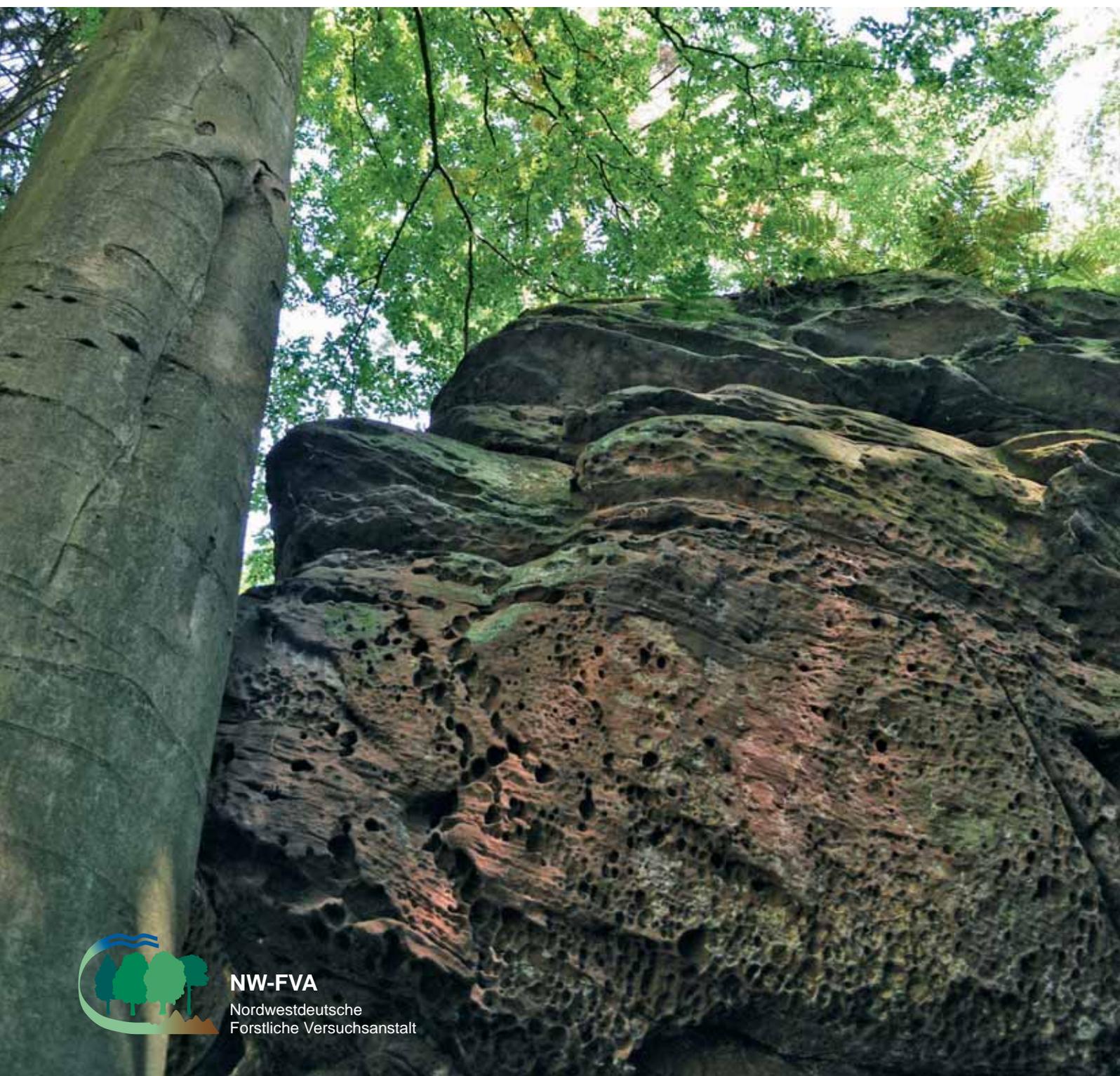




SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Landwirtschaft und Umwelt

Waldzustandsbericht 2012



NW-FVA

Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

Vorwort



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt erhebt jährlich den Gesundheitszustand unserer Wälder durch eine Einschätzung des Belaubungs- bzw. Benadelzustandes und veröffentlicht die Ergebnisse im vorliegenden Waldzustandsbericht.

Der Klimawandel zählt zu den größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Es ist unbestritten, dass CO₂-Emissionen ein wesentlicher Treiber für die Erwärmung der Erdatmosphäre sind. Dem umweltfreundlichen, CO₂-speichernden und ressourcenschonenden Rohstoff Holz kommt bei den Anstrengungen, den unerwünschten Folgen dieser Entwicklung entgegenzuwirken, eine besondere Bedeutung zu. Dies setzt gesunde und vitale Wälder voraus.

Die Witterung des Jahres 2011/2012 war durch teilweise extreme, für den Wald in Sachsen-Anhalt bedeutsame und wohl auch länger nachwirkende Ereignisse gekennzeichnet. Der November 2011 war der trockenste November seit dem Jahr 1901, an manchen Stationen fiel kein Regen. Das Frühjahr 2012 war überdurchschnittlich warm und trocken.

Für den Zeitraum der Jahre 2011/2012 haben sich die Absterberate und der Anteil starker Schäden im Vergleich der letzten fünf Jahre nicht signifikant verändert. Gegenüber dem Vorjahr ist die mittlere Kronenverlichtung insgesamt gleich geblieben. Der Belaubungsstatus der Buche hat sich etwas verbessert.

Wir müssen damit rechnen, dass durch den fortschreitenden Klimawandel die Anforderungen an den Wald und die negativen Auswirkungen auf das Ökosystem Wald in unseren Breiten zunehmen werden. So stellt die Bodenschutzkalkung auf allen schwächer nährstoffversorgten Standorten einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung der Waldböden gegen Bodenversauerung dar. Bereits mehrere Jahre in Folge halten Insektenkalamitäten und Pilzbefall Forstleute und private Waldbesitzer in Atem. Teilweise handelt es sich um Arten, die in unseren Wäldern noch nie eine bedeutende Rolle gespielt haben. Angesichts dieser Entwicklungen halte ich es für wichtig, das Waldmonitoring konsequent fortzuführen.

Ihr



Dr. Hermann Onko Aeikens
Minister für Landwirtschaft und Umwelt
Magdeburg, November 2012

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Sachsen-Anhalt beträgt in diesem Jahr 15 %. Das Gesamtergebnis für alle Baumarten und Alter ist damit seit 2009 unverändert, nur 1997 und 2007 wurden geringere Werte verzeichnet. Als häufigste Baumart in Sachsen-Anhalt prägt die Kiefer die Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung besonders stark. Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen einen deutlichen Alterstrend: Die mittlere Kronenverlichtung der über 60-jährigen Waldbestände liegt mit 20 % mehr als doppelt so hoch wie die der jüngeren Waldbestände (8 %).

Die Baumarten reagieren unterschiedlich auf die verschiedenen Einflussfaktoren. Für die Interpretation der Ergebnisse ist es daher wichtig, die Baumarten getrennt zu betrachten und den Anteil der Baumart an der Waldfläche zu berücksichtigen. Die Baumartenverteilung in der WZE-Stichprobe in Sachsen-Anhalt ergibt für die Kiefer einen Flächenanteil von 53 %, Eiche und Fichte sind jeweils mit 11 % und die Buche mit 8 % vertreten. Die anderen Laub- und Nadelbäume nehmen einen Anteil von 17 % ein.

Zu Beginn der Beobachtungszeitreihe (1991) wurde für die ältere Kiefer eine mittlere Kronenverlichtung von 31 % festgestellt, inzwischen hat sich die Benadelungsdichte der Kiefer merklich verbessert. Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 14 % ist der Kronenzustand weiterhin markant besser als der von Fichte, Buche und Eiche.

Für die ältere Fichte liegt die mittlere Kronenverlichtung bis 2003 zwischen 21 % und 28 %. Die höchsten Verlichtungswerte wurden in den Jahren 2004 (34 %) und 2005 (35 %) ermittelt. In diesem Jahr beträgt die mittlere Kronenverlichtung 28 %. Bei der älteren Eiche werden seit der ersten Erhebung vergleichsweise hohe Verlichtungswerte zwischen 31 % und 40 % festgestellt. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt in diesem

Jahr 35 %. Fraßschäden durch die Eichenfraßgesellschaft haben sich wie im Vorjahr insgesamt negativ auf den Kronenzustand der Eiche ausgewirkt.

Der Kronenzustand der Buche hat sich seit Beginn der Zeitreihe deutlich verschlechtert. Im Beobachtungszeitraum sind erhebliche Schwankungen in der Belaubungsdichte der Buche aufgetreten, die höchsten Kronenverlichtungswerte wurden im Jahr 2004 (43 %) ermittelt. Im Jahr 2011 wurde für die ältere Buche wieder ein hoher Verlichtungsgrad (37 %) festgestellt. Die Kronenverlichtung der älteren Buche liegt im Jahr 2012 bei 32 %.

Bei den anderen Laubbäumen erreicht die Kronenverlichtung (alle Alter) in diesem Jahr den geringsten Wert (15 %) in der Zeitreihe der Waldzustandserhebung.

Der Anteil starker Schäden für alle Baumarten und Alter (1,9 %) und die Absterberate (0,3 %) liegen weiterhin auf einem insgesamt sehr geringen Niveau.

Witterung und Klima

Auf einen Winter mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen folgte ein sehr warmes, trockenes und sonnenscheinreiches Frühjahr. Der März 2012 gehört zu den wärmsten und trockensten Märzmonaten seit 1901 in Deutschland. Von Februar bis Mai fielen nur 50 % der durchschnittlichen Niederschläge, erst im Juni und Juli 2012 wurde dieses Defizit teilweise ausgeglichen.

Seit Ende der 1980er Jahre zeigt sich in Sachsen-Anhalt die Tendenz zu Temperaturen oberhalb des langjährigen Mittels. Bei den Niederschlägen sind erhebliche Schwankungen (vor allem in den Sommermonaten) für die Zeitreihe (1984-2012) typisch, Tendenzen für die Niederschlagsentwicklung zeichnen sich nicht ab.



Foto: H. Heinemann

Hauptergebnisse

Waldschutz

Witterungsextreme in Kombination mit wiederholtem, starkem Fraß können lokal starke Schäden an Eichen auslösen. Auf vielfältige Weise wird dadurch die Wasserversorgung des Baumes beeinträchtigt. Zudem führen starker Blattfraß und nachfolgender Befall durch Mehltau dazu, dass betroffene Eichen nur wenige Wochen im Jahr eine intakte Belaubung aufweisen, mit der Folge stark verminderter Einlagerung von Reservestoffen und dem Rückgang funktionsfähiger Feinwurzeln.

Sowohl das Eschentriebsterben als auch in Kieferbeständen das *Diplodia*-Triebsterben sind inzwischen in Sachsen-Anhalt 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 Gesamtsäureinträge, die 2011 zwischen 1,1 kmol_c pro Hektar (Kiefer Klötze) und 1,2 kmol_c pro Hektar (Kiefer Nedlitz) liegen, das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte.

Bodenzustand (BZE)

Die Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen (BZE I und BZE II) zeigen, dass sich der Bodenzustand in den oberen 30 cm Bodentiefe kaum geändert, in den Bodentiefen 30 bis 60 cm und 60 bis 90 cm jedoch weiter verschlechtert hat. Diese Entwicklung kann mit geringeren Säureinträgen und einer weiter fortschreitenden Tiefenversauerung erklärt werden. Besonders kritische Zustände bei weiterer Verschlechterung wurden bei der am häufigsten vorkommenden Substratgruppe der unverlehnten Sande festgestellt. Davon ausgenommen sind von Flugasche beeinflusste Standorte, die aktuell sehr gut nährstoffversorgt sind.

Nährstoffentzüge durch Vollbaumnutzung

Mit der Vollbaumnutzung (Ernte der gesamten oberirdischen Baumbiomasse) wird dem Wald im Vergleich zur konventionellen Derbholznutzung zusätzliche Biomasse entnommen, die zur stofflichen und zur energetischen Nutzung verwendet wird.

Der Kaliumentzug durch die Vollbaumnutzung ist bei der Buche erheblich höher als bei den anderen untersuchten Baumarten. Bei dem Entzug von Magnesium liegt die Buche im Vergleich ebenfalls vorn, beim Calcium hat die Eiche den höchsten Bedarf. Die Douglasie weist trotz ihres hohen Volumenzuwachses einen verhältnismäßig geringen Entzug an den Nährstoffen Kalium, Calcium und Magnesium auf. Dagegen ist der Phosphorbedarf der Douglasie verhältnismäßig hoch. Die Kiefer weist den geringsten Nährstoffentzug auf.

Der Einstieg in die Vollbaumnutzung sollte vorsichtig erfolgen, neben dem Nährstoffentzug sind weitere Kriterien (u. a. Humusbildung, Biodiversität) zu berücksichtigen.

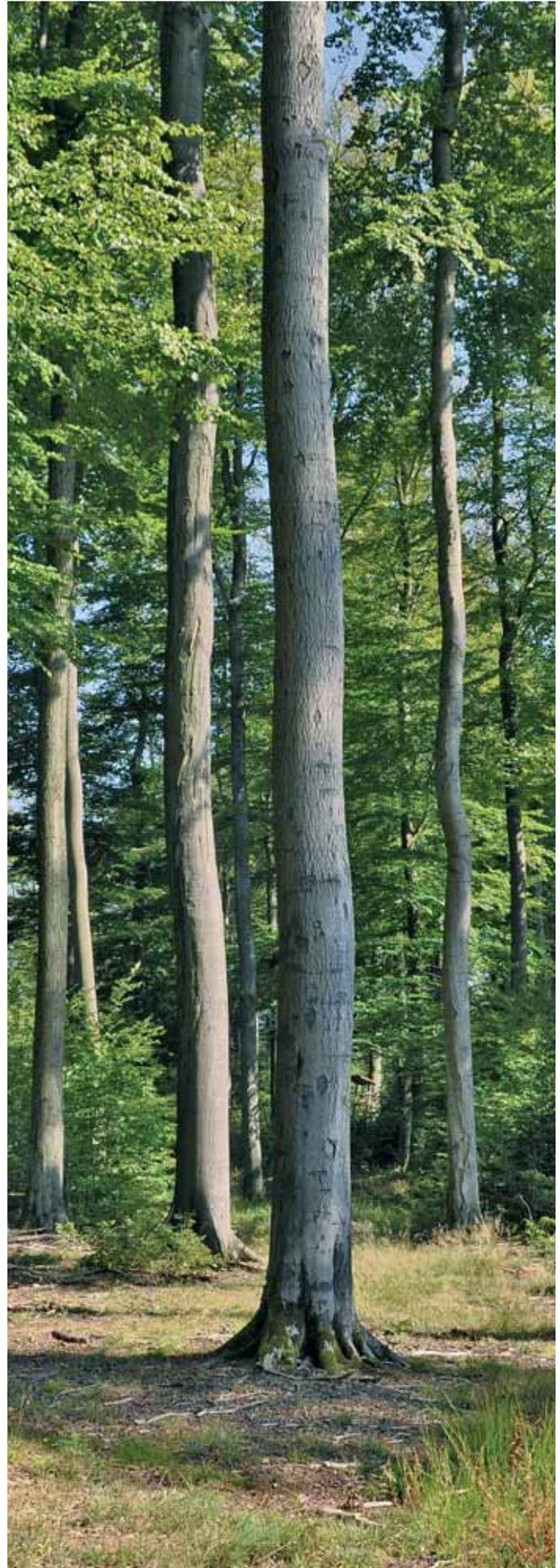


Foto: J. Evers

Forstliches Umweltmonitoring

Johannes Eichhorn, Uwe Paar und Inge Dammann

Die natürliche zeitliche Veränderung der Waldbestände, Managementmaßnahmen und vor allem biotische und abiotische Einflüsse der Umwelt führen zu Veränderungen in Waldökosystemen. Hinzu kommt, dass die Ansprüche der Gesellschaft an den Wald weit gefächert sind und gesellschaftliche Veränderungen widerspiegeln. Während noch vor wenigen Jahrzehnten der Kohlenstoffspeicherung in Waldböden keine besondere Bedeutung zugemessen wurde, erlangt heute der Kohlenstoffvorrat in Waldböden und seine Veränderung ein zunehmendes wissenschaftliches, politisches und wirtschaftliches Interesse. Waldfunktionen als Ausdruck der gesellschaftlichen Erwartungen können nur dann nachhaltig entwickelt, gesichert und gesteuert werden, wenn sie in ihrem Zustand und in ihrer Veränderung zahlenmäßig darstellbar sind.

