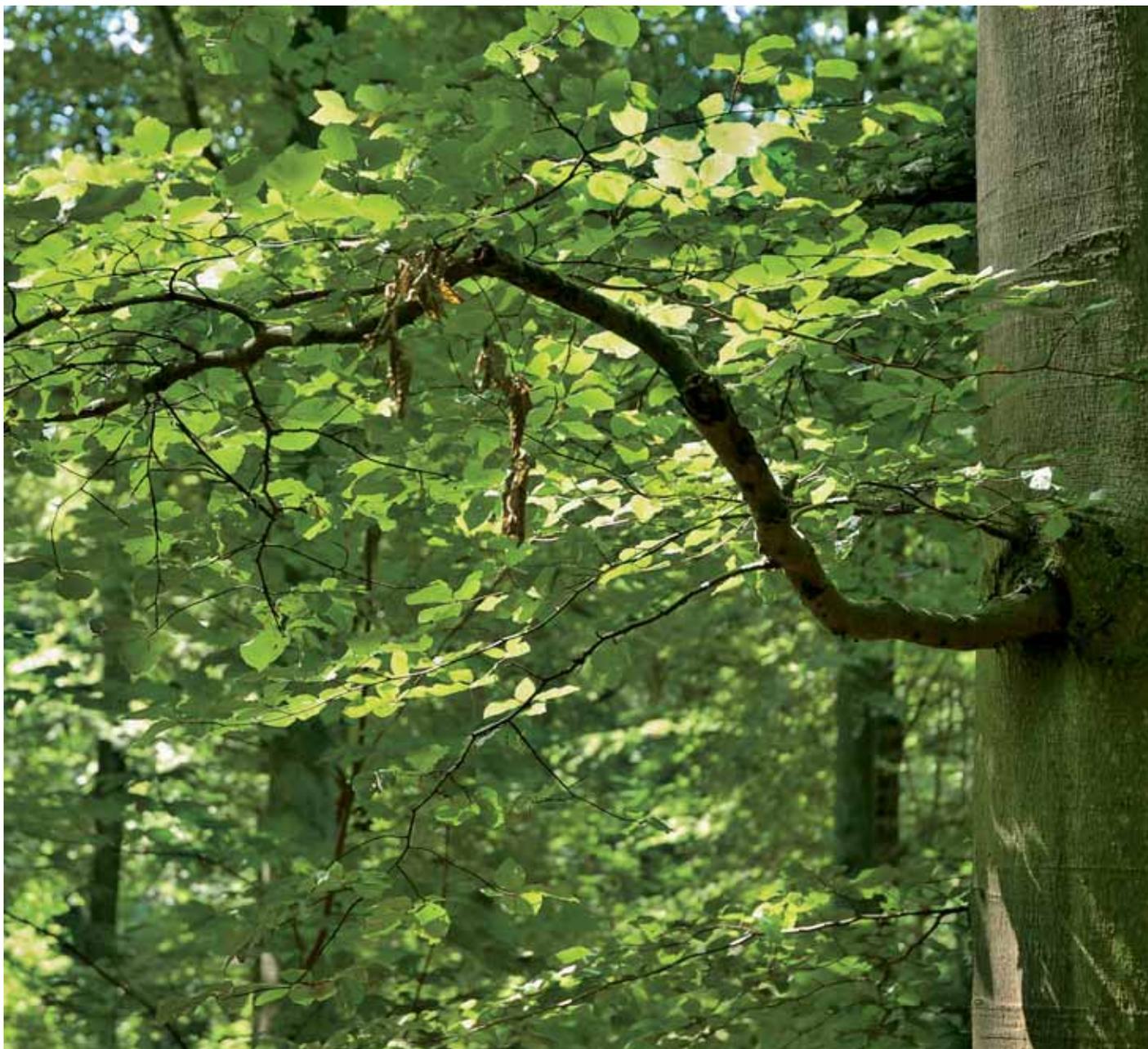
Nachdem im Vorjahr 92 % der Buchen in der Altersstufe über 60 Jahre Früchte ausgebildet hatten (davon 16 % gering, 70 % mittel und 6 % stark), wurde 2010 nur an 8 % der Buchen Fruchtbildung festgestellt (davon 7 % gering, 1 % mittel).

Die Ergebnisse seit 1989 zeigen die Tendenz, dass die Buche in kürzeren Abständen und vielfach stärker fruktifiziert, als es nach früheren Angaben zu erwarten gewesen wäre. Dies steht in Zusammenhang mit einer Häufung warmer Jahre wie auch einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Die Literaturbefunde belegen im Gegensatz zu der heutigen Situation für den Zeitraum von 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.

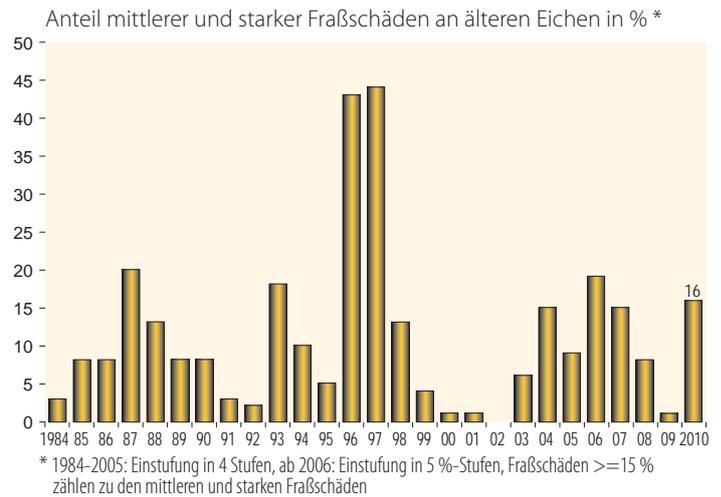
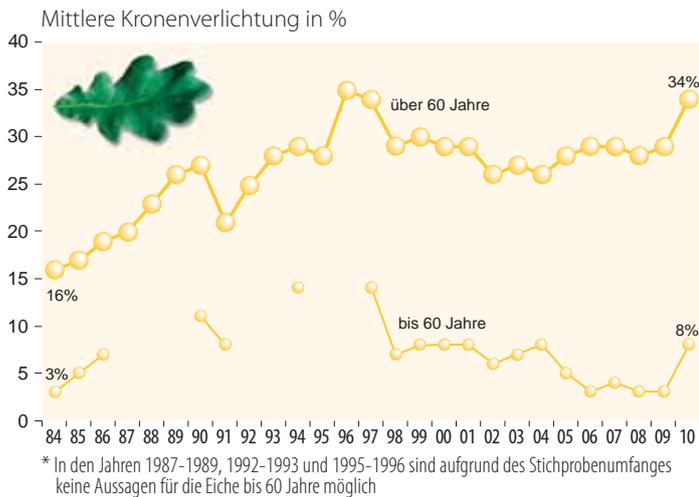
Die Fruchtbildung der Buche ist ein Schlüsselindikator für den Nachweis von Umweltveränderungen in unseren Wäldern.

Stärkere Kronenverlichtungen und Trockenäste an freistehenden Buchen

Im Sommer 2009 wurde regional eine vorzeitige Laubverfärbung und verfrühter Blattfall bei der Rotbuche beobachtet. Besonders betroffen waren Randbuchen und frei stehende Bäume mit sehr starker Fruktifikation. Das Phänomen des vorzeitigen Blattfalles ist im Wesentlichen auf Trockenstress, Strahlungs- und Temperaturspitzen sowie durch einen erhöhten Wasserverbrauch aufgrund der starken Fruchtbildung zurückzuführen. Im Herbst 2009 wurden in betroffenen Lagen von der NW-FVA zusätzlich Beobachtungsbäume ausgewählt und im Juni 2010 erneut in Augenschein genommen: Die im August 2009 stark mit Blattverfärbung und Blattfall zeichnenden Buchen haben 2010 wieder gut ausgetrieben. Teilweise waren im Juni 2010 in der Kronenperipherie aber trockene und abgestorbene Zweigspitzen zu erkennen. Die Merkmale einer Vitalitätsschwäche der Buche sind vor allem in älteren und stark aufgelichteten Beständen zu erkennen. Auf diesen Flächen wird die Vitalitätsentwicklung der Buche in Zukunft intensiver untersucht.



Eiche



Ältere Eiche

Bei der mittleren Kronenverlichtung der älteren Eiche waren seit 1998 kaum Veränderungen eingetreten. In diesem Jahr ist eine Verschlechterung um 5 % zu verzeichnen, die mittlere Kronenverlichtung beträgt jetzt 34 %.

Nach den günstigen Belaubungsdichten zu Beginn der Zeitreihe kam es zu einem raschen Anstieg der Verlichtung, besonders hohe Kronenverlichtungswerte traten in den Jahren 1996/1997 auf. 1998 gingen die Schadwerte zurück, die mittlere Kronenverlichtung lag seitdem zwischen 26 % und 30 %. Zur Interpretation der Entwicklung des Kronenzustandes der Eiche kommt einer Beobachtung des Pilz- und Insektenbefalls auf dem für Niedersachsen repräsentativen Netz der Waldzustandserfassung (Erfassungszeitpunkt: Juli/August) besondere Bedeutung zu. Die periodisch auftretende Vermehrung von Schmetterlingsraupen der so genannten Eichenfraßgesellschaft trägt maßgeblich zu den Schwankungen der Belaubungsdichte der Eiche bei. Der Fraß an Knospen und Blättern durch die Eichenfraßgesellschaft wirkte sich besonders stark in den Jahren 1996/1997 aus. Damals waren 43 % bzw. 44 % der älteren Eichen mittel oder stark befallen. Seit 2004 kam es zu einer weiteren Periode mit Fraßschäden.

Im Jahr 2010 wurden Belaubungsdefizite durch mittlere oder starke Fraßschäden an 16 % der älteren Eichen registriert.

Neben den Fraßschäden hat der nachfolgende Mehltaubefall zu einer Verschlechterung der Belaubungsdichte der Eiche beigetragen. Der Mehltaupilz tritt vorzugsweise am zweiten Blattaustrieb auf, der weiße Belag auf den Blättern war überregional auffällig. Da der zweite Blattaustrieb nicht nur mit einem weißen Belag überzogen war, sondern der Blattpilz ein Eintrocknen der Blätter bewirkte, setzte örtlich bereits ab Ende Juli vorzeitiger Blattabfall ein. Die jährliche Dauerbeobachtung der Wälder unterstützt zeitnah die Erkenntnisse über Schadinsekten und Pilze in den niedersächsischen Wäldern.

Jüngere Eiche

Die Kronenentwicklung der Eichen in der Altersstufe bis 60 Jahre zeigt einen sehr viel günstigeren Verlauf als die Entwicklung der älteren Eichen. Mit einer mittleren Kronenverlichtung zwischen 3 % und 5 % erreichte die jüngere Eiche seit 2005 günstige Kronenverlichtungswerte. Aber auch bei der jüngeren Eiche zeigte sich in diesem Jahr eine Verschlechterung der Belaubungsdichte, die durch Fraß und Mehltaubefall bewirkt wurde.



Starke Schäden

Der Anteil starker Schäden bei der älteren Eiche liegt 2010 mit 3 % im langjährigen Mittel. Eine Phase mit erhöhten Anteilen starker Schäden war im Zeitraum 1996 bis 1999 in Verbindung mit starkem Insektenfraß (1996/1997) zu verzeichnen. Bei den jüngeren Eichen sind in den letzten Jahren keine starken Schäden aufgetreten.

Absterberate

Die Absterberate der Eiche liegt im Mittel der Jahre 1984-2010 bei 0,2 %, also doppelt so hoch wie der Mittelwert für alle Baumarten zusammen. 2010 waren zum Zeitpunkt der Erhebung keine Eichen seit dem Vorjahr abgestorben.

Andere Laub- und Nadelbäume

Die Waldzustandserhebung ist als landesweite flächendeckende Stichproben-Inventur konzipiert, sie gibt daher einen Überblick über alle Baumarten. Neben den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche kommt in den niedersächsischen Wäldern eine Vielzahl von anderen Baumarten vor. Jede Baumart für sich genommen ist in der Stichprobe der Waldzustandserhebung allerdings zahlenmäßig so gering vertreten, dass allenfalls Trendaussagen zur Kronenentwicklung möglich sind. Bei der Darstellung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung werden sie daher in den Gruppen andere Laubbäume und andere Nadelbäume zusammengefasst. In der Baumartenverteilung der Waldzustandserhebung beträgt der Anteil der anderen Laub- und Nadelbäume 20 %.

Zu den anderen Laubbäumen gehören u. a. Esche, Ahorn, Linde und Hainbuche. Am stärksten vertreten ist die Birke, gefolgt von der Erle. In den letzten zehn Jahren sind kaum Schwankungen in der Belaubungsdichte aufgetreten, die Werte der mittleren Kronenverlichtung lagen zwischen 11 % und 14 %. Im Jahr 2010 beträgt die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) 13 %.



Die Gruppe der anderen Nadelbäume setzt sich vorwiegend aus Lärche und Douglasie zusammen. Die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) liegt in diesem Jahr bei 10 %.

Starke Schäden

Der Anteil starker Schäden mit derzeit 1 % entspricht bei beiden Baumartengruppen dem Mittel der Zeitreihe.

Absterberate

Die Absterberate der anderen Laubbäume liegt im Beobachtungszeitraum im Mittel bei 0,2 %. Im Jahr 2010 ist in der Stichprobe der Waldzustandserhebung kein Baum dieser Gruppe frisch abgestorben.

Bei den anderen Nadelbäumen war im Rahmen der Waldzustandserhebung 2010 eine Erhöhung der Absterberate (0,6 %) festzustellen. Der Mittelwert der Absterberate liegt hier bei 0,1 %.



