Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung

Waldzustandsbericht 2011

NW-FVA
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

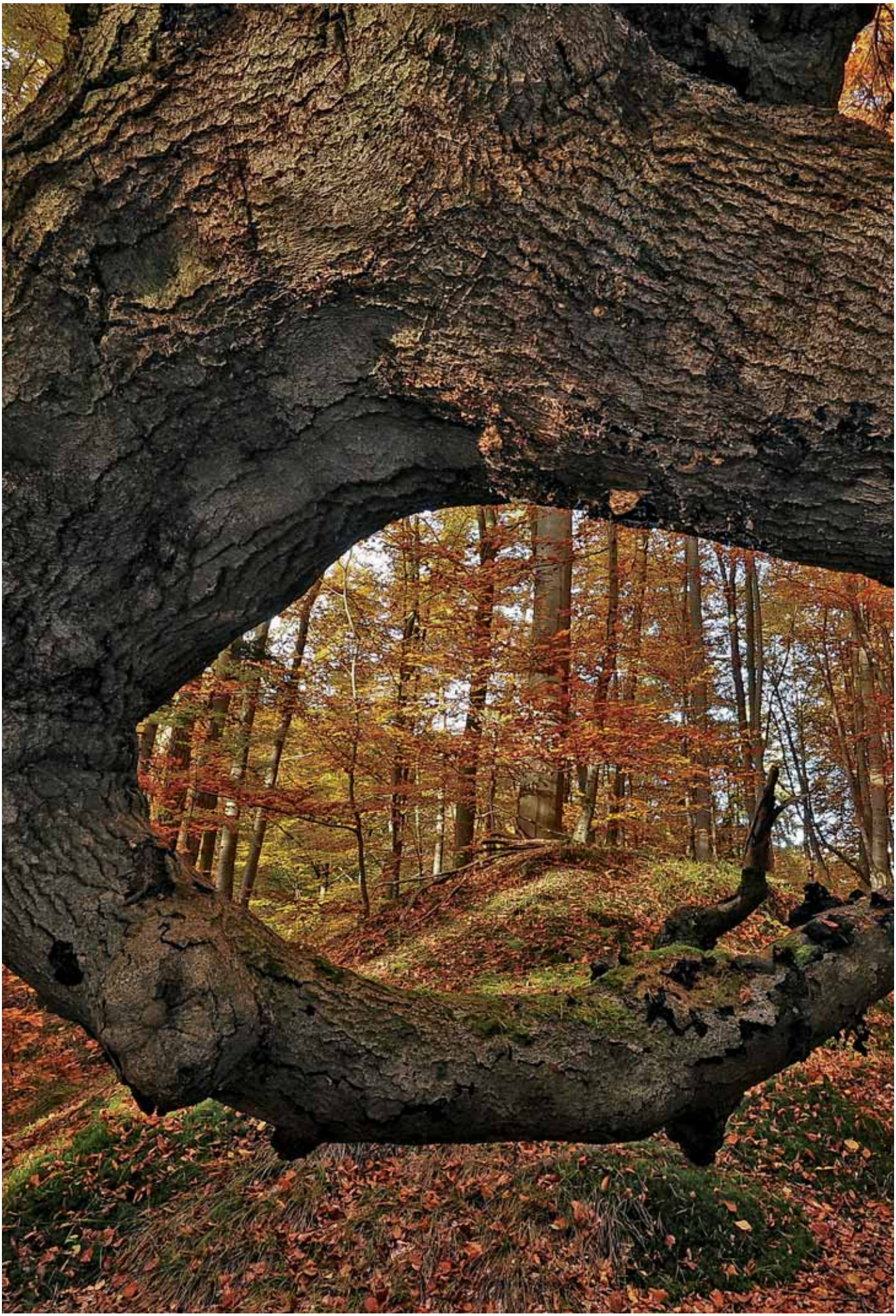
ich freue mich über Ihr Interesse am Zustand des niedersächsischen Waldes. In dieser Broschüre können Sie sich ausgiebig und aktuell über die Ergebnisse der diesjährigen Untersuchungen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) in Göttingen informieren. Die NW-FVA ist ein starker und praxisnah ausgerichteter Wissenschaftsverbund von Niedersachsen und drei benachbarten Partnerländern.

In diesem Jahr begehen wir in Deutschland und in aller Welt das „Internationale Jahr der Wälder 2011" der Vereinten Nationen. Anliegen der zahlreichen Aktionen ist es, den Wald als faszinierenden Naturraum und als wichtigen Wirtschaftszweig wieder stärker in das Bewusstsein der Bevölkerung zu rücken. Denn ohne ihn und ohne den Roh- und Werkstoff Holz hätte die menschliche Entwicklung einen weniger erfolgreichen Verlauf genommen, wäre unsere Umwelt arm und ihrer Schönheit beraubt. Daher darf uns die Gesundheit des Waldes nicht gleichgültig sein, denn er bedeckt nahezu ein Viertel Niedersachsens.

Seit über 25 Jahren beobachten wir den Zustand unserer Wälder und Baumarten, messen klimatische Veränderungen, unerwünschte Stoffeinträge und erfassen den Bodenzustand. Darüber hinaus beteiligt sich Niedersachsen an nationalen und europaweiten Wald-Umweltmonitoring-Projekten. Im Sommer 2011 wurde es erforderlich, bedrohliche Massenvermehrungen schädlicher Eichenschmetterlingsarten und Kieferngroßschädlinge abzuwehren.

Die langjährigen Klima-Zeitreihen geben uns wertvolle Hinweise dafür, wie wir unsere Wälder ökologisch verbessern, stabilisieren und fit für den Klimawandel machen können. Denn wir und unsere Nachkommen brauchen vielseitige, leistungsfähige und gesunde Waldbestände – unser Kulturerbe.

Gert Lindemann
Niedersächsischer Minister
für Ernährung, Landwirtschaft,
Verbraucherschutz und Landesentwicklung



Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Niedersachsen lag in den letzten 14 Jahren zwischen 13 % und 16 %. Der diesjährige Wert liegt mit 17 % etwas höher.
Die Baumarten reagieren unterschiedlich auf die verschiedenen Einflussfaktoren. Die ältere Kiefer hat im Beobachtungszeitraum ein relativ geringes Kronenverlichtungsniveau beibehalten. Auch 2011 setzt sich diese Tendenz fort, die mittlere Kronenverlichtung liegt wie im Vorjahr bei 14 %. 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 festgestellt. Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 30 % wird in diesem Jahr ein vergleichsweise hoher Wert erreicht.
Während für Kiefer und Fichte seit Beginn der Erhebungen 1984 im Niveau der Kronenverlichtungen nur wenig Veränderungen zu beobachten sind, ist bei den Laubbaumarten Buche und Eiche eine Verschlechterung im Zeitverlauf eingetreten. Die Kronenverlichtungswerte liegen für beide Laubbaumarten derzeit etwa doppelt so hoch wie zu Beginn der Zeitreihe. Bei der älteren Buche wird 2011 mit einer Kronenverlichtung von 33 % der bislang höchste Wert in der Zeitreihe ermittelt. Diese Entwicklung steht in Zusammenhang mit der intensivsten Fruchtbildung seit Beginn des Beobachtungszeitraums.
Die ältere Eiche ist derzeit mit einer mittleren Kronenverlichtung von 34 % die am stärksten verlichtete Baumart in Niedersachsen. Fraßschäden durch die Eichenfraßgesellschaft haben sich wie im Vorjahr insgesamt negativ auf den Kronenzustand der Eiche ausgewirkt.
Im Jahr 2011 liegen die Verlichtungswerte der anderen Laub- und Nadelbäume (alle Alter) bei 11 %.
Der Anteil starker Schäden (2011: 1,9 %) und die Absterberate (2011: 0,2 %) liegen über den Mittelwerten der Zeitreihe, aber weiterhin auf einem insgesamt geringen Niveau.

Witterung und Klima

Die Witterung der letzten 12 Monate war durch Extreme gekennzeichnet. Auf einen sehr kalten und sehr schneereichen Dezember 2010 folgte ein sehr warmes, trockenes und sonnenscheinreiches Frühjahr. Der April 2011 gehört zu den wärmsten Aprilmonaten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in Deutschland. Gleichzeitig waren die ersten fünf Monate sehr niederschlagsarm. Im März wurden nur 16 % des durchschnittlichen Niederschlags gemessen.
Seit zwei Jahrzehnten zeigt sich in Niedersachsen die Tendenz zu Temperaturen oberhalb des langjährigen Mittels. Bei den Niederschlägen sind erhebliche Schwankungen für die Zeitreihe (1984-2011) typisch, Tendenzen zeichnen sich nicht ab.

Waldschutz

Seit mehreren Jahren werden Fraßschäden an der Eiche festgestellt, sodass Erholungsphasen fehlen. Dies hat in Kombination mit weiteren Belastungsfaktoren (z. B. Frühjahrstrockenheit) zu Vitalitätseinbußen und lokal zu Absterbeerscheinungen geführt. Die Auswirkungen des trockenen Frühjahrs in diesem Jahr zeigen sich bei der Buche in Stressreaktionen wie Kleinblättrigkeit, Kronenverlichtungen und Absterben von Kronenteilen. Diese Symptome wurden durch eine intensive Fruchtbildung noch verstärkt. Sowohl das Eschentriebsterben als auch in Kieferbeständen das Diplodia-Triebsterben sind inzwischen in Niedersachsen weit verbreitet.

Stoffeintrag

Messungen zum Stoffeintrag in Waldökosysteme werden auf Flächen des intensiven Monitorings durchgeführt. Dabei sind die Einträge von Schwefel und Stickstoff für die Waldökosysteme von besonderer ökologischer Bedeutung, da sie maßgeblich zur Bodenversauerung und zur Nährstoffauswaschung beitragen. Durch erfolgreiche Luftreinhaltemaßnahmen sind die Schwefeleinträge in die Wälder deutlich zurückgegangen, bei den Stickstoffeinträgen wird eine leicht rückläufige Tendenz festgestellt. Dennoch übersteigen die Gesamtsäureeinträge, die 2010 zwischen 2,15 $kmol_c\ ha^{-1}$ (Fichte Solling) und 1,13 $kmol_c\ ha^{-1}$ (Eiche Ehrhorn) liegen, das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte.

Hauptergebnisse

Stoffbilanzen

Die Erhöhung der CO_2-Konzentrationen in der Atmosphäre, die zu Klimaveränderungen beiträgt, sowie steigende Energiepreise haben zu einer verstärkten Nachfrage nach Holz zur Energiegewinnung geführt. Bei diesem Holz handelt es sich überwiegend um schwächere Sortimente, die aufgrund ihres hohen Rindenanteils besonders viele Nährstoffe enthalten. Mit den Ergebnissen von Stoffbilanzen aus dem intensiven Monitoring lässt sich für verschiedene Standorte und Baumarten abschätzen, inwieweit ein erhöhter Nährstoffentzug durch die Holzernte möglich ist, ohne die Grenzen des nachhaltigen Nährstoffhaushaltes zu überschreiten. Für die untersuchten Bestände zeigt sich, dass vor allem auf nährstoffärmeren, ungekalkten Standorten mit einer intensivierten Biomassenutzung die Nährstoffentzüge durch Sickerwasserverluste und Holzernte bei Calcium und Magnesium die Einträge (luftbürtiger Eintrag und Verwitterung) übersteigen.

Kohlenstoff

Wälder sind einerseits durch den Klimawandel erhöhten Belastungen und Risiken ausgesetzt, andererseits sind Wälder ein Teil der Strategie zum Klimaschutz, denn in Wäldern und in langlebigen Holzprodukten wird Kohlenstoff gespeichert und Holz kann z. T. energieaufwendige Materialien (Aluminium, Stahl, Beton etc.) und fossile Energieträger (Öl, Kohle etc.) ersetzen. Die Kohlenstoffstudie Forst und Holz Niedersachsen berechnet die in den Waldbeständen, im Humus und im Boden gespeicherten Kohlenstoffvorräte und die durch die Verwendung von nachhaltig erzeugten einheimischen Holzprodukten erzielte Bindung von Kohlenstoff. Der niedersächsische Wald ist mit Kohlenstoffvorräten im Boden von 82 t ha^{-1} in Laubholzbeständen und 134 t ha^{-1} in Nadelholzbeständen eine wichtige Kohlenstoffsenke, wobei eine naturnahe Bewirtschaftung der Wälder ein besonders günstiges Verhältnis zwischen Kohlenstoffspeicherung im Wald und der Erzeugung von Klima schonenden Holzprodukten erzielt.

Waldernährung

Blatt- und Nadelanalysen belegen Unterschiede in der Nährstoffversorgung der Waldbäume für Calcium, Magnesium und Kalium für unterschiedliche Substratgruppen. Diese Ergebnisse können genutzt werden, um die Planung der Energieholznutzung und die Kalkungsplanung auf standörtlicher Grundlage zu unterstützen.

Trieblängenentwicklung der Buche

Trieblängenmessungen zeigen eine grundsätzlich gute Anpassung der Buche an verschiedene Standorte, erst ab einer klimatischen Wasserbilanz von -325 mm zeigen sich Abnahmen der jährlichen Trieblängen.

Fruktifikation der Buche

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen für die Buche seit Ende der 1980-er Jahre eine gegenüber früheren Jahren häufigere intensive Fruchtbildung mit einem rechnerischen Abstand von 2,3 Jahren zwischen zwei Masten. Ein Vergleich mit Literaturangaben und Streufallmessungen des intensiven Monitorings belegen die Tendenz zu kürzeren Abständen der Fruktifikation.

Forstliches Umweltmonitoring

Die Erhebung des Waldzustands hat zur Aufgabe, den Ministerien und Forstbetrieben Informationen insbesondere zu Gesundheit und Vitalität sowie zur Erfüllung von Schutzfunktionen der Wälder zur Verfügung zu stellen. Im Mittelpunkt steht die Wirkung von Umweltveränderungen auf den Wald. Über mehrere Jahrzehnte hat die weiträumige Nutzung fossiler Energie zu Säure im Regen geführt, bedingen fossile Energie und intensive Landwirtschaft hohe Stickstoffeinträge in Wälder und nicht zuletzt trägt menschlich emittiertes Kohlendioxid zur Veränderung des Klimas bei. Welche Ziele und Möglichkeiten hat das Waldmanagement in der Steuerung der nachhaltigen und multifunktionalen Entwicklung der Wälder? Welche Leistungen und Risiken sind bei Bewirtschaftungsalternativen zu erwarten? Mit den Informationen werden Beiträge zur Entscheidungsfindung in Forstbetrieben geleistet.

Um welche Themen geht es vor allem?