Das Forstliche Umweltmonitoring leistet dazu einen wesentlichen Beitrag. Es erfasst mittel- bis langfristig Einflüsse der Umwelt auf die Wälder wie auch deren Reaktionen, zeigt Veränderungen von Waldökosystemen auf und bewertet diese auf der Grundlage von Referenzwerten. Die Forstliche Umweltkontrolle leistet Beiträge zur Daseinsvorsorge, arbeitet die Informationen bedarfsgerecht auf, erfüllt Berichtspflichten, gibt für die Forstpraxis Entscheidungshilfen und berät die Politik auf fachlicher Grundlage.

Das Forstliche Umweltmonitoring geht ursprünglich von den Fragestellungen der Genfer Luftreinhaltkonvention (1979) aus. In deren Mittelpunkt stehen Belastungen der Gesellschaft und des Waldes durch Umweltveränderungen in Folge einer Nutzung fossiler Energieträger, insbesondere im Hinblick auf die damit verursachten Säureeinträge. Das Handwerkszeug zur Erfassung der Säurebelastung geht dabei im Wesentlichen auf die Arbeiten von Prof. Ulrich (Göttingen) zur Bodenkunde und Waldernährung zurück. In der Folgezeit hat sich das Forstliche Umweltmonitoring als inhaltlich flexibel und breit angelegt erwiesen, um auch Informationen zum Stickstoffhaushalt, zur Kohlenstoffspeicherung und zu möglichen Risiken infolge des Klimawandels zu gewinnen.

Durch die Einbindung des Forstlichen Umweltmonitorings in Deutschland in das Europäische Waldmonitoring unter ICP Forests (Level I seit 1984, Level II seit 1994) und die Orientierung an den dort definierten Standards (ICP Forests 2010) ist ein hinsichtlich inhaltlicher Tiefe, räumlicher Repräsentanz, Langfristigkeit, Datenqualität und internationaler Vergleichbarkeit weltweit beispielhaftes Monitoringprogramm entstanden.



Waldzustandserhebung

Foto: H. Heinemann



Wartung von Bodenfeuchtemessgeräten

Foto: H. Heinemann

Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring waldflächenrepräsentative Übersichtserhebungen auf Rasterebene (Level I), die Intensive Dauerbeobachtung ausgewählter Waldökosysteme (BDF, Level II) sowie Forschungs- und Experimentalflächen unterschieden.

Das Konzept umfasst folgende Kategorien:

- Level I (Übersichtserhebungen)
- Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF)
- Waldökosystemstudie Hessen (WÖSSH)
- Level II Standard
- Level II Core
- Forschungs- und Experimentalflächen; dazu zählen:
Forsthydrologische Forschungsgebiete, Flächen zur Bodenschutzkalkung und zur Nährstoffergänzung sowie zur wasser- und stoffhaushaltsbezogenen Bewertung von Nutzungsalternativen

An den Level I-Punkten werden folgende Erhebungen durchgeführt:

- Kronen- und Baumzustand, abiotische und biotische Faktoren.
- Auf den BZE-Punkten werden zusätzlich Baumwachstum, Nadel-/Blattchemie, Bodenvegetation und der morphologische, physikalische und chemische Bodenzustand untersucht.

Forstliches Umweltmonitoring

Das Monitoring auf Level II-Flächen (Standard) umfasst nach der Modifizierung im Rahmen der ICP Forests Manualrevision 2010 folgende Erhebungen:

- Kronen- und Baumzustand, abiotische und biotische Faktoren, Baumwachstum, Nadel-/Blattchemie, Bodenvegetation, Deposition, Bodenzustand.

Level II Core-Flächen sind eine Unterstichprobe der Level II-Flächen. Sie haben die Zielsetzung einer möglichst umfassenden Beobachtung. Neben den Erhebungen auf Level II-Standardflächen sind hier folgende Erhebungen verpflichtend durchzuführen (ICP Forests 2010):

- Streufall, Baumphänologie, Baumwachstum (intensiviert), Bodenlösung, Bodenfeuchte, Luftqualität, Meteorologie.

Anhand von Übersichtserhebungen können frühzeitig Entwicklungen und Störungen aufgezeigt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Als erfolgreiches Beispiel ist hier die Bodenschutzkalkung zu nennen, die den Waldboden wesentlich vor anthropogenen Säureinträgen schützt und zum Nährstoffhaushalt der Wälder positiv beiträgt. Das Intensive Moni-

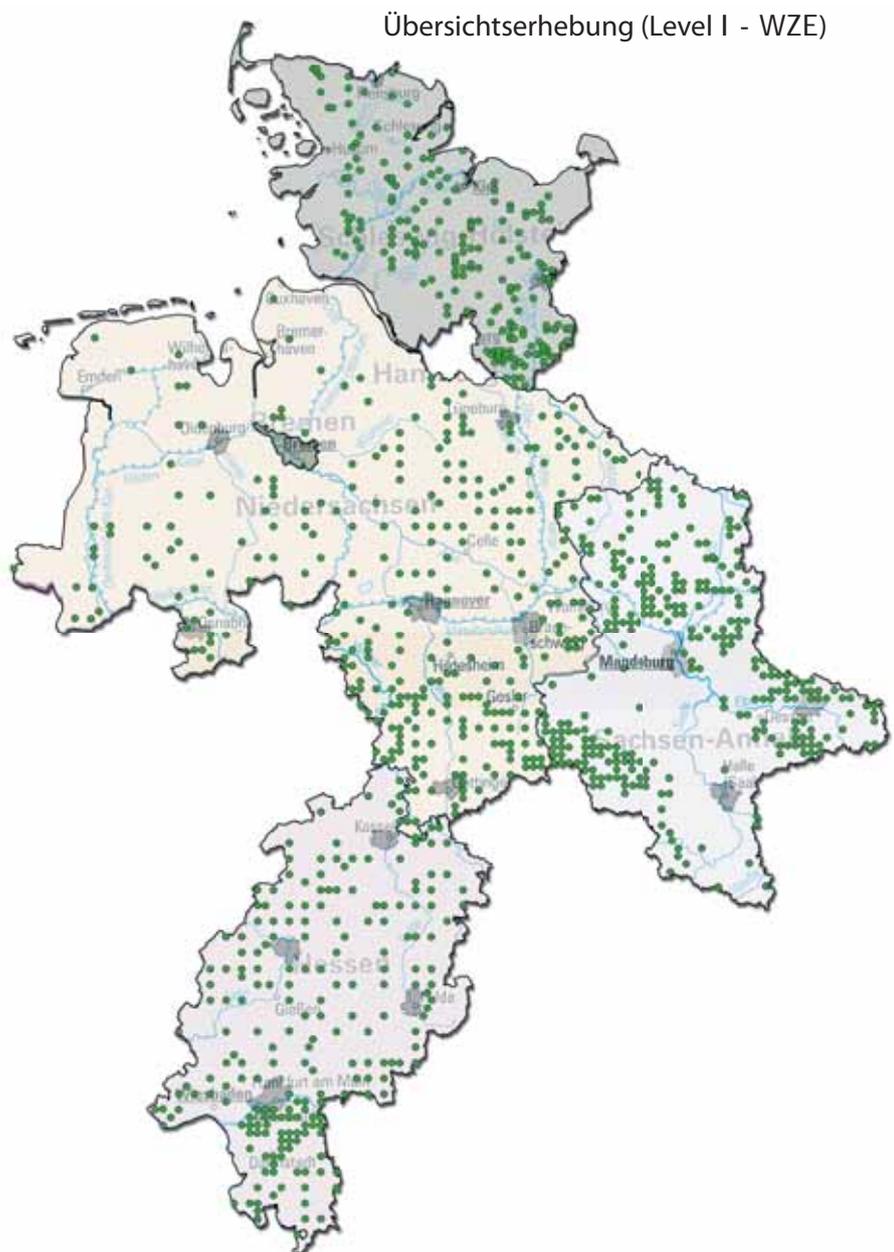
toring ermöglicht einen viel genaueren Blick auf die Abläufe im Ökosystem und trägt wesentlich zum Verständnis der Entwicklungen bei. Im Falle von umweltpolitischen Maßnahmen ermöglicht das Monitoring insgesamt eine wirksame Kontrolle der Erfolge.

Die im Forstlichen Umweltmonitoring verwendeten Instrumente der Ökosystemüberwachung stehen europaweit harmonisiert nach den Grundsätzen des ICP Forests (Methoden: <http://icp-forests.net>; Manual: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>; sowie zum Themenbereich Baumvitalität: Manual Part IV; Eichhorn et al. 2010) und der BZE-Arbeitsanleitung sowie dem Handbuch Forstliche Analytik zur Verfügung. Qualitätssichernde und -prüfende Maßnahmen sind danach verbindlich vorgeschrieben. Sie bestätigen die Qualität und die Nutzbarkeit der Ergebnisse.

Das Untersuchungsdesign der Forstlichen Umweltkontrolle für die Bereiche Level I und das Intensive Monitoring für die Länder Hessen, Niedersachsen, Bremen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein zeigen die Karten unten.



Foto: H. Heinemann



Forstliches Umweltmonitoring

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Die Waldzustandserhebung ist Teil des Forstlichen Umweltmonitorings in Sachsen-Anhalt. 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 Sachsen-Anhalt verteilten Rasternetz werden seit 1991 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 4 km x 4 km. Derzeit gehören 280 Erhebungspunkte zum Stichprobenkollektiv, von denen in diesem Jahr 274 Erhebungspunkte mit 6576 Stichprobenbäumen in die Inventur einbezogen

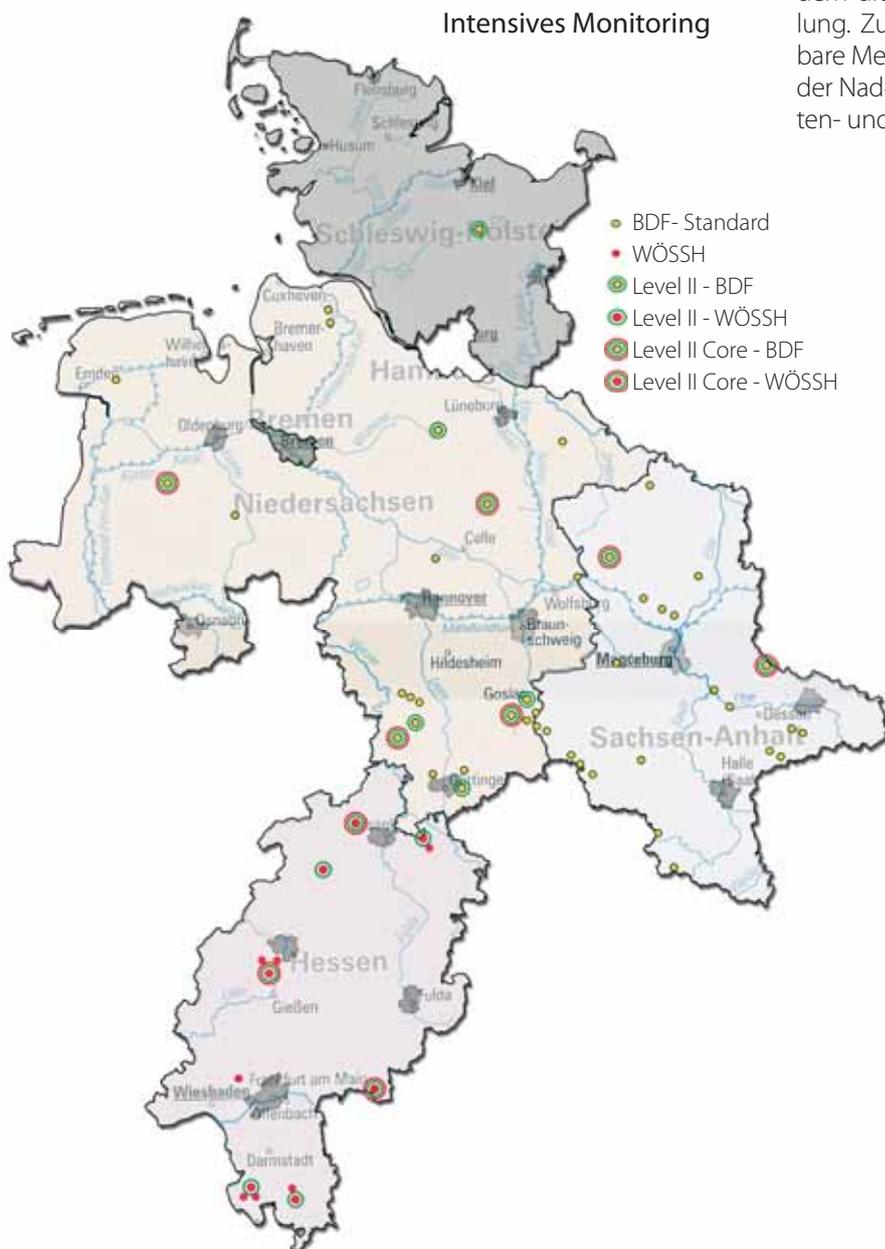
werden konnten. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer.

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 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.



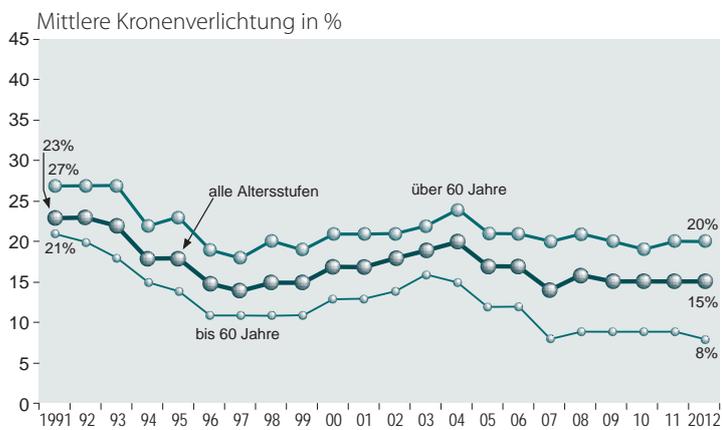
Teams der Waldzustandserhebung bei der jährlichen Schulung
Foto: H. Heinemann

Alle Baumarten

Mittlere Kronenverlichtung

Die Waldzustandserhebung 2012 weist als Gesamtergebnis für die Waldbäume in Sachsen-Anhalt (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 15 % aus. Im Beobachtungszeitraum wurden die höchsten Kronenverlichtungswerte (22 % bzw. 23 %) in den ersten Erhebungsjahren 1991-1993 festgestellt. In den Folgejahren gingen die Werte zurück, um 2003/2004 erneut leicht anzusteigen. Seit 2005 liegt die mittlere Kronenverlichtung stabil zwischen 14 % und 17 %.