FutMon

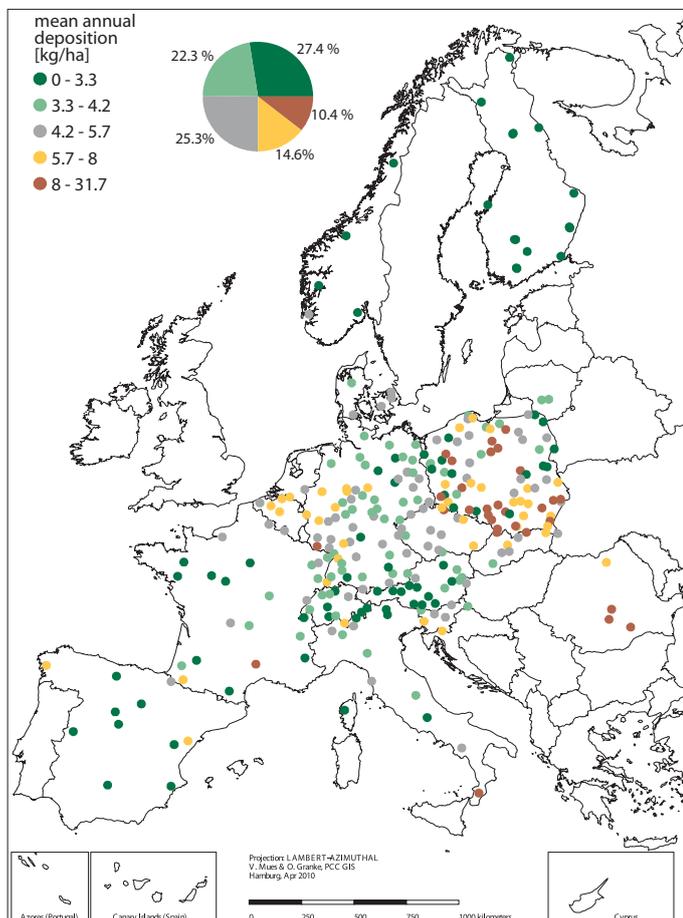
Further Development and Implementation of an EU-Level Forest Monitoring System (FutMon)

Das von der Europäischen Kommission kofinanzierte FutMon-Projekt fördert die europaweite Fortführung und Weiterentwicklung des harmonisierten Forstlichen Umweltmonitorings für die Jahre 2009 und 2010. Zu den Schwerpunkten zählen neben zahlreichen Qualitäts- und Demonstrationsteilprojekten das extensive und das intensive Monitoring.

Das extensive Monitoring (Level I) beinhaltet die jährliche Aufnahme des Kronenzustandes mit Blattverlust und Blattverfärbung sowie die Bestimmung der biotischen und abiotischen Schadfaktoren auf einem 16 km x 16 km Raster.

■ In Niedersachsen werden dazu Untersuchungen auf 42 Flächen durchgeführt.

Die Level I-Aufnahmen vermitteln einen zeitnahen und repräsentativen Überblick über die aktuelle Situation der Vitalität der Wälder und werden europaweit vielfach als Frühwarnsystem für Störungen und Risiken genutzt. Methodisch sind diese Untersuchungen mit dem niedersächsischen Verfahren der Waldzustandserhebung vergleichbar.



Schwefeleinträge auf europäischen Intensiv-Messflächen (Freiland-Deposition)

Das Untersuchungsprogramm des intensiven Monitorings umfasst neben den Erhebungen zum Zustand der Waldökosysteme insbesondere Messungen der Wasser- und Stoffflüsse in Wäldern, die Aufschluss über wichtige Abläufe in Wäldern geben.

■ In Niedersachsen werden vier Intensiv-Messstationen (Augustendorf, Lange Bramke, Lüss, Solling) durch das FutMon-Projekt finanziell unterstützt.

Die Erhebungen sind innerhalb des Projektes in Teilprojekte untergliedert.

Das Basismonitoring stellt Daten für die Bereiche Baumvitalität, Zuwachs, Blatt-/ Nadelanalyse, Bodenvegetation, Deposition, Luftschadstoffe (Ozon, Ammoniak, Stickstoffoxide, Schwefeldioxid), Bodeninventuren (5-jährig) sowie meteorologische Kennwerte zur Verfügung.

In zusätzlichen Demonstrationsprojekten werden Untersuchungen zu „Nährstoffkreisläufen“ (Bodenlösung und Nährstoffgehalt der Bodenvegetation), zu kritischen Grenzwerten und deren möglichen Überschreitungen („Critical Loads“) sowie zum „Wasserhaushalt“ (bodenphysikalische und bodenhydrologische Parameter) erhoben.

Die Abteilung Umweltkontrolle der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt ist für die EU-weite Koordinierung des Demonstrationsprojektes zur „Baumvitalität“ mit intensivierten Untersuchungen zu diesem Themenfeld, kontinuierlichen Zuwachsmessung, Streufall, Phänologie sowie zum Blattflächenindex verantwortlich. Der Begriff der Vitalität bezieht sich dabei nicht nur auf die Belaubungsdichte der Baumkronen. Vielmehr zählen auch Wachstumsreaktionen, das Vorhandensein von Insekten oder Pilzen sowie die jeweilige Überlebenswahrscheinlichkeit der Bäume zu den Merkmalen.

Der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt obliegt neben der Koordination die Ausführung eines Teilprojektes, innerhalb dessen ausgewählte Waldbestände mit einem Laserscanner überflogen wurden, um eine dreidimensionale Darstellung von Eichen- und Buchenwäldern zu erhalten. Zudem wurden ausgewählte Flächen vom Boden aus mit Scannern digital erfasst. Mit den erhobenen Daten werden bonitierte Zustände der Baumkronen mit gemessener Information verglichen. Die Daten ermöglichen die flächenhafte Bestimmung des Blattflächenindex für die Untersuchungsgebiete. Er kennzeichnet die Laubdichte bezogen auf die Fläche des Waldbodens und ist von besonderer Bedeutung für das Verständnis von Wachstumsprozessen und vom Wasserhaushalt der Wälder.

Im von der Europäischen Kommission bewilligten LIFE+ -Projekt „FutMon“ arbeiten unter Federführung des Instituts für Weltforstwirtschaft des Johann Heinrich von Thünen-Instituts derzeit 37 Partnerorganisationen in 23 EU-Mitgliedstaaten im Waldmonitoring zusammen. Beteiligt sind auch die für das forstliche Umweltmonitoring zuständigen Stellen der deutschen Länder.

Einflussfaktoren auf den Waldzustand

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

Wesentliche Belastungsfaktoren für die Waldökosysteme sind:

Witterung und Klima

Der Witterungsverlauf wirkt sich in vielfältiger Weise auf die Vitalität der Waldbäume aus: Die Niederschlags- und Temperaturdynamik hat Auswirkungen auf die Bodenfeuchteverhältnisse und damit auf die Wasser- und Nährstoffversorgung der Waldbäume. Baumphysiologische Prozesse wie Austrieb, Blattfall, Assimilation und Fruktifikation verlaufen witterungsabhängig. Für die Entwicklung von Insekten und Pilzen sind Niederschlag und Temperatur wichtige Steuerungsgrößen. Die Witterung wirkt sich auf die Zusammensetzung und Konzentration von Luftinhaltsstoffen aus. Witterungsextreme (wie z. B. der Sturm Kyrill im Januar 2007) verursachen direkte Schäden an den Bäumen.

Nach dem heutigen Kenntnisstand werden die Klimaveränderungen mit einem Anstieg der Temperatur, einer Verschiebung der Niederschlagsverteilung und einer Zunahme an Witterungsextremen das Gefährdungspotenzial für die Waldökosysteme erhöhen.

Stoffeinträge

Mit dem Eintrag von Schwefel- und Stickstoffverbindungen in die Wälder hat eine tief greifende Veränderung der Waldböden stattgefunden. Die erfolgreiche Verminderung der Schwefel-

einträge hat die Gesamtsäurebelastung für die Wälder gesenkt, jedoch sind die Puffer-, Speicher- und Filterkapazitäten der Waldböden dauerhaft beeinträchtigt.

Insekten und Pilze

Die sorgfältige Beobachtung der Populationsdynamik biotischer Schadorganismen sowie die Entwicklung von Strategien zur Vorbeugung und zur Eindämmung von Schäden gewinnen durch die Klimaänderungen nochmals an Bedeutung. Denn die Reaktion der Insekten und Pilze auf veränderte Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse ist ebenso wie das Risiko durch einwandernde Arten kaum absehbar.

Bei einer Betrachtung von Ursache-Wirkungszusammenhängen in Waldökosystemen ist zu berücksichtigen, dass

- Witterung und Luftschadstoffe aber auch biotische Schadfaktoren wie Insekten oder Pilze gleichzeitig wirksam werden und 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, gleichzeitig aber auch in zeitlicher Verschiebung (entkoppelt) auftreten können,
- langlebige Waldbäume durch ihre sehr lange Entwicklungszeit auf der Erde baumindividuelle wie auch populationsdynamische Anpassungsstrategien erkennen lassen.



Witterung und Klima

Die Witterung (Temperatur und Niederschlag) für Niedersachsen wird im langjährigen Verlauf (1984-2010) und während der Messperiode 2010 beschrieben. Dargestellt sind jeweils die Abweichungen vom Mittel der Jahre 1961-1990 für ausgewählte Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes.

Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

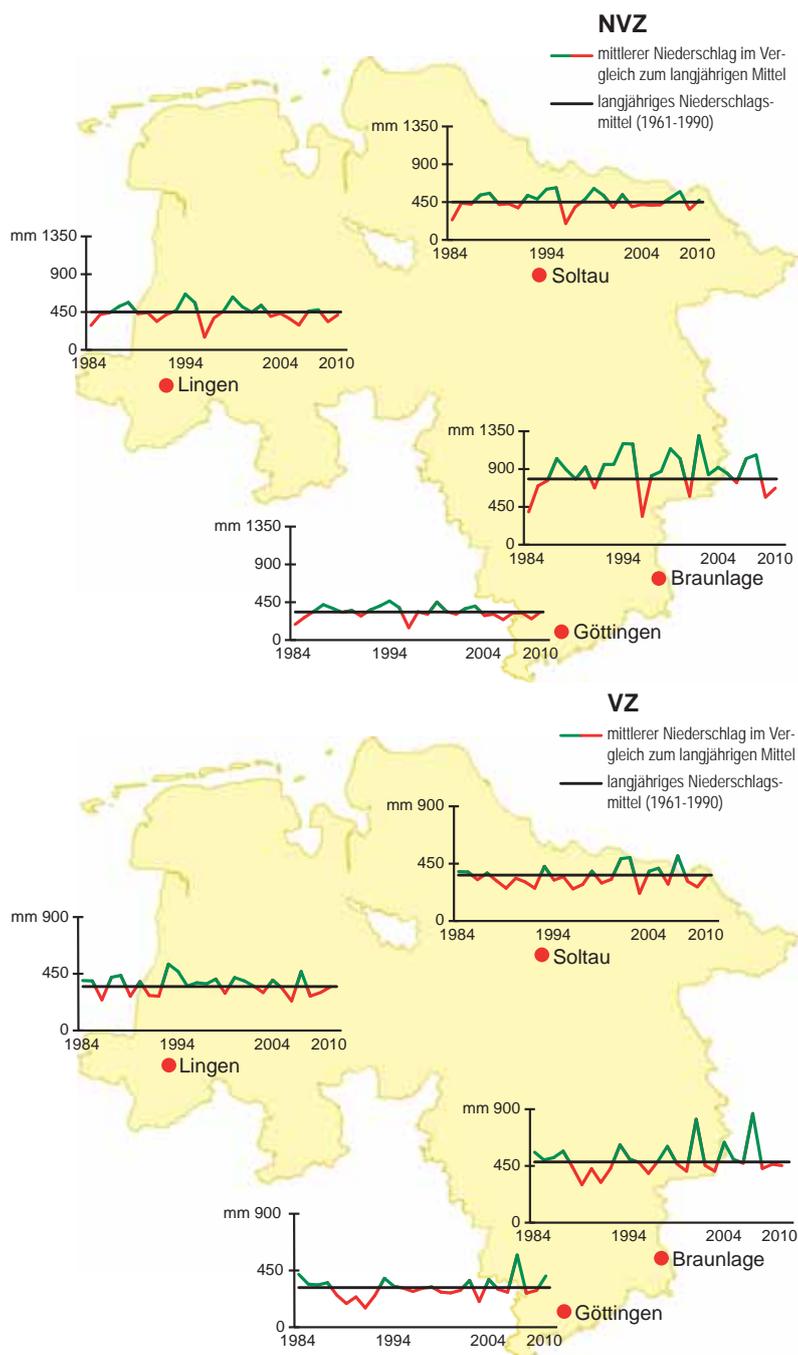
Die Messdaten belegen für den Zeitraum von 1988 bis 2010 eine Temperaturerhöhung, die in den meisten Jahren sowohl während der Vegetationszeit (Mai bis September) als auch während der Nicht-Vegetationszeit (Oktober bis April) beobachtet werden kann. Mit Abweichungen vom langjährigen Mittel zwischen +1,8 °C und +2,1 °C waren die Vegetationsperioden 1992, 2003 und 2006 und mit +3,6 °C die Nicht-Vegetationszeit 2006/2007 die wärmsten.

Warme Winter haben zur Folge, dass der Wasserbedarf der Bäume insgesamt steigt. Wenn aufgrund höherer Temperaturen die Winterruhe ausbleibt, transpirieren vor allem die immergrünen Nadelbäume auch im Winter, die Wasserspeicherung im Boden fällt dann geringer aus, die Wasserreserve für die Sommermonate nimmt ab.

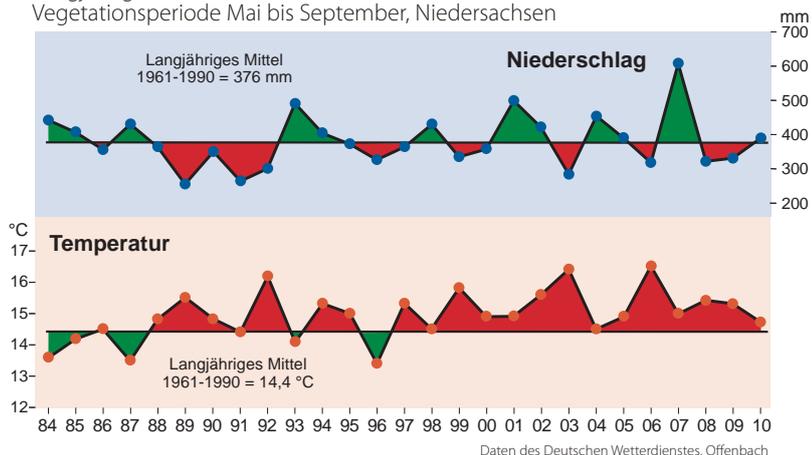
Bei den im Zeitraum 1988-2010 gemessenen Niederschlagswerten bestehen zwischen den einzelnen Jahren zum Teil starke Schwankungen. Die nach den meisten Klimaprognosen erwartete Verschiebung der Niederschläge mit erheblichen Rückgängen in den Sommermonaten und einem deutlichen Niederschlagsanstieg in den Wintermonaten ist für den Bereich der ausgewerteten Klimastationen bislang nicht zu erkennen. Besonders niederschlagsreich war die Vegetationsperiode 2007 (161 %), besonders trocken war die Nicht-Vegetationsperiode 1996/1997 (41 %).