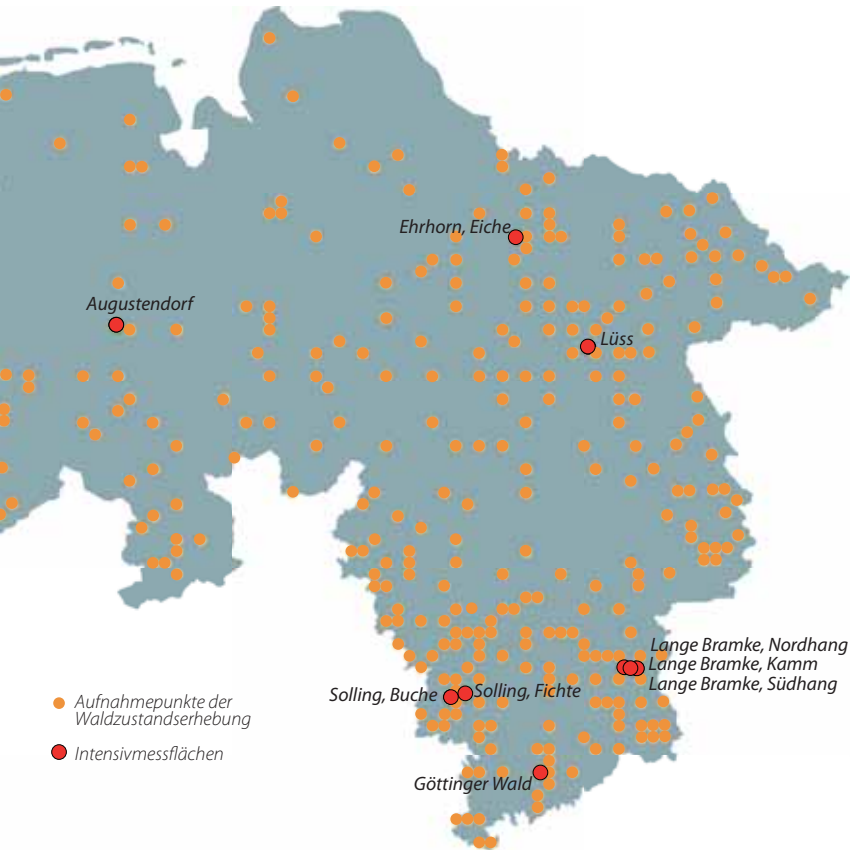
- Wie wirken sich Umweltveränderungen auf den Boden aus, wie entwickeln sich die Bedingungen des Wasserhaushalts, der Nähr- und Schadstoffe im Boden, wie schnell treten mögliche Veränderungen ein?
- Eng verbunden damit ist das Nährstoffmanagement der Wälder. Wo bestehen Engpässe in der Nährstoffverfügbarkeit? In welchem Umfang kann unter Berücksichtigung des Nährstoffhaushaltes zusätzliche Biomasse aus dem Wald genutzt werden? Wann und wo ist eine Fortführung der Bodenschutzkalkung erforderlich?
- Wie reagieren Bäume etwa auf extreme Klimaereignisse wie Stürme oder Dürre oder auch auf eine schleichende Veränderung des Wasserhaushalts? Welche Grenz- und Schwellenwerte können für die Baumarten definiert werden? Welche Risiken können auf welchen Standorten entstehen?

Neben der betrieblichen Fragestellung dienen Erhebungen des Forstlichen Umweltmonitorings den Aufgaben der Daseinsvorsorge im Wald. Diese 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, Sachsen-Anhalt und seit 2011 auch in Schleswig-Holstein ein Netz von Beobachtungsflächen:

- Die ältesten Flächen des Intensiven Monitorings bestehen seit Ende der 1960-er Jahre. Auf den Flächen werden Daten zu ökologisch relevanten Prozessen erhoben.
- Ergänzt werden die intensiven Untersuchungen durch ein Netz von Übersichtserhebungen, die jährlich aktuelle Ergebnisse mit Landesbezug ermöglichen.
- Für manche Fragestellungen wie etwa die Bodenschutzkalkung liegen zudem experimentelle Ansätze unter Waldbedingungen vor.

Forstliches Umweltmonitoring



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, von denen in diesem Jahr 301 Erhebungspunkte einbezogen werden konnten. 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 Probebäumen 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.

Alle Baumarten

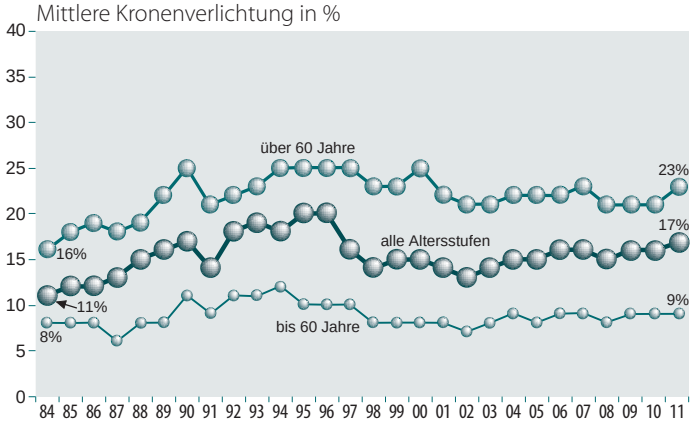
Mittlere Kronenverlichtung

Die Waldzustandserhebung 2011 weist als Gesamtergebnis für die Waldbäume in Niedersachsen (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 17 % aus. Nach einer 14-jährigen Phase mit Werten zwischen 13 % und 16 % sind die Verlichtungswerte in diesem Jahr leicht erhöht.
Der weitgehend stabile Verlauf der mittleren Kronenverlichtung für den Gesamtwald wird ganz wesentlich durch die Kiefer geprägt, die als häufigste Baumart in Niedersachsen maßgeblich das Gesamtergebnis mit relativ konstanten niedrigen Verlichtungswerten beeinflusst. Eine bedeutsame Einflussgröße auf das Gesamtergebnis ist auch die Altersstruktur der Waldbestände, denn in den jüngeren Beständen sind Schadsymptome sehr viel weniger verbreitet als in den älteren über 60-jährigen Waldbeständen. In Niedersachsen entfallen etwa 40 % der Stichprobenbäume der Waldzustandserhebung auf die jüngere Altersstufe.

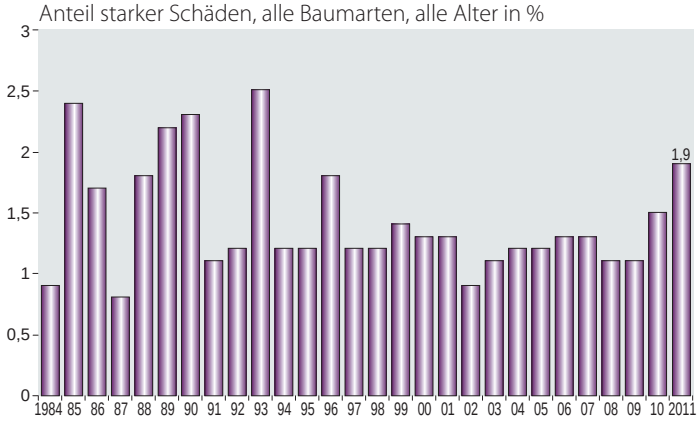
Anteil starker Schäden

In den Erhebungsjahren 1984 bis 1996 waren bei den starken Schäden mehrmals überdurchschnittliche Werte festgestellt worden, anschließend lag der Anteil starker Schäden bis 2009 konstant bei etwa 1 % der Waldfläche und damit insgesamt auf einem geringen Niveau. Im Jahr 2011 liegt der Anteil starker Schäden mit 1,9 % über dem Mittelwert der Zeitreihe (1,4 %). Zugenommen haben die starken Schäden insbesondere bei der älteren Buche (4,5 %) und der älteren Eiche (5,4 %).
In den jüngeren Beständen sind in diesem Jahr 1 % der Bestände stark geschädigt, in den älteren Beständen wurden 2,7 % 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 Jahr 1985 durchgehend niedrige Werte (1 %) ermittelt worden.

Mittlere Kronenverlichtung in %



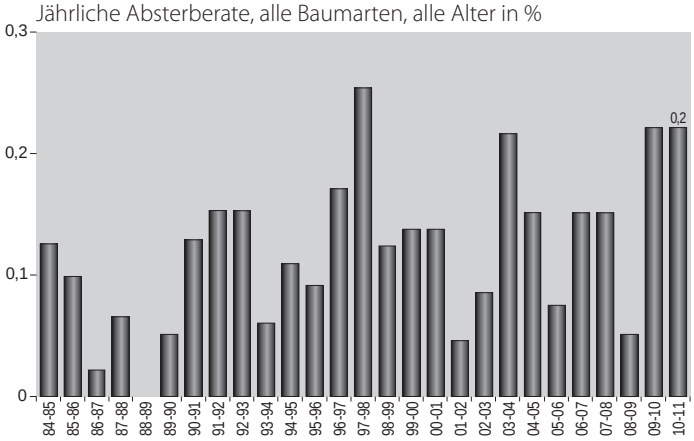
Anteil starker Schäden, alle Baumarten, alle Alter in %



Absterberate

Im Mittel der Beobachtungsjahre 1984-2011 ergibt sich mit 0,1 % eine sehr geringe Absterberate. Die Absterberate (alle Baumarten, alle Alter) liegt 2010/2011 bei 0,2 %. Bei der diesjährigen Waldzustandserhebung waren die Absterberaten von der Kiefer (0,3 %) und den anderen Laubbäumen (0,8 %) gegenüber dem langjährigen Durchschnitt leicht erhöht.
Die jährliche Absterberate ist ein wichtiger Indikator für Vitalitätsrisiken des Waldes. Dies gilt besonders vor dem Hintergrund prognostizierter Klimaänderungen.

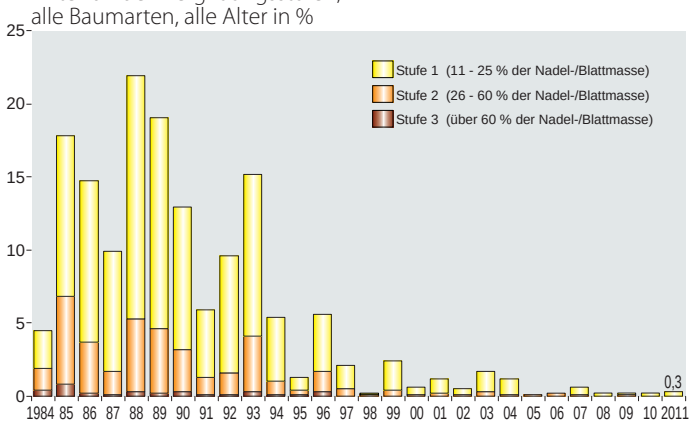
Jährliche Absterberate, alle Baumarten, alle Alter in %



Vergilbungen

Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind häufig ein Indiz für Magnesiummangel in der Nährstoffversorgung der Waldbäume. Bis Mitte der 1990-er Jahre waren Vergilbungen häufig beobachtet worden, seither ist die Vergilbungsrate merklich zurückgegangen. Im Jahr 2011 wurde dieses Merkmal nur vereinzelt festgestellt. Mit einer Vergilbungsrate von 0,3 % 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.

Anteil an den Vergilbungsstufen, alle Baumarten, alle Alter in %



Kiefer

Ältere Kiefer

Die Kiefer ist unter den Hauptbaumarten die Baumart mit den niedrigsten Kronenverlichtungswerten. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer zeigt seit einigen Jahren rückläufige Werte und liegt 2011 wie im Vorjahr bei 14 %.
Im Zeitraum 1993-2001 wurden leicht erhöhte Werte festgestellt.

Jüngere Kiefer

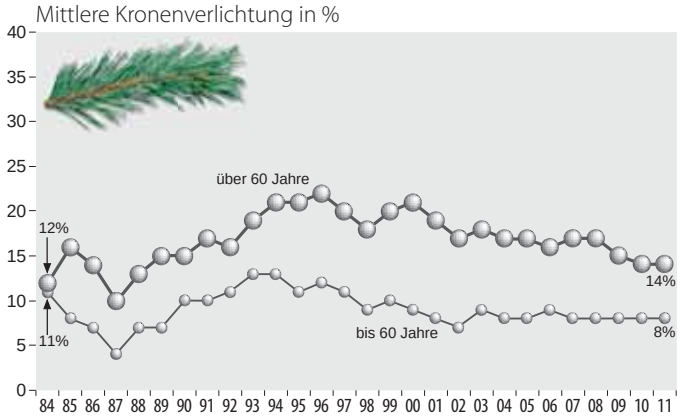
Im Gegensatz zu Buche, Fichte und Eiche sind bei der Kiefer die Unterschiede im Kronenverlichtungsgrad zwischen den Altersgruppen sehr viel weniger ausgeprägt. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefer liegt seit einigen Jahren bei 8 %. Die Entwicklung jüngerer und älterer Kiefern verläuft weitgehend 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 Jahr 2011 ist zum ersten Mal seit 1985 ein leicht erhöhter Wert (1,3 %) verzeichnet worden. Im Erhebungszeitraum treten nur geringe Schwankungen auf.

Absterberate

Die Absterberate der Kiefer schwankt im Erhebungszeitraum zwischen 0 und 0,3 %. Im Jahr 2011 beträgt die Absterberate 0,3 % und überschreitet damit das Mittel der Zeitreihe (0,1 %).



Fichte

Ältere Fichte

Im gesamten Beobachtungszeitraum werden für die ältere Fichte anhaltend hohe Kronenverlichtungswerte zwischen 24 % und 30 % festgestellt. Im Jahr 2011 ist die mittlere Kronenverlichtung erstmals seit 1995 wieder auf 30 % angestiegen.

Jüngere Fichte

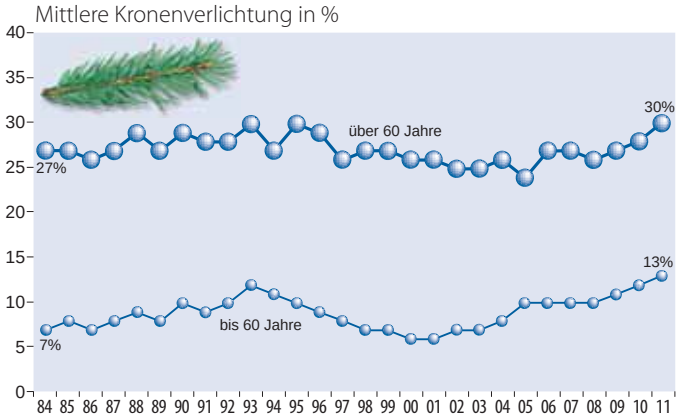
Für die Fichte ist ein deutlicher Alterstrend festzustellen. Die jüngeren Fichten liegen mit einer mittleren Kronenverlichtung von 13 % weit unter den Werten der älteren Fichten. Für die jüngere Fichte ist dies allerdings der höchste Wert in der Zeitreihe.

Starke Schäden

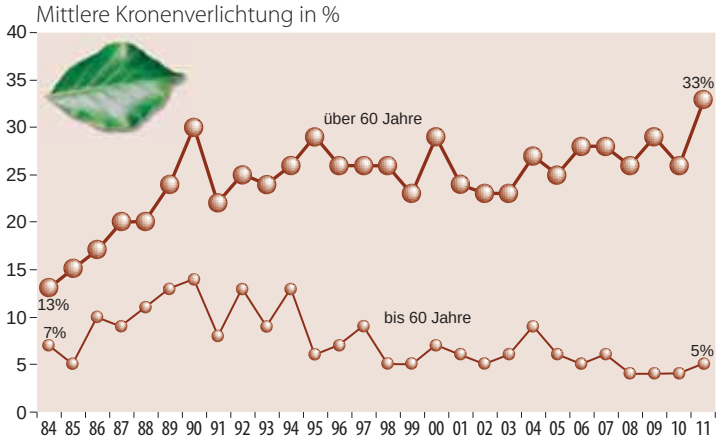
Für die Fichte ergibt sich im Mittel aller Erhebungsjahre ein durchschnittlicher Anteil an starken Schäden von 2,5 %. Im Vergleich zu den anderen Baumarten ist dies ein überdurchschnittlicher Wert (Mittelwert 1984-2011 für alle Baumarten: 1,4 %). Bei den älteren Fichten liegt der Anteil starker Schäden mit durchschnittlich 6 % doppelt so hoch wie der Durchschnittswert aller Baumarten in dieser Altersgruppe.