Die älteren Buchen, Eichen und Fichten zeigen weiterhin einen vergleichsweise hohen Verlichtungsgrad zwischen 28 % und 35 %. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer liegt sehr viel niedriger (14 %). Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren (bis 60-jährigen) Bestände zeigt seit 2007 konstant niedrige Werte (2012: 8 %).



Anteil starker Schäden

Der Anteil starker Schäden (Kronenverlichtung über 60 %) liegt im Mittel der Zeitreihe bei 2,5 %, 2012 bei 1,9 %. Während in den jüngeren Beständen der Anteil starker Schäden derzeit 0,6 % beträgt, wurden in den älteren Beständen 2,8 % als stark geschädigt klassifiziert.

Für die ältere Buche und Eiche wurden im Beobachtungszeitraum mehrmals erhöhte Anteile an starken Schäden (bis 14 %) registriert. Für die ältere Kiefer wurden seit 1993 durchgehend niedrige Werte (1 %) festgestellt.

Im Jahr 2012 nehmen die Anteile starker Schäden bei der älteren Kiefer 1 % und bei der älteren Fichte 4 % ein. Bei der älteren Buche und Eiche sind starke Schäden an 7 % bzw. 8 % aufgetreten.

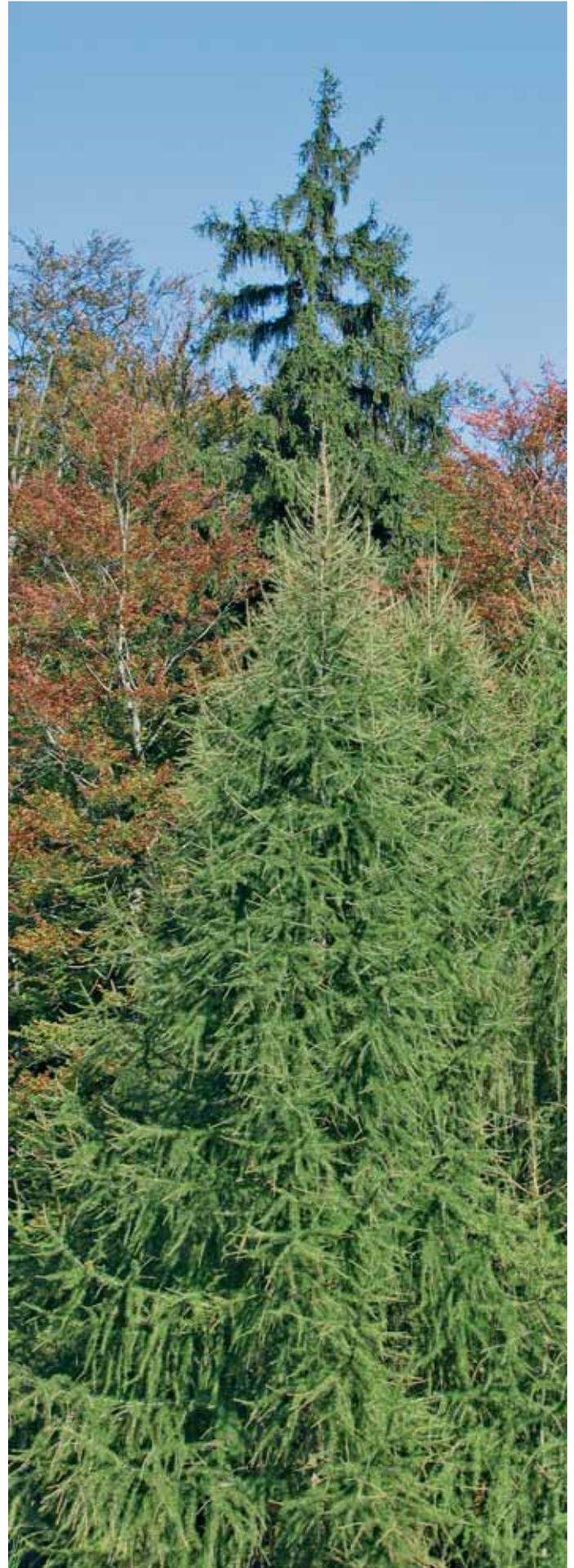
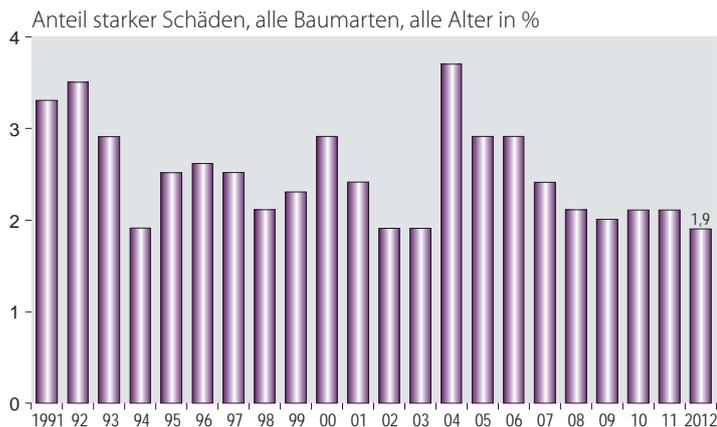


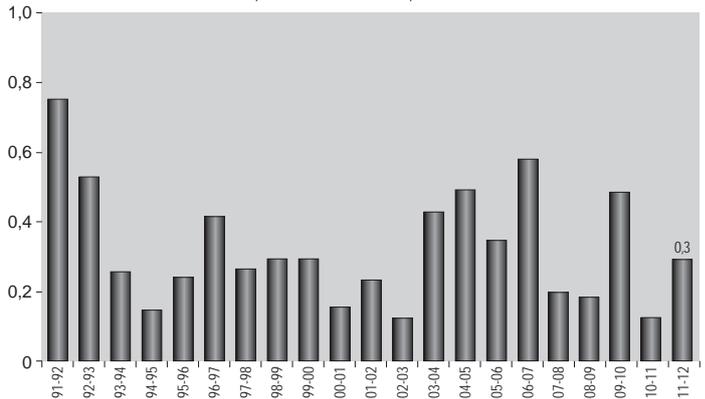
Foto: M. Schmidt

Alle Baumarten

Absterberate

Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) liegt im Mittel des Beobachtungszeitraumes bei 0,3 % und damit auf einem sehr geringen Niveau. Überdurchschnittliche Absterberaten wurden 1992-1993 sowie 1997 (Eiche) beobachtet. Es folgte eine erneute Phase mit erhöhten Absterberaten im Zeitraum 2004-2007 als Reaktion auf das Trockenjahr 2003 in Kombination mit Insektenbefall. Auch im Jahr 2010 lag die Absterberate (0,5 %) über dem Durchschnittswert der Zeitreihe. 2012 entspricht die Absterberate dem Durchschnittswert (0,3 %), die Spanne bei den Baumarten reicht in diesem Jahr von 0 % (Buche und Fichte) bis 1,2 % (Eiche).

Jährliche Absterberate, alle Baumarten, alle Alter in %



Vergilbungen

Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind häufig ein Indiz für Magnesiummangel in der Nährstoffversorgung der Waldbäume. Der Anteil an Bäumen mit nennenswerten Vergilbungen (>10 % der Nadel- bzw. Blattmasse) liegt im Erhebungszeitraum zwischen 0,2 % und 11 %, die Vergilbungen waren überwiegend gering ausgeprägt. Mit einer Vergilbungsrate von 0,3 % wird in diesem Jahr erneut ein niedriger Wert ermittelt.

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

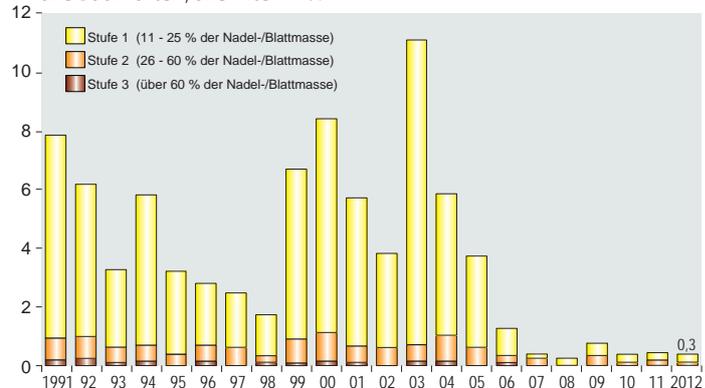


Foto: J. Evers

Kiefer

Ältere Kiefer

Die ältere Kiefer wies im ersten Erhebungsjahr 1991 – mit verursacht durch Insektenschäden – einen hohen Verlichtungsgrad auf. In den Folgejahren verbesserte sich der Kronenzustand erheblich und die Kiefer ist seit Mitte der 1990er Jahre unter den Hauptbaumarten die Baumart mit den niedrigsten Kronenverlichtungswerten. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt 2012 14 %.

Jüngere Kiefer

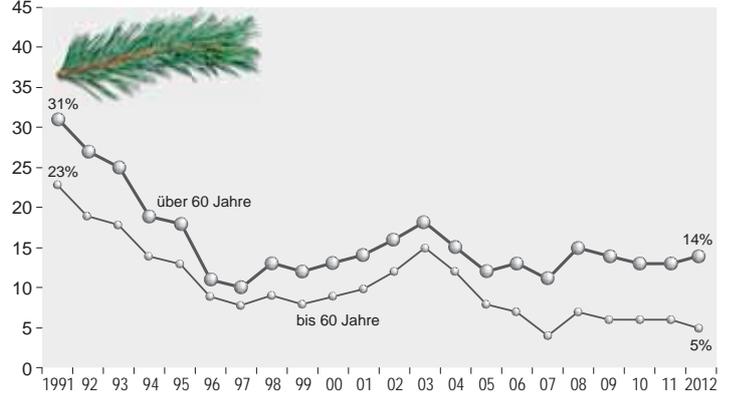
Die jüngeren Kiefern weisen seit einigen Jahren ein geringes Kronenverlichtungsniveau auf, in diesem Jahr beträgt die mittlere Kronenverlichtung 5 %.

Im Gegensatz zu Buche, Fichte und Eiche sind bei der Kiefer die Unterschiede im Kronenverlichtungsgrad zwischen den Altersgruppen sehr viel weniger ausgeprägt. Die Entwicklung der Kronenverlichtung jüngerer und älterer Kiefern läuft weitgehend parallel.

Starke Schäden

Im Vergleich der Baumarten zeigt die Kiefer auffallend geringe Anteile starker Schäden. Im Mittel der Erhebungsjahre liegt der Anteil starker Schäden sowohl bei der jüngeren als auch der älteren Kiefer bei 1 %. Es gibt kaum Schwankungen in der Zeitreihe, erhöhte Anteile traten in den ersten beiden Erhebungsjahren (bis 4 %) sowie für die jüngere Kiefer im Jahr 2004 (2 %) auf.

Mittlere Kronenverlichtung in %



Absterberate

Die Absterberate der Kiefer liegt im Mittel der Jahre 1991-2012 bei 0,2 %. In den ersten beiden Erhebungsjahren wurden erhöhte Absterberaten (bis 0,8 %) festgestellt. Im Jahr 2010 war ein erneuter Anstieg zu verzeichnen (0,6 %), der vor allem durch den Fraß der Kiefernbuschhornblattwespe im nördlichen Sachsen-Anhalt verursacht wurde. 2012 ist eine Absterberate von 0,2 % ermittelt worden.



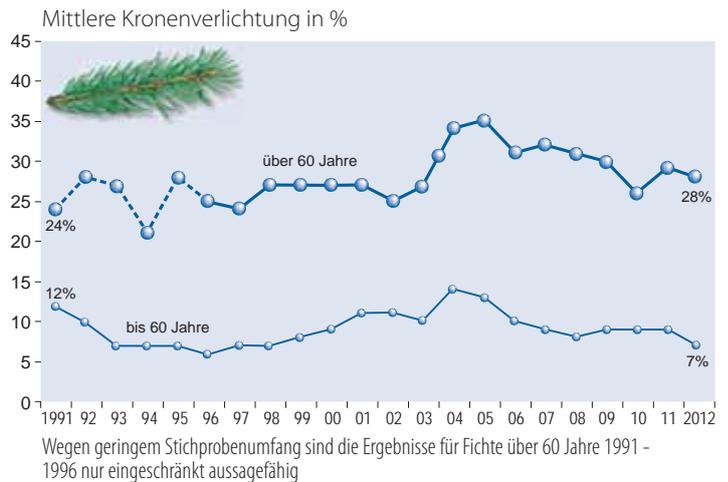
Fichte

Ältere Fichte

Bei der älteren Fichte werden im gesamten Beobachtungszeitraum vergleichsweise hohe Kronenverlichtungswerte registriert. Nach dem Rekordsommer 2003 hatten sich die Kronenverlichtungswerte für einige Jahre erhöht. Im Jahr 2012 beträgt die mittlere Kronenverlichtung 28 %.

Jüngere Fichte

Für die Fichte ist ein deutlicher Alterstrend festzustellen. Die jüngeren Fichten liegen mit einer mittleren Kronenverlichtung von 7 % weit unter den Werten der älteren Fichten. Die Auswirkungen des Trockenjahres 2003 und Schäden durch Borkenkäfer hatten auch bei der jüngeren Fichte zu einer Erhöhung der Kronenverlichtung in den Jahren 2004 und 2005 geführt, seit 2006 sind die Werte wieder zurückgegangen.



Starke Schäden

Bis zum Jahr 2003 wurden bei der Fichte vergleichsweise niedrige Anteile starker Schäden (zwischen 0,6 und 2 %) verzeichnet, ab 2004 stiegen die Anteile auf 4 % an, seither treten Schwankungen auf. Im Jahr 2012 beträgt der Anteil stark geschädigter Fichten 2 %.



Foto: J. Evers

Absterberate

Für die Fichte ergibt sich im Mittel aller Erhebungsjahre eine durchschnittliche Absterberate von 0,2 %. Bis zum Jahr 2003 waren die Absterberaten überwiegend gering, anschließend wurden infolge von Trockenstress und Borkenkäferbefall erhöhte Absterberaten (bis 1,3 %) ermittelt. Im Jahr 2012 ist keine Fichte im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung frisch abgestorben.



Foto: T. Friedhoff

Fruchtbildung

Die Fichte hat in den 22 Jahren der Waldzustandserhebung 7-mal stark fruktifiziert (mehr als ein Drittel der älteren Fichten weist mittlere und starke Fruchtbildung auf). Es zeigen sich Parallelen zum Fruchtbildungsrhythmus der Buche. In den Jahren 1992, 1995, 1998, 2000, 2004, 2006 und 2009 fruktifizierten beide Baumarten intensiv, die Buche aber zusätzlich 2002, 2007 und besonders stark 2011.