Niederschlagsentwicklung im Winter (Nichtvegetationszeit NVZ) und im Sommer (Vegetationszeit VZ)

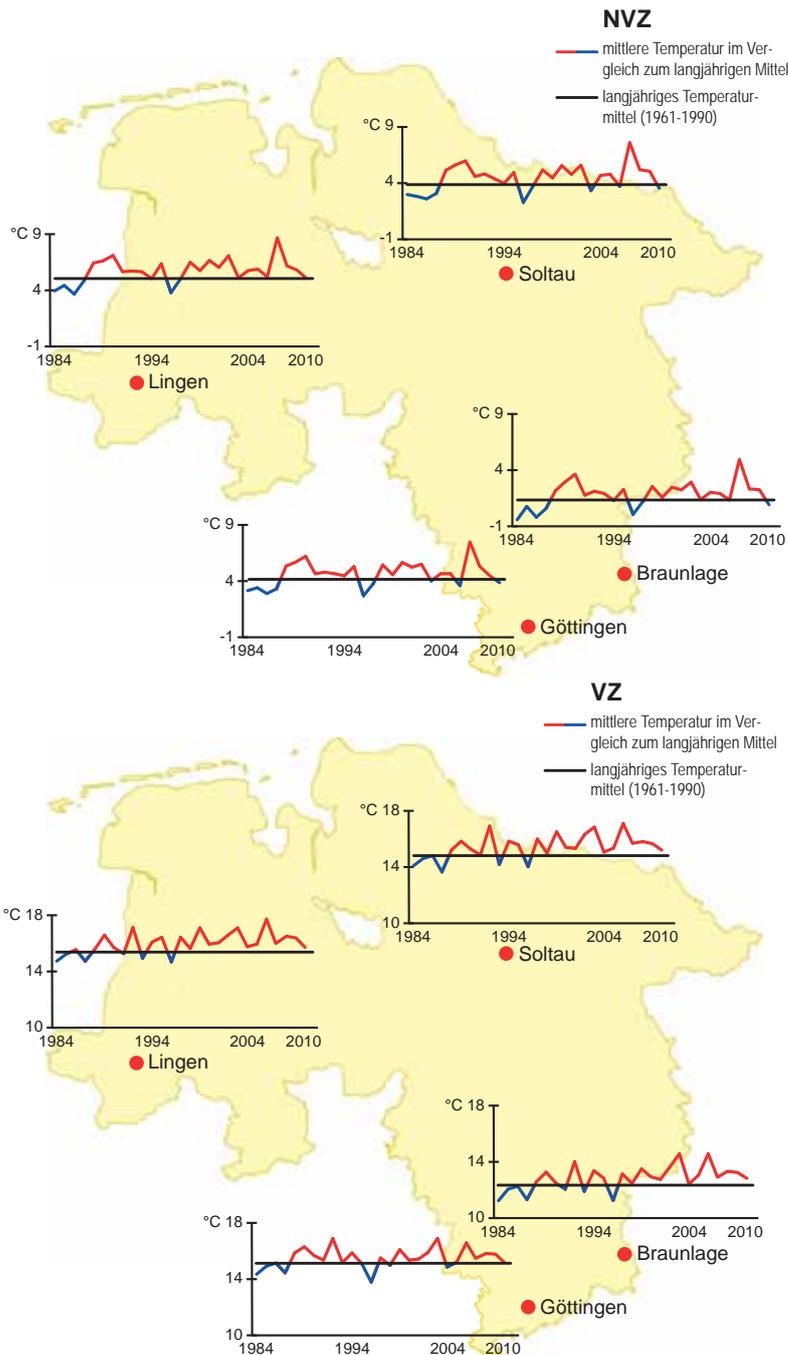


Langjährige Klimawerte (1984 - 2010)
Vegetationsperiode Mai bis September, Niedersachsen



Witterung und Klima

Temperaturentwicklung im Winter (Nichtvegetationszeit NVZ) und im Sommer (Vegetationszeit VZ)



Das Witterungsgeschehen der letzten Jahre ist durch starke kleinräumige Variationen gekennzeichnet. Vor allem im Sommer kommt es durch lokale Gewitter und heftige Regenschauer zu Unterschieden in der Wasserversorgung der Waldbestände.

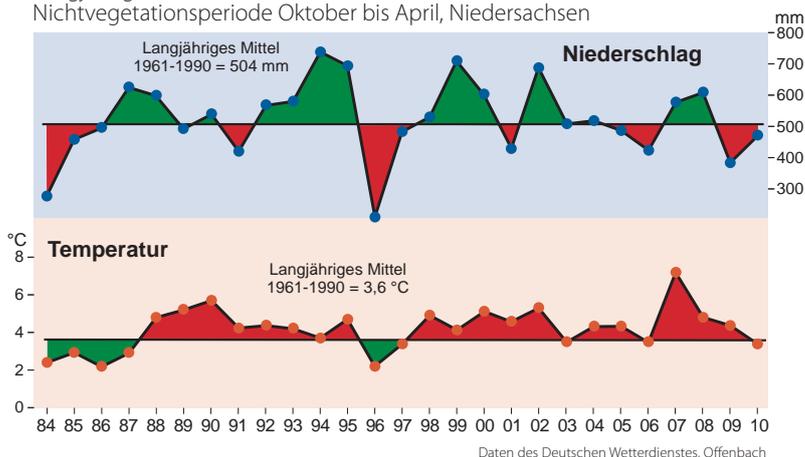
Witterungsverlauf in der Messperiode 2010

In der Nicht-Vegetationszeit 2009/2010 wurde das langjährige Mittel der Temperatur leicht unterschritten (-0,2°C). Die Monate Oktober, Dezember bis Januar und der April waren überdurchschnittlich kalt, besonders kalt war der Januar (-3,8 °C). Die Monate November, Februar und März waren überdurchschnittlich warm, besonders warm war es im November (+3,6 °C). Die Niederschlagsmengen erreichten insgesamt 93 % des langjährigen Mittelwertes der Jahre 1961-1990. Dabei wurden für die Monate Oktober (158 %) und November (135 %) überdurchschnittliche Niederschläge gemessen, die Monate Januar (48 %) und April (44 %) lagen unter den Referenzwerten.

Im Sommer 2010 (Mai bis September) entsprachen Temperaturen (+0,2°C) und Niederschläge (103 %) den langjährigen Mittelwerten. Der Mai war kühler (-2,2°C), im Juli wurden häufig Temperaturen über 30°C gemessen, im Mittel war es um 3,7°C wärmer als im Durchschnitt. Auf einen niederschlagsarmen Juni (31 %) und Juli (76 %) folgten ausgiebige Regenfälle im August (190 %). Auch in diesem Jahr waren die Niederschläge nicht gleichmäßig über Niedersachsen verteilt, zum Beispiel wurden im Juli in Soltau lediglich 25 % der durchschnittlichen Niederschläge erreicht, an der Station Göttingen dagegen 161 %.

Zusammengefasst zeigen die Niederschlags- und Temperaturwerte für das Winter- und auch für das Sommerhalbjahr durchschnittliche Verhältnisse an. Es waren allerdings einige Extreme zu beobachten: Im Winter war es z. T. sehr kalt mit einer langen Schneephase. Im Juli war es einige Wochen sehr heiß mit Starkregeneignissen.

Langjährige Klimawerte (1984 - 2010)
Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Niedersachsen



Witterung und Klima

Wasserverfügbarkeit und Wachstum von Buche und Fichte

Die Verfügbarkeit von Bodenwasser ist eine Grundvoraussetzung für das Wachstum von Bäumen. Die Verdunstung von Wasser durch den Baum ist die treibende Kraft für die Aufnahme von Nährstoffen aus dem Boden. Gleichzeitig ist sie Bedingung für die Aufnahme von CO₂ aus der Luft, von der alle Wachstumsvorgänge abhängen. Die Entwicklung der Wasserverfügbarkeit ist deshalb ein bestimmender Faktor der Waldentwicklung.

In der Regel (außer auf grund- oder stauwasserbeeinflussten Standorten) hängt die Bodenwasserverfügbarkeit wesentlich von Niederschlägen, Wasserspeichervermögen des Bodens, Temperatur und Sonneneinstrahlung ab: Sind Temperatur und Strahlung hoch, verdunstet mehr Wasser, bevor es in den Boden eindringt (Interzeption), zugleich erhöht sich die Wasserverdunstung durch die Pflanzen (Transpiration). Während längeren Trockenperioden kann es dann zu einem Mangel an Bodenwasser kommen. Umgekehrt führen geringe Temperaturen und hohe Niederschläge leicht zu Staunässe.

Frühwarnsystem Berglandwälder

Veränderungen der Bodenwasserverfügbarkeit treten in den oberen Lagen der Mittelgebirge oft früher auf als auf vergleichbaren Böden im Tiefland, weil hier die Böden durch hohe Steingehalte und Flachgründigkeit ein geringeres Speichervermögen haben. Nur die häufige Wassernachlieferung durch generell hohe Niederschläge im Bergland bewirkt, dass Berglandwälder an eine hohe Bodenwasserverfügbarkeit angepasst sind – bleibt sie aus, sinkt der Bodenwassergehalt rasch ab, um dann schon bei geringen Niederschlägen ebenso schnell wieder zuzunehmen. Durch den erhöhten Stress, dem Berglandwälder durch schwankende Bodenfeuchte und andere Faktoren ausgesetzt sind, werden Vitalitätseinschränkungen durch Wassermangel und Staunässe früher erkennbar, so dass Hochlagenwälder wie die Intensiv-Monitoringflächen auf dem Solling (Buche bzw. Fichte) und im Harz (Fichte) als Frühwarnsysteme dienen können.

Zum Monitoring des Waldzustands werden auf diesen Flächen des europaweiten Level II - Messnetzes seit mindestens 25 Jahren Wasserhaushaltsmessungen durchgeführt. Durch das Vorliegen noch längerer Klimadatenreihen lässt sich die bisherige Entwicklung der Wasserverfügbarkeit an diesen Standorten mit Unterstützung des Wasserhaushaltsmodells Brook90 über 50 Jahre zurückverfolgen.

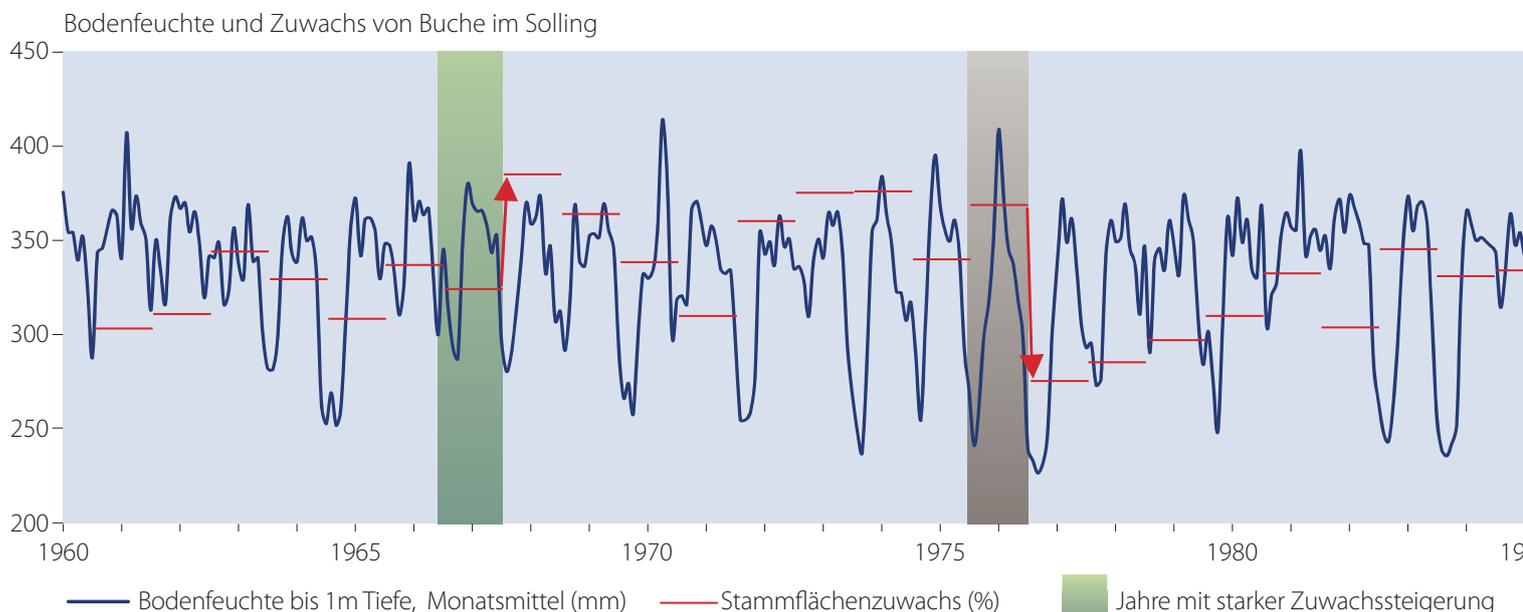
Wasserverfügbarkeit 1960-2009

Die Bodenwasserverfügbarkeit in den Sommermonaten (Juni, Juli und August) zeigt an allen drei Standorten einen abnehmenden Trend. Dieser Rückgang der Bodenwasserverfügbarkeit war an den Fichtenstandorten mit insgesamt 6 bis 7 % geringer als bei der Buche (-13 %). Trotz des im Durchschnitt abnehmenden Trends gab es auch in den letzten Jahren einzelne sehr feuchte Sommer. Im Mittel aller drei Standorte trat 2003 der trockenste Sommer und 1961 der feuchteste Sommer in Bezug auf die Bodenwasserverfügbarkeit auf.

In den Wintermonaten (Dezember, Januar und Februar) ist dagegen eine gewisse Zunahme des Bodenwassergehalts zu verzeichnen: An den Fichtenstandorten betrug die Zunahme 0,03 % bzw. 2 % und am Buchenstandort 4 %. Im Mittel aller drei Standorte ereignete sich der feuchteste Winter 2003/2004, am trockensten war der Winter 1970/1971.