Absterberate

Die Absterberate der Fichte liegt im Mittel der Jahre 1984-2011 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 2011 war die Absterberate niedrig (0,1 %).



Buche



Ältere Buche

Für die ältere Buche wird in diesem Jahr mit einer mittleren Kronenverlichtung von 33 % der höchste Kronenverlichtungsgrad in der Zeitreihe festgestellt. In den 1980-er Jahren war die Belaubungsdichte der Buchen vergleichsweise günstig, anschließend stiegen die Kronenverlichtungswerte sprunghaft an. Seit 1989 liegen die Verlichtungswerte der älteren Buche relativ hoch und es treten erhebliche Schwankungen von Jahr zu Jahr auf. Eine Ursache für die zunehmende Variabilität der Verlichtungswerte ist die Intensität der Fruchtbildung. Bei der diesjährigen Erhebung war der Anteil an Buchen mit Fruchtbildung besonders hoch: lediglich bei 2 % der älteren Buchen wurde keine Fruchtbildung festgestellt, an 8 % wurde eine geringe Fruchtbildung beobachtet, 80 % der älteren Buchen zeigten mittlere und 9 % starke Fruchtbildung. Dies ist der höchste Anteil an mittlerer und starker Fruchtbildung (89 %) der Buche in der Beobachtungszeitreihe. Der seit Ende der 1980-er Jahre beobachtete Trend zu häufiger und intensiverer Fruchtbildung dauert weiter an (s. auch Seite 30/31).

Jüngere Buche

Bei der Buche sind die Unterschiede in der Belaubungsdichte zwischen jüngeren und älteren Beständen besonders stark ausgeprägt. Die jüngeren Buchen weisen seit 1995 ein geringes Kronenverlichtungsniveau auf. Dieser Trend setzte sich 2011 mit einer mittleren Kronenverlichtung von 5 % weiter fort. 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

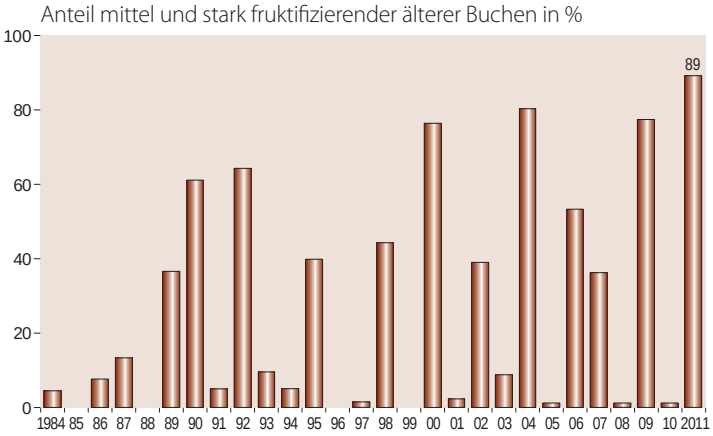
Wie beim Verlauf der mittleren Kronenverlichtung treten auch beim Anteil starker Schäden bei der älteren Buche im Beobachtungszeitraum Schwankungen (zwischen 1 % und 6 %) auf. Der Anteil starker Schäden liegt bei der älteren Buche in diesem Jahr mit 4,5 % über dem Durchschnittswert (3 %). Bei den jüngeren Buchen wurden in den letzten Jahren 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 1984-2011 liegt die Absterberate der Buche bei 0,04 %. Im Jahr 2011 ist keine Buche im Stichprobenkollektiv abgestorben.

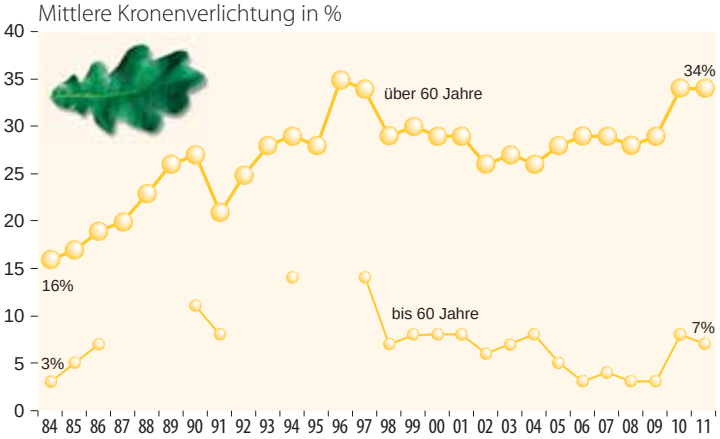
Austriebsschäden und Trockenäste an Buche

Das gesamte Frühjahr 2011 war von extremer Trockenheit gekennzeichnet. Vom 1. März bis etwa Mitte Mai fielen im Zuständigkeitsgebiet der NW-FVA im Vergleich zum langjährigen Mittel (1961-1990) im Durchschnitt etwa 30 % des üblichen Niederschlags. Das aufgelaufene Niederschlagsdefizit konnte bis Mai nicht ausgeglichen werden. Diese warme Frühjahrswitterung sorgte für eine sehr frühe Austriebs- und Pflanzenentwicklung (verglichen mit einem Durchschnittsjahr: 10-14 Tage früher). Ab Anfang Mai vereinzelt bis Juni kam es örtlich zu stärkeren Spätfrösten mit Austriebsschädigungen (Verbraunung der Blätter) an Kulturpflanzen aber auch bis in größere Baumhöhen. In sonnenexponierten Lagen und im Freistand trat an Altbuchen die Vitalitätsschwäche mit Kleinblättrigkeit, Kronenverlichtungen und dem „Heruntertrocknen" der Kronen mit Totästen in der Kronenperipherie auf. Verstärkt wurden diese Symptome örtlich durch Buchenspringrüsslerbefall (*Rhynchaenus fagi*) und dem Auftreten der Buchenblatt-Baumlaus *(Phyllaphis fagi*).
Diese Faktoren beeinflussten neben dem starken Fruchtbehang das Erscheinungsbild der Buche.



Eiche

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

Ältere Eiche

Die Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung der älteren Eiche weist zu Beginn relativ günstige Verlichtungswerte aus, es folgt ein rascher Anstieg der Verlichtung mit besonders hohen Kronenverlichtungswerten in den Jahren 1996/1997. Anschließend gingen die Schadwerte zurück mit mittleren Kronenverlichtungswerten zwischen 26 % und 30 %. In den Jahren 2010 und 2011 werden erneut hohe Verlichtungswerte erreicht: Mit 34 % ist die Eiche die am stärksten verlichtete Baumart in Niedersachsen.

Die Entwicklung des Kronenzustandes der Eiche wird stark durch Insekten- und Pilzbefall beeinflusst. Die periodische Vermehrung von Insekten 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 befressen.

Im Jahr 2010 wurden Belaubungsdefizite durch mittlere oder starke Fraßschäden an 16 % der älteren Eichen registriert. Zusätzlich hat nachfolgender Mehltaubefall zu einer Verschlechterung der Belaubungsdichte der Eiche beigetragen. Im Jahr 2011 zeigen 25 % der älteren Eichen mittlere und starke Fraßschäden. Mehltaubefall war an den Stichprobenbäumen der Waldzustandserhebung allerdings in diesem Jahr nur selten festzustellen.

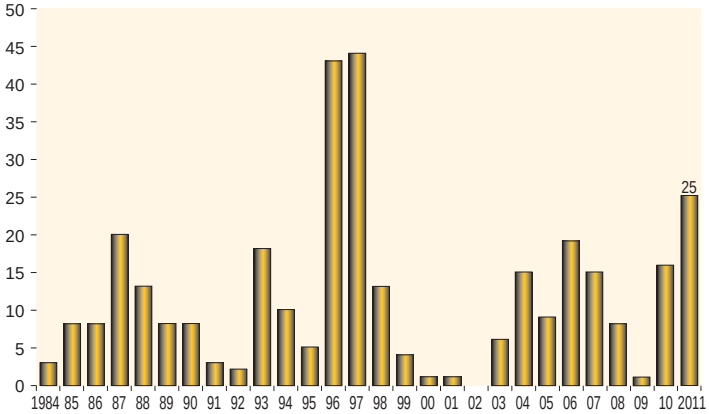
Jüngere Eiche

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 sind die Verlichtungswerte aufgrund von Fraßschäden (8 % mittlere und starke Fraßschäden) leicht erhöht.

Starke Schäden

Eine Phase mit erhöhten Anteilen starker Schäden an den älteren Eichen ist im Zeitraum 1996 bis 1999 in Verbindung mit intensiven Insektenfraß (1996/1997) zu verzeichnen. Seit 2010 ist ein erneuter Anstieg der starken Schäden zu beobachten,

Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in % *



* 1984-2005: Einstufung in 4 Stufen, ab 2006: Einstufung in 5 %-Stufen, Fraßschäden >=15 % zählen zu den mittleren und starken Fraßschäden

5 % der älteren Eichen sind 2011 als stark geschädigt eingestuft worden. Bei den jüngeren Eichen sind in den letzten Jahren keine starken Schäden aufgetreten.

Absterberate

Die Absterberate der Eiche liegt im Mittel der Jahre 1984-2011 bei 0,2 %, also doppelt so hoch wie der Mittelwert für alle Baumarten zusammen. Überdurchschnittliche Absterberaten wurden jeweils im Anschluss an starken Insektenfraß ermittelt, am höchsten war die Absterberate 1998 (0,9 %). Im Jahr 2011 zeigen sich noch keine Auswirkungen der Fraßschäden, die Absterberate ist niedrig (0,1 %).

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 in diesem Jahr 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 2011 beträgt die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) 11 %.

Die Gruppe der anderen Nadelbäume setzt sich vorwiegend aus Lärche und Douglasie zusammen. Die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) liegt in diesem Jahr ebenfalls bei 11 %.

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 2011 ist die Absterberate mit 0,8 % überdurchschnittlich hoch.
Bei den anderen Nadelbäumen war 2011 in der Stichprobe der Waldzustandserhebung kein Baum dieser Gruppe frisch abgestorben. Der Mittelwert der Absterberate liegt hier bei 0,1 %.

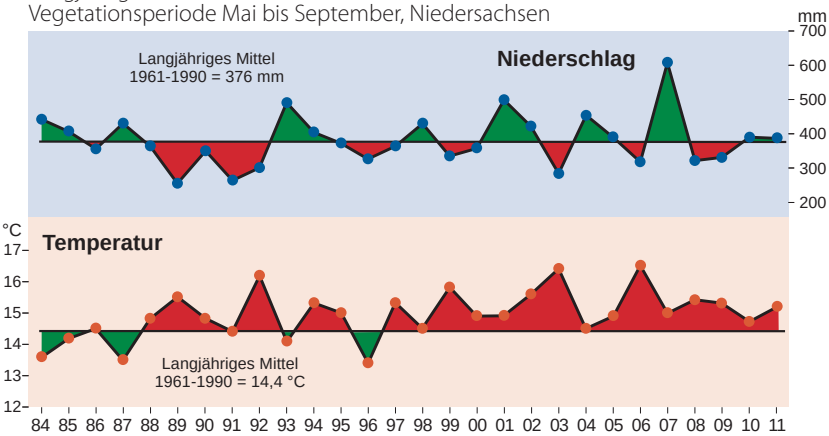
Witterung und Klima

Der Witterungsverlauf für Niedersachsen wird anhand von Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) beschrieben. Die Höhe der Niederschläge und ihre Verteilung über das Jahr sowie die Temperaturdynamik sind wichtige Einflussgrößen auf die Vitalitätsentwicklung der Waldbäume. Dabei spielen sowohl der langjährige Witterungsverlauf als auch die Werte des vergangenen Jahres eine Rolle. Dargestellt werden jeweils die Abweichungen vom Mittel der Jahre 1961-1990 für ausgewählte Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes in Niedersachsen.

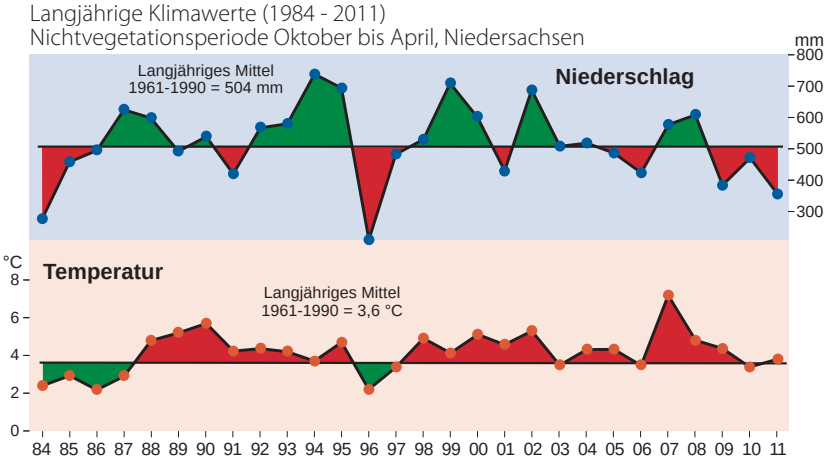
Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Die Messdaten für den Zeitraum 1984 bis 2011 zeigen seit 1988 eine gegenüber der Referenzperiode (1961-1990) erhöhte Temperatur. In der Vegetationszeit (Mai bis September) wurde in 22 von 24 Jahren der Durchschnittswert überschritten, in der Nichtvegetationszeit (Oktober bis April) war dies in 19 von 24 Jahren der Fall. 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 Nichtvegetationszeit 2006/2007 die wärmsten.
Bei den im Zeitraum 1984-2011 gemessenen Niederschlagswerten bestehen zwischen den einzelnen Jahren zum Teil starke Schwankungen. Besonders niederschlagsreich war die Vegetationsperiode 2007 (161 %), besonders trocken war die Nichtvegetationsperiode 1996/1997 (41 %).