Buche

Ältere Buche

Bei der Buche zeigt sich in diesem Jahr mit einer mittleren Kronenverlichtung von 32 % eine erhebliche Verbesserung des Kronenzustandes. Zu Beginn der Zeitreihe waren für die Buche vergleichsweise günstige Belaubungsdichten ermittelt worden, anschließend stiegen die Kronenverlichtungswerte sprunghaft an. Der Höchstwert wurde 2004 mit 43 % erreicht. Es 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. 2011 wurde die intensivste Fruchtbildung der Buche seit Beginn der Waldzustandserhebung festgestellt. 2012 wurde an keiner Buche in der Stichprobe der Waldzustandserhebung mittlere oder starke Fruchtbildung beobachtet.



Foto: J. Evers

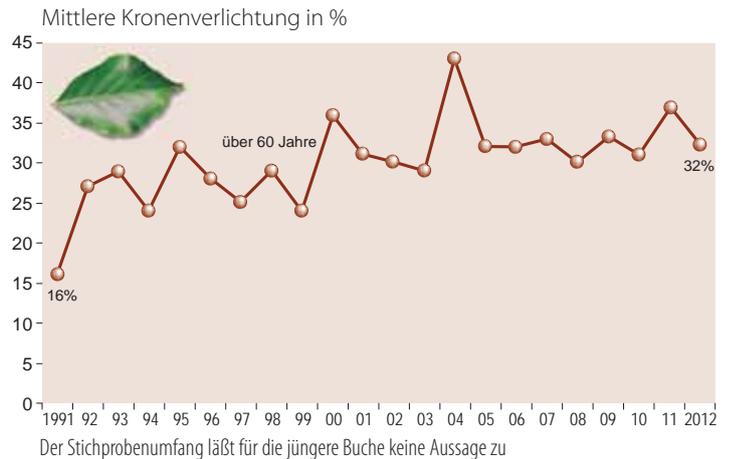
Starke Schäden

Wie beim Verlauf der mittleren Kronenverlichtung der Buche, treten auch beim Anteil starker Schäden im Beobachtungszeitraum Schwankungen auf.

Der Anteil starker Schäden der älteren Buche lag 2004 besonders hoch (13 %) und übersteigt mit 7 % in diesem Jahr das langjährige Mittel (5 %).

Absterberate

Obwohl die Anteile starker Schäden bei der älteren Buche in einzelnen Jahren bis auf 13 % anstiegen, führte dies nicht zu einer Steigerung bei der Absterberate. Im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten weist die Buche die niedrigste Absterberate auf. Im Mittel der Jahre 1991-2012 liegt die Absterberate der Buche unter 0,1 %. Im Jahr 2012 ist keine Buche im Stichprobenkollektiv frisch abgestorben.



Fruchtbildung

Die Ergebnisse zur Fruchtbildung im Rahmen der Waldzustandserhebung zeigen für die Buche die Tendenz, in kurzen Abständen und vielfach intensiv zu fruktifizieren. Dies steht im Zusammenhang mit einer Häufung warmer Jahre sowie einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Geht man davon aus, dass eine starke Mast erreicht wird, wenn ein Drittel der älteren Buchen mittel oder stark fruktifizieren, ergibt sich rechnerisch für den Beobachtungszeitraum der Waldzustandserhebung 1991-2012 alle 2,2 Jahre eine starke Mast.

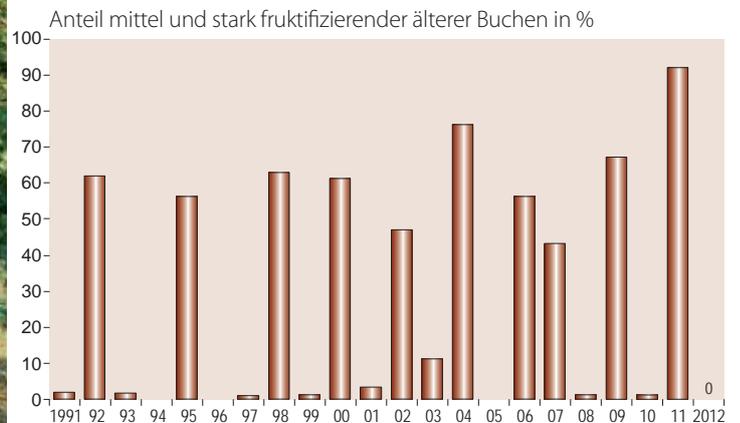


Foto: H. Heinemann

Eiche

Ältere Eiche

Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Eiche zeigt keine Veränderung zum Vorjahr (35 %). Die Entwicklung des Kronenzustandes der Eiche wird stark durch Insekten- und Pilzbefall beeinflusst.

Jüngere Eiche

Die Kronenentwicklung der Eichen in der Altersstufe bis 60 Jahre zeigt einen sehr viel günstigeren Verlauf als die Entwicklung der älteren Eichen. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt 12 %.



Foto: T. Friedhoff

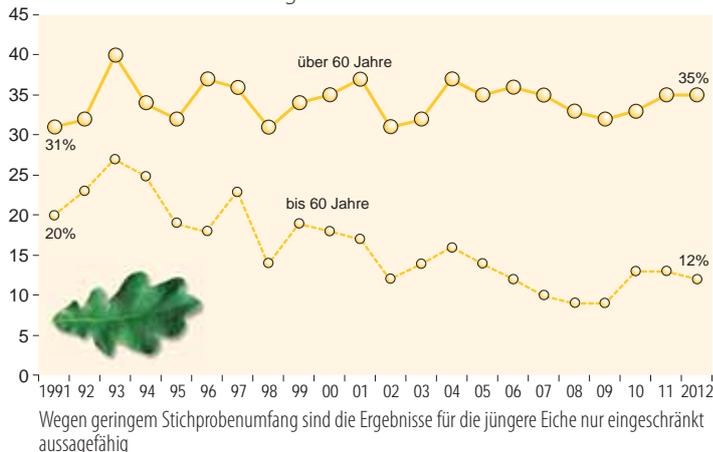
Starke Schäden

Die Anteile starker Schäden liegen bei der Eiche höher als bei den anderen Baumarten. Im Durchschnitt der Zeitreihe sind bei der jüngeren Eiche 3 % und bei der älteren Eiche 8 % als stark geschädigt eingestuft worden. Der Anteil starker Schäden variiert bei der Eiche stark, Phasen erhöhter Anteile treten bei der älteren Eiche vor allem im Anschluss an starken Insektenfraß auf. 1993 wurden 12 % starke Schäden registriert, 1996/1997 14 % bzw. 13 % und 2004 11 %. Derzeit sind 8 % der älteren Eichen als stark geschädigt eingestuft.

Absterberate

Überdurchschnittliche Absterberaten wurden bei der Eiche jeweils im Anschluss an Perioden mit starkem Insektenfraß ermittelt, am höchsten war die Absterberate 1997 (2,7 %). Ab 2004 traten wieder erhöhte Absterberaten auf. Im Jahr 2012 liegt die Absterberate (1,2 %) deutlich über dem langjährigen Mittel (0,6 %).

Mittlere Kronenverlichtung in %



Fraßschäden

Die periodische 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 wurde verstärkt in den Jahren 1991 bis 1997 beobachtet. Von 2004 bis 2007 folgte eine weitere Periode mit Fraßschäden. Seit 2010 sind die Fraßschäden nach einer nur sehr kurzen Erholungsphase (2008/2009) erneut angestiegen, 2012 wiesen 13 % der älteren Eichen mittlere und starke Fraßschäden auf. Die jährliche Dauerbeobachtung der Wälder unterstützt zeitnah die Erkenntnisse über Insekten Schäden und Pilze in den sachsen-anhaltinischen Wäldern.

Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen in %

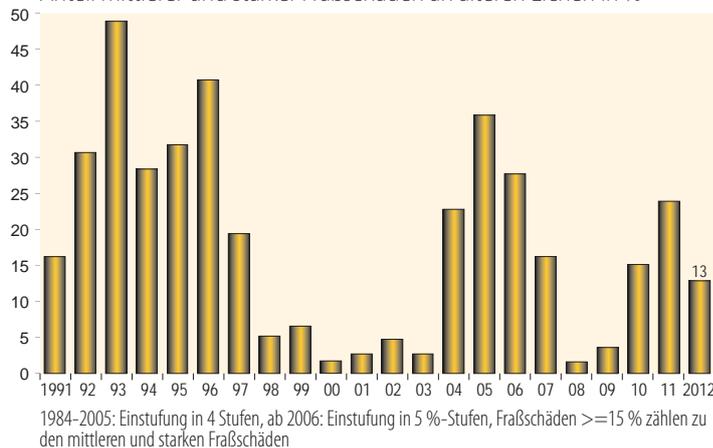


Foto: NW-FVA

Andere Laub- und Nadelbäume

Die Waldzustandserhebung ist als landesweite flächendeckende Stichprobeninventur konzipiert, sie gibt daher einen Überblick über alle Baumarten. Neben den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche kommt in den sachsen-anhaltinischen Wäldern eine Vielzahl von anderen Baumarten vor. Jede Baumart für sich genommen ist 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 Laubbäume 15 %. Hierzu gehören u. a. Esche, Ahorn, Linde und Hainbuche. Am stärksten vertreten ist die Birke, gefolgt von der Erle.

Im Beobachtungszeitraum sind für diese Gruppe nur selten Schwankungen im Verlichtungsgrad aufgetreten, auch die Werte für die Altersgruppen weisen kaum Differenzen auf. Die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) beträgt aktuell 15 %, dies ist der niedrigste Wert in der Zeitreihe.



Foto: T. Ullrich



Foto: H. Heinemann



Foto: H. Heinemann

Starke Schäden

Für die anderen Laubbäume (alle Alter) liegt der Anteil starker Schäden im Mittel der Jahre 1991-2012 bei 5 % und damit höher als der langjährige Durchschnitt für alle Baumarten (2,5 %). Im Jahr 2012 beträgt der Anteil starker Schäden 1 %.

Absterberate

Das Mittel der Absterberate für die anderen Laubbäume liegt mit 0,6 % über dem Mittel für alle Baumarten (0,3 %). Die jährlichen Absterberaten im Beobachtungszeitraum schwanken zwischen 0,1 % und 1,5 %, eine gerichtete Entwicklung ist nicht erkennbar. Im Jahr 2012 beträgt die Absterberate 0,2 %.

Witterung und Klima

Inge Dammann und Olaf Schwerdtfeger

Der Witterungsverlauf für Sachsen-Anhalt 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 sind jeweils die Abweichungen vom Mittel der Jahre 1961-1990 für ausgewählte Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes.

Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Die Messdaten für den Zeitraum von 1984 bis 2012 zeigen seit 1988 eine gegenüber der Referenzperiode (1961-1990) erhöhte Temperatur. In der Vegetationszeit (Mai bis September) wurde seit 1988 in 23 von 25 Jahren der Durchschnittswert überschritten. In der Nicht-Vegetationszeit (Oktober bis April) war dies in 20 von 25 Jahren der Fall. Mit Abweichungen vom langjährigen Mittel zwischen +2,0 °C und +2,5 °C waren die Vegetationsperioden 1992, 2003 und 2006 und mit +4,0 °C die Nicht-Vegetationszeit 2006/2007 die wärmsten.

Bei den im Zeitraum 1984 bis 2012 gemessenen Niederschlägen bestehen zwischen den einzelnen Jahren zum Teil starke Schwankungen. Besonders niederschlagsreich war die Vegetationsperiode 2007, in der die gemessenen Niederschlagswerte doppelt so hoch lagen wie die Referenzwerte.

Insgesamt halten sich in den 29 Beobachtungsjahren die Jahre mit überdurchschnittlichen Niederschlägen und die Jahre mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen die Waage.

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.

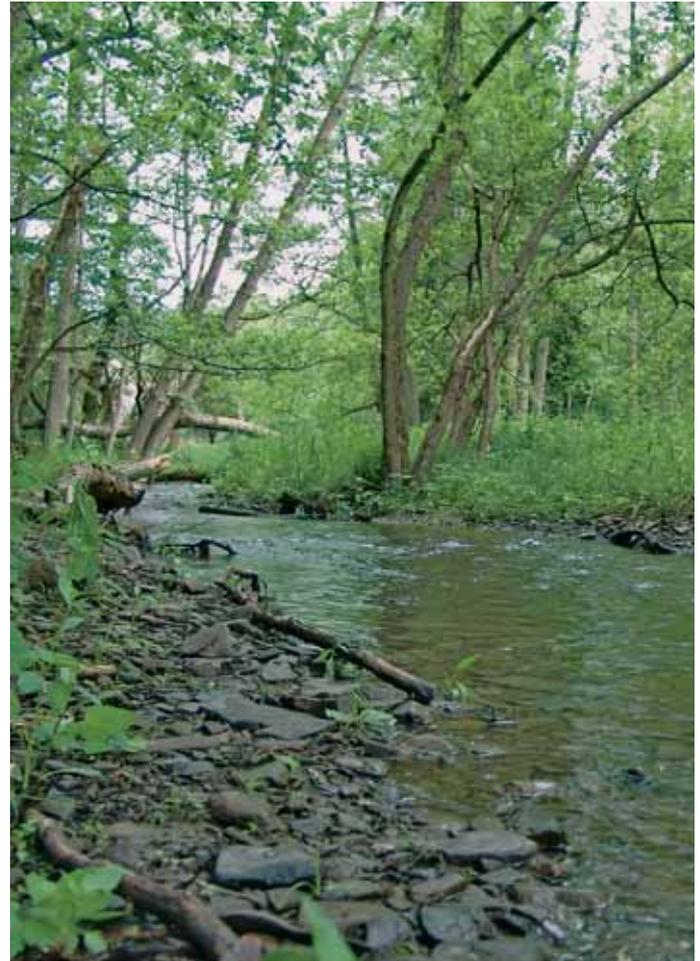
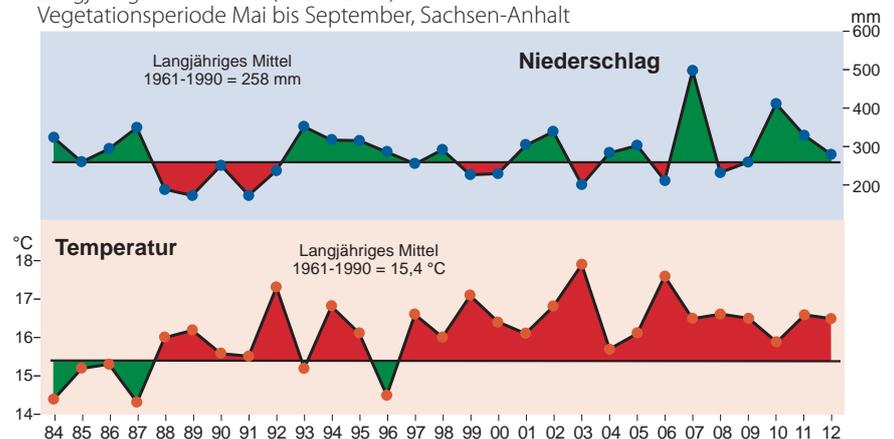


Foto: M. Schmidt

Langjährige Klimawerte (1984 - 2012)
Vegetationsperiode Mai bis September, Sachsen-Anhalt



Langjährige Klimawerte (1984 - 2012)
Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Sachsen-Anhalt

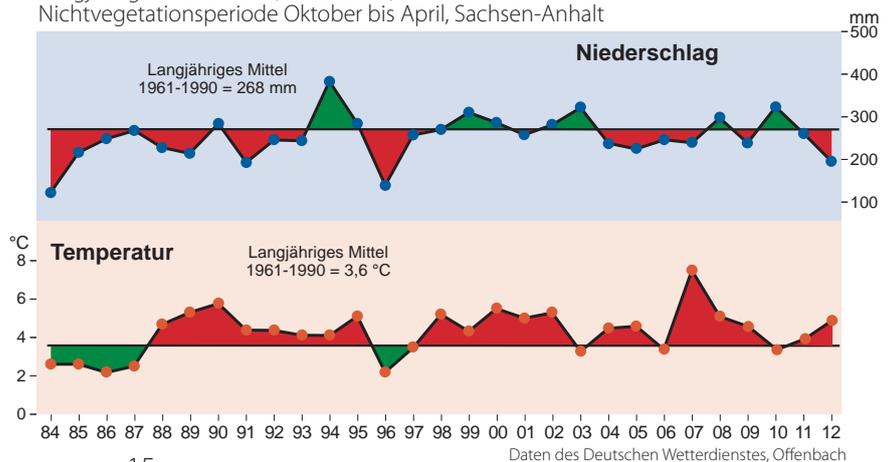


Foto: T. Ullrich

Witterung und Klima

Witterungsverlauf von Oktober 2011 bis September 2012

In der Nicht-Vegetationszeit 2011/2012 wurde das langjährige Mittel der Temperatur um $+1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ überschritten. Besonders kalt war es im Februar ($-2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ unter dem langjährigen Mittel). Die Monate Dezember, Januar und März waren überdurchschnittlich warm mit Temperaturen von $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, $2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittel.