Auswirkungen auf das Baumwachstum

Je nach Aktivitätsphase der Bäume wirkt sich die Bodenfeuchte unterschiedlich auf das Baumwachstum aus: Während der Winterruhe können Bäume das Bodenwasser nicht nutzen, so dass es durch Staunässe zu Sauerstoffmangel im Boden kommen kann, durch den die Wurzeln geschädigt werden. Das während der Austriebsphase im Frühjahr verfügbare Wasser fördert dagegen das Wachstum, weil es den Aufbau großer Leitgefäße im Holz ermöglicht. Ein Wassermangel in dieser Phase verschlechtert die pflanzliche Wasserversorgung in der ganzen Vegetationsperiode. Im Frühjahr, Sommer und Frühherbst kann Wassermangel eine Zerstörung von Leitgefäßen bewirken. Im Spätsommer führt Wassermangel zu einem



Witterung und Klima

frühzeitigen Ende des Baumwachstums, während ein hohes Wasserangebot dann nicht mehr in hohes Wachstum umgesetzt werden kann.

Die beobachteten Auswirkungen der Bodenfeuchteveränderungen in den letzten 50 Jahren lassen sich am Beispiel der Buchen im Solling anhand des Jahrringzuwachses von 20 Bäumen zeigen:

Die größten Steigerungen im Zuwachs wurden in den Jahren 1967, 1997, 2001 und 2006 beobachtet. Der jahreszeitliche Verlauf des Bodenwassergehalts ist in diesen Jahren geprägt von eher langsamen Veränderungen, mit nur geringer Bodenfeuchte im vorangehenden Winter (bis etwa Mitte März) und einer anschließend nur langsamen Austrocknung des Bodens mit mittleren Bodenwassergehalten bis Ende Juni. Zusätzlich waren die jeweils vorangehenden Sommer so feucht, dass es keinen ausgeprägten Wassermangel gab.

Im Gegensatz dazu gab es in den Jahren mit dem stärksten Zuwachsrückgang (1976, 2000 und 2004) extreme und sprunghafte Veränderungen des Bodenwassergehalts: Sie folgten ausgesprochen bodentrockenen Vorjahressommern mit anschließend bodenfeuchten Wintern. Die Frühsommer waren in diesen Jahren von einem schnellen Abfall der Bodenwasserverfügbarkeit geprägt.

Insgesamt waren die Faktoren Wasserverfügbarkeit im Vorjahressommer, Bodenfeuchte im vorangehenden Winter und Austrocknungsgeschwindigkeit im Frühsommer zu mehr als 50 % für den Wachstumsverlauf der Buchen seit 1960 verantwortlich. Der Bodenwassergehalt hat sich auch an den Fichtenstandorten in ähnlicher Weise auf das Wachstum ausgewirkt, mit einem statistischen Erklärungspotenzial von über 50 %.

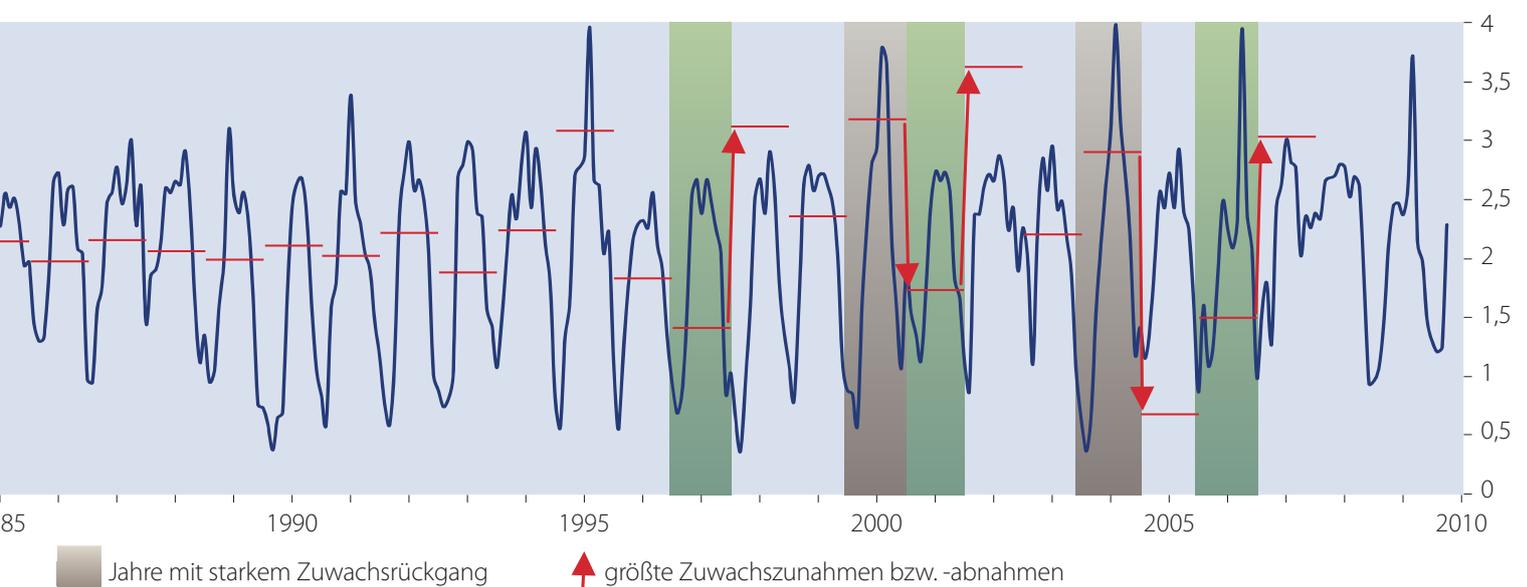
Einfluss des Klimawandels

Die Prognosen des Weltklimarats IPCC für Niedersachsen lassen in den nächsten 100 Jahren einen Anstieg der Winterniederschläge (Dezember bis Februar) und einen Rückgang der Sommerniederschläge (Juni bis August) bei gleichzeitig ansteigenden Temperaturen erwarten. Obwohl die genauen Auswirkungen dieser Klimaveränderungen auf das Wachstum von weiteren Faktoren und Anpassungen der Bäume abhängig sind, lässt sich feststellen:

1. Die erwarteten Niederschlagsveränderungen würden den Stress durch Verstärkung der jährlichen Schwankungen des Wasserangebots erhöhen.

2. Auch steigende Temperaturen würden die jährlichen Schwankungen verstärken, da sie im Sommer höhere Verdunstungsverluste und im Winter höhere Wassereinträge (Niederschlag fällt als Regen statt Schnee) bewirken.

Über die Bodenfeuchte würden daher beide Faktoren das Wachstum von Buchen und Fichten negativ beeinträchtigen. Dem gegenüber stehen aber auch andere Wirkungen der Temperatur (Verlängerung der Vegetationsperiode, Beschleunigung von Wachstumsvorgängen, Erhöhung der Atmungsverluste), die diesen Effekt zum Teil kompensieren könnten.



Insekten und Pilze

Ein Verständnis der Vitalität von Bäumen und Beständen in Niedersachsen setzt die Kenntnis der Verbreitung von Pilzen und Insekten voraus. Das Verfahren der Waldzustandserhebung ermittelt diese im Zuge der sommerlichen Aufnahmen. Ein umfassendes Bild erfordert weitergehende Untersuchungen, die von der Abteilung Waldschutz der NW-FVA geleistet werden.

Eichenfraßgesellschaft

Im Rahmen der Beobachtungen zur Eiche wurden neben den spätsommerlichen Bonituren der Waldzustandserhebung auf ausgewählten Flächen bereits Anfang Juni 2010 Fraßbonituren zur Eichenfraßgesellschaft durchgeführt. Die Frühjahrsuntersuchungen ergaben, dass Blattfraß im Vergleich zum Vorjahr in stärkerem Umfang stattfand.

Im nordwestlichen Niedersachsen wurde starker Fraß bis Kahlfraß beobachtet. Auf anderen Beobachtungsflächen in Niedersachsen waren punktuell Blattverluste durch Fraß bis 70 % zu verzeichnen.

Eichenprozessionspinner

Der Eichenprozessionspinner hat eine sehr lange Fraßphase (Ende April bis Mitte Juli) und schädigt daher auch den Regenerations- und den Johannistrieb der Eichen. Schwerpunkte des Befalls in Niedersachsen war der Raum Lüchow-Dannenberg, Lüneburg, Uelzen. Hier wurden Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt.

Der Schmetterling gefährdet inzwischen durch mehrmaligen Kahlfraß Eichenbestände existenziell. Zudem kommt er in bebauten Gebieten und an Straßenbäumen in einer derart hohen Dichte vor, dass die Gesundheit von Menschen ernsthaft beeinträchtigt ist.



Kiefer

Wurzelschwamm

In den nördlichen Regionen Niedersachsens wird weiterhin eine Steigerung des Wurzelschwamm-Befalls an einer Vielzahl von Baumarten beobachtet. Von der NW-FVA wird derzeit im Rahmen des Verbundprojektes „NaLaMa-nT „nachhaltiges



Landmanagement im Norddeutschen Tiefland unter sich ändernden ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen“ auch ein Untersuchungsschwerpunkt zum Wurzelschwamm vorbereitet.

Diplodia-Triebsterben

Seit einigen Jahren tritt das Diplodia-Triebsterben verstärkt in Kiefernbeständen auf. Die Erkrankung wurde auch bereits an Douglasie und anderen Nadelbäumen nachgewiesen. Die Erkrankung wird durch einen Wärme liebenden Schlauchpilz hervorgerufen. Wahrscheinlich tragen Klimaveränderungen, Witterungsstress und milde Wintertemperaturen zur Krankheitsentstehung und zum Krankheitsausbruch bei.

Eschentriebsterben

In weiten Teilen Europas sind Eschen jeden Alters durch eine neuartige Erkrankung, das so genannte „Eschentriebsterben“, bedroht, das durch verschiedene Pilzarten verursacht wird. Bislang ist (in Deutschland) keine Abschwächung des Krankheitsgeschehens zu verzeichnen. Sehr stark an den Trieben geschädigte Bäume in Jungwüchsen können im Wuchs zurück bleiben und absterben. Reine Eschenbestände scheinen stärker betroffen zu sein als Mischbestände.

Phytophthora-Wurzelhalsfäule der Buche

In Niedersachsen wurde die Phytophthora-Wurzelhalsfäule der Buche untersucht. Auf den basenarmen Sandstandorten des nordniedersächsischen Flachlandes fehlt die Krankheit weitgehend. Sie hat ihren Schwerpunkt auf basenreichen Standorten des Berglandes. Nur dort verursacht die Krankheit starke und etwa im Lauf eines Jahrzehnts zur Auflösung von Beständen führende Schäden.

Im Mai 2010 ist eine Veröffentlichung zum Thema „Phytophthora-Wurzelhalsfäule der Buche in Niedersachsen“ erschienen (Forst und Holz Nr. 5/2010, S. 20-27), in der Schadbilder und Krankheitsverlauf, Erreger, Verbreitung und Standortbezüge der Krankheit und gefährdete Standorte behandelt werden.

Stoffeinträge

Die anthropogen verursachten Stoffeinträge von Sulfatschwefel und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) liegen in Wäldern deutlich über denen anderer Landnutzungsformen, da Wälder durch die auskämmende Wirkung ihrer großen Kronenoberflächen zusätzlich zu den Stoffeinträgen mit dem Niederschlag durch Stoffeinträge aus trockener Deposition (Gase und Partikel) belastet werden. Je höher die Gas- und Partikelkonzentration der entsprechenden Schadstoffe in der Luft und je größer die Kronenoberfläche ist, desto größer ist die zusätzliche Belastung der Waldökosysteme. In Niedersachsen werden die Stoffeinträge mit der Kronentraufe in vier Fichten- und drei Buchenbeständen sowie in je einem Eichen- und Kiefernbestand gemessen.

Die positiven Folgen umfassender Maßnahmen zur Luftreinhaltung und die damit verbundene Entlastung der Wälder lassen sich besonders gut am Beispiel von Fichtenbeständen aufzeigen, die auf Grund ihrer ganzjährigen Benadelung und der damit verbundenen hohen trockenen Deposition besonders hohe Schwefeleinträge aufwiesen. Betrag der Schwefeleintrag in zwei 44jährigen Fichtenbeständen im Harz 1982 noch 45,7 kg/ha bzw. das 1,8 fache der Freilanddeposition, war er 2009 mit 6,2 kg/ha nur noch 1,3 mal so hoch wie im Freiland. Im Solling sank der Schwefeleintrag im gleichen Zeitraum in einem Fichtenaltholz (1982: 110jährig) von 70,4 kg/ha auf 10,4 kg/ha.

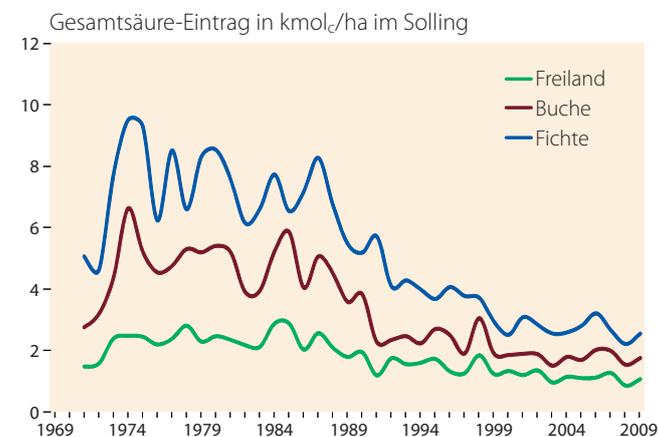
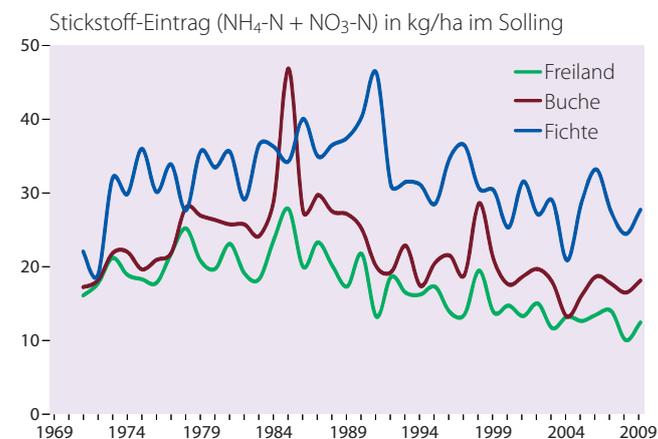
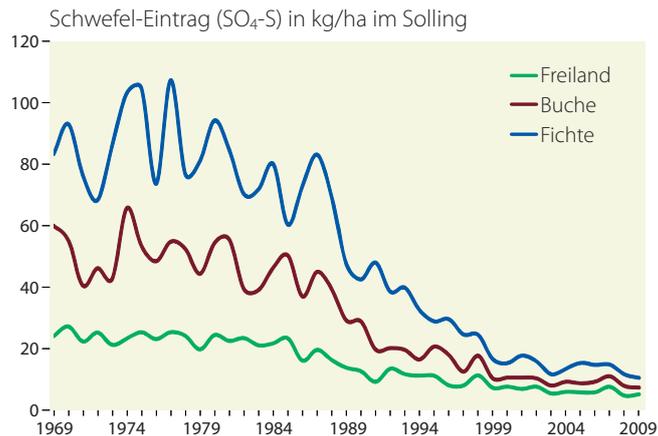
Stickstoff, ein Hauptnährstoff der Pflanzen, wird sowohl in oxidiert Form als Nitrat (Quellen: Kfz-Verkehr, Verbrennungsprozesse) als auch in reduzierter Form als Ammonium (landwirtschaftliche Quellen) in das Ökosystem eingetragen. Sowohl im Freiland (5 von 6 Flächen) als auch in der Kronentraufe von Fichte (4 von 4 Flächen), Buche (2 von 3 Flächen), sowie Eiche (1 Fläche) nimmt der Nitratreintrag signifikant ab. Auf der Kiefernfläche Augustendorf, im Göttinger Wald (Buche) und der Freilandfläche in Ehrhorn nimmt der Nitratreintrag ebenfalls tendenziell ab.