Langjährige Klimawerte (1984 - 2011)
Vegetationsperiode Mai bis September, Niedersachsen



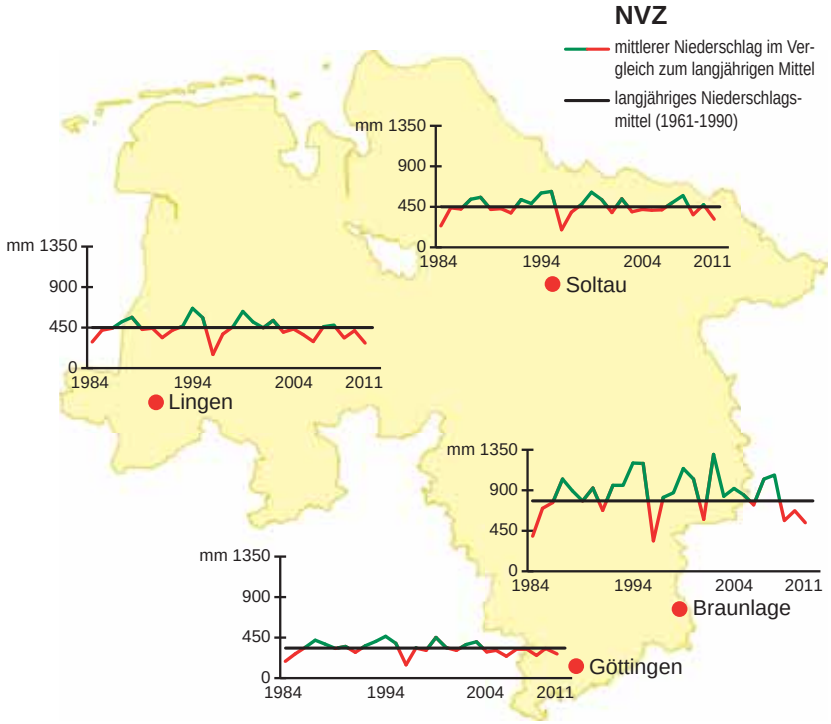
Langjährige Klimawerte (1984 - 2011)
Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Niedersachsen

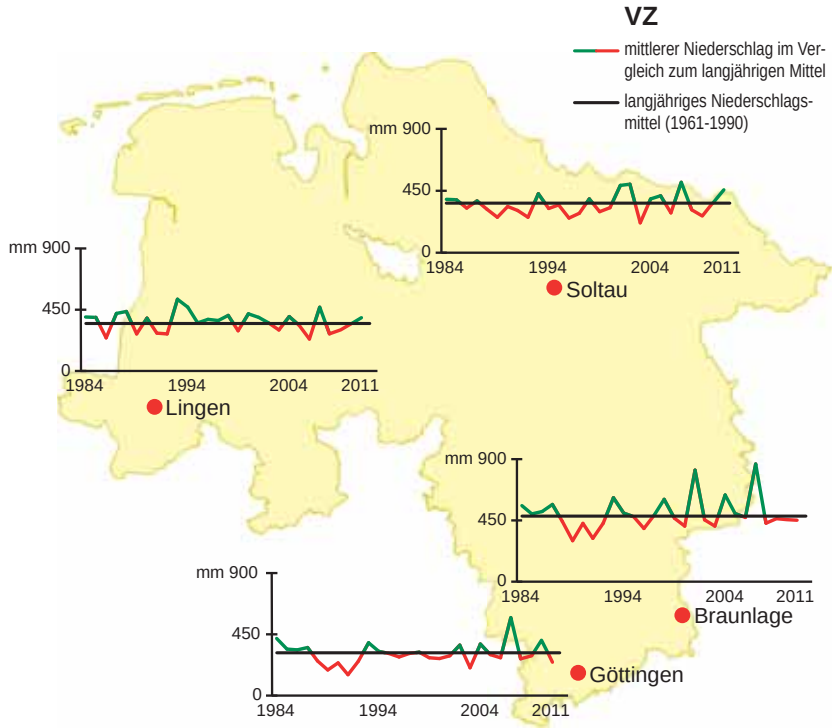


Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

Witterung und Klima

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





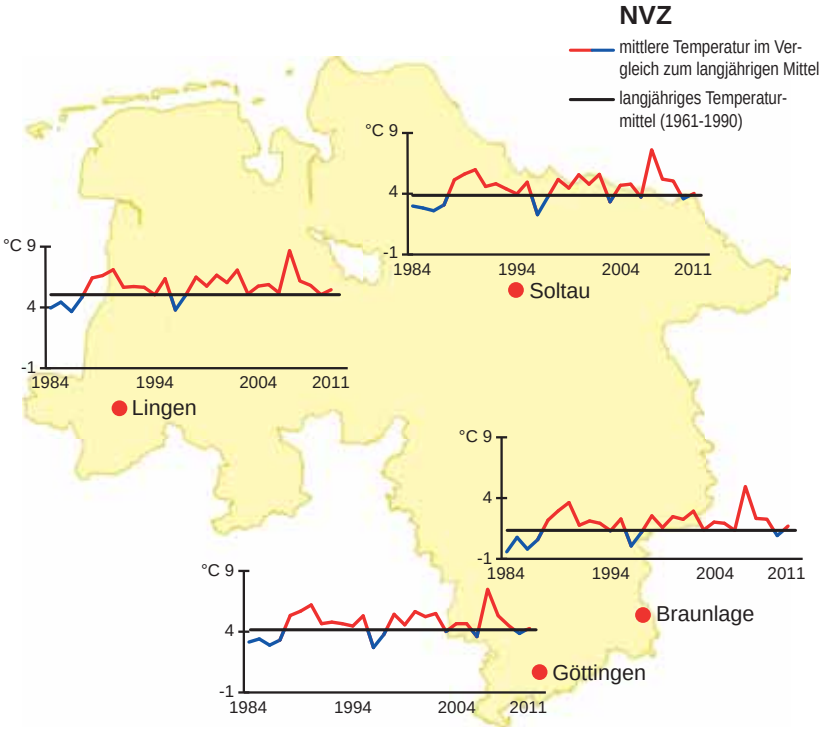
Insgesamt halten sich in den 28 Beobachtungsjahren die Jahre mit überdurchschnittlichen Niederschlägen und die Jahre mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen die Waage. Allerdings war die Niederschlagsmenge in den letzten drei Wintern geringer als im langjährigen Mittel.
Das Witterungsgeschehen der 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.

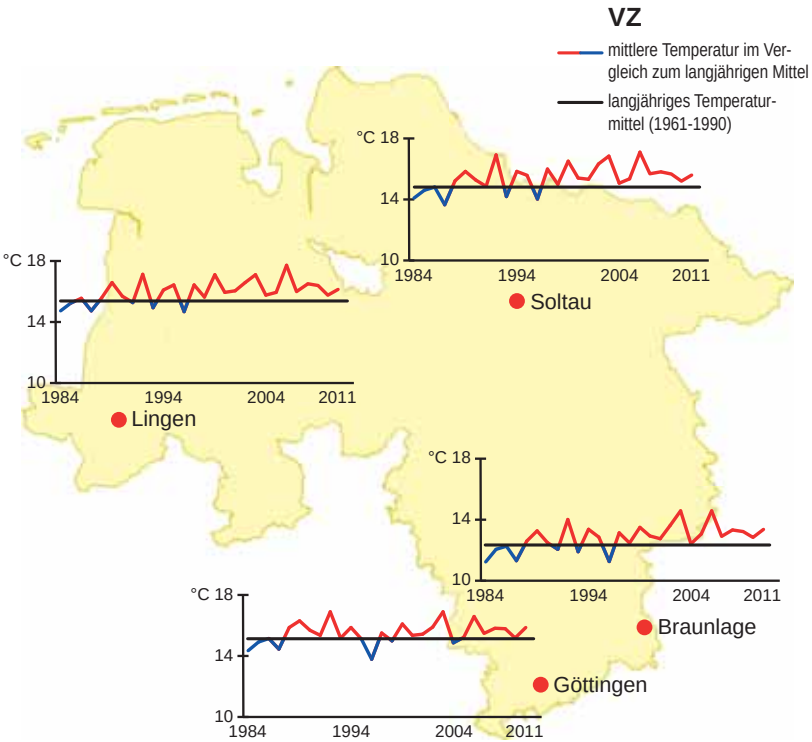
Witterungsverlauf von Oktober 2010 bis September 2011

In der Nichtvegetationszeit 2010/2011 wurde das langjährige Mittel der Temperatur leicht überschritten (+0,2°C). Die Monate Oktober und Dezember waren überdurchschnittlich kalt, besonders kalt war es im Dezember (-5,4 °C unter dem langjährigen Mittel). Die Monate Januar bis April waren überdurchschnittlich warm, besonders warm war es im April (+4,5°C über dem langjährigen Mittel).
Die Niederschlagsmengen erreichten insgesamt nur 68 % des langjährigen Mittelwertes der Jahre 1961-1990. Dabei wurden im November (139 %) überdurchschnittliche Niederschläge gemessen, alle anderen Monate lagen unter den Referenzwerten. Besonders trocken war es im März und im April, in diesen beiden Monaten fielen nur 16 % bzw. 36 % der durchschnittlichen Niederschläge.

Witterung und Klima

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





Im Sommer 2010 (Mai bis September) entsprachen die Niederschläge insgesamt (102 %) den langjährigen Mittelwerten. Im Mai fielen nur 53 % der durchschnittlichen Niederschläge, der August war mit 168 % sehr niederschlagsreich. Allerdings waren die Niederschläge nicht gleichmäßig über Niedersachsen verteilt, zum Beispiel wurden im August in Göttingen 112 % der durchschnittlichen Niederschläge erreicht, während an der Station Lingen 229 % gemessen wurden.

In der Vegetationszeit war es um 0,8 °C wärmer als im Durchschnitt. Nach 6 Monaten mit Temperaturen über dem langjährigen Mittel war der Juli der erste Monat des Jahres, in dem es kälter war (-0,8°C) als in der Referenzperiode. Im August und September war es dann wieder überdurchschnittlich warm.
Wie schon in den vorangegangenen Jahren waren auch in der Periode Oktober 2010 bis September 2011 einige Extreme im Witterungsverlauf zu beobachten: Der Dezember 2010 war sehr kalt und schneereich. In Deutschland war es der kälteste Dezember seit 1969 und an einigen Messstationen wurden Rekordschneehöhen gemessen. In der ersten Jahreshälfte 2011 war es dann überdurchschnittlich warm, trocken und sonnenscheinreich. Der April 2011 war nach dem April 2009 der zweitwärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.
Die Waldbestände sind mit einem Niederschlagsdefizit aus dem Winter in ein sehr trockenes und überdurchschnittlich warmes und sonnenscheinreiches Frühjahr gestartet. Mit der warmen Frühjahrswitterung kam es zu einem frühen Austrieb der Waldbäume. Spätfröste Anfang Mai führten örtlich zu Frostschäden an Trieben und Blättern.

Insekten und Pilze

Borkenkäfer

Der Befall durch Borkenkäfer blieb 2011 auf einem niedrigen Niveau. Zwar wurden durch ein extrem warmes und trockenes Frühjahr die Bruten von Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*), Buchdrucker (*Ips typographus*), Waldgärtner (*Tomicus spec.*) und anderen Käfern frühzeitig, meist etwa 10-14 Tage vor dem üblichen Schwärmbeginn angelegt, doch gingen bis Anfang September nur wenige Befallsmeldungen ein. Lokale Buchdruckerprobleme standen in der Regel mit verzögerter Aufarbeitung bzw. Abfuhr in Verbindung.

Eichenschäden

Die Vitalität der Eiche wurde 2011 in Niedersachsen durch verschiedene Faktoren beeinflusst: Fraß durch den Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea prozessionea*) und die Eichenfraßgesellschaft, v. a. Frostspanner (*Erannis defoliaria und Operophthera brumata*), örtlich verstärkt durch Wickler- (*Tortrix viridana* u.a.) und Eulenarten (*Orthosia sp.* u. a.). Nachfolgender Befall durch Mehltau (*Microsphaera alphitoides*) vermindert die Einlagerung von Nährstoffvorräten.
Als Folge dieser, zum Teil bereits drei und mehr Jahre andauernden Belastung, sind die Reserven vieler Eichen aufgebraucht und es kommt lokal zu Absterbeerscheinungen.
Meist folgt dieses Absterben dem bekannten Muster: Aufbrauchen der Nährstoffreserven — Befall durch Eichenprachtkäfer — Absterben der Krone, teilweise zunächst einseitig, später ganz, begleitet von immer geringer werdendem Laubaustrieb, oft auch Verlust des Feinreisigs infolge von Wasserversorgungsstress.

Es kommt aber auch zum Absterben ohne Prachtkäferbefall, bei (vom Boden aus betrachtet) vollständiger Feinreisigausstattung der Krone. Dieses Absterben ist vermutlich auf eine völlige Entkräftung durch den mehrjährigen Fraß und Mehltaubefall zurückzuführen.
Einziger bislang bekannter Ansatzpunkt, diese Entwicklung zu unterbinden, ist die Verhinderung des wiederholten Fraßes durch Insektizideinsatz. Vor allem der Eichenprozessionsspinner, aber auch die Eichenfraßgesellschaft wurden 2011 in Niedersachsen auf ca. 290 ha von Luftfahrzeugen aus bekämpft.

Insekten und Pilze

Kieferngroßschädlinge und Nonne

In der Lüneburger Heide (Bereich Sellhorn, Hanstedt, Wehlen) kam es im Frühjahr auf ca. 900 ha zu einem starken Fraß durch die Rotgelbe Kiefernbuschhornblattwespe (*Neodiprion sertifer*). Da die Mainadeln davon nicht betroffen sind und kein anderes Insekt in besorgniserregender Dichte gleichzeitig auftrat, war keine Bekämpfung notwendig.
Inwiefern dieser Fraß die Pathogenität des in einem Teil der Bäume nachweislich endophytisch vorhandenen Erregers des Diplodia-Triebsterbens der Kiefer (*Sphaeropsis sapinea*) beeinflusst und so u. U. doch noch Absterbeerscheinungen auftreten, bleibt abzuwarten.

Eschentriebsterben

Die sich seit den 1990-er Jahren in weiten Teilen Europas verbreitende Erkrankung des Eschentriebsterbens hat sich im gesamten Zuständigkeitsgebiet der NW-FVA mittlerweile etabliert.
Die Entstehung dieser Erkrankung kann durch Artbildungsprozesse innerhalb der bisher als rein saprobiontisch bekannten, heimischen Schlauchpilzart *Hymenoscyphus albidus* (Weißes Stengelbecherchen) erklärt werden. Aus dieser, bisher als harmlos eingestuften und ausschließlich auf vorjähriger Eschen-Blattspindel wachsenden Stengelbecherlingsart hat sich eine neue, Eschen-pathogene Schwesterart entwickelt, die das Eschentriebsterben hervorruft. Eschen aller Altersklassen und auf allen Standorten sind durch die windverbreiteten Erregersporen gefährdet.
In befallenen Jungwüchsen kommt es zur Verbuschung und Bildung starker Rindennekrosen, stark geschädigte Bäume bleiben im Wuchs zurück und sterben ab. Ein hoher Infektionsdruck und vielfache Infektionen im Kronenbereich mit einhergehender Kronenverlichtung und nachfolgenden Sekundärschädlingen (Rindenbrüter, Holzfäulepilze) führen zum Absterben von Altbäumen.

Örtlich konnte im Frühjahr 2011 insbesondere an frei stehenden, weiblich blühenden Eschen mit starkem Fruchtanhang aus 2010 ein verspäteter und nur spärlicher Austrieb beobachtet werden. Letztjährige Samenbüschel waren vielfach noch an den Zweigen vorhanden und teilweise starben Triebspitzen ohne Symptome des Eschentriebsterbens ab. Dieses Phänomen ist von der beschriebenen pilzlichen Erkrankung zu trennen.

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

In Kiefernbeständen tritt seit einigen Jahren das Diplodia-Triebsterben verstärkt auf. Diese Erkrankung wurde auch bereits an Douglasie und anderen Nadelbäumen nachgewiesen. Auffällig ist örtlich der Befall am frischen und dann braun verfärbten Austrieb von Kultur- und Naturverjüngungspflanzen.
Die Erkrankung wird durch den Wärme liebenden Schlauchpilz *Sphaeropsis sapinea* hervorgerufen. Dieser heimische Pilz ist weltweit verbreitet und verursacht vornehmlich in wärmeren oder tropischen bis subtropischen Regionen ein Triebsterben, Wipfeldürre und Rindenschäden hauptsächlich an Kiefernarten. Dieser Pilz kann endophytisch in grünen, bisher befallsfreien Zweigen leben und gilt als Wund- und Schwächeparasit. Rindenverletzungen an Zweigen und Ästen (z. B. durch Hagelschlag oder Insektenfraß) können Eintrittspforten für *S. sapinea* sein. *S. sapinea*-Sporenflug wurde auch in bislang nicht krankhaft befallenen Kiefernbeständen des Nordwestdeutschen Tieflandes nachgewiesen. Wahrscheinlich tragen Klimaveränderungen, Witterungsstress und milde Wintertemperaturen auch zur Krankheitsentstehung und zum Krankheitsausbruch bei. Die schweren aktuellen Schäden in Sachsen-Anhalt, die im Wesentlichen auf die Beteiligung des Diplodia-Triebsterbens im Fraßgebiet der Blattwespe (*Diprion pini*) zurückgeführt werden, zwingen zu einer grundsätzlichen Neubewertung der Fraßtoleranz von Kiefernbeständen. Forschungsergebnisse zum Kieferntriebsterben wurden in AFZ-DerWald Nr. 11 / 2011, S. 28-31 veröffentlicht.