Die Niederschlagsmengen erreichten insgesamt 76 % des langjährigen Mittelwertes der Jahre 1961-1990. Dabei blieb der November fast niederschlagsfrei (1 %), im März wurden ebenfalls weit unterdurchschnittliche Niederschläge (15 %) gemessen, die höchsten Niederschläge fielen im Januar (177 % des langjährigen Mittelwertes).

In der Vegetationszeit entsprach die Niederschlagsmenge dem langjährigen Mittel. Im April, Mai, August und September waren die Niederschläge unterdurchschnittlich, im Juni und Juli wurden die langjährigen Mittelwerte überschritten. Allerdings waren die Niederschläge nicht gleichmäßig verteilt, z. B. wurde im Juni an der Station Gera-Leumnitz 98 % der durchschnittlichen Niederschläge gemessen, an der Station Artern dagegen 210 %.

In der Vegetationszeit war es um $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ wärmer als im Durchschnitt. Nur im Juni war es kälter ($-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) als in der Referenzperiode.

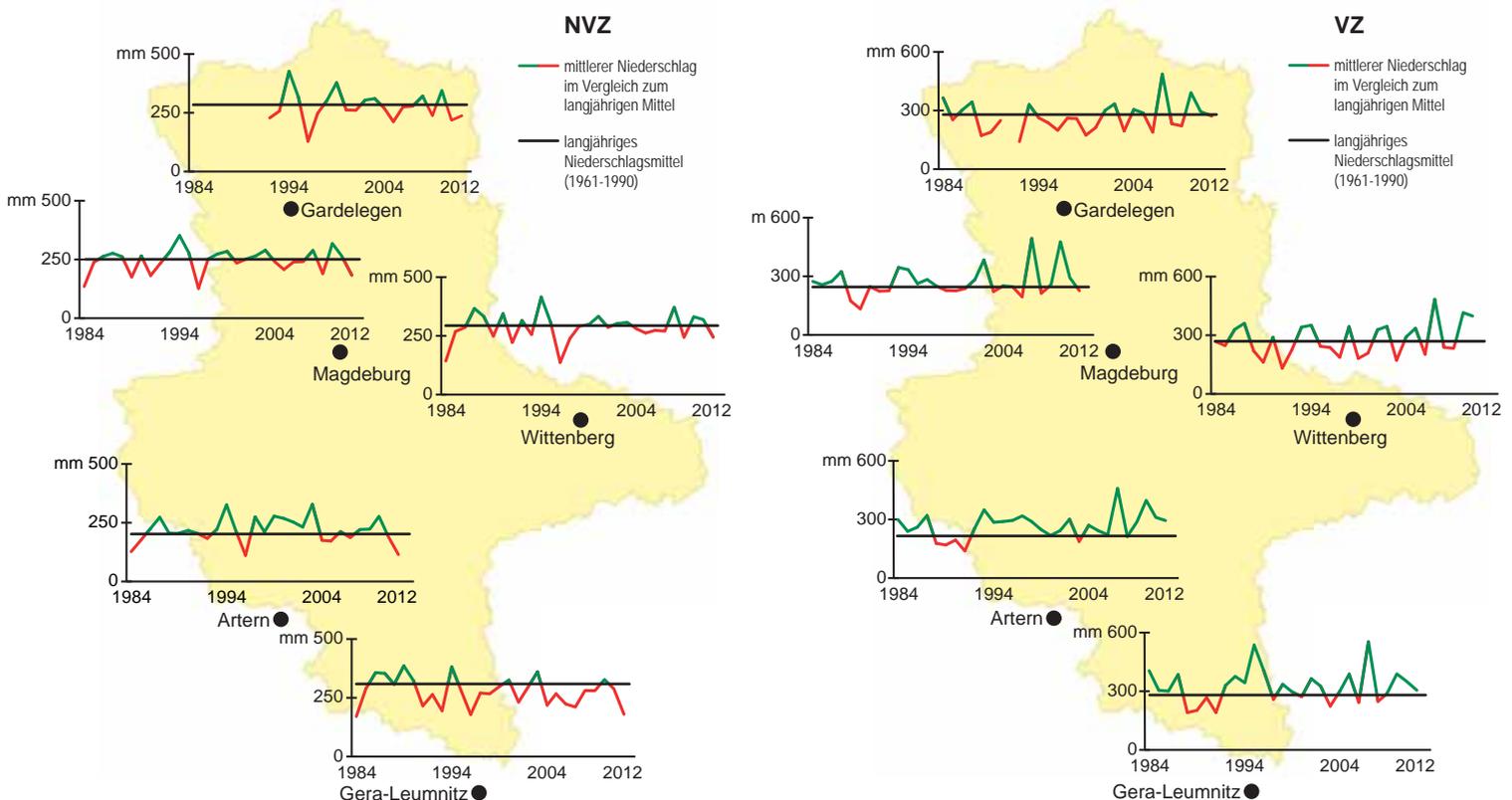
Wie schon in den vorangegangenen Jahren waren auch in der Periode Oktober 2011 bis September 2012 einige Extreme im Witterungsverlauf zu beobachten: Der November 2011 war deutschlandweit der trockenste November seit 1901. Der März 2012 war sowohl der drittmildeste ($+3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittel in Deutschland) als auch der dritt-trockenste März seit 1901. Die Frühlingsmonate 2012 wurden



Foto: T. Ullrich

vom Deutschen Wetterdienst als die 7. wärmsten und 6. trockensten seit Beginn des 20. Jahrhunderts eingestuft. Die Waldbestände sind mit einem Niederschlagsdefizit aus dem Winter in ein trockenes, warmes und sonnenscheinreiches Frühjahr gestartet. Das Niederschlagsdefizit wurde erst durch überdurchschnittliche Niederschläge im Juni und Juli teilweise ausgeglichen.

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

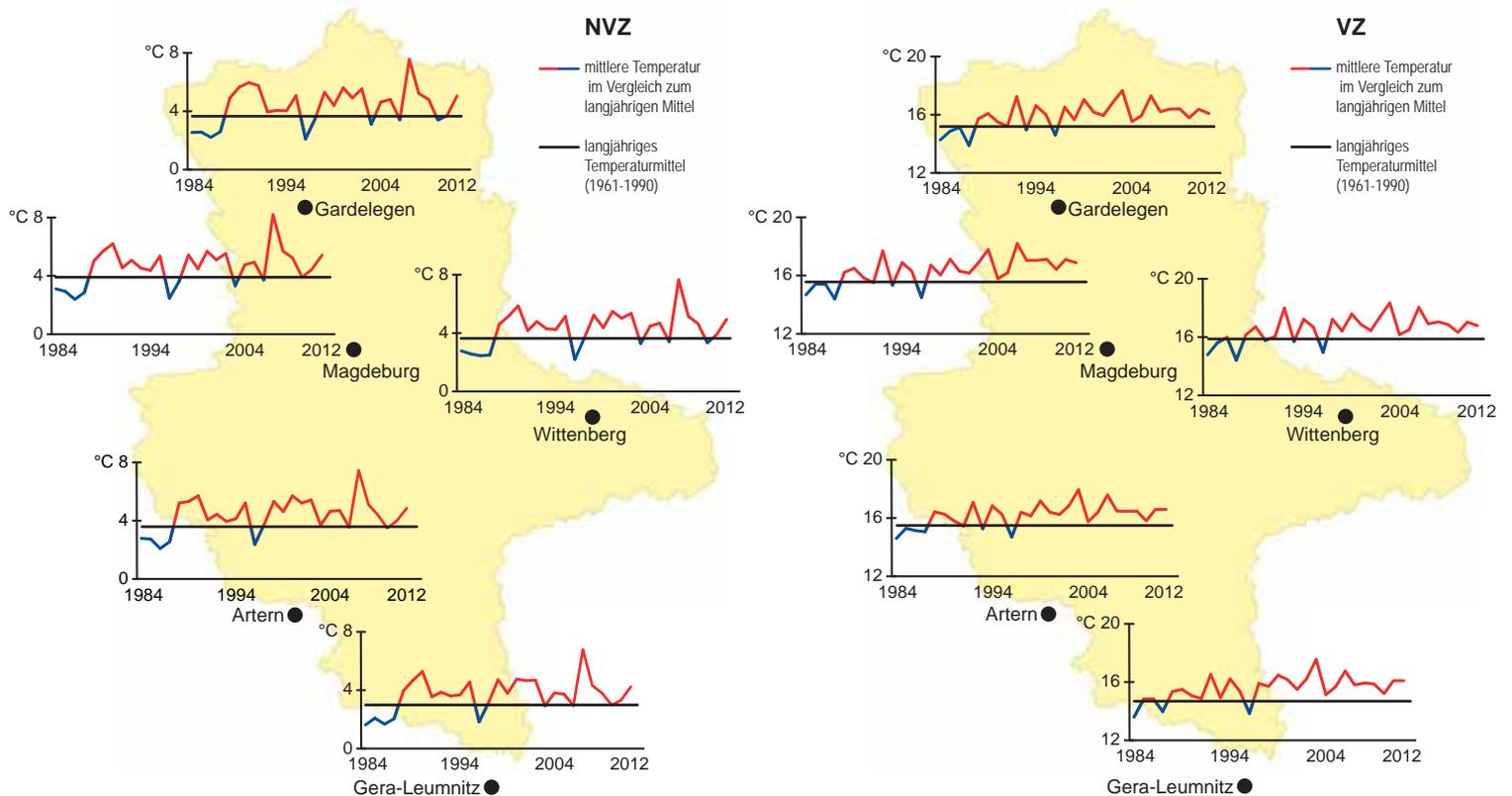


Witterung und Klima



Foto: H. Heinemann

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



Insekten und Pilze

Michael Habermann, Rainer Hurling, Horst Hooge,
Gerhard Elsner, Ulrich Bressemer und Gitta Langer

Die Bewertung der Vitalität von Bäumen und Waldbeständen in Sachsen-Anhalt setzt die Kenntnis der Verbreitung von Pilzen und Insekten voraus. Das Verfahren der Waldzustandserhebung ermittelt diese im Zuge der sommerlichen Aufnahmen. Ein umfassendes Bild liefern weitergehende Untersuchungen, die von der Abteilung Waldschutz der NW-FVA geleistet werden.

Komplexe Schäden und Absterbeerscheinungen an Eiche: „Erkrankungsschub“ 2011

Seit vielen Jahren werden bei den Alteichen örtlich hohe durchschnittliche Blattverluste und gravierende Vitalitätseinbußen beobachtet. Den Bäumen fehlen Erholungsphasen ohne schadenverstärkende Faktoren wie Witterungsextreme, Insektenfraß oder pilzliche Schaderreger.

Bei den Erklärungsansätzen zum Eichensterben gilt nach wie vor: Witterungsextreme in Kombination mit wiederholtem, starkem Fraß können die Schäden auslösen. Auf vielfältige Weise wird dadurch die Wasserversorgung des Baumes beeinträchtigt. Zudem führen starker Blattfraß und nachfolgender Befall durch Mehltau dazu, dass betroffene Eichen nur wenige Wochen im Jahr eine intakte Belaubung aufweisen, mit der Folge stark verminderter Einlagerung von Reservestoffen und dem Rückgang funktionsfähiger Feinwurzeln.

Entsprechend ungünstige Faktorenkombinationen lagen in jüngster Vergangenheit gebietsweise mehrfach vor:

2010: starke Winterfröste 2009/2010, Spätfröste im April/Mai, trockenes und warmes Frühjahr (April), Sommer erst zu warm und zu trocken (Juli).

2011: starke Winterfröste 2010/2011, Frühjahr extrem trocken, warm und sonnenscheinreich, starke Spätfröste im Mai, im Sommer immer noch Niederschlagsdefizite und zu warm (außer im Juli), November zu trocken.

2012: starke Spätwinterfröste Ende Januar / Anfang Februar 2012.

Hinzu kamen wiederholte, starke Fraßereignisse in den vergangenen Jahren und verstärkter Mehltaubefall 2010 und 2012. Mit fortschreitender Vitalitätsschwäche haben Eichenprachtkäfer und Hallimasch als Sekundärschädlinge günstige Befallsbedingungen.

Ab dem (Spät-) Sommer 2011 wurden örtlich besonders schlechte Vitalitätszustände und lokal auch bereits auffällige Absterbeerscheinungen in Eichen-Althölzern beobachtet. Teilweise waren - von der klassischen Eichenkomplexerkrankung etwas abweichende - schnellere Schadensabläufe zu verzeichnen. Betroffene Bäume hatten zwar meist noch relativ viel Feinreisig, oftmals aber sehr wenig oder gar kein Laub mehr.

Hallimaschbefall und Spechtabschläge (Prachtkäfer!) traten bei eindeutig abgängigen Bäumen örtlich auffällig in Erscheinung.