Auch der Ammoniumeintrag ist im Freiland auf 5 von 6 Flächen signifikant gefallen. In der Kronentraufe nahm der Ammoniumeintrag auf 6 Flächen signifikant und auf den übrigen Flächen tendenziell ab. Der anorganische Stickstoffeintrag mit der Kronentraufe betrug 2009 zwischen 27,8 kg unter Fichte (Solling) und 10,6 kg unter Buche (Lüss), im Freiland lag er zwischen 8,1 kg/ha (Ehrhorn) und 12,5 kg/ha (Solling). Insgesamt betrug der anorganische Stickstoffeintrag mit der Kronentraufe zwischen 124 % (Fichte, Lange Bramke Nordhang) und 215 % (Kiefer, Augustendorf) der Freilanddeposition.

Der Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdosition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der Basen Calcium, Magnesium und Kalium (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile; Gauger et al., 2002).

2009 betrug der Gesamtsäureeintrag unter Fichte 2,56 kmol_c/ha (Solling) bzw. 1,69 kmol_c/ha (Mittel Lange Bramke), unter Buche im Mittel der Bestände Solling, Lüss und Göttinger Wald 1,42 kmol_c/ha, unter Kiefer (Augustendorf) 1,67 kmol_c/ha und 1,37 kmol_c/ha unter Eiche (Ehrhorn). Der Gesamtsäureeintrag reduzierte sich bis 2009 im Vergleich zum Zeitraum 1994-1999 um 32 % unter Fichte, um 26 % unter Buche, um 40 % unter Kiefer und um 24 % unter Eiche. Er übersteigt jedoch nach wie vor das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte. Eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung zum Schutz der Waldböden und ihrer Filterfunktion ist daher weiter notwendig.

kmol_c = Einheit, um Ladungsmengen von Elementen in Böden vergleichen zu können. Der Vorrat eines Elements berechnet sich aus der Elementmenge [g/kg] multipliziert mit der entsprechenden Bodenmenge. Die Ladung des Elementvorrats berechnet sich wie folgt: Elementvorrat in [kg/ha] multipliziert mit der Wertigkeit des Elements, dividiert durch das Molekulargewicht des Elements = Ladung des Elementvorrats in kmol_c/ha.



Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Ursprünglich war Niedersachsen überwiegend von Wäldern und Mooren bedeckt, heute ist etwa ein Viertel der Landesfläche Wald. Historisch bedingt sind dies zumeist Flächen, die sich weniger gut für die landwirtschaftliche Nutzung eigneten. Hier war die Witterung zu ungünstig, es war zu steil oder steinig, zu nass oder nährstoffarm. Vor 200 Jahren wurde begonnen, durch Übernutzung (Glashütten, Köhlerei, Eisenerzgewinnung, Brennholz etc.) verarmte waldfreie Gebiete erneut aufzuforsten, wie z. B. in der Lüneburger Heide. Zusätzlich gab es in jüngerer Zeit umfangreiche Aufforstungsprogramme, gerade in waldarmen Gebieten wie im Raum Weser-Ems.

Als Folge von voreiszeitlichen Verwitterungsprozessen und Übernutzung in vorindustrieller Zeit sind die Waldböden häufig versauert. Dies trifft vor allem für die Oberböden zu. Mit der Industrialisierung und der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung in Mitteleuropa und der in der jüngsten Vergangenheit und Gegenwart zusätzlichen hohen luftbürtigen Säure- und Stickstoffbelastung, ist die Versauerung auch in die Unterböden vorgedrungen. Dieser Prozess wurde regional noch verstärkt durch die früher weit verbreitete Entnahme von Waldstreu, die Plaggennutzung und Waldweide für die Versorgung der Bevölkerung mit landwirtschaftlichen Produkten. Der damit einhergehende Biomasseexport führte zu weiterer Nährstoffverarmung der Waldböden. Zusätzlich sind für viele Waldstandorte die heutigen Stickstoffeinträge zu hoch, es kommt zur Eutrophierung und Nitratausträgen mit dem Sickerwasser in das Grundwasser.

Infolge der anthropogenen Säure- und Stickstoffeinträge sind die Filter- und Regulationsfunktionen des Waldbodens gestört und damit die Stabilität der Waldökosysteme beeinträchtigt. Die Belastung der Böden durch den Schwefeleintrag ist aufgrund der Luftreinhaltemaßnahmen deutlich zurückgegangen; allerdings sind in den Böden noch erhebliche Säuremengen (Altlasten) gespeichert. Der luftbürtige Eintrag von Säure wirksamem Stickstoff ist weiterhin zu hoch. Regelmäßige Bodenuntersuchungen im Rahmen von Übersichtserhebungen und des intensiven Monitorings sowie auf Versuchsflächen der Forstlichen Umweltkontrolle sind deshalb von besonderer Wichtigkeit, um Bodenveränderungen und –prozesse zu dokumentieren, zu verstehen und Therapiemaßnahmen einzuleiten.

In der Zeit von 2007 bis 2009 fand in den niedersächsischen Wäldern die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II) statt. Sie folgt der ersten Waldbodenzustandserhebung (BZE I), die in Niedersachsen in den Jahren 1990 und 1991 durchgeführt wurde. Um das Monitoringnetz der Bodenzustandserhebung bundes- und europaweit abzustimmen und zu vereinheitlichen, ist das BZE II Raster in Niedersachsen einheitlich auf einem 8 km x 8 km-Netz mit 169 Plots durchgeführt worden. Bei der BZE I 1990-1991 wurde ein zum Teil anderes Raster verwendet: deswegen gibt es 98 Plots, die nur zur BZE I gehören, 75 neue nur BZE II Plots und 94 Plots, die sowohl auf dem BZE I und BZE II Raster liegen. Damit Veränderungen ermittelt werden können, sollten grundsätzlich die gleichen Erhebungsprinzipien (hier insbesondere Erhebungsraster, Stichprobenkonzept und Methoden) angewendet werden. Bei der konzeptionellen Ausgestaltung der BZE II wurden daher möglichst viele methodische Vorgaben aus der BZE I übernommen. Dennoch mussten Anpassungen an heutige

Erfordernisse umgesetzt werden. Neben der Vereinheitlichung des Erhebungsrasters auf ein einheitliches Stichprobennetz mussten z. B. Analyseverfahren modifiziert und eine Vergleichbarkeit sichergestellt werden.

Ziele

Grundsätzlich hat die BZE das Ziel, zuverlässige, flächenrepräsentative und bundesweit vergleichbare Informationen zu liefern

- über den aktuellen Zustand der Waldböden und deren Veränderungen im Laufe der Zeit in Verbindung mit Informationen der Erhebung des Waldzustands,
- zur Übertragung der Ergebnisse der Waldbodenforschung auf größere Waldgebiete,
- zur Identifizierung von Ursachen der Veränderungen des Bodenzustandes sowie des Einflusses von Depositionen,
- zur Einschätzung von Gefahren, die sich für den derzeitigen und zukünftigen Waldbestand aus dem Bodenzustand ergeben,
- zur Einschätzung von Risiken für die Qualität von Grund-, Quell- und Oberflächenwasser sowie
- zur Planung und Durchführung von notwendigen Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung des Bodenzustandes sowie des Nährstoffangebotes im Boden und der Nährstoffaufnahme durch die Baumwurzeln.

Bei der BZE I stand vor allem der Einfluss der luftbürtigen Säureeinträge auf den Waldboden im Vordergrund. Neue Erkenntnisse, politische Anforderungen und neue gesetzliche Aufgaben machten es notwendig, in der Zielsetzung der BZE II weiterführende Aspekte zu berücksichtigen. Die BZE II soll deshalb auch Beiträge liefern zu:

- Schadstoffbelastung (Filter- und Stoffumwandlungsfunktion),
- Stickstoffsättigung (Stoffumwandlungsfunktion),
- Kohlenstoffspeicherung (Stoffumwandlungsfunktion)
- und zum Wasserhaushalt unter veränderten Klimabedingungen.

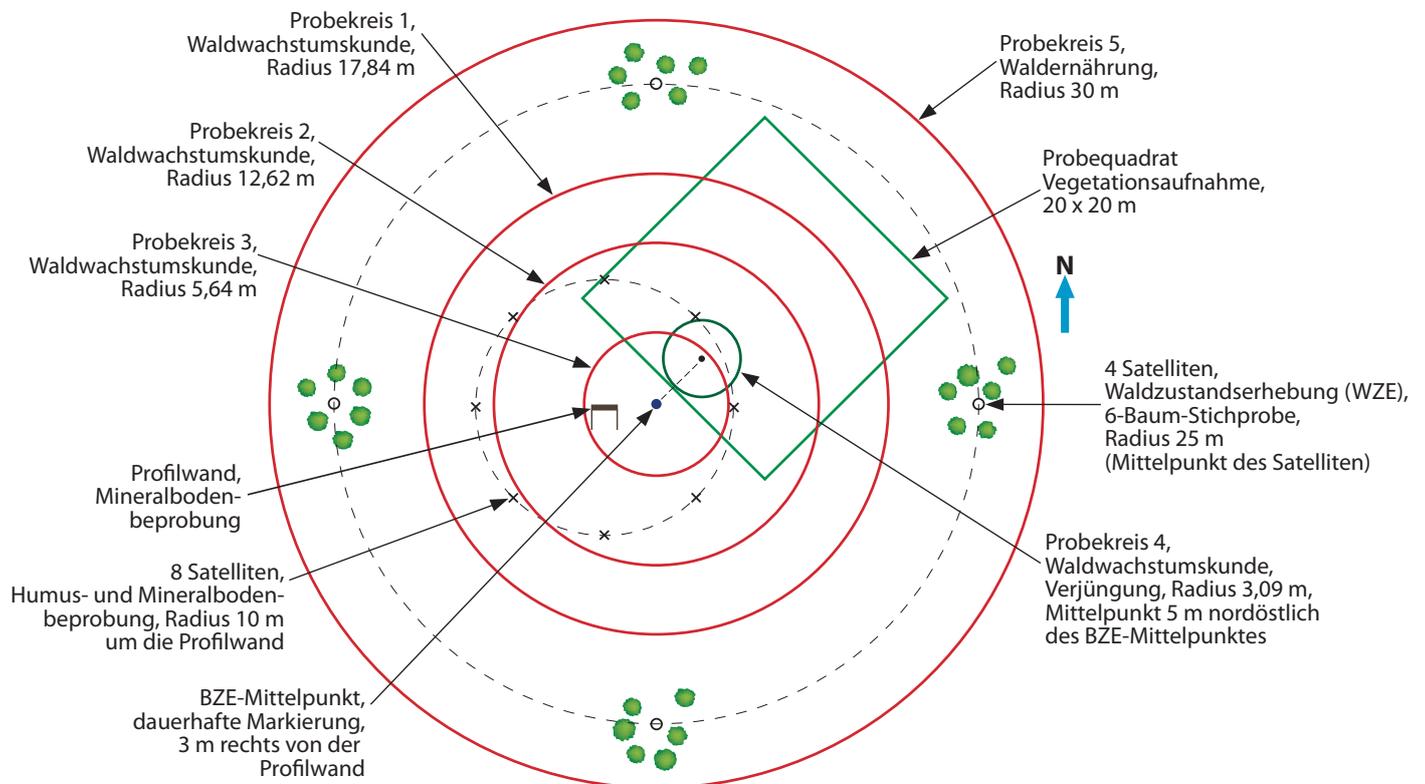
Innerhalb der vorgenannten Themen soll mit der BZE II

- ein zentrales Inventar der relevanten Bodeneigenschaften erstellt werden;
- ein Beitrag zum besseren Verständnis ökosystemarer Zusammenhänge geleistet werden, insbesondere zu den Fragen: Wie wirken verschiedene Bodeneigenschaften auf Waldernährung, Waldwachstum, Kronenzustand und Sickerwasserqualität? Welche Ursachen sind für die Eigenschaften von Waldböden verantwortlich?
- und Intensiv-Messflächen aus dem Level II- Programm sowie anderen Fallstudien die Übertragung in die Fläche mit Hilfe von Schlüsselparametern gestützt werden.

Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Untersuchungsdesign eines BZE II-Plots

Das nachfolgend dargestellte Untersuchungsdesign für die verschiedenen Untersuchungsobjekte wurde auf sämtlichen BZE-Untersuchungsflächen in Niedersachsen umgesetzt.