Wurzelschwamm

Sowohl der Gemeine Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum s. str.*) als auch der Fichtenwurzelschwamm (*H. parviporum*) kommen im Norddeutschen Tiefland vor. In den nördlichen Regionen Niedersachsens wird auch weiterhin eine Steigerung des Wurzelschwamm-Befalls an einer Vielzahl von Baumarten (meist Nadelhölzer, aber auch Laubhölzer) beobachtet. Besonders gefährdet sind auch Voranbauten (Douglasie, Buche und Roteiche) in stark durchseuchten Kiefernbeständen.

Stoffeinträge

Wälder filtern mit ihren großen Kronenoberflächen effektiv gas- und partikelförmige Stoffe aus der Luft. Auf Grund dieses Filtereffektes sind Wälder stärker als alle anderen Landnutzungsformen durch anthropogen verursachte Stoffeinträge von Sulfatschwefel und Stickstoff (Nitrat und Ammonium) belastet. Um die Wirkungen dieser erhöhten Stoffeinträge sowie die damit verbundenen Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme zu untersuchen, werden im Solling bereits seit 1969 die Stoffeinträge systematisch erfasst. Derzeit wird der Stoffeintrag in Niedersachsen auf 9 Intensivmessflächen der Hauptbaumarten Fichte (4 Flächen), Buche (3 Flächen), Kiefer (1 Fläche) und Eiche (1 Fläche) erfasst.

Durch Maßnahmen wie Rauchgasentschwefelung bei Großfeuerungsanlagen oder die Einführung von schwefelarmen Kraftstoffen ging die Schwefeldioxidkonzentration der Luft extrem zurück. Hierdurch nahmen die Sulfateinträge in die Wälder deutlich ab. Betrug der Schwefeleintrag im Mittel der Jahre 1981-1985 in den Fichtenbeständen des Harzes zwischen 45,8 und 51,6 kg ha^{-1} und im Solling 74 kg ha^{-1}, lag er 2010 nur noch zwischen 5,4 und 6,8 kg ha^{-1} (Harz) und 8,6 kg ha^{-1} (Solling). In der Buche ging der Schwefeleintrag von 46,1 auf 6,3 kg ha^{-1} (Solling) bzw. von 38,1 auf 4,4 kg ha^{-1} (Göttinger Wald) zurück. Unter der Annahme, dass ohne Maßnahmen zur Luftreinhaltung die Schwefeleinträge fortgesetzt auf dem Niveau der frühen 1980-er Jahre (Mittel der Jahre 1981-85) geblieben wären, wurde durch Umsetzung dieser Maßnahmen seit 1986 in Fichtenwäldern zwischen 712 kg ha^{-1} (Harz, Lange Bramke) und 1116 kg ha^{-1} (Solling) weniger Schwefel eingetragen, in Buchenwälder summiert sich der Mindereintrag auf 610 kg ha^{-1} (Göttinger Wald) und 726 kg ha^{-1} (Solling).

Stickstoff ist der Pflanzennährstoff, der das Wachstum unter natürlichen Umständen am stärksten limitiert, da der Stickstoffgehalt der Ausgangsgesteine der Böden sehr gering ist. Durch anthropogene Stoffeinträge sowohl in gasförmiger als auch in gelöster Form mit dem Niederschlag ist Stickstoff jedoch im Wald zu einem Überflussfaktor geworden. Dies hat gravierende Konsequenzen für den Wald selbst sowie angrenzende Ökosysteme wie Fließ- und Grundgewässer. Zu nennen sind beispielsweise eine Verschiebung des Artengefüges der Wälder, veränderte Spross-Wurzel-Verhältnisse der Bäume mit einem erhöhten Windwurfrisiko, Nährstoffungleichgewichte in den Pflanzen, erhöhte Nitratausträge mit dem Sickerwasser, die mit Austrag von Nährstoffen wie Calcium und Magnesium aus den ohnehin eher nährstoffarmen Waldböden verbunden sind.

Stoffeinträge

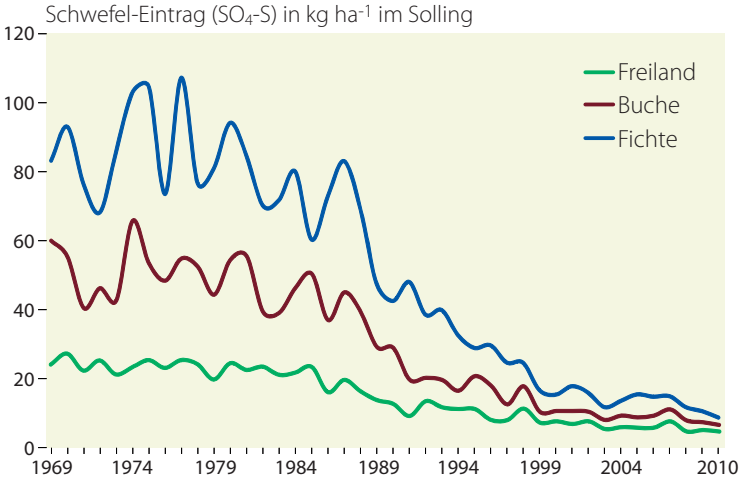
Auf Grund rückläufiger Stickoxid-Emissionen haben die Nitrateinträge sowohl im Freiland als auch in der Gesamtdepositon unter Buche, Fichte, Eiche und Kiefer signifikant abgenommen. Der Ammoniumeintrag ist im Freiland und in der Gesamtdeposition der untersuchten Bestände ebenfalls signifikant rückläufig. 2010 betrug der Nitrateintrag in den untersuchten Fichtenbeständen zwischen 7,3 kg ha^{-1} (Lange Bramke Nordhang) und 10,5 kg ha^{-1} (Solling), in den Buchenbeständen zwischen 5,7 kg ha^{-1} (Lüss) und 7,9 kg ha^{-1} (Göttinger Wald), unter Eiche 5,3 kg ha^{-1} (Ehrhorn) und unter Kiefer 8,2 kg ha^{-1} (Augustendorf). Im Freiland lag der Nitrateintrag zwischen 3,6 kg ha^{-1} (Augustendorf) und 5,6 kg ha^{-1} (Lange Bramke, Solling). Der Ammoniumeintrag betrug unter Fichte zwischen 9,3 kg ha^{-1} (Lange Bramke Nordhang) und 14,3 kg ha^{-1} (Solling), unter Buche zwischen 6,0 kg ha^{-1} (Göttinger Wald) und 9,1 kg ha^{-1} (Solling) und unter Eiche 7,7 kg ha^{-1}. Die mit Abstand höchsten Ammoniumeinträge wurden im Nordwestdeutschen Tiefland (Augustendorf) mit 18,3 kg ha^{-1} unter Kiefer gemessen. Im Freiland betrug der Ammoniumeintrag zwischen 3,3 kg ha^{-1} (Göttinger Wald) und 7,4 kg ha^{-1} (Augustendorf). Hier zeigt sich die hohe Belastung des durch Intensivlandwirtschaft geprägten Nordwestdeutschen Tieflandes durch Ammoniumeinträge.

Mit Einträgen von anorganischem Stickstoff zwischen 13 kg ha^{-1} (Eiche Ehrhorn, Buche Lüss), und 26,5 kg ha^{-1} unter Kiefer (Augustendorf) wird nach wie vor erheblich mehr anorganischer Stickstoff mit dem Niederschlag in das Ökosystem Wald eingetragen, als durch Wachstum und Nutzung entzogen wird. Auf der untersuchten Fläche im Nordwestdeutschen Tiefland und unter Fichte ist diese Differenz besonders groß. Der Eintrag beträgt hier zwischen dem 5- und 9-fachen des Entzugs und es kommt zu einer besonders raschen Stickstoffanreicherung im Ökosystem.

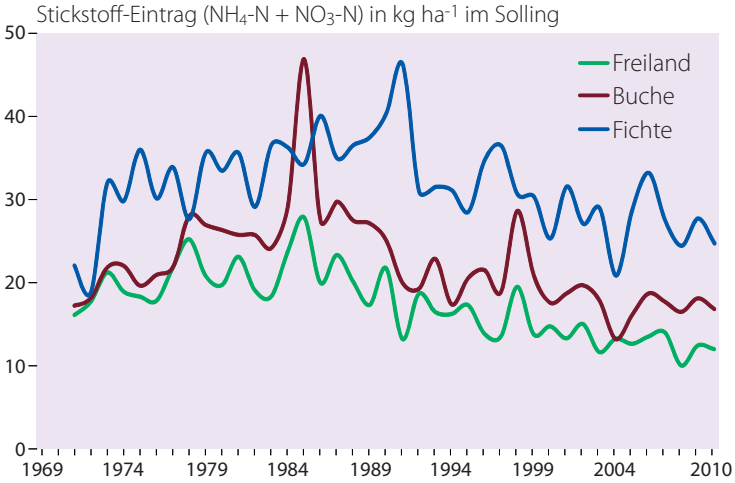
Der aktuelle Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdepositon von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der mit dem Niederschlag eingetragenen Basen Calcium, Magnesium und Kalium (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile; Gauger et al., 2002). 2010 betrug der Gesamtsäureeintrag zwischen 2,15 $kmol_c$ ha^{-1} (Fichte Solling) und 1,13 $kmol_c$ ha^{-1} (Eiche Ehrhorn). Zwar reduzierte sich der Gesamtsäureeintrag auf 5 von 9 Untersuchungsflächen im Vergleich zum Vorjahr damit weiter, auf den meisten Waldstandorten wird das nachhaltige Puffervermögen jedoch nach wie vor überschritten. 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^{-1}.

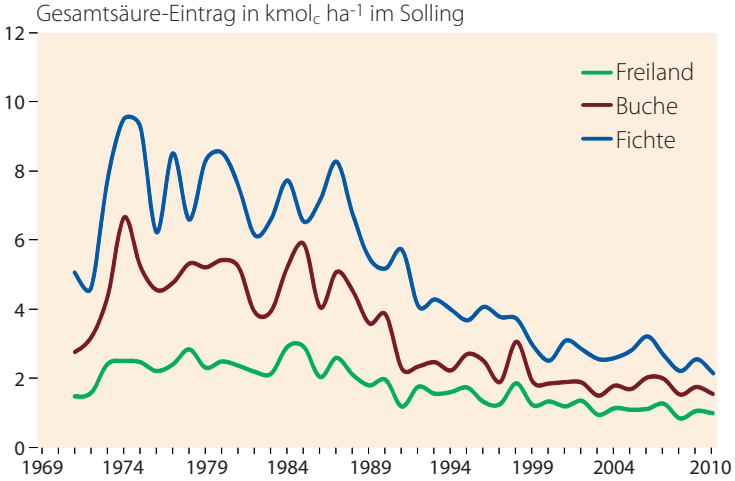
Schwefel-Eintrag (SO_4-S) in kg ha^{-1} im Solling



Stickstoff-Eintrag (NH_4-N + NO_3-N) in kg ha^{-1} im Solling



Gesamtsäure-Eintrag in $kmol_c$ ha^{-1} im Solling



Stoffbilanzen

Ob die Stoffkreisläufe von Waldökosystemen unter ihrer aktuellen Nutzung nachhaltig sind, kann auf Grundlage langjähriger Bilanzen aus atmogener Deposition und Silikatverwitterung (= Einträge) sowie Nettonährstoffaufnahme und Sickerwasseraustrag (= Austräge) beurteilt werden. Infolge des steigenden Bedarfs an schwächeren Holzsortimenten, die aufgrund ihres hohen Rindenanteils besonders viele Nährstoffe enthalten, benötigt die forstliche Praxis Entscheidungshilfen, inwiefern eine aus ökonomischer Sicht wünschenswerte Intensivierung der Nutzung aus Sicht des Bodennährstoffhaushaltes noch vertretbar wäre.

Kurzbeschreibung der untersuchten Standorte

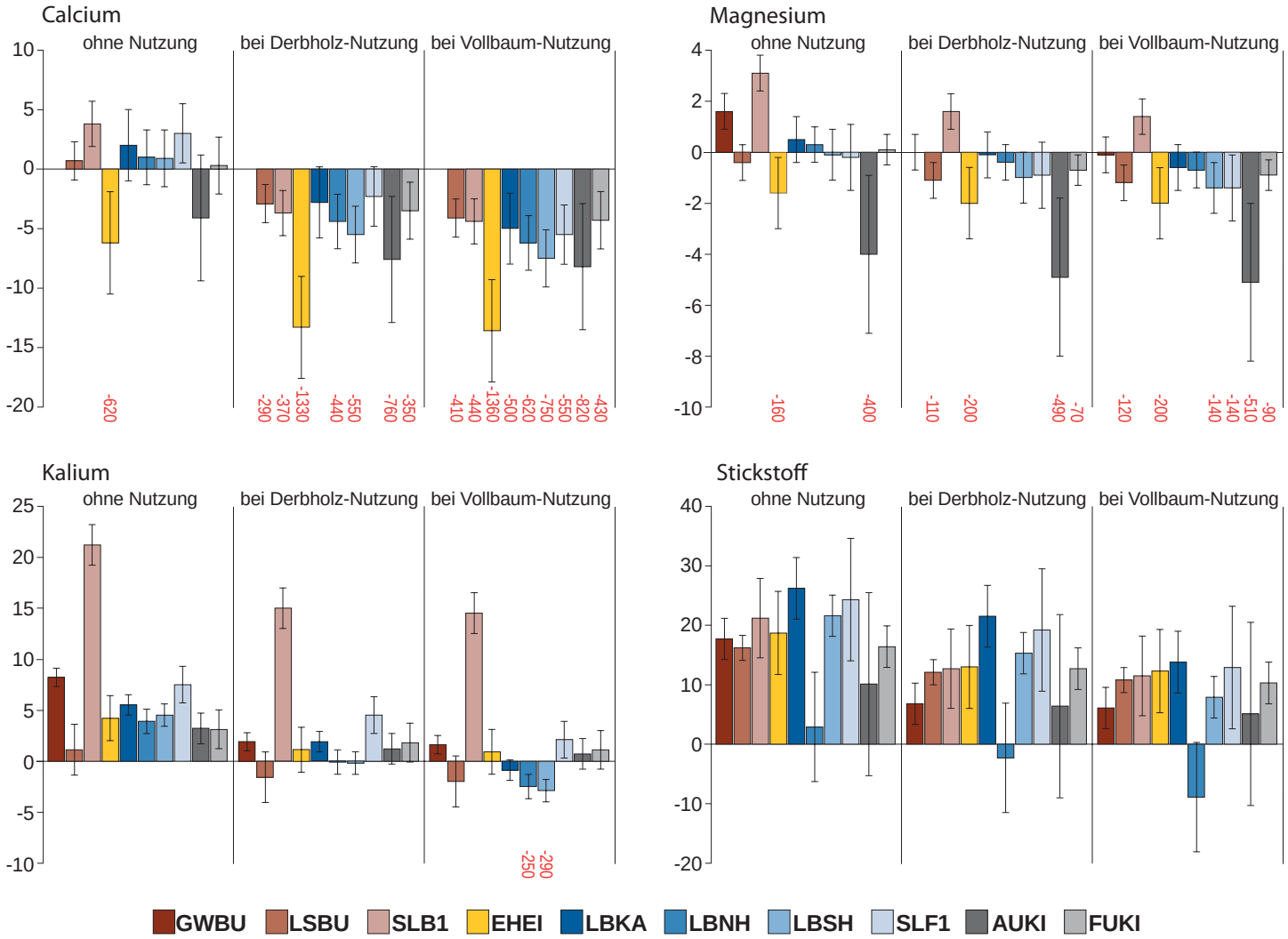
ID	Standort	Art	a	EKl	UZ	Bodentyp	NZ
GWBU	Göttinger Wald	Buche	144	0.6	140	Terra fusca-Rendzina	5
LSBU	Unterlüß	Buche	131	2.3	150	Podsol-Braunerde	3
SLB1	Solling	Buche	162	3.1	150	podsolige Braunerde	4-
EHEI	Ehrhorn	Eiche	130	1.9	180	podsolige Braunerde	3+
LBKA	Lange Bramke, Kamm	Fichte	64	2.5	95	Podsol-Braunerde	3+
LBNH	Lange Bramke, Nordhang	Fichte	64	2.1	95	Podsol-Braunerde	3+
LBSH	Lange Bramke, Südhang	Fichte	64	2.1	90	Podsol-Braunerde	3+
SLF1	Solling	Fichte	127	2.1	95	podsolige Braunerde	4-
AUKI	Augustendorf	Kiefer	68	1.3	95	Podsol-Tiefumbruchsboden	3-
FUKI	Fuhrberg	Kiefer	60	1.0	90	Gley-Podsol	2+