Diese Beobachtungen waren Anlass, im Herbst 2011 stärker geschädigte Alteichen auf einer Beobachtungsfläche in Niedersachsen zu untersuchen und 2012 deren weitere Entwicklung zu verfolgen. Folgende Ergebnisse sind hier festzuhalten:

- Es hat etwa ab dem Spätsommer / Herbst 2011 und bis in das Frühjahr 2012 hinein einen „Erkrankungsschub“ gegeben, bei dem zahlreiche Alteichen kurzfristig abgestorben sind.
- Die im Zuge dieses Erkrankungsschubes abgestorbenen Eichen hatten bei den Kronenzustandserhebungen im August der zwei bis drei Vorjahre bereits deutlich ansteigende, auffällige Kronenverlichtungen.
- Der in den Vorjahren stattgefunden starke Blattfraß der Eichenfraßgesellschaft (Mai/Juni) war – neben den bereits genannten Witterungsextremen der Vorjahre und dem Mehltaubefall 2010 – wahrscheinlich der entscheidende schadenauslösende Faktor.
- Die prädisponierende Situation für den Prachtkäferbefall ist wahrscheinlich bereits 2010 eingetreten.
- Der Hallimasch ist nicht der schadenauslösende, sondern ein schadenverstärkender Faktor. Hallimaschbefall wurde vermehrt im Zuge des Absterbens bzw. nach dem Absterben der Bäume an den Wurzelanläufen festgestellt. Anzunehmen ist, dass der Hallimasch spätestens im Laufe des Jahres 2011 die Wurzeln befallen und geschädigt hat und somit – neben dem ggf. etwas früher erfolgten Prachtkäferbefall - den entscheidenden letzten Faktor des Absterbeprozesses darstellt.
- Die meisten der abgestorbenen Bäume hatten im Juli 2012 im unteren Stammbereich und an den Wurzelanläufen teilweise massiven Befall durch Holz entwertende Insekten (vor allem *Xyloterus signatus*, aber auch *X. domesticus* sowie *Hylecoetus dermestoides*). Teilweise wurden auch höher am Stamm Holzentwerter sowie Bockkäfer festgestellt.



Geschädigte Eichen auf der Level II-Fläche Ehrhorn

Foto: U. Bressemer

Insekten und Pilze



Mehltaubefall an Eiche

Foto: U. Bresslem

Vierorts sind die (überlebenden) Eichen in ihrer Vitalität derzeit so stark eingeschränkt, dass jede zusätzliche Belastung in der Folgezeit (Eichenmehltau, Witterungsextreme, erneute Fraßereignisse) zu weiteren gravierenden Absterbeerscheinungen führen kann. Auffällig und besorgniserregend ist vor diesem Hintergrund gebietsweise der starke Mehltaubefall (*Microsphaera albitoides*) an den 2012er Johannis-/Regenerationstrieben nach starkem Fraß 2012.

In Sachsen-Anhalt wurde die Vitalität der Eiche 2012 durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Besonders auffällig war der Fraß durch die Eichenfraßgesellschaft, vor allem den Frostspanner (*Erannis defoliaria* und *Operophtera brumata*) und auch Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea prozessionea*). Die Ressourcen vieler Eichen sind infolge der seit einigen Jahren andauernden Belastung aufgebraucht und es kommt lokal zu Absterbeerscheinungen. Um wiederholten Fraß zu verhindern, wurden ab April in Sachsen-Anhalt auf ca. 3350 ha Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt. Neben erneuten Fraßschäden kam als weiterer gravierender Schadfaktor für die Eichen im Sommer 2012 das Auftreten des Eichenmehltaus an den Ersatz- und Johannistrieben hinzu. Wegen der sehr ungünstigen Kombination aus Mehltau und Fraßschäden wird damit gerechnet, dass sich das aktuelle Eichensterben lokal verstärken und weiter fortschreiten wird.

Nonne und Kiefernspinner

Die laufende Überwachung der Nonne (*Lymantria monacha*) mit Pheromonfallen in Kiefernbeständen zeigte 2011 in Sachsen-Anhalt Bereiche mit Fangzahlen deutlich über der Warnschwelle. Nachfolgend durchgeführte Puppenhülensuchen bzw. Falterzählungen bestätigten die Gefährdungsbereiche. Die anschließende Suche nach Eigelegten ergab eine dringende Bekämpfungsnotwendigkeit für zwei größere, zusammenhängende Kieferngebiete in den Bereichen Letzlingen und Nordöstliche Altmark. Unter Berücksichtigung von Standortverhältnissen, Bestandesstrukturen und der zuvor erhobenen Prognoseparameter wurden 2012 zwei Bereiche mit ca. 4800 ha vom Hubschrauber aus behandelt.

Besorgniserregend sind zurzeit Meldungen zum Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*). Im nordöstlichen Teil Sachsen-Anhalts

sind lokal bereits erste Fraßschäden aufgetreten. Die Falterfänge in Pheromonfallen liegen stellenweise ebenfalls deutlich über der Warnschwelle.

Kieferntriebsterben

Diplodia-Triebsterben, ausgelöst durch *Sphaeropsis sapinea*, zeigte im ersten Halbjahr 2012 ein verstärktes Auftreten in Kiefernbeständen sowie in Douglasien- und Lärchen-Jungwüchsen. Die Schäden traten mit und ohne vorangegangene Hagelschäden auf und der Erreger wurde auch in Kiefernwurzeln festgestellt.

Eschentriebsterben

Die Erkrankung, ausgelöst durch *Hymenoscyphus pseudoalbidus* mit der Nebenfruchtform *Chalara fraxinea*, hat sich im gesamten Zuständigkeitsgebiet der NW-FVA fest etabliert. Es ist bisher – auch deutschlandweit – keine Abschwächung des Krankheitsgeschehens zu verzeichnen. Auf vielen Flächen wird hingegen eine Verstärkung bzw. Ausweitung der Schäden beobachtet. In Altbeständen führt das Eschentriebsterben bei hohem Infektionsdruck zum Zurücksterben der Krone und zur Bildung von Stammfußnekrosen und Befall mit nachfolgenden Schaderregern wie z. B. Hallimasch oder Eschenbastkäfern, die zur Stammentwertung und letztlich zum Absterben der Bäume führen. Neben anderen Rindenpilzen ist auch *H. pseudoalbidus* in der Lage in den Stammfuß einzudringen und Verfärbungen und Nekrosen hervorzurufen.



Eschentriebsterben

Foto: U. Bresslem

Absterbeerscheinungen an Bergahorn

Ausgelöst durch unterschiedliche Mikropilze, wie z.B. *Verticillium dahliae* (Verticillium-Welke), *Nectria haematococca* / *Fusarium solani*, *Nectria cinnabarina* / *Tubercularia vulgaris* und *Gibberella* sp. / *Fusarium* sp., oft in Verbindung mit dem Ungleichem Holzbohrer (*Anisandrus dispar*), wurden Stamm- und Stammanlaufnekrosen in frisch gepflanzten oder jüngeren Kulturen und besonders in Samenplantagen verursacht.

Stoffeinträge

Birte Scheler und Henning Meesenburg

Auf Grund des Filtereffektes der Kronen für gas- und partikel-förmige Luftverunreinigungen sind Wälder stärker als alle anderen Landnutzungsformen durch anthropogen verursachte Stoffeinträge von Sulfatschwefel und Stickstoff belastet. Im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings werden in Sachsen-Anhalt seit 1998 die Stoffeinträge in einem 93jährigen Kiefernbestand in Klötze (Altmark) sowie einem 64jährigen Kiefernbestand in Nedlitz (Fläming) erfasst, um damit verbundene Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme zu untersuchen.

Obwohl mit der Erfassung der Stoffeinträge erst zu einem Zeitpunkt begonnen wurde, an dem durch die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung der Schwefeleintrag im Vergleich zu den 1980er Jahren bereits auf einem niedrigen Niveau lag, hat er seit 1998 weiter abgenommen und zwar um durchschnittlich jährlich 0,4 kg pro Hektar unter Kiefer und 0,24 kg pro Hektar im Freiland. 2011 betrug er unter Kiefer 3,3 kg pro Hektar (Nedlitz) bzw. 3,6 kg pro Hektar (Klötze) und war auf Grund des Filtereffekts der Kronen ca. 1,5-mal so hoch wie im Freiland.

Durch anthropogene Einträge sowohl in gasförmiger, partikulärer als auch in gelöster Form wird den Wäldern seit Jahrzehnten mehr Stickstoff zugeführt, als sie für ihr Wachstum nachhaltig benötigen. In Klötze und Nedlitz beträgt diese Differenz im langjährigen Mittel ca. 8 kg pro Hektar im Jahr. Es kommt zu einer Stickstoffanreicherung im Boden mit zu-



Level II-Fläche Klötze mit Depositions- und Streusammlern
Foto: H. Meesenburg



Leerung von Depositionssammlern auf der Freifläche der Level II-Fläche Klötze

Foto: U. Klinck

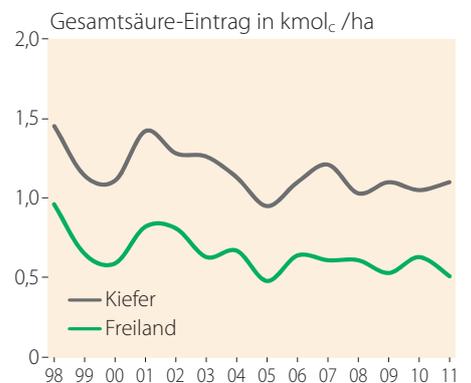
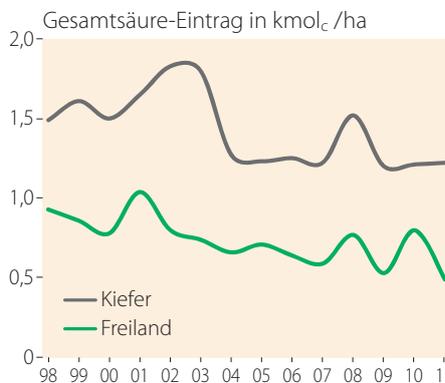
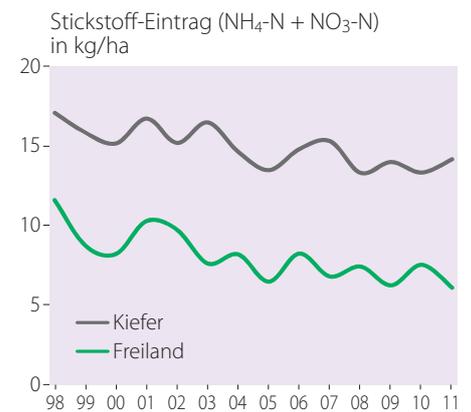
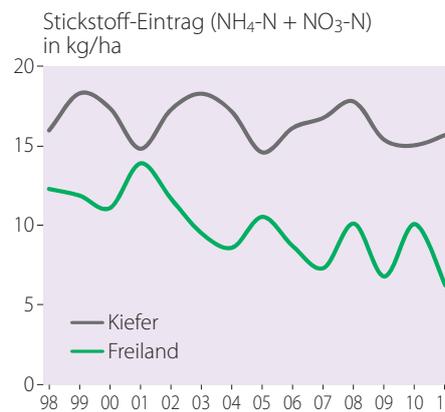
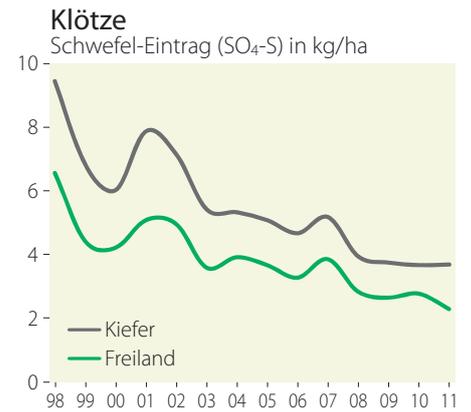
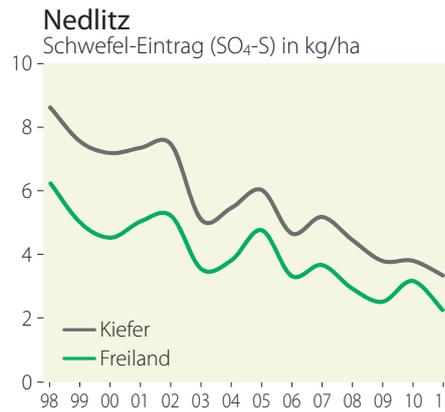
Stoffeinträge

nächst schleichenden, langfristig jedoch gravierenden Konsequenzen für den Wald selbst sowie angrenzende Ökosysteme wie Fließ- und Grundgewässer. Folgen zu hoher Stickstoffeinträge sind beispielsweise eine Verschiebung des Artengefüges der Wälder, Nährstoffungleichgewichte in den Pflanzen und ein erhöhter Nitrataustrag mit dem Sickerwasser.

Der Nitratstickstoffeintrag liegt in beiden Untersuchungsgebieten im langjährigen Mittel in der gleichen Größenordnung und hat sowohl im Freiland als auch in der Kronentraufe deutlich abgenommen. Er betrug 2011 im Freiland 2,5 kg pro Hektar (Nedlitz) bzw. 2,7 kg pro Hektar (Klötze) und mit der Kronentraufe unter Kiefer 5,9 kg pro Hektar (Nedlitz) bzw. 5,7 kg pro Hektar (Klötze).

Unterschiede zwischen den beiden Flächen zeigen sich hingegen beim Ammonium. In Nedlitz sind die Einträge von Ammoniumstickstoff sowohl im Freiland als auch unter Kiefer im langjährigen Mittel höher als in Klötze, was vermutlich durch die räumliche Nähe einer Düngemittelfabrik sowie einer Geflügelmastanlage bedingt ist. Im Freiland in Nedlitz und Klötze sowie mit der Kronentraufe in Klötze ging der Ammoniumeintrag im Untersuchungszeitraum deutlich zurück, während er mit der Kronentraufe in Nedlitz mit jährlichen Schwankungen auf gleichem Niveau verharrt. 2011 betrug der Ammoniumstickstoffeintrag mit der Kronentraufe in Nedlitz 9,7 kg pro Hektar und 8,5 kg pro Hektar in Klötze.

Der aktuelle Gesamtsäureeintrag wird als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der Basen Calcium, Magnesium und Kalium (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile; Gauger et al., 2002) berechnet. 2011 lag der Gesamtsäureeintrag bei 1,1 kmol_c pro Hektar in Klötze und 1,2 kmol_c pro Hektar in Nedlitz. Trotz einer kontinuierlichen Abnahme des Gesamtsäureeintrags wird das nachhaltige Puffervermögen in Klötze (0,08 kmol_c pro Hektar) und Nedlitz (0,05 kmol_c pro Hektar) weit überschritten, eine Bodenschuttkalkung zur Stabilisierung der Waldböden ist sinnvoll.



kmol_c (Kilomol charge) = Menge an Ladungsäquivalenten. Sie berechnet sich wie folgt: Elementkonzentration multipliziert mit der Wertigkeit des Moleküls (= Ladungsäquivalente pro Molekül), dividiert durch das Molekulargewicht. Multipliziert mit der Niederschlagsmenge ergibt sich die Fracht an Ladungsäquivalenten in kmol_c pro Hektar.



Bodenhydrologisches Messfeld auf der Level II-Fläche Nedlitz, im Hintergrund Depositionssammler
Foto: S. Fleck

Bodenzustandserhebung

Die BZE I und BZE II – Wie hat sich der Bodenzustand in Sachsen-Anhalts Waldböden verändert?