Merkmalsgruppen

Bei der BZE II wurden Daten zu folgenden Merkmalen erfasst:

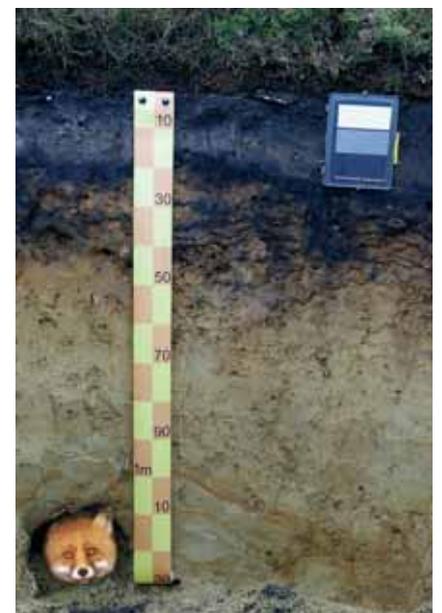
- Titeldaten (Plotdaten, Georeferenzierung, Daten zur Aufnahmesituation, forstlichen Daten und Boden verändernde Ereignisse),
- Boden (Profilbeschreibung, Bodenchemie und -physik mit Schwermetallen und Organika getrennt nach Mineralboden und Auflagehumus),
- Ernährungszustand der Bestände anhand von Nadel- und Blattproben,
- Bestandes- und Zuwachsdaten,
- Vitalität (Waldzustandserhebung),
- Bodenvegetation.

Erste Ergebnisse zur Veränderung des chemischen Bodenzustandes

Eine wichtige Aufgabe der BZE II ist es, die Veränderungen des chemischen Bodenzustandes seit der BZE I (1990/1991) zu dokumentieren und zu analysieren. Die folgenden Fragen stehen im Vordergrund: Wie sauer sind die Waldböden in Niedersachsen, wie entwickelten sich die Waldböden in den letzten 17 Jahren, wie wirken sich die umfangreichen Kalkungsmaßnahmen aus, was bewirkten die zwar verringerten, aber immer noch anhaltenden Säureeinträge? Die im Folgenden dargelegten ersten Ergebnisse zur BZE II konzentrieren sich auf die Be-

funde zur Veränderung der Basensättigung niedersächsischer Waldböden.

Die Basensättigung ist ein zentraler Indikator für die Güte des chemischen Bodenzustandes. Sie bestimmt zusammenfassend die Nährstoffversorgung des Mineralbodens und damit wesentlich die Ernährungsbedingungen der Waldbäume. Die Basensättigung drückt aus, wie hoch der relative Anteil der basischen Nährstoffkationen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium im Vergleich zur Summe aller Kationen ist, die an negativen Tonmineralteilchen sowie der organischen Substanz im Boden gebunden sind. Eine Bewertung ist anhand des Leitfadens der Forstlichen Standortskunde (2003) möglich: Danach gilt in Böden die Basensättigung als gering bei Werten unter 20 %. Es sind dies die am stärksten versauerten Waldböden. Für Böden mittlerer Nährstoffgüte ist eine Basensättigung zwischen 20 % und 50 % definiert und bei gut nährstoffversorgten Standorten erreicht die Basensättigung Werte von über 50 %.

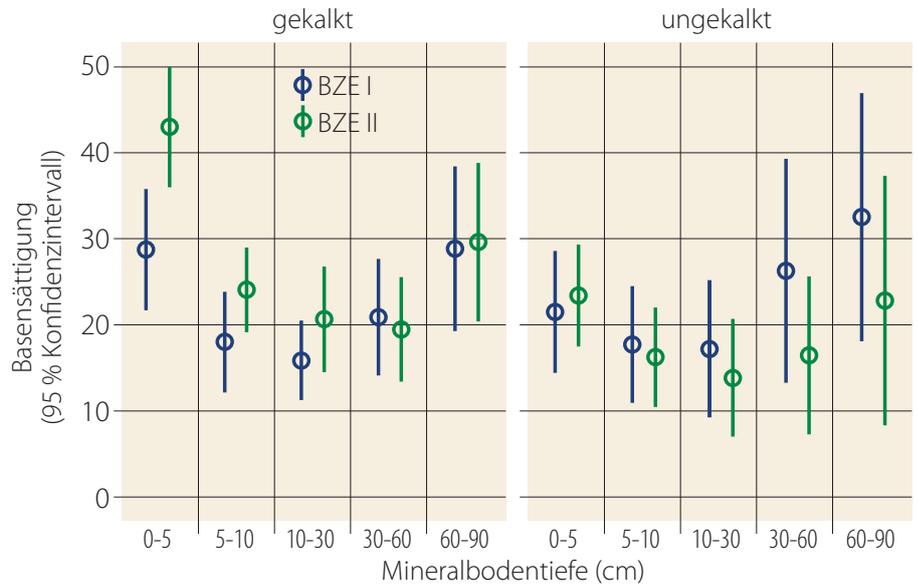


Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

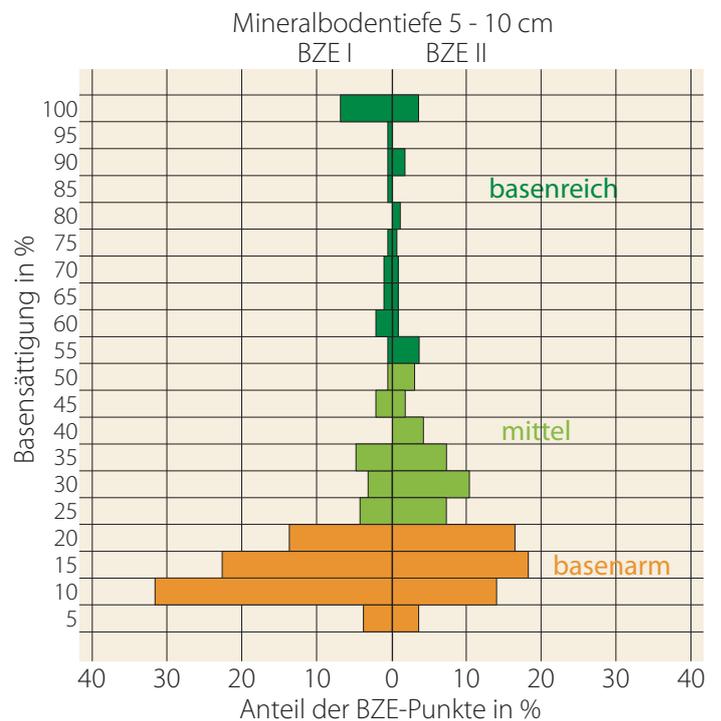
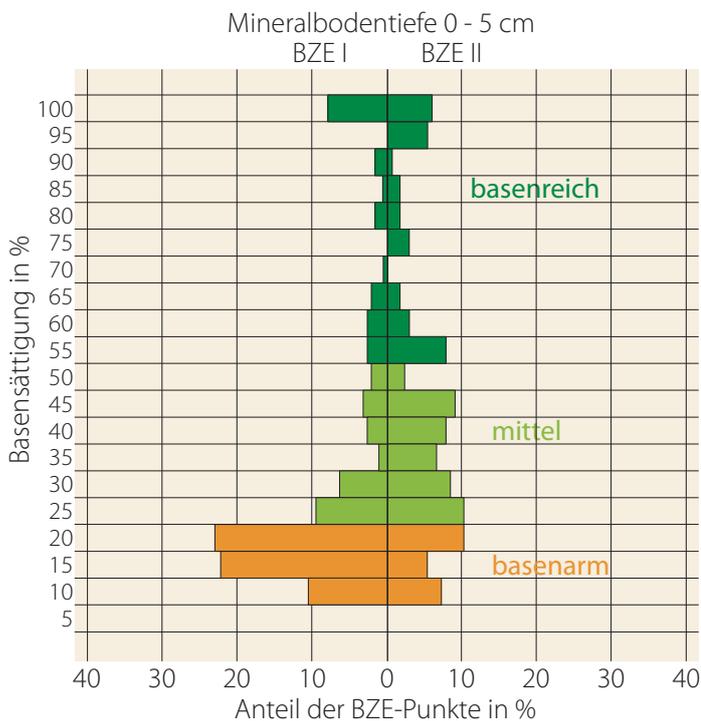
Die Ergebnisse belegen für die obersten Schichten des Waldbodens in Niedersachsen eine sehr positive Entwicklung: Lagen in der Bodenschicht 0-5 cm 1990/1991 (BZE I) noch 56 % der niedersächsischen BZE-Plots in der Bewertungsstufe „basenarm“, so befinden sich zum Zeitpunkt der der BZE II nur noch 23 % der Plots in dieser Kategorie, der Anteil hat sich also mehr als halbiert. Der Anteil der Plots mit einer mittleren Basensättigung hat sich dagegen von 25 % bei der BZE I auf nunmehr 45 % bei der BZE II nahezu verdoppelt, der Anteil der „basenreichen“ Plots hat sich von 19 % auf 32 % bei der BZE II erhöht. Eine deutliche Verbesserung zeigt sich auch in der nächsten Bodenschicht in 5-10 cm. Hier hat sich der Anteil von Plots in der Bewertungsstufe „basenarm“ von 71 % bei der BZE I um 18 %-Punkte auf 53 % bei der BZE II verringert, um fast denselben Anteil hat sich der Anteil der Plots in der mittleren Basensättigungsstufe erhöht. Der Anteil der Plots in der „basenreichen“ Bewertungsstufe blieb nahezu konstant. In den Tiefenstufen 10-30 cm und 30-60 cm Bodentiefe gab es insgesamt nur leichte Veränderungen.

Diese Befunde sind ein sehr deutlicher Hinweis darauf, dass durch die Kalkung weiträumig eine Verbesserung der Basensättigung in den für die Wurzeln der Waldbäume besonders wichtigen obersten Bodenschichten erreicht wurde. In Niedersachsen wurden bis zur BZE II 54 %

Vergleich BZE I und BZE II
Vergleich der Basensättigung auf gekalkten und ungekalkten Flächen nach Tiefenstufen (ohne Kalk- und Moorstandorte)



Vergleich BZE I und BZE II: Basensättigung in 5 %-Stufen - Verteilung der BZE-Punkte

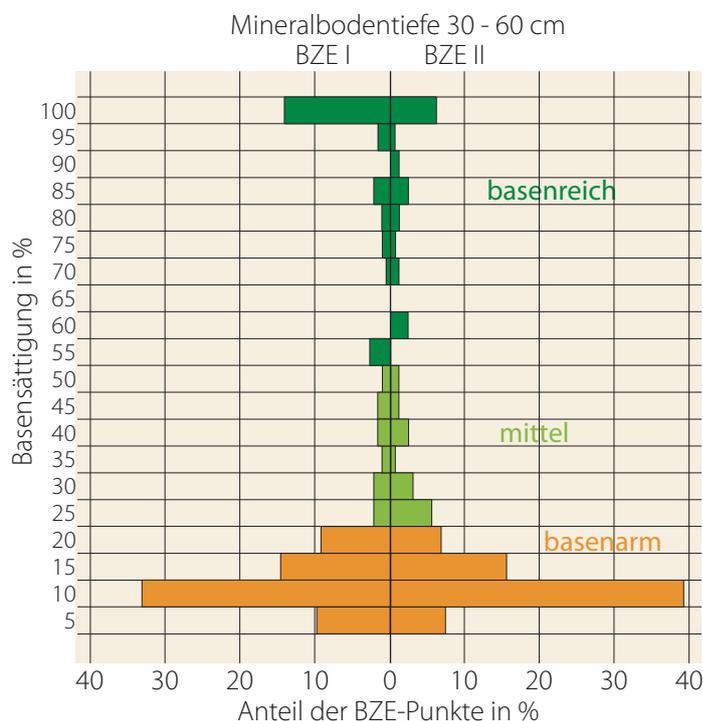
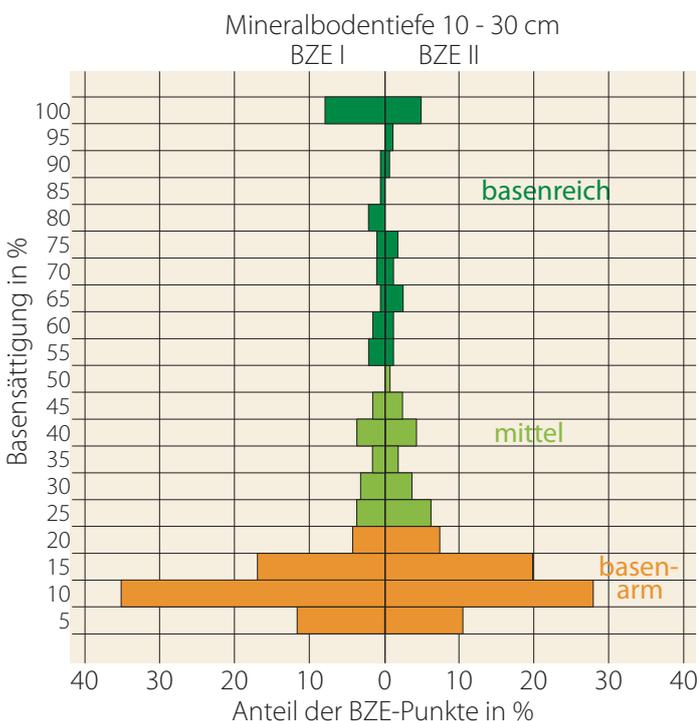


Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

der BZE Plots gekalkt, zum Teil auch mehrfach. Analysiert man die Entwicklung der Tiefenverteilung der Basensättigung von BZE I und BZE II getrennt nach gekalkten und ungekalkten Plots, so ergeben sich weitere Erkenntnisse. Um die zeitliche Entwicklung möglichst sicher abzubilden, sind bei dieser Darstellung nur Plots einbezogen, die in beiden Erhebungen aufgenommen wurden. Außerdem sind Kalk- und Moorstandorte ausgeschlossen, da diese Standorte grundsätzlich nicht gekalkt wurden.

Für die gekalkten Plots zeigt der Vergleich BZE I zu BZE II im Mittel eine sehr deutliche Anhebung der Basensättigung in 0-5 cm Bodentiefe, einen deutlichen Anstieg in 5-10 cm und in 10-30 cm sowie ein nahezu gleich bleibendes Niveau in den tieferen Bodenschichten. Auch hier ist zu erkennen, dass sich die Wirkung der Kalkung vorrangig im oberen Mineralboden bis 30 cm Bodentiefe zeigt. In tieferen Bodenschichten konnte eine weitere Versauerung verhindert werden. Auf den ungekalkten Plots dagegen zeigt sich ein geringer Anstieg der Basensättigung in der Tiefenstufe 0-5 cm, dann für alle weiteren Tiefenstufen eine Abnahme der Basensättigung, wobei die stärksten mittleren Abnahmen in den Tiefen 30-60 cm und 60-90 cm festzustellen sind. Dies bestätigt, dass zumindest auf Teilen der ungekalkten niedersächsischen Waldstandorte in den letzten 17 Jahren ein weiteres Fortschreiten der Tiefenversauerung eingetreten ist.