a = Alter des Bestandes 2011
EKl = Ertragsklasse des Bestandes
UZ = Umtriebszeit in Jahren
NZ = Nährstoffziffer nach forstlicher Standortsaufnahme Niedersachsen

Für 10 niedersächsische Waldstandorte des Boden-Dauerbeobachtungs- bzw. Level II-Programms mit Buche, Eiche, Fichte bzw. Kiefer (Tabelle) wurden für den Zeitraum 1990-2009 die Bilanzen der Nährstoffe Calcium, Kalium, Magnesium und Stickstoff inklusiv ihrer, auf interannuellen Unterschieden beruhenden Streuungen berechnet (Abbildung rechts). Die Nährstoffentzüge für die einzelnen Elemente durch Nutzung wurden anhand des bestandesspezifischen Zuwachses der untersuchten Flächen sowie den erfolgten Nutzungen ermittelt. Die mittleren Jahresbilanzen wurden anschließend für 100 Jahre extrapoliert. Sofern der Standardfehler der Jahresbilanz komplett im negativen Bereich liegt, wurden Nährstoffverluste unterstellt. Diese Nährstoffverluste werden in Relation zu einer Kalkung mit 3 t ha^{-1} Dolomit gesetzt, deren Zusammensetzung mit 70 % $CaCO_3$ (~ 450 kg ha^{-1} Calcium) und 20 % $MgCO_3$ (~ 80 kg ha^{-1} Magnesium) angenommen wird. Bei den Nutzungsszenarien werden 3 Intensitäten einander gegenübergestellt: nutzungsfreie Waldbewirtschaftung (ohne Nutzung), Nutzung von Derbholz mit Rinde (Derbholznutzung) und Vollbaumnutzung (vollständige Nutzung der oberirdischen Biomasse, Laubholz: ohne Export der Blätter) als Intensivierung der konventionellen Nutzung.

Stoffbilanzen

Nährstoffbilanzen (kg ha^{-1} a^{-1}) ± Standardfehler (SF) bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten. Für Balken, deren SF komplett im negativen Bereich liegen, werden in roten Zahlen die Verluste (kg ha^{-1}) innerhalb von 100 Jahren ausgewiesen.



Von den vorgestellten Nährstoffen weist Calcium auf 7 der 10 untersuchten Standorte bereits bei Derbholznutzung signifikant negative Bilanzen auf. Der zusätzliche Entzug bei einer Intensivierung der konventionellen Derbholznutzung würde innerhalb von 100 Jahren bei Buche 70-120 kg ha^{-1}, bei Eiche 30 kg ha^{-1}, bei Fichte 180-320 kg ha^{-1} und bei Kiefer 60-80 kg ha^{-1} betragen. Auf den Standorten mit signifikant negativen Bilanzen entstünden bei Vollbaumnutzung Verluste von 90-100 % (Buche), 300 % (Eiche), 120-170 % (Fichte) bzw. 100-180 % (Kiefer) des Umfangs einer Kalkung. Von den 10 Standorten ist bisher nur Augustendorf einmalig (1985) mit 4 t ha^{-1} Dolomit gekalkt worden. Eine weitere Sonderstellung nimmt der Standort Göttinger Wald ein, dessen Buchenbestand auf Calcitgestein (Muschelkalk) stockt (deshalb hier nicht dargestellt).

Bei Magnesium zeigen sich die standörtlichen Unterschiede bei Buche, aber auch Fichte deutlicher als bei Calcium. Der zusätzliche Entzug bei einer Intensivierung der konventionellen Derbholznutzung wäre nur bei Eiche marginal, betrüge aber innerhalb von 100 Jahren bei Buche 10-20 kg ha^{-1}, bei Fichte 30-50 kg ha^{-1} und bei Kiefer 20 kg ha^{-1}. Auf den Standorten mit signifikant negativen Bilanzen entstünden bei Vollbaumnutzung Verluste von 150 % (Buche), 250 % (Eiche), 180 % (Fichte) bzw. 110-640 % (Kiefer) des Umfangs einer Kalkung.

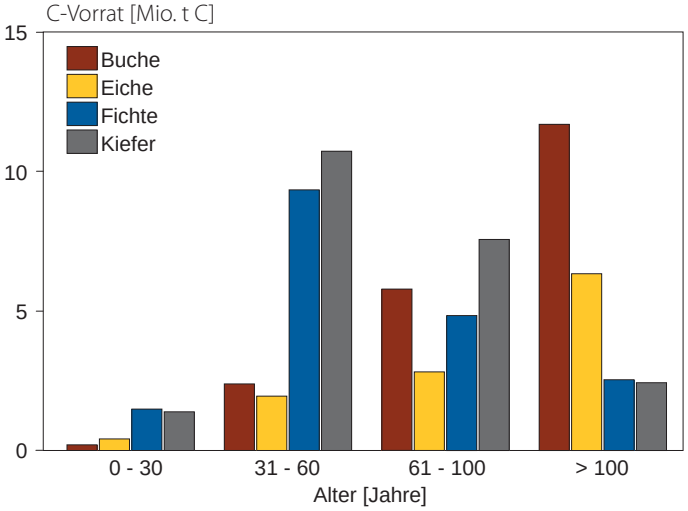
Im Gegensatz zu Calcium und Magnesium wird Kalium den Waldbeständen in der Regel nicht zugeführt. Die Bilanzen sind bei Derbholznutzung bei allen Baumarten ausgeglichen bis positiv und bei Vollbaumnutzung nur auf 2 der 10 untersuchten Standorte signifikant negativ. Ähnlich wie für Magnesium gibt es deutliche standörtliche Unterschiede. Der zusätzliche Entzug bei einer Intensivierung der konventionellen Derbholznutzung betrüge innerhalb von 100 Jahren bei Buche 30-50 kg ha^{-1}, bei Eiche 20 kg ha^{-1}, bei Fichte 240-280 kg ha^{-1} und bei Kiefer 50-70 kg ha^{-1}.
Die Einträge von Stickstoff übersteigen seit längerem den für das Baumwachstum erforderlichen Bedarf. Die Bilanzen sind deshalb unabhängig von der Nutzungsintensität positiv und es kommt zu einer sukzessiven Aufsättigung der Waldböden. Sobald diese nicht mehr als Puffer funktionieren (Lange Bramke, Nordhang), steigt das Risiko für zusätzliche Nährstoffverluste, Grundwasserbelastungen durch Nitrat und eine, trotz reduzierter Sulfat-Einträge, voranschreitende Bodenversauerung.

Da bereits die konventionelle Derbholznutzung erhebliche Nährstoffverluste verursachen kann, sollte eine Intensivierung der Nutzung nur auf solchen Standorten erfolgen, wo nachhaltige Nährstoffkreisläufe gesichert sind.

Kohlenstoff

Ergebnisse der Kohlenstoffstudie Forst und Holz Niedersachsen

Die Speicherung von Kohlenstoff im Wald ist klimapolitisch ein hochaktuelles Thema, das die niedersächsische Landesregierung mit der Kohlenstoffstudie (C-Studie) aufgegriffen hat. In dieser Studie wurden die Kohlenstoffvorräte (C-Vorräte) in der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse von Beständen aus Buche, Eiche, Fichte und Kiefer zum Zeitpunkt Ende 2006 hergeleitet. Des Weiteren wurden auch die C-Vorräte der toten Baumbiomasse, des Auflagehumus und Mineralbodens sowie von Mooren zum Zeitpunkt der zweiten Bodenzustandserhebung 2008 ermittelt.

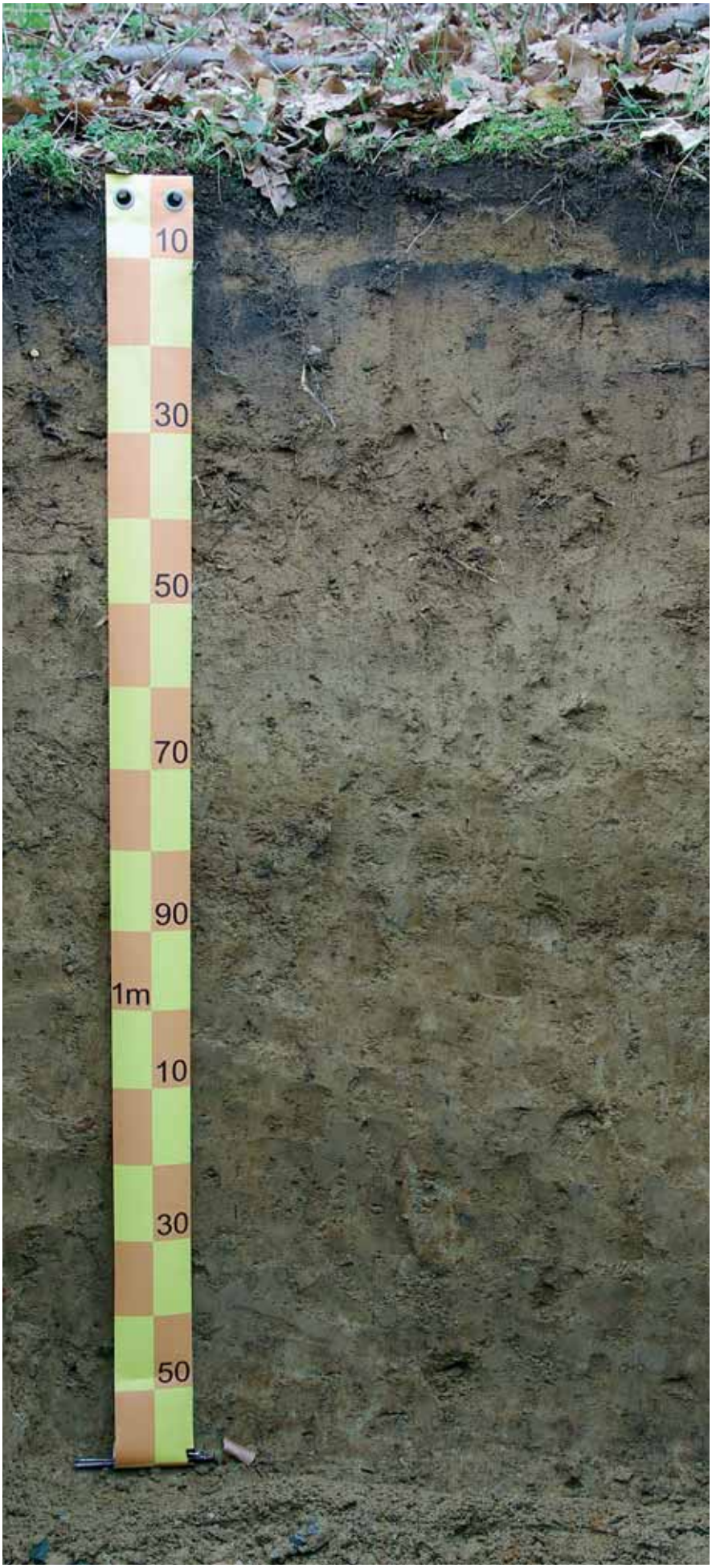


Die C-Vorräte in der oberirdischen Biomasse lagen im Jahr 2006 in Buchenbeständen bei 131 t C ha^{-1} und in Eichenbeständen bei 96 t C ha^{-1}. In den Nadelwaldbeständen aus Fichte und Kiefer waren die C-Vorräte mit 87 t C ha^{-1} bzw. 68 t C ha^{-1} geringer. Wobei bei den Laubbäumen der meiste Kohlenstoff in den alten Beständen (Alter > 100 Jahre) und bei den Nadelbäumen in den jungen Beständen (Alter < 60 Jahre) gespeichert war (Abbildung). Die C-Vorräte im Totholzspeicher beliefen sich in Beständen aus den untersuchten Baumarten auf rund 2 t C ha^{-1}, einem typischen Wert für diesen Kohlenstoffspeicher in mitteleuropäischen Wirtschaftswäldern.

Kohlenstoff

Der Waldboden (Humusauflage + Mineralboden bis 90 cm Tiefe) ist neben der lebenden Baumbiomasse ein weiterer großer C-Speicher im Wald. In den Wäldern der gemäßigten Zone kann das Verhältnis der C-Vorräte von der lebenden Baumbiomasse zum Boden bis zu 1 : 2 betragen. In der Humusauflage von Laubbaumbeständen waren 2008 in etwa 10 t C ha^{-1} enthalten, während dieser Wert in den Nadelbaumbeständen bei rund 32 t C ha^{-1} lag. Im Mineralboden bis 90 cm Tiefe konnte aus einem Teilkollektiv der Bodenzustandserhebung in Laub- und Nadelwäldern ein C-Vorrat von etwa 72 t C ha^{-1} bzw. 102 t C ha^{-1} ermittelt werden. In der Summe ergeben sich C-Vorräte von 82 t C ha^{-1} in Laubbaumbeständen und 134 t C ha^{-1} in Nadelbaumbeständen. Im Vergleich dazu wurde in den Mooren ein sehr weit höherer mittlerer C-Vorrat von 457 t C ha^{-1} festgestellt. Daher sind Moore nicht nur aus naturschutzfachlichen sondern auch aus klimapolitischen Gründen schützenswerte Lebensräume.