Jan Evers, Wolfgang Schmidt und Uwe Paar

Die Waldböden in Sachsen-Anhalt sind sehr vielfältig. Sie lassen sich grob nach den drei großen Standortsregionen des Landes gliedern:

- dem durch Ablagerungen der letzten Eiszeiten geprägten Tiefland mit vorwiegend sandigen, aber auch lehmigen Böden (ca. 70 % der Waldfläche),
- dem Hügelland mit teilweise mächtigen Lösslehmdecken (ca. 10 % der Waldfläche) sowie
- dem Mittelgebirge mit steinreichen Tonschiefern, aber auch Grauwacken und Diabasen (ca. 20 % der Waldfläche).

Die ursprüngliche, nahezu vollständige Bewaldung Sachsen-Anhalts wurde vom Mittelalter bis in die Neuzeit stark durch Umwandlung in Landwirtschafts- und Siedlungsflächen vermindert. Der Wald bedeckt heute mit rund knapp einer halben Million Hektar noch 24 % der Landesfläche. Die ehemals überwiegenden Laubmischwälder wurden intensiv genutzt: Waldweide, Streunutzung, massiver Holzbedarf im Berg- und Schiffbau, für Glashütten, Erzgewinnung und Köhlerei sowie für die Brennholznutzung haben zu Nährstoffentzügen geführt und entkoppelten die Nährstoffkreisläufe im Wald und Waldböden. Entsprechende Folgen hatte dies für die langfristige Bodenentwicklung unter Wald. Durch die Einführung einer geregelten Forstwirtschaft erholten sich die stark beeinträchtigten Waldböden teilweise. Die Umwandlung von

Laubmischwäldern zu Nadelholz vorwiegend aus Kiefer und hohe Wildbestände führten jedoch weiterhin zu Störungen und Veränderungen natürlicher Abläufe in den Waldböden. Mittlerweile ist die Waldbewirtschaftung auf standörtlicher Grundlage langfristiges Ziel waldbaulichen Handelns in Sachsen-Anhalt. Dies bedeutet unter anderem die Abkehr vom Kahlschlag, die Förderung von Laubholz, die Übernahme geeigneter natürlicher Waldverjüngung und die Reduzierung überhöhter Wildbestände sowie den Einsatz schonender Bewirtschaftungsverfahren. Dies lässt langfristig eine Verbesserung und Erholung der Waldböden und des Auflagehumus erwarten.

Neben diesen waldgeschichtlichen Faktoren haben die jahrzehntelangen, teilweise extrem hohen Stoffeinträge die Waldböden nachhaltig verändert. Immissionen aus Industrie und Braunkohlekraftwerken verursachten vor allem Flugasche-, Schwefel- und Schwermetalleinträge, die je nach Intensität die natürlichen Standorts- und Bodeneigenschaften überprägten. Großräumige Wachstumseinbußen von Waldbeständen, vor allem in unmittelbarer Nähe zu Kraftwerken, waren häufig die Folge. Filter- und Regulationsfunktionen der Böden wurden gestört, erhebliche Säuremengen in den Böden gespeichert und Nährstoffe mit dem Sickerwasser ausgetragen. Die Flugasche hatte hingegen auch düngende Effekte: Hauptnährelemente wie beispielsweise Calcium und Magnesium wurden den Beständen und Waldböden zugeführt. Zusätzlich wurden Schwermetalle in die Wälder eingetragen, die im Auflagehumus und Boden gebunden wurden. Die Verteilungsmuster der Stoffeinträge in Sachsen-Anhalt sind regional unterschiedlich, ein Eintragungsschwerpunkt für Flugaschen war z. B. die Dübener Heide.

In den letzten 20 Jahren sind die hohen Stoffeinträge deutlich zurückgegangen. Dies ist auf den Einbau von Filteranlagen, den Einsatz moderner Technik, der Verwendung weniger belastender Energieträger sowie Industriestilllegungen zurückzuführen. Im Waldboden sind die Spuren der hohen Stoffeinträge jedoch noch deutlich erkennbar. Heute bewirken vor allem Stickstoffimmissionen aus Verkehr und Landwirtschaft eine weitere Versauerung und Eutrophierung der Waldböden. An vielen Waldstandorten in Sachsen-Anhalt liegt die aktuelle Säurebelastung der Waldböden immer noch höher, als durch die natürlichen ökosysteminternen Prozesse abgepuffert werden kann. Dies bestätigen auch die Messungen auf den Flächen des Intensiven Monitorings in Sachsen-Anhalt (vgl. Kapitel Stoffeinträge S. 20/21).

Bei beiden BZE-Erhebungen in Sachsen-Anhalt sind dieselben repräsentativen Rasterpunkte des 8 x 8 km Level I Netzes der Forstlichem Umweltkontrolle beprobt worden. 1992 wurden bei der ersten Erhebung 66 Punkte und bei der zweiten Erhebung 2007 aufgrund Rasterüberprüfungen 76 Punkte in die Stichprobe aufgenommen. Bei beiden Erhebungen sind dieselben Parameter erfasst und dieselben Methoden bzw. vergleichbare Methoden verwendet worden, um eine möglichst gute Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Zentrales Anliegen der zweiten BZE ist es, vor diesem Hintergrund den aktuellen Bodenzustand und die Veränderungen zur ersten Erhebung zu ermitteln, Ursachen für diese Veränderungen zu identifizieren und hinsichtlich ihrer ökologischen Relevanz zu bewerten. Zudem sollen die Wirkungen von



Braunerde aus Kreidesandstein bei Quedlinburg

Foto: W. Schmidt

Bodenzustandserhebung



Braunerde aus unverlehmten Sand mit Kies nördlich der Colbitzer Heide im Tiefland
Foto: W. Schmidt

Maßnahmen zum Schutz der Waldböden evaluiert sowie die Kenntnisse über den Zustand von Waldböden und den darin ablaufenden Prozessen vertieft werden. Dies trägt dazu bei, eine verbesserte Grundlage für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung zu schaffen. Daran kann die Planung und weitere Durchführung von notwendigen Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung des Bodenzustandes sowie des Nährstoffangebotes im Waldboden anknüpfen.

Ein Maß für die Güte des chemischen Zustandes und die Zusammensetzung der Bodenlösung im Mineralboden ist die Basensättigung. Aus ihr lassen sich die direkte Verfügbarkeit von Nährstoffen im Mineralboden und damit die Ernährungsbedingungen der Waldbäume ableiten. Die Basensättigung drückt aus, wie hoch der relative Anteil der Nährelemente Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium im Vergleich zu der Gesamtsumme der Kationen mit zusätzlich Aluminium, Eisen, Mangan und Wasserstoff-Ionen ist, die an den negativ geladenen Tonmineralen und der organischen Substanz (Austauscher) gebunden sind. Im Zuge fortschreitender Bodenversauerung werden die an der Pufferung beteiligten „basischen“ Kationen Calcium, Magnesium und Kalium vom Austauscher im Wesentlichen durch Aluminium verdrängt. Eine geringe Basensättigung im Mineralboden ist daher in erheblichem Maße eine Folge luftbürtiger, versauernd wirkender Stoffeinträge. Eine Basensättigung von weniger als 20 %

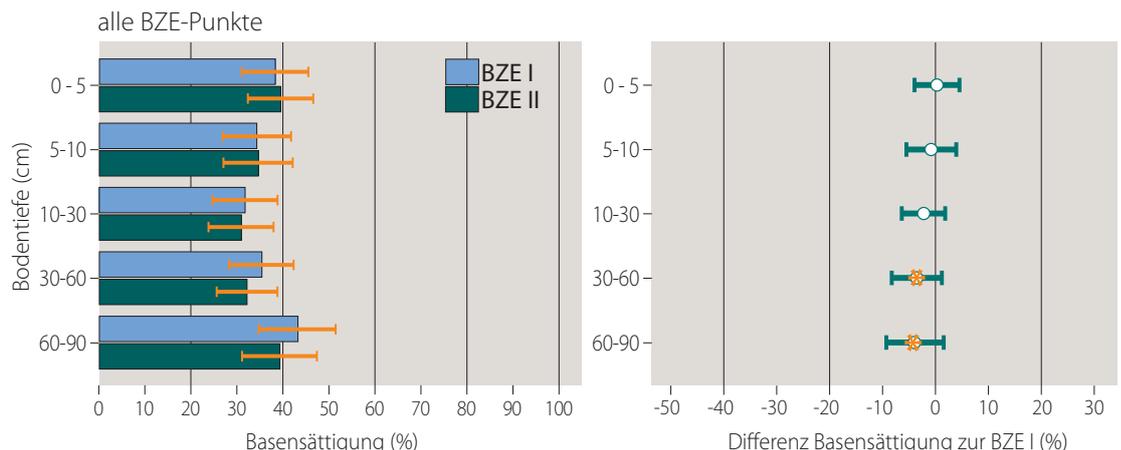
gilt als gering. In diesem Milieu wird der Austauscher und die Bodenlösung durch das Kation Aluminium geprägt. Calcium, Magnesium und Kalium liegen in vergleichsweise geringen Anteilen vor. Für Baumwurzeln wird es schwierig, ausreichend Nährelemente mit den Wurzeln aufzunehmen. Aluminium wirkt in der Bodenlösung in höheren Konzentrationen zudem toxisch gegenüber Pflanzenwurzeln. Die Bodenlösung ist relativ sauer, Schwermetalle werden gelöst und die notwendigen Nährelemente Calcium, Magnesium und Kalium mit dem Sickerwasser ausgetragen. Diese Kationen gehen damit dem System verloren. Allgemein wird dies als ein Zustand angesehen, in dem ein Waldboden wenig elastisch auf weitere Säureeinträge reagieren kann, er in seiner Produktivität eingeschränkt und im Hinblick auf Elemententzüge durch intensive Nutzung wie beispielsweise Vollbaumnutzung empfindlich ist. In diesen Fällen können Kompensationsmaßnahmen in Form von Waldkalkungen sinnvoll sein.

Die Ergebnisse der BZE I von 1992 belegen für ca. zwei Drittel der Waldböden in Sachsen-Anhalt eine stärkere Versauerung, eine geringe Ausstattung mit Nährstoffkationen sowie hohe Anteile von Aluminium am Austauscher. Kalkstandorte oder auch tonige Lehme sind reich an Nährstoffen und verfügen über ausreichend Elastizität, saure Einträge abzuf puffern. Einige Waldstandorte wurden bereits in der Vergangenheit und aktuell im Harz als Kompensationsmaßnahme gekalkt.

In den folgenden Grafiken wird die mittlere Basensättigung in den BZE-Tiefenstufen beider Erhebungen und ihre zeitliche Veränderung über alle Waldstandorte nach Substratgruppen dargestellt.

In der linken Grafik sind jeweils die Tiefenstufen der BZE als Ordinate und die Basensättigung auf der Abszisse abgebildet. Die Mittelwerte der Basensättigung der jeweiligen Tiefenstufe sind für die BZE I hellblau und für die BZE II dunkelblau, in orange ist das 95 % Konfidenzintervall für den Mittelwert als Balken angegeben. Das bedeutet, dass der wahre Mittelwert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit im Bereich des orangenen Balkens liegt. Weite Konfidenzintervalle kennzeichnen eine breite Variabilität dieses Parameters und/oder eine geringe Stichprobenanzahl. In der rechten Grafik sind die mittleren Differenzen der jeweiligen Tiefenstufe (Basensättigung BZE II abzüglich Basensättigung BZE I identischer BZE-Punkte und Tiefenstufen) mit dem entsprechenden 95 % Konfidenzintervall dargestellt. Ein orangener Stern bedeutet, dass der Mittelwert mit 90-prozentiger Wahrscheinlichkeit gegen Null (keine Veränderung) abgesichert und mit dieser Wahrscheinlichkeit nicht zufällig ist.

Durchschnittliche Basensättigung nach BZE-Tiefenstufen für alle BZE-Punkte (BZE I: n=66; BZE II: n=76) in Sachsen-Anhalt, links die durchschnittliche Basensättigung der BZE I und II, rechts die mittleren Differenzen (BZE II – BZE I: n=63), oranger Stern: signifikant unter dem 10 %-Signifikanzniveau



Bodenzustandserhebung

In den Waldböden Sachsen-Anhalts liegen die durchschnittlichen Werte der Basensättigung in den einzelnen Tiefenstufen mit Werten zwischen 30 und 40 % in mittleren Größenordnungen. Viele Waldböden verfügen in tieferen Bodenschichten über ausreichende Nährstoffe und Pufferkapazität, was sich in den höheren Werten der Basensättigung um 40 % in der Bodenschicht zwischen 60 und 90 cm widerspiegelt. Die etwas höheren Werte der Basensättigung der Tiefenstufe 0-5 cm im Vergleich zu den Tiefenstufen bis 60 cm Bodentiefe lassen sich durch die Einarbeitung organischer Substanz durch die Bodenwühler, Wurzelstreu und Einwaschung mit dem Sickerwasser in Waldböden erklären. Dies erhöht die Austauschkapazität und meist auch die Basensättigung. Mit zunehmender Bodentiefe verringert sich die bei der BZE II ermittelte durchschnittliche Basensättigung im Vergleich zur BZE I. Dies ist für die Tiefenstufen 30-60 cm und 60-90 cm auf dem 10 %-Signifikanzniveau abgesichert.

Damit hat sich der durchschnittliche bodenchemische Zustand in den Oberböden bis 30 cm Bodentiefe in den Wäldern Sachsen-Anhalts im Vergleich zur BZE I in den letzten 15 Jahren kaum verändert, was im Zusammenhang mit den deutlich reduzierten Säureeinträgen, vor allem von Schwefelsäure, in den letzten 20 Jahren plausibel ist. Die ungünstigeren Werte in der BZE II ab 30 cm Bodentiefe können im Zuge einer weiteren Tiefenversauerung durch die Wirkung von starken Mineralsäuren und deren Anionen entstanden sein, vor allem von Sulfat und Nitrat aus Immissionen. Die durchschnittliche Basensättigung liegt in jeder Tiefenstufe oberhalb der als kritisch angesehenen Grenze von 20 %. In den ebenfalls von der NW-FVA betreuten Wäldern in den Ländern Hessen und Niedersachsen ist es in den oberen Bodenschichten zu deutlichen Verbesserungen gekommen, dort ist es auf die durchgeführten Kompensationskalkungen zurückzuführen.

In Sachsen-Anhalt sind 3 BZE-Punkte gekalkt worden, diese Flächen liegen alle im Harz. Hier zeigen sich ähnlich wie in Niedersachsen und Hessen deutliche Verbesserungen des Bodenzustandes bis in 30 cm Bodentiefe und keine weitere Verschlechterung bis 60 cm. Diese Befunde sind aufgrund der geringen Stichprobenzahl nicht dargestellt.