Für solche Standortseinheiten ist es dringend erforderlich, durch weitere Kalkungsmaßnahmen die fortschreitende Versauerung zu stoppen. Darüber hinaus ist es erforderlich, den Erholungsprozess schwach nährstoffversorgter Böden durch die Ausbringung mild wirkender Kalke zu unterstützen, damit eine tiefgründige Entsauerung und ein stabiler Zustand erreicht werden kann. Um diese Empfehlung möglichst standortsgenau umzusetzen, entwickelte die NW-FVA ein methodisches Konzept und eine Entscheidungshilfe für die Praxis.



Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Erste Ergebnisse zur Waldernährung

Die Ergebnisse von Nadel- und Blatt-Analysen geben Auskunft über die Versorgung der Waldbäume mit Nährstoffen und die Belastung mit Schadstoffen. Diese walderernährungskundlichen Daten sind eine wichtige Grundlage für die Bewertung von Bodenveränderungen durch Versauerung und Eutrophierung, für die Erfolgskontrolle von Luftreinhaltemaßnahmen und Waldkalkungen sowie für die Waldbewirtschaftung (z. B. Energieholznutzung).

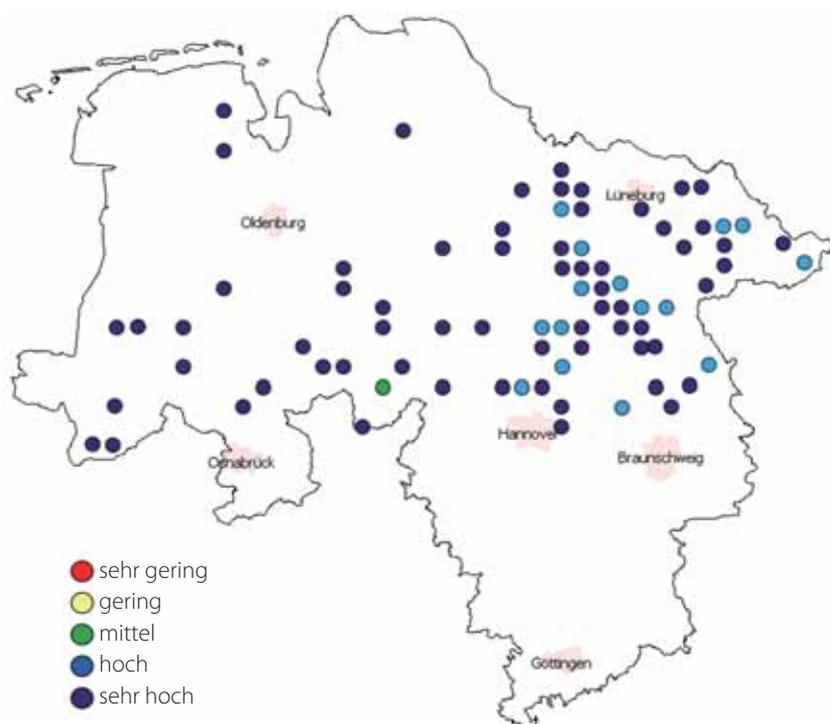
Die im Rahmen der BZE II durchgeführten Analysen von Nadeln und Blättern liefern einen Überblick über die Ernährungssituation der Hauptbaumarten in Niedersachsen. An 158 Inventurpunkten der BZE II wurden Nadeln und Blätter aus der Oberkrone von drei Probestämmen je Baumart als Mischprobe chemisch analysiert. Die Beprobung der Laubbäume fand im Juli/August 2007 statt, die Nadelbäume wurden im Winter 2007/2008 beprobt.

Nachfolgend werden für die Baumarten Kiefer und Fichte erste Ergebnisse zur Stickstoff- und Magnesiumernährung vorgestellt. Es wurden die Elementgehalte (mg/g Trockensubstanz) des jüngsten Nadeljahrgangs verwendet, weil dieser die aktuelle Versorgungslage am besten repräsentiert. Der Ernährungszustand wurde anhand der fünfstufigen Klassifizierung (Arbeitskreis Standortskartierung, 2003) bewertet.

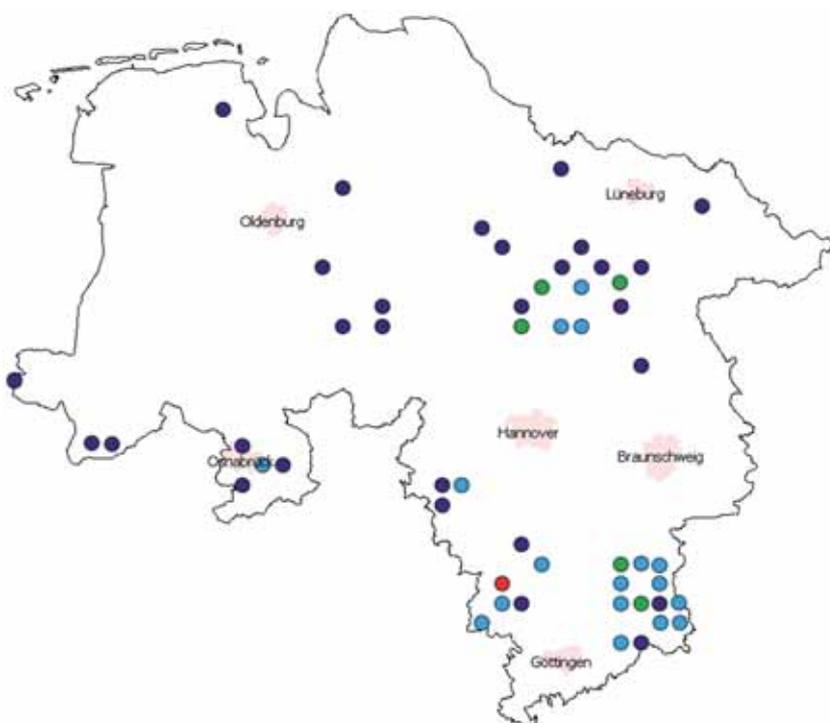
Stickstoff ist ein essenzieller Nährstoff für das Wachstum von Pflanzen, da er insbesondere zum Aufbau von Proteinen und Nukleinsäuren benötigt wird. In der Vergangenheit hat Stickstoffmangel das Wachstum von Waldbeständen häufig begrenzt. Aufgrund atmosphärischer N-Einträge hat sich dieses Bild in den letzten Jahren jedoch grundlegend gewandelt und die über den Bedarf der Waldökosysteme hinausgehenden N-Frachten werden nun sogar zum Problem. Unter anderem treiben sie die Bodenversauerung und die Auswaschung von basischen Nährstoffen im Boden weiter voran, bei Stickstoffsättigung wird das Trinkwasser belastet und ein erhöhtes Stickstoffangebot bewirkt Nährstoffungleichgewichte in der Pflanze.

Die anhaltend hohen N-Einträge in den Wald spiegeln sich in der N-Versorgung von Kiefer und Fichte an den BZE II-Punkten wider. Bei der Kiefer befinden sich 99 % im Bereich hoher und sehr hoher N-Versorgung. Lediglich an einem Inventurpunkt fielen die N-Gehalte in den Bereich mittlerer Versorgung. Bei der Fichte zeigt sich etwas abgeschwächt ein ähnliches Bild: an 89 % der Inventurpunkte war die N-Versorgung hoch bis sehr hoch, für 2 % der Fichtenpunkte zeigte sich eine unzureichende (sehr geringe bis geringe) N-Versorgung. Die überwiegend hohen bis sehr hohen N-Gehalte in den Kiefern- und Fichtennadeln machen deutlich, dass die Stickstoff-Einträge in die Wälder zu hoch sind.

Stickstoff-Gehalte in Kiefernadeln



Stickstoff-Gehalte in Fichtennadeln



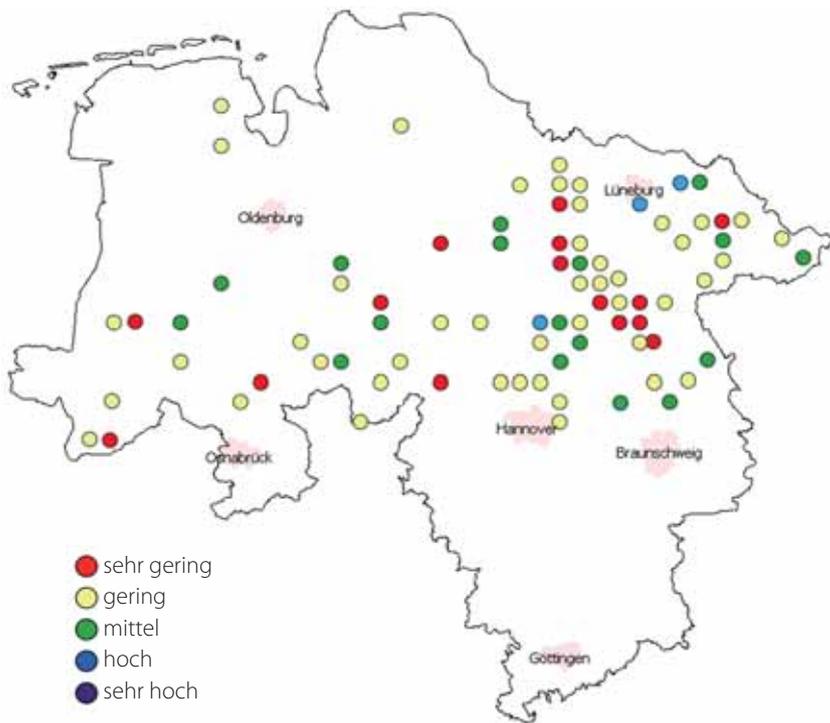
Die Stickstoff-Versorgung der Bäume wurde unter dem Einfluss hoher N-Einträge nivelliert.

Im Gegensatz dazu erweist sich die Magnesium (Mg)-Ernährung der Waldbäume als sehr heterogen. An 75 % der Kiefernpunkte ist eine schlechte (sehr geringe bis geringe) Mg-Versorgung festzustellen, 21 % der Kiefernpunkte weisen mittlere Mg-Werte auf, hohe Mg-Gehalte sind selten (4 %). Bei der Fichte waren 29 % der Punkte nicht ausreichend (sehr gering bis gering) mit Mg versorgt, an 38 % wurden die Mg-Gehalte als hoch bis sehr hoch eingestuft.

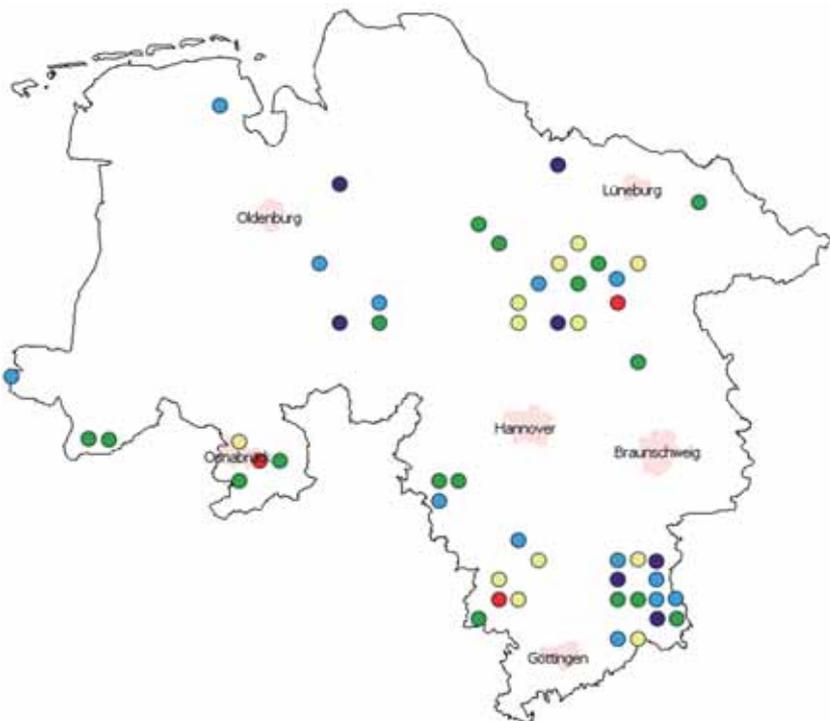
Die dargelegte Variation der Mg-Versorgung hat mehrere Ursachen. Unterschiede sind ganz wesentlich durch die unterschiedliche Ausstattung

Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Magnesium-Gehalte in Kiefernadeln



Magnesium-Gehalte in Fichtennadeln



des Ausgangsgesteins mit Mg bedingt, denn eine Hauptquelle für pflanzenverfügbares Mg ist die Verwitterung von Gesteinen. Außerdem haben die Säure bildende Stoffeinträge (z. B. N-Einträge) die Auswaschung von basischen Nährstoffen bewirkt, dies hat auf vielen Standorten zu Mg-Mangel geführt. Die seit Anfang der 80er Jahre durchgeführte Bodenschutzkalkung mit Mg-haltigen Kalken hat wiederum in Teilbereichen zu einer Verbesserung der Mg-Versorgung beigetragen.

Auf Versuchsflächen zur Kalkung zeigt sich eine deutliche Anhebung der Mg-Gehalte in Fichtennadeln nach Kalkung (vgl. Seite 30/31). Dieser Effekt zeigt sich auch an den Inventurpunkten der BZE II, die sowohl in gekalkten als auch in ungekalkten Wäldern liegen. An BZE II-Punkten (aus-

genommen Kalkstandorte und Moore) sind bei der Fichte die Mg-Gehalte der Nadeln an den gekalkten Plots signifikant höher als an den ungekalkten. Da Mg eine wichtige Rolle bei der Bildung des Chlorophylls in Pflanzen spielt, sind Vergilbungen der Blätter und Nadeln typische Mg-Mangelsymptome. So zeigen die Ergebnisse der Waldzustandserhebung bis in die Mitte der 90er Jahre Vergilbungen an Nadeln und Blättern auf. Diese treten in den letzten Jahren aber kaum noch in Erscheinung. Bei der Kiefer dagegen ergeben sich zwischen gekalkten und nicht gekalkten sowohl auf den untersuchten Versuchsflächen als auch bei den BZE II-Plots nur geringe Unterschiede in den Mg-Gehalten.

Sowohl die hohen Stickstoff-Einträge als auch der Befund zur Magnesiumversorgung der Fichte belegen das Erfordernis der Fortführung einer standortsangepassten Bodenschutzkalkung. Die sehr heterogene Mg-Ernährung zeigt, dass bei der Planung der Restholznutzung zur Energiegewinnung eine Differenzierung nach Standorten anzustreben ist, um die standörtliche Nachhaltigkeit auch in Zukunft sicher zu stellen.