Der niedersächsische Wald stellt einen wichtigen C-Speicher dar, der durch die waldbauliche Behandlung beeinflusst werden kann. Die Auswirkungen von drei waldbaulichen Szenarien auf einzelne Speicher im Zeitraum von Ende 2006 bis 2036 wurden ebenfalls in der C-Studie untersucht. Dabei wird geschlussfolgert, dass eine naturnahe Behandlung der Bestände die C-Vorräte auf einem hohen Niveau erhält und gleichzeitig Holz zur Herstellung verschiedenster Produkte bereitstellt, welche Energie und andere, in der Herstellung energieintensivere Materialien, ersetzen können.



Kohlenstoffspeicher:

Sowohl im Boden (Mineralboden und Humusauflage) als auch in der oberirdischen Biomasse werden große Mengen Kohlenstoff gespeichert. Holz ist im Vergleich zu anderen Materialien (Stahl, Eisen, Beton etc.) der Rohstoff mit dem besten Ökoprofil, da
1. nur wenig Energie zur Produktherstellung verwendet werden muss und
2. Kohlenstoff in Holzprodukten langfristig gespeichert wird.

In Mooren ist aufgrund der großen Humusvorräte die Kohlenstoffspeicherung besonders hoch.

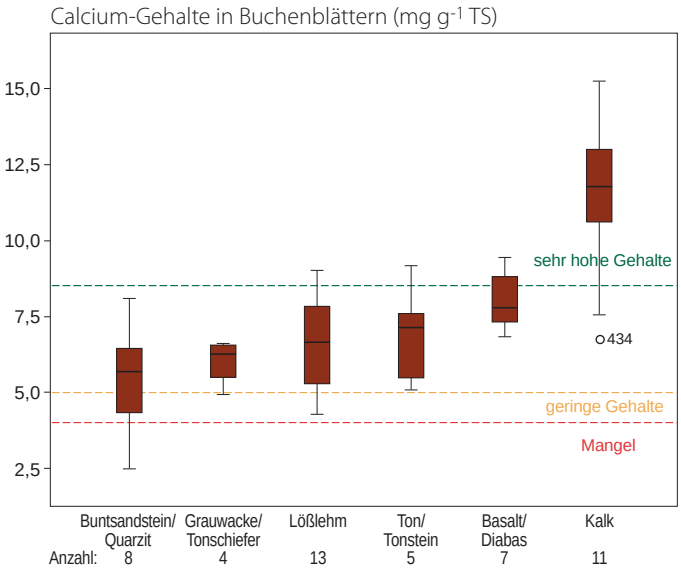
Waldernährung und Bodensubstrate

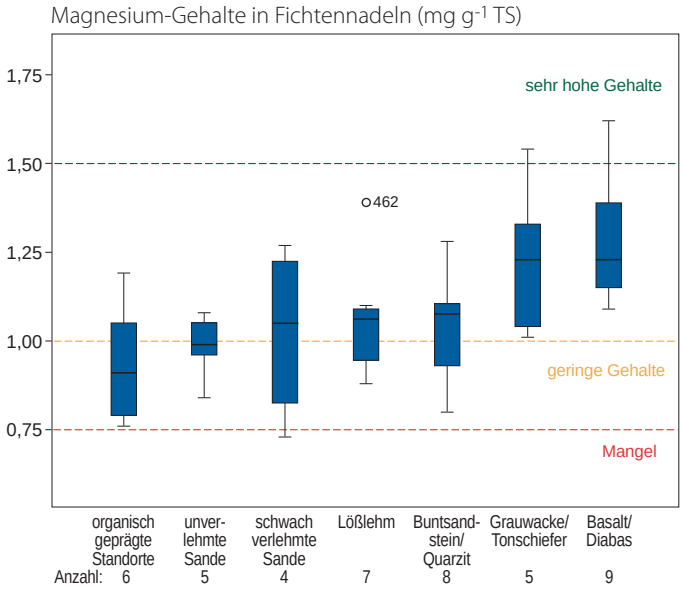
Ergebnisse zur Waldernährung an BZE-Punkten

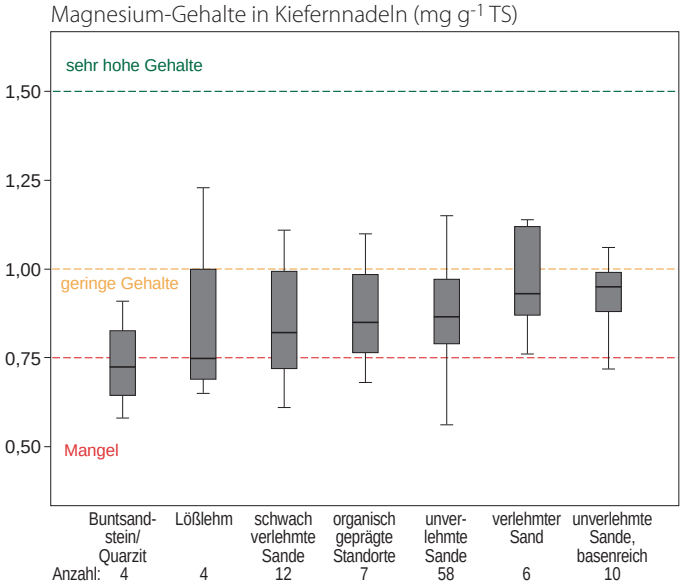
Die Ergebnisse von Blatt- und Nadelanalysen, die im Rahmen der systematischen Bodenzustandserhebung II (BZE II) durchgeführt wurden, zeigen für die Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer überwiegend hohe und sehr hohe Stickstoffgehalte. Die Gehalte anderer wichtiger Nährstoffe wie Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) variieren dagegen stark. Diese Unterschiede sind ganz wesentlich bedingt durch die unterschiedliche Ausstattung der bodenbildenden Gesteine mit Ca und Mg sowie durch die Auswaschung von basischen Nährstoffen aufgrund von Bodenversauerung. Ein Ziel der standortsangepassten Bodenschutzkalkung ist die Kompensation der Bodenversauerung und die Verbesserung der Nährstoffversorgung der Bäume.

Substrat	Eiche	Kiefer	Buche	Fichte
Basalt/Diabas	4	1	10	11
Granit		1	2	3
Grauwacke/Tonschiefer	10	3	21	24
Kalk	3	3	13	3
Kreidesandstein		1		
Lehm	8	5	6	4
Lößlehm	14	8	26	17
organisch geprägte Standorte	1	8		6
Buntsandstein/Quarzit	8	16	29	36
schwach verlehmte Sande	7	22	6	7
Ton/Tonstein (tertiäre Tone, Röt etc.)	9		9	2
unverlehmte Sande	10	84	4	13
unverlehmte Sande (basenreich)	1	10	1	1
verlehmter Sand	4	6	3	1
Zechstein/Rotliegendes	3	3	3	1

Calcium-Gehalte (Buche) und Magnesium-Gehalte (Fichte, Kiefer) für verschiedene Substrate auf ungekalkten BZE II-Punkten







Waldernährung und Bodensubstrate

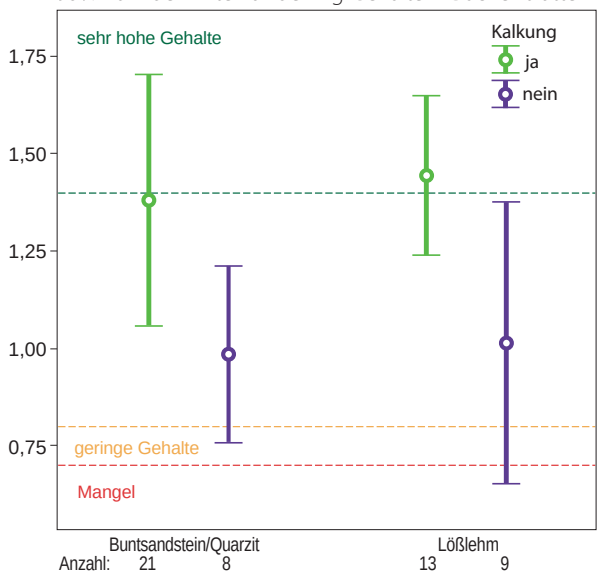
Eine Klassifizierung der BZE-Stichprobenpunkte nach Substraten gibt einen Überblick über die Unterschiede in der Ernährung der Waldbäume aufgrund von Bodeneigenschaften. Es wurden 15 Substratgruppen ausgeschieden. Die Klassifizierung erfolgte nach Ausgangssubstrat, Lagerung, Bodenart, Bodenmorphologie und Bodenphysik. In Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt wurden an insgesamt 362 BZE II-Punkten Nadel- bzw. Blattproben von Buche, Eiche, Fichte und Kiefer analysiert. Da an vielen Erhebungspunkten mehrere Baumarten vorkommen, sind insgesamt 515 Beprobungen (je eine Mischprobe aus drei Bäumen einer Baumart) durchgeführt worden. An 161 Erhebungspunkten sind eine oder mehrere Kalkungen dokumentiert, 193 Erhebungspunkte sind ungekalkt, an acht Erhebungspunkten konnte nicht geklärt werden, ob eine Kalkung stattgefunden hat. In der Tabelle ist dargestellt, wie sich die beprobten Baumarten an den BZE II-Punkten auf die Substratgruppen verteilen. Entsprechend ihrer ökologischen Ansprüche und den waldbaulichen Entscheidungen sind die Baumarten in den Substratgruppen unterschiedlich stark vertreten.
An den ungekalkten BZE II- Punkten lassen sich Unterschiede in den Nadel- und Blattgehalten an Ca und Mg für Fichte, Kiefer und Buche in den ausgewiesenen Substratgruppen feststellen (Abb. links). Diese Unterschiede decken teilweise das gesamte Spektrum der Ernährungsstufen vom Mangel bis zu sehr hohen Gehalten ab. In den Grafiken sind nur Substratgruppen abgebildet, auf die mehr als drei Erhebungspunkte der jeweiligen Baumart entfallen. Die Bewertung des Ernährungszustandes erfolgte nach Arbeitskreis Standortskartierung (2003).
Für die Ca-Gehalte der Buche wird deutlich, dass auf Buntsandstein/Quarzit z. T. die Mangelgrenze erreicht wird, die Buchen auf den Kalkstandorten dagegen erwartungsgemäß sehr hohe Ca-Gehalte aufweisen. Bei der Fichte sind geringe Mg-Gehalte vor allem auf den organisch geprägten Standorten sowie den unverlehmten und schwach verlehmten Sanden häufig. Fichten auf Basalt/Diabas und Grauwacke/Tonschiefer-Standorten sind dagegen gut versorgt. Die Kiefer zeigt auf allen ungekalkten Standorten überwiegend geringe Mg-Gehalte, auf Buntsandstein/Quarzit liegen die Mg-Gehalte meist sogar unter der Mangelgrenze. Lediglich auf den verlehmten Sanden zeigt sich eine günstigere Situation.

Ein Vergleich ungekalkter und gekalkter BZE II-Punkte wurde für Niedersachsen und Hessen durchgeführt. Dabei wurden nur die für die Baumart typischen Standorte berücksichtigt, die vorrangig für eine Kalkung vorgesehen sind. Bei Buche und Fichte zeigt sich für diese Substratgruppen in Niedersachsen und Hessen an den gekalkten BZE-Punkten generell

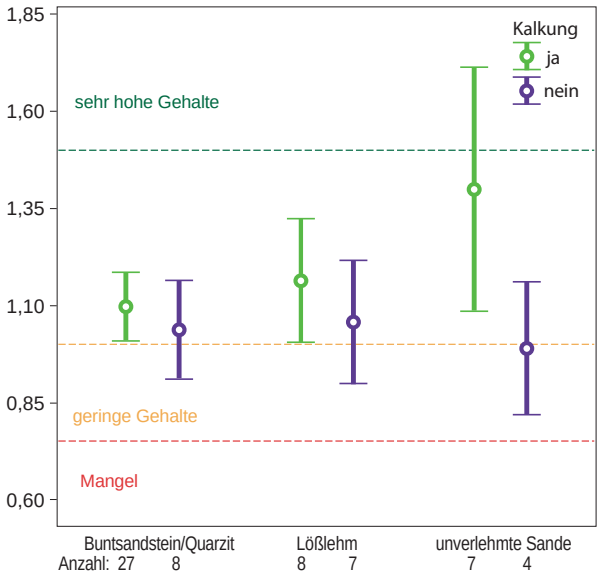
eine günstigere Mg-Versorgung als auf den ungekalkten Punkten (Abb. rechts). Bei der Kiefer ist eine bessere Mg-Versorgung der gekalkten gegenüber den ungekalkten BZE-Punkten auf den weit verbreiteten unverlehmten Sanden am stärksten ausgeprägt, auf den schwach verlehmten Sanden ist kein Effekt abzulesen, für die Standorte auf Buntsandstein/Quarzit liegen die gekalkten BZE-Punkte im Bereich geringer Gehalte, während für die ungekalkten BZE-Punkte der Schwerpunkt im Mangelbereich liegt.
Durch die nach Substraten getrennte Betrachtung ergibt sich auch hinsichtlich der K-Gehalte ein differenzierteres Bild: Die Tendenz zu geringeren K-Gehalten an gekalkten BZE-Punkten im Vergleich zu ungekalkten BZE-Punkten tritt nicht bei allen Substraten gleich stark auf. So ergibt sich für die Fichte kein Unterschied in den K-Gehalten zwischen gekalkten und ungekalkten BZE-Punkten auf Buntsandstein/Quarzit. Mit der Unterteilung in Substratgruppen kann also die Reaktion auf Kalkungsmaßnahmen differenzierter abgeleitet werden.

Vergleich der Magnesium-Gehalte von gekalkten und ungekalkten BZE II-Punkten in Hessen und Niedersachsen für verschiedene Substrate

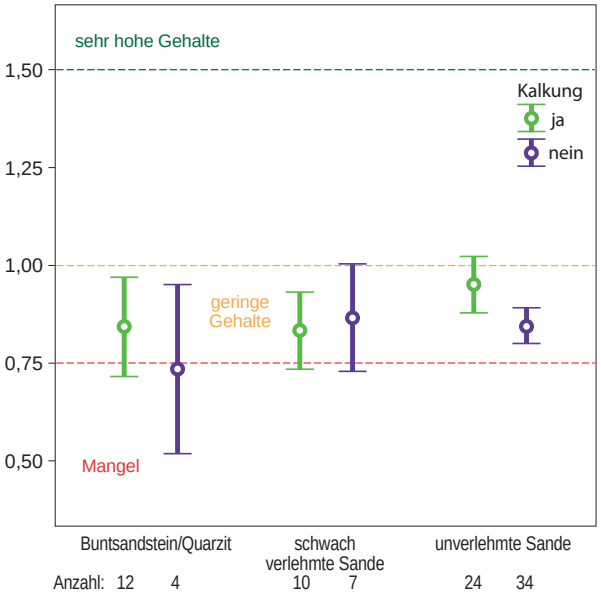
95% Konfidenzintervall der Mg-Gehalte in Buchenblättern



95% Konfidenzintervall der Mg-Gehalte in Fichtennadeln



95% Konfidenzintervall der Mg-Gehalte in Kiefernnadeln



Trieblängen der Buche

Für Bäume kommt dem Wachstum in den oberen Teilen der Baumkrone eine besondere Bedeutung zu. Der anatomische Aufbau der Blätter in der Lichtkrone von Buche gewährleistet, dass mit der Photosynthese viel Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und der Baumbiomasse zugeführt werden kann. Sind die obersten Zweige einer Baumkrone wuchskräftig und dicht belaubt, erlauben sie ein rasches Höhenwachstum und stärken die Bäume in der Konkurrenz der Bestandesmitglieder um Licht und Ressourcen.