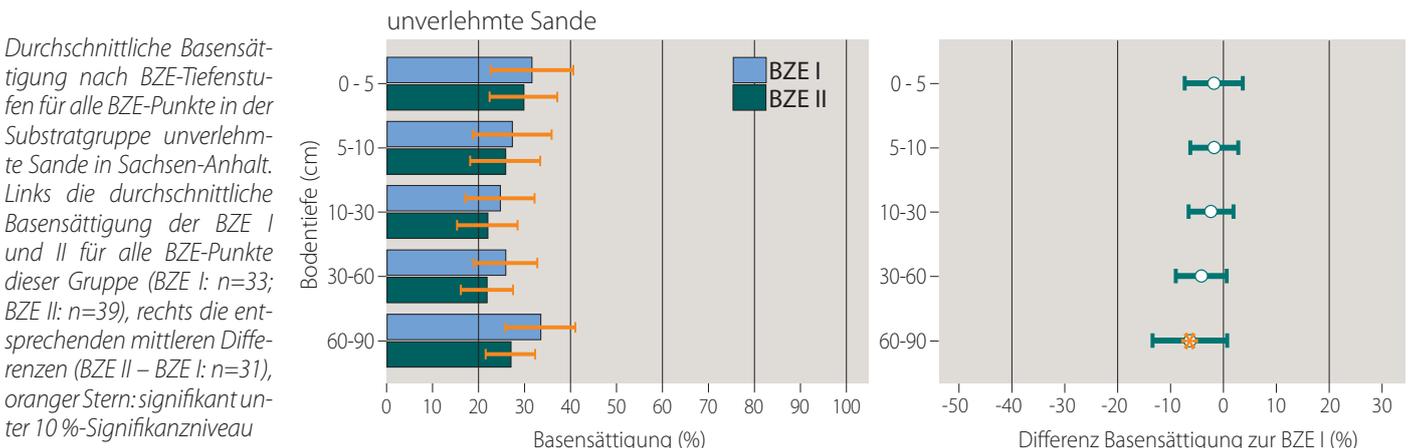
Entsprechend ihrer naturräumlich bedingten Eigenschaften reagieren Waldböden unterschiedlich empfindlich auf Belastungen und Störungen. Die ärmeren Sande im Tiefland oder Quarzite im Mittelgebirge sind geringer mit Nährstoffen versorgt und versauern daher leichter als die reicheren Lößlehmstandorte im Hügelland mit relativ hohen Pufferpotenzialen.

Grauwacken oder auch Tonschiefer im Mittelgebirge können trotz mittlerer Nährstoffausstattung teilweise auch kritische Werte für die Basensättigung aufweisen. Um dieser Standortvielfalt Rechnung zu tragen, wurden die 76 BZE-Punkte einheitlichen Substratgruppen zugeordnet, die hinsichtlich ihrer Standortmerkmale und ihres Pufferpotenzials vergleichbare Einheiten bilden. Das zentrale Gliederungsmerkmal dieser Einteilung ist das jeweilige Ausgangssubstrat, welches wesentlich die chemischen Eigenschaften und damit die Pufferkapazitäten gegenüber Säureeinträgen bestimmt. Die bisher angeführten Mittelwerte sind Durchschnittswerte für alle Waldböden in Sachsen-Anhalt. Um die Veränderungen typischer Waldböden in Sachsen-Anhalt analysieren und besser bewerten zu können, sind die BZE-Punkte nach Substratgruppen gegliedert und ausgewertet worden. Diese Einheiten bieten ein differenziertes Bild der standörtlichen Vielfalt der Waldböden in Sachsen-Anhalt, lassen Belastungsmuster erkennen und sind Grundlage für die Beurteilung von möglichen Kompensationsmaßnahmen.

Die bedeutendste Substratgruppe in Sachsen-Anhalt bilden die **unverlehmten Sande**. Diese Substratgruppe ist typisch für rund 50 % der sachsen-anhaltischen Waldfläche und charakterisiert vor allem die Standortsregion des Tieflandes. Sie wird von glazialen und fluvioglazialen Ablagerungen der letzten Eiszeiten geprägt, vor allem der Warthe-Vereisung. Vorherrschende Bodenarten sind Sande, als Bodentypen dominieren ärmere Sand-Braunerden, Podsol-Braunerden und Podsole. Aufgrund ihrer geringen Nährstoffvorräte sind unverlehmte Sande besonders empfindlich gegenüber Säureeinträgen. Dies zeigt sich deutlich an den mittleren Werten der Basensättigung in der Abbildung unten.

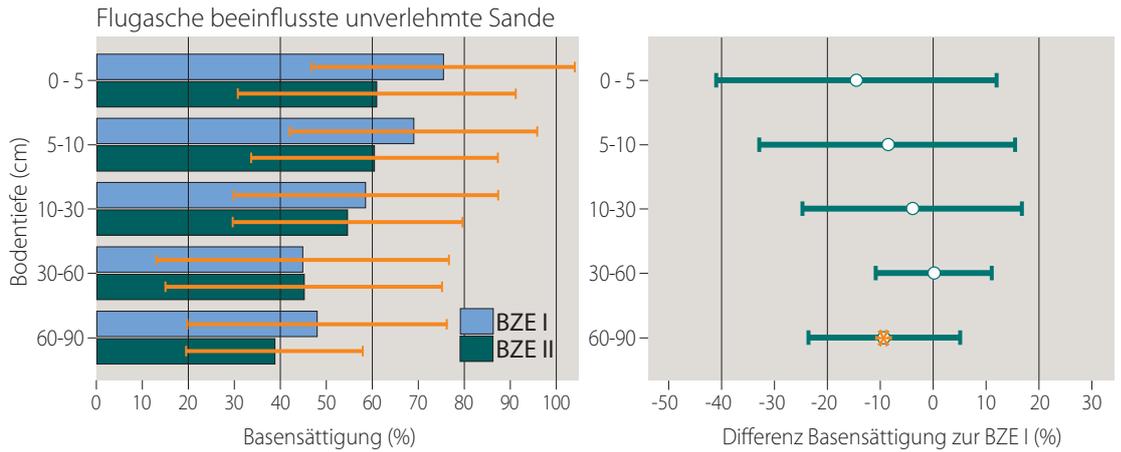
Das Niveau der durchschnittlichen Basensättigung der unverlehmten Sande liegt zwischen 20 und 30 % und damit um 10 %-Punkte unterhalb der jeweiligen Mittelwerte für die Waldböden Sachsen-Anhalts insgesamt. Die Verschlechterung der mittleren Basensättigung in jeder Tiefenstufe dieser Substratgruppe zur BZE I ist deutlicher als im Gesamtkollektiv. Dies ist nur für die Tiefenstufe 60-90 cm auf dem 10 %-Signifikanzniveau abgesichert und vor allem auf die deutlich geringere Stichprobenzahl in diesem Kollektiv zurückzuführen. Die kritische Grenze von 20 % Basensättigung ist auch in diesem Kollektiv im Mittel der jeweiligen Tiefenstufe nicht unterschritten.

Im BZE-Kollektiv unverlehmte Sande fallen einige BZE-Punkte mit sehr hoher Basensättigung auf, vor allem in den oberen Bodenschichten. Diese BZE-Punkte liegen überwiegend im Einflussbereich des ehemaligen Industriedreiecks Leipzig-



Bodenzustandserhebung

Durchschnittliche Basensättigung nach BZE-Tiefenstufen für alle BZE-Punkte in der Substratgruppe unverlehmte Sande mit Flugascheeinfluss in Sachsen-Anhalt. Links die durchschnittliche Basensättigung der BZE I und II für alle BZE-Punkte dieses Kollektives (n=6), rechts die entsprechenden mittleren Differenzen (BZE II – BZE I; n=6), orange Stern: signifikant unter 10%-Signifikanzniveau



Halle-Bitterfeld und legen daher hohen Flugascheeinfluss nahe. Dieser Raum galt lange als eine der am stärksten mit Immissionen belasteten Regionen Deutschlands. In den folgenden Abbildungen sind diese Flugasche beeinflussten BZE-Punkte für sich mit ihren Veränderungen (Abb. oben) sowie das verbleibende Kollektiv der unverlehmten Sande (Abb. unten) dargestellt.

Der Flugascheeinfluss zeigt sich mit mehr als doppelt so hohen Werten für die Basensättigung in den einzelnen Tiefenstufen im Vergleich zu dem Kollektiv der sonstigen unverlehmten Sande sowie mit deutlich abnehmenden durchschnittlichen Werten mit zunehmender Bodentiefe. Gegenüber dem Zustand der BZE I vor 15 Jahren sind die durchschnittlichen Werte der Basensättigung zum Zeitpunkt der BZE II geringer. Am deutlichsten ist die Abnahme in den oberen Tiefenstufen. Dies lässt sich mit dem Rückgang der Flugascheeinträge und versauernd wirkender weiterer Stickstoff- und Schwefeleinträge erklären, auch wenn sich die absoluten Säureeinträge in den letzten 15 Jahren vermindert haben. Auf dem 10%-Signifikanzniveau ist nur der Rückgang der Basensättigung in 60-90 cm Bodentiefe abgesichert.

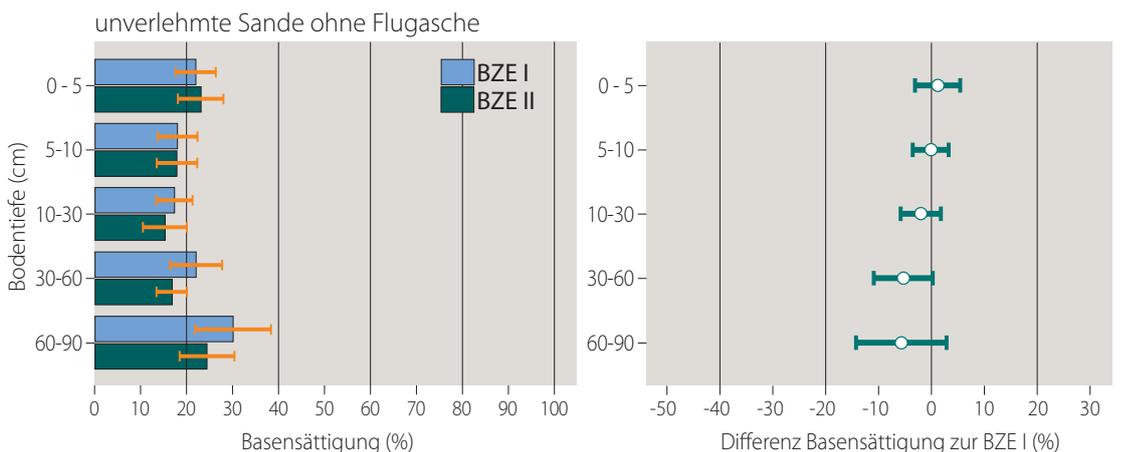
Grundsätzlich können auch andere BZE-Punkte durch Flugasche beeinflusst sein, da Flugasche nicht nur im Raum Bitterfeld auftrat. Dies ist möglicherweise auch mit eine Erklärung, warum die unverlehmten Sande in Sachsen-Anhalt durchschnittlich etwas höhere Werte für die Basensättigung aufweisen als vergleichbare Standorte in Niedersachsen und Hessen.

Die durchschnittlichen Werte der Basensättigung in den Tiefenstufen der unverlehmten Sande ohne Flugascheeinfluss liegen hingegen teilweise unterhalb der kritischen Grenze von 20 %.



Schwach podsolige Braunerde aus unverlehmtem Sand nördlich von Burg
Foto: W. Schmidt

Durchschnittliche Basensättigung nach BZE-Tiefenstufen für alle BZE-Punkte in der Substratgruppe unverlehmte Sande ohne Flugascheeinfluss in Sachsen-Anhalt. Links die durchschnittliche Basensättigung der BZE I und II für alle BZE-Punkte dieser Gruppe (BZE I: n=27; BZE II: n=33), rechts die entsprechenden mittleren Differenzen (BZE II – BZE I; n=25)

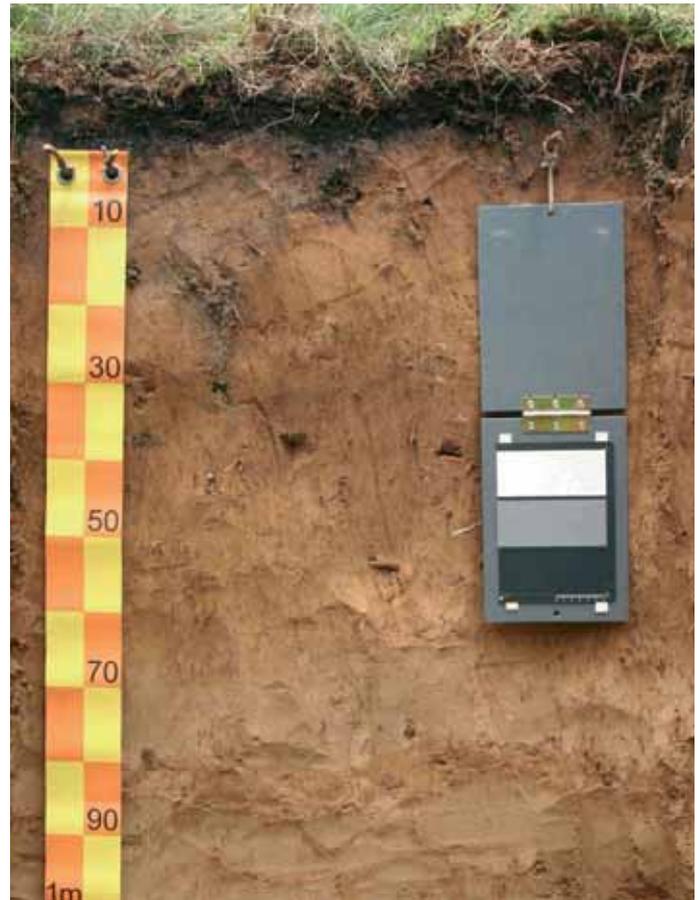


Bodenzustandserhebung

Die durchschnittlichen Werte in den Tiefenstufen 5-10, 10-30 und 30-60 cm Bodentiefe liegen unterhalb der kritischen Grenze von 20 % Basensättigung. Ab 10 cm Bodentiefe haben sich alle durchschnittlichen Werte der Basensättigung in den jeweiligen Tiefenstufen in den letzten 15 Jahren verschlechtert. Diese Veränderungen sind zwar für keine Tiefenstufe signifikant abgesichert, im Trend aber eindeutig.

Zusammenfassend lässt sich als Ergebnis der BZE II für die Substratgruppe der **unverlehmten Sande** in Sachsen-Anhalt feststellen, dass sich kritische durchschnittliche Werte bis in 60 cm Bodentiefe eingestellt haben. Diese Werte liegen zwar im Vergleich zu den ungekalkten und unverlehmten Sanden in Niedersachsen und Hessen höher, verschlechterten sich aber in den letzten 15 Jahren im Vergleich zur BZE I weiter. Damit zeigt sich, dass die Versauerung kritische Zustände in den Waldböden dieser Substratgruppe verursachte und sich diese ohne Gegenmaßnahmen weiter bis in tiefe Bodenschichten verstärken kann. Die gekalkten unverlehmten Sande in Niedersachsen liegen in den oberen Tiefenstufen nicht mehr im kritischen Bereich, sondern haben sich im Vergleich zur BZE I verbessert.

Auf Basis dieser Ergebnisse sind auch in Sachsen-Anhalt Kompensationskalkungen für diese Substratgruppe zu empfehlen. Für die Durchführung einer Kompensationskalkung ist im Einzelfall eine weitere Konkretisierung auf standortkundlicher und bodenchemischer Grundlage erforderlich. Bei den Flugasche überprägten Standorten dieser Substratgruppe mit ihren untypisch hohen Werten für die Basensättigung sind in der Regel keine Maßnahmen erforderlich.



Schwach podsolige Braunerde aus unverlehmtem Sand bei Jerichow im Nordosten Sachsen-Anhalts an der Elbe
Foto: W. Schmidt