Waldkalkung

Ergebnisse aus Langzeituntersuchungen

Neben Übersichtserhebungen (Level I) wie der WZE und der BZE dienen Flächen des intensiven Monitorings (Level II) und experimentelle Versuchsflächen dem Verständnis der ökologischen Waldentwicklung und der Analyse von Ursache-Wirkungsbeziehungen.

Die Kalkung in den Forstbetrieben wird seit Beginn der 80er Jahre von wissenschaftlichen Versuchen begleitet. Hierbei werden unter vergleichbaren Standortverhältnissen in zeitlich höherer Auflösung auf direkt benachbarten gekalkten und ungekalkten Parzellen Daten zur Bodenchemie, Bodenphysik, zur Waldernährung und zum Waldwachstum erhoben. Die Kalkmengen auf den gekalkten Flächen werden dabei variiert. Dieser Versuchsansatz ermöglicht eine genaue Analyse von Kalkungseffekten. Die Befunde aus experimentellen Untersuchungen stehen im Einklang mit vergleichenden Ergebnissen der BZE II.

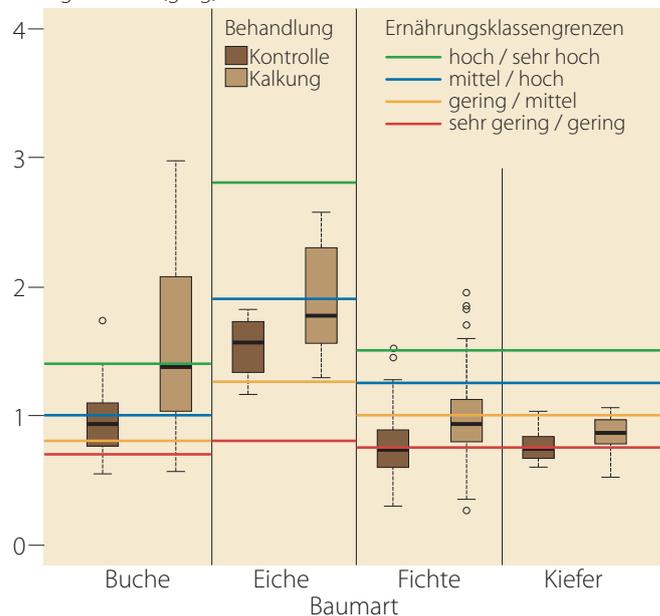
Im Folgenden werden Ergebnisse zur Waldernährung und zur Bodenchemie aus langjährigen Dauerbeobachtungen dargestellt. Die Blatt- und Nadelanalysen hessischer, niedersächsischer und schleswig-holsteinischer Untersuchungsflächen zeigen signifikant erhöhte Calcium- und Magnesiumgehalte nach der Kalkung bei Buche, Eiche und Fichte. Die Nadelgehalte der Kiefer ändern sich dagegen nur geringfügig. Die Wirkung der Kalkung auf die Ernährung war besonders bei der Buche sehr ausgeprägt. Die Calcium- und Magnesiumgehalte der Buchenblätter stiegen um ca. 1,5 Ernährungsklassen (Bewertung in Ernährungsklassen nach Arbeitskreis Standortskartierung, 2003).

Die bodenchemische Auswertung belegt, dass im Mittel ca. 70 % des mit dem Kalk zugeführten Calciums im Boden bis 40 cm Tiefe gespeichert wurden. Die Kalkung führte zu einer Erhöhung der Calciumvorräte in der Auflage und im Mineralboden bis 40 bzw. 60 cm. Dabei nahmen die Differenzen zwischen den Calciumvorräten der gekalkten und der ungekalkten Parzellen mit der Tiefe stark ab. Durch die Kalkung stieg ebenfalls die Basensättigung des Mineralbodens an. Auch hier ist ein Tiefengradient erkennbar. 20 Jahre nach der Kalkung ist die Basensättigung bis in 60 cm Tiefe erhöht. Die angestrebte Basensättigung von 15-20 % ist jedoch nur bis max. 20 cm Tiefe erreicht. Auch im Rahmen der BZE II-Untersuchungen wurde eine Erhöhung der Basensättigung durch die Kalkung, vor allem in den obersten Bodenschichten festgestellt.

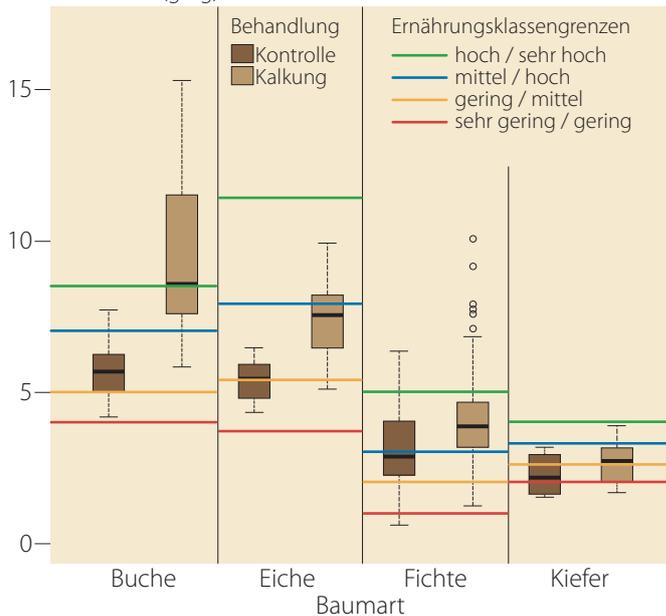
Um die Basensättigung in größeren Tiefen weiter zu erhöhen, müssen weitere Kalkungsmaßnahmen erfolgen. Zudem ist die

Calcium- und Magnesiumgehalte in den Blättern und Nadeln (1. Nadeljahrgang) von Buche (n=29), Eiche (n=16), Fichte (n=155) und Kiefer (n=13), zusammengefasst für den Zeitraum von 1-26 Jahre nach der 1. Kalkung.

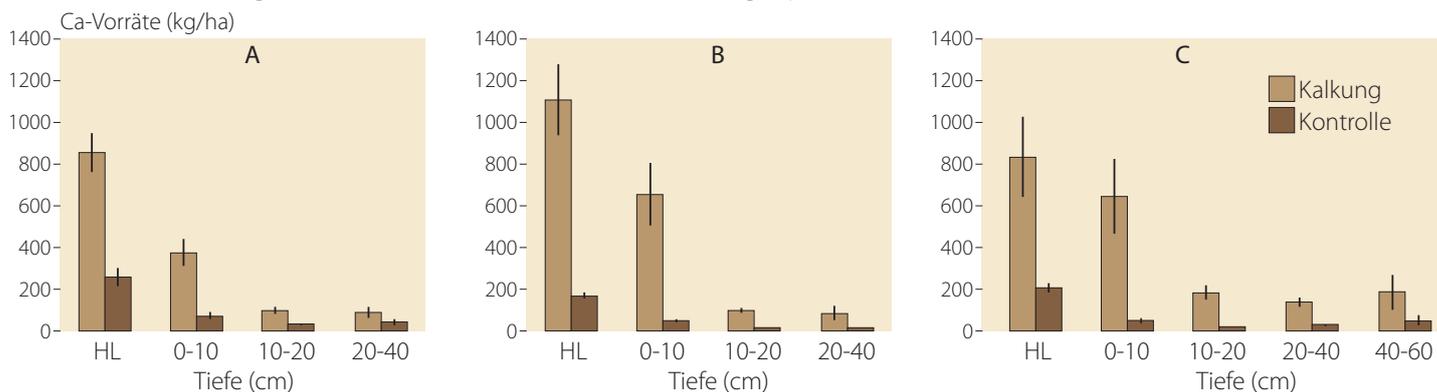
Mg-Gehalte (g/kg) in Nadeln und Blättern



Ca-Gehalte (g/kg) in Nadeln und Blättern



Calcium (Ca)-Vorräte in der Humusauflage (HL) und in verschiedenen Tiefen des Mineralbodens für Flächen die A) mit 3-5 t/ha gekalkt und 2-9 Jahre nach der Kalkung beprobt wurden, B) 2x mit 3-5 t/ha gekalkt wurden und 10-17 Jahre nach der 1. Kalkung beprobt wurden und die C) 2x mit 3-5 t/ha gekalkt wurden und 21-23 Jahre nach der 1. Kalkung beprobt wurden.



Waldkalkung

weitere Tiefenverlagerung des Kalkes im Zeitverlauf und dessen Auswirkungen weiterhin zu beobachten.

Mittels mathematischer Modelle wurde versucht, die Haupteinflussfaktoren auf die Erhöhung der Calciumvorräte und der Basensättigung in 20-40 cm Bodentiefen zu identifizieren. Es zeigte sich, dass die Speicherung von Calcium in dieser Tiefe geringer ist in Böden mit geringer Kationenaustauschkapazität. Dort wird das ausgebrachte Calcium verstärkt in der Auflage gebunden. Da die Austauschkapazität der Böden vom geologischen Substrat bestimmt wird, ist es ratsam bei weiteren Kalkungsmaßnahmen nach den standörtlichen Gegebenheiten zu differenzieren.

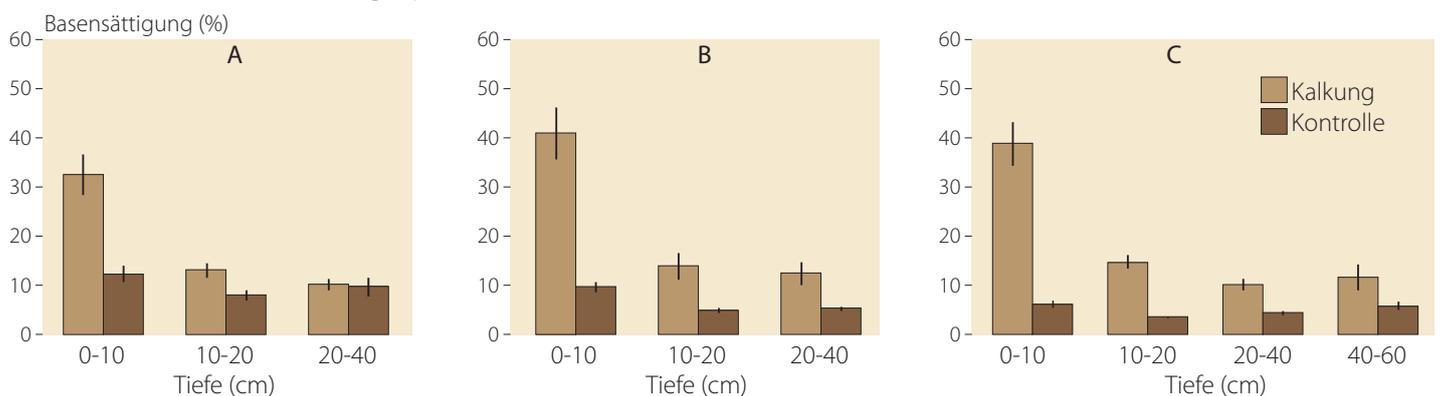
Für die Erhöhung der Basensättigung spielt der jeweilige Ausgangswert der Basensättigung eine entscheidende Rolle. Je

geringer diese ist, desto stärker ist der Effekt der Kalkung. Die Erhöhung der Calciumvorräte und der Basensättigung wird zudem von der Anzahl der Kalkungen beeinflusst, welche die Kalkmengen und die Einwirkzeit widerspiegelt.

Daher wird empfohlen, bei der Fortführung der Kalkung das Ausgangsgestein sowie bisher erfolgte Kalkungen als Eingangsgrößen bei der Kalkungsplanung zu nutzen, um die Kalkung standörtlich differenziert durchführen zu können. Des Weiteren sollten die aktuelle Säurebelastung und die Säurealtlasten im Boden berücksichtigt werden. Die Ergebnisse dieser Auswertung stützen die Kalkungsempfehlungen wie sie im Kalkungsmerkblatt der NW-FVA gegeben werden.



Basensättigung (BS) in verschiedenen Tiefen des Mineralbodens für Flächen die A) mit 3-5 t/ha gekalkt und 2-9 Jahre nach der Kalkung beprobt wurden, B) 2x mit 3-5 t/ha gekalkt wurden und 10-17 Jahre nach der 1. Kalkung beprobt wurden und die C) 2x mit 3-5 t/ha gekalkt wurden und 21-23 Jahre nach der 1. Kalkung beprobt wurden.





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.; Schmidt, W.; Wendland, J.; Weymar, J.
und Eichhorn, J.

mit Beiträgen von:

Forstliches Umweltmonitoring: Eichhorn, J.; König, N.

FutMon: Eichhorn, J.; Albrecht, M.; Mölder, I.

Witterung: Schwertfeger, O.; Dammann, I.

Klima: Wasserverfügbarkeit und Wachstum von Buche und Fichte:
Fleck, S.; Wagner, M.; Meesenburg, H.

Stoffeinträge: Scheler, B.; Meesenburg, H.

Waldschutz: Bressemer, U.; Habermann, M.; Hurling, R.;
Krüger, F.

Bodenzustandserhebung (BZE II), Bodenzustand: Evers, J.; Paar, U.;
Schmidt, W.

Bodenzustandserhebung (BZE II), Waldernährung: Dammann, I.;
Evers J.

Kalkung: Guckland, A.; Meiwes, K.-J.; Paar, U.; Dammann, I.;
Evers J.

Fotos: Evers, J. (Titelbild); Eichhorn, J.; Evers, J.; Friedhoff, T.;
Heile, H.; Janssen, T.; König, N.; Köppsell, R.; Schmidt, M.;
Schmidt, W.; Ullrich, T.; Wendland, J.; Weymar, J.; Abt. Waldschutz

Graphik und Layout: Paar, E.; Guckland, A.; Evers, J.; Weymar, J.

Herstellung:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Druck:

Printec Offset Kassel

Der Waldzustandsbericht 2010 ist abrufbar unter
www.nw-fva.de und
www.ml.niedersachsen.de >=> Themenbereich Wald, Holz
und Jagd

Hauptverantwortliche für die Waldzustandserhebung 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



Jörg Weymar
Außenaufnahmen und Kontrollen



Jürgen Wendland
Außenaufnahmen und Kontrollen



Wolfgang Schmidt
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. Missbräuchlich 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 Parteinahme 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.