Grundlegende Annahme ist, dass sich ein verschlechternder Allgemeinzustand eines Baumes in einer verschlechterten Kronenarchitektur der Zweige sowie abnehmenden Trieblängen der Baumspitze widerspiegelt. Eine günstige Kronenarchitektur ist durch Langtriebe geprägt. Langtriebe bilden oft voll entwickelte Seitenknospen aus, die sich nachfolgend zu einer fächerartigen Verzweigung entwickeln. Mit kurzen Trieblängen nimmt dagegen die Seitenverzweigung der Äste ab, bei Kurztriebketten fehlt diese völlig. Eine Belaubung ist nur noch in Form einzelner Blätter an den Enden der Kurztriebketten möglich. Demzufolge geht mit kürzeren Trieben in der Regel auch eine abnehmende Belaubung der Oberkrone einher.
An der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt wurden durch Trieblängenmessungen an 147 Buchen-Stichprobenpunkten der BZE II die Inventur-Schätzungen der Kronenarchitektur überprüft. Dazu wurden Trieblängen anhand von Triebbasisnarben vermessen. Triebbasisnarben grenzen bei der Buche in operationaler Weise Längentriebe der letzten sieben bis zehn Jahre deutlich voneinander ab.

Ergebnisse und Folgerungen

- Zwischen der Schätzung der Kronenverlichtung im Sommer und der Ansprache der Kronenarchitektur im Winterzustand besteht ein enger Zusammenhang. Die Bonitur der Kronenverlichtung ist als Kernmerkmal der Waldzustandserfassung zu bestätigen.
- Die Ausprägung von Trieblängen, Verzweigungsarchitektur und Kronenverlichtung der Buche kennzeichnen die Empfindlichkeit der Buche gegenüber trockenen Standorten.
- Sowohl die Verzweigung der Buche als auch deren Belaubung verschlechtert sich deutlich auf Standorten mit sehr geringem sommerlichen Niederschlag im Verhältnis zur Verdunstung (klimatische Wasserbilanz). Bis zu dem sehr negativen Wert von -325 mm zeigt sich für die Region im Mittelpunkt der natürlichen Buchenverbreitung eine grundsätzlich gute Anpassung der Buche an die gegebenen Standortsbedingungen.
- Auch für den Durchmesserzuwachs als weitere, zentrale Größe der Baumvitalität ergibt sich neben Baumalter und Geländehöhe über NN ein Effekt, der in seiner Ausprägung den Befund der klimatischen Wasserbilanz unterstützt.
- Bei allen Vitalitätsuntersuchungen ist das Baumalter als wesentliche Einflussgröße zu berücksichtigen.

Fruktifikation der Buche

Häufigkeit und Intensität der Fruktifikation der Buche

Aufzeichnungen zur Fruchtbildung der Bäume werden seit mehreren Jahrhunderten angefertigt. Zunächst war das Interesse an der Fruchtbildung vorwiegend auf die schwersamigen Baumarten wie Buche und Eiche gerichtet, da Bucheckern und Eicheln als Viehfutter eine bedeutende Rolle spielten. Später traten Aspekte der Naturverjüngung und der Gewinnung von Samen zur Anzucht von Pflanzen für den Umbau von Nadelwald in Mischwald in den Vordergrund. Im Forstlichen Umweltmonitoring sind Fruchtereignisse als Element von Stoffhaushaltsuntersuchungen, insbesondere des Stickstoff- und Kohlenstoffhaushaltes wichtig.

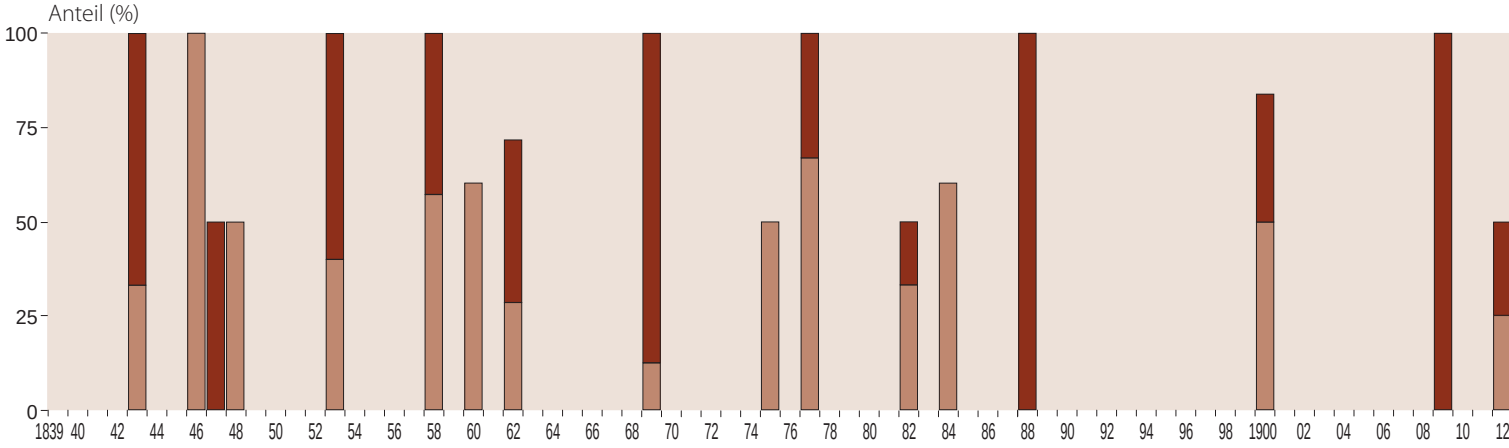
Da die Fruchtbildung mit einem erheblichen Energieverbrauch verbunden ist, sind Veränderungen der Fruchtbildungsintervalle auch ein Indikator für die Vitalität der Bäume. Außerdem lassen sich durch die Dokumentation der Fruchtbildung, die durch Witterung und Stoffeinträge beeinflusst sein kann, Rückschlüsse auf Klima- und Umweltveränderungen ziehen.

Die Ergebnisse zu Fruktifikationsangaben im Rahmen der Waldzustandserhebungen zeigen, dass die Buche seit Ende der 1980-er Jahre in kurzen Abständen und vielfach sehr stark

fruktifiziert. Um diese Befunde mit früheren Angaben zur Fruktifikation der Buche vergleichen zu können, wurde Literatur aus dem Zeitraum 1839-1987 analysiert und systematisch bewertet. Anschließend wurden die Jahre, für die mindestens die Hälfte der recherchierten Autoren eine Halb- bzw. Vollmast angeben, als starke Fruktifikationsjahre eingestuft.

Für den Zeitraum der Literaturrecherche (1839-1987) wurden 32 Jahre von mindestens 50 % der Autoren als Halb- und Vollmastjahre bewertet (Abb. unten). Phasen mit häufigen starken Fruktifikationsereignissen (1843-1862: alle 2,5 Jahre) wechseln mit Perioden, in denen eine starke Fruktifikation nur selten auftritt (1889-1908: alle 20 Jahre). Im Mittel gab es für den gesamten Zeitraum 1839 bis 1987 alle 4,7 Jahre eine starke Mast (Halb- bis Vollmast).

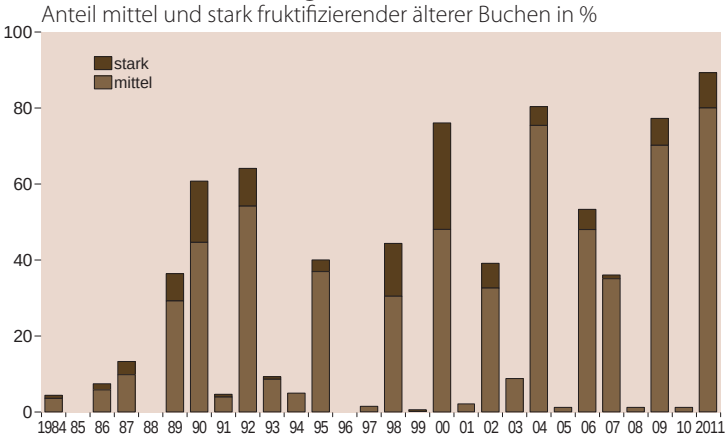
Literaturrecherche: Angaben zu Halb- und Vollmast im zeitlichen Verlauf



Fruktifikation der Buche

Waldzustandserhebung Niedersachsen

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %



Betrachtet man diesen Zeitraum in 20-Jahresintervallen, dann treten nennenswerte Masten wie folgt auf:

1839-1858	alle 3,3, Jahre
1859-1878	alle 4,0 Jahre
1879-1898	alle 6,7 Jahre
1899-1918	alle 5,0 Jahre
1919-1938	alle 6,7 Jahre
1939-1958	alle 5,0 Jahre
1959-1978	alle 5,0 Jahre.

Für Intervalle von 50 Jahren bzw. 49 Jahren ergeben sich starke Masten

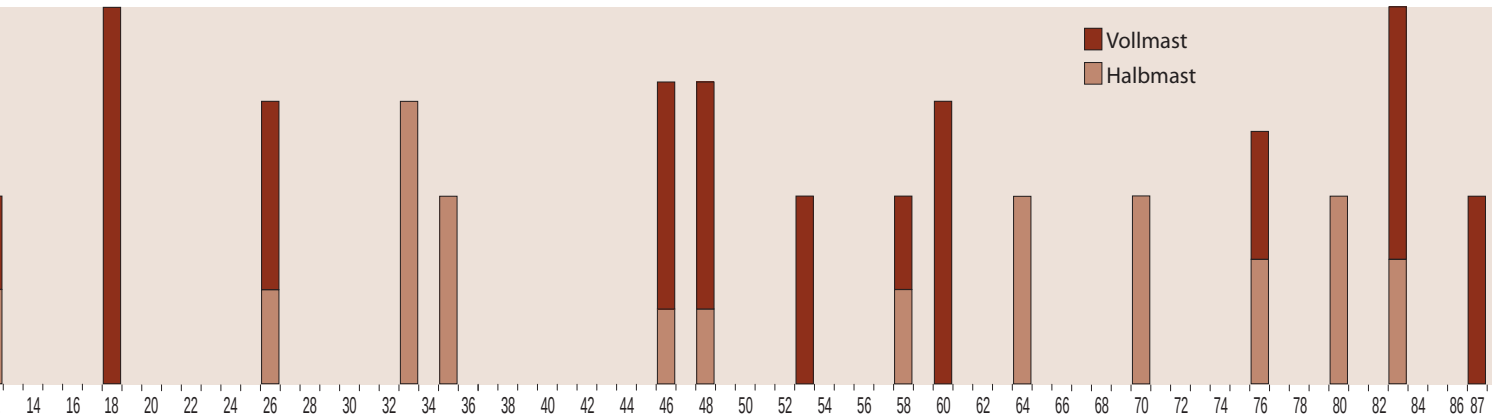
1839-1888	alle 3,6 Jahre
1889-1938	alle 7,1 Jahre
1939-1987	alle 4,4 Jahre.

Die Waldzustandsaufnahmen belegen für Niedersachsen eine in den letzten Jahren insgesamt häufige und intensive Fruchtbildung der älteren Buche (Abb. oben).

Um die seit 1984 systematisch erhobenen Daten zu Intensität und Häufigkeit der Buchenfruktifikation bei der Waldzustandserhebung mit den Literaturangaben vergleichbar zu machen, wurde eine Klassifizierung mit den Streufallmessungen des intensiven Monitorings vorgenommen.

Von einer starken Mast kann anhand der Daten von Streufallmessungen und der Vollmastdefinition von Burschel (1964) in der Regel ausgegangen werden, wenn mindestens ein Drittel der Buchen mittel und stark fruktifiziert. Dies war seit 1984 in 12 Jahren der Fall. Rechnerisch ergibt sich für den Beobachtungszeitraum der Waldzustandserhebung von 1984-2011 alle 2,3 Jahre eine starke Mast, wohingegen für den Zeitraum der Literaturrecherche (1839-1987) der rechnerische Abstand zwischen zwei starken Masten (für festgelegte Intervalle) 3,3 bis 7,1 Jahre betrug. Außerhalb dieser festgelegten Intervalle lag die Häufigkeit starker Masten nur in der Periode 1843-1862 auf einem ähnlichen Niveau wie in den letzten 28 Jahren.

Inwieweit eine veränderte Witterung und erhöhte Stickstoffeinträge in die Wälder alleinige bzw. disponierende oder auslösende Faktoren für die Häufigkeit und Intensität der Buchenfruktifikation sind, muss das Ziel weiterführender Untersuchungen sein. Ob es sich bei den derzeit beobachteten kurzen Intervallen der Fruchtbildung um eine vorübergehende Erscheinung handelt, lässt sich zurzeit nicht absehen. Die künftige Entwicklung der Buchenbestände wird zeigen, ob der „Kraftakt" der häufigen Fruchtbildung als Zeichen von Vitalität gewertet werden kann, oder ob es sich um eine Stressreaktion der Buchen handelt.



Impressum:

Ansprechpartner

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
Abteilung Umweltkontrolle
Sachgebiet Wald- und Bodenzustand

Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen

Tel.: 0551/69401-0
Fax: 0551/69401-160

Zentrale@nw-fva.de
www.nw-fva.de

Hauptverantwortliche für die Waldzustandserhebung in Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein:

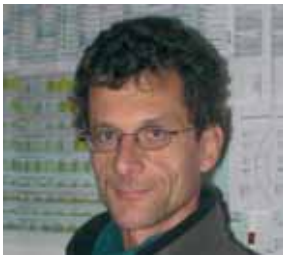
Prof. Dr. Johannes Eichhorn
Abteilungsleiter
Umweltkontrolle

Dr. Uwe Paar
Sachgebietsleiter Wald- und Bodenzustand, 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

Thomas Winter
Außenaufnahmen und Kontrollen

Bernd Westphal
Außenaufnahmen und Kontrollen

Bearbeitung

Dammann, I.; Paar, U.; Wendland, J.; Weymar, J.; Winter, T. und Eichhorn, J.

mit Beiträgen von:

Forstliches Umweltmonitoring: Eichhorn, J.

Witterung: Schwertfeger, O.; Dammann, I.

Waldschutz: Bressem, U.; Habermann, M.; Hurling, R.; Krüger, F.; Langer, G.

Stoffeinträge: Scheler, B.; Meesenburg, H.

Stoffbilanzen: Klinck, U.; Meesenburg, H.; Scheler, B.; Fleck, S.; Wagner, M.; Ahrends, B.; Meiwes, K.J.

Kohlenstoff: Wördehoff, R.; Spellmann, H.; Evers, J.; Nagel, J.

Waldernährung und Bodensubstrate: Dammann, I.; Paar, U.; Evers J.; Talkner, U.

Trieblängen der Buche: Eichhorn, J.

Fruktifikation der Buche: Paar, U.; Guckland, A.; Dammann, I.; Albrecht, M.; Eichhorn, J.

Fotos: Fleck, S. (Titelbild), Eichhorn, J.; Evers, J.; Gawehn, P.; Heile, H.; Heinemann, H.; Janssen, T.; Meesenburg, H.; Weymar, J.; Ullrich, T.; Hessen-Forst; Abt. Waldschutz der NW-FVA

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

Herstellung:
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Druck:
Printec Offset Kassel

Der Waldzustandsbericht 2011 ist abrufbar unter
www.nw-fva.de
und
www.ml.niedersachsen.de >=>Themenbereich Wald, Holz und Jagd

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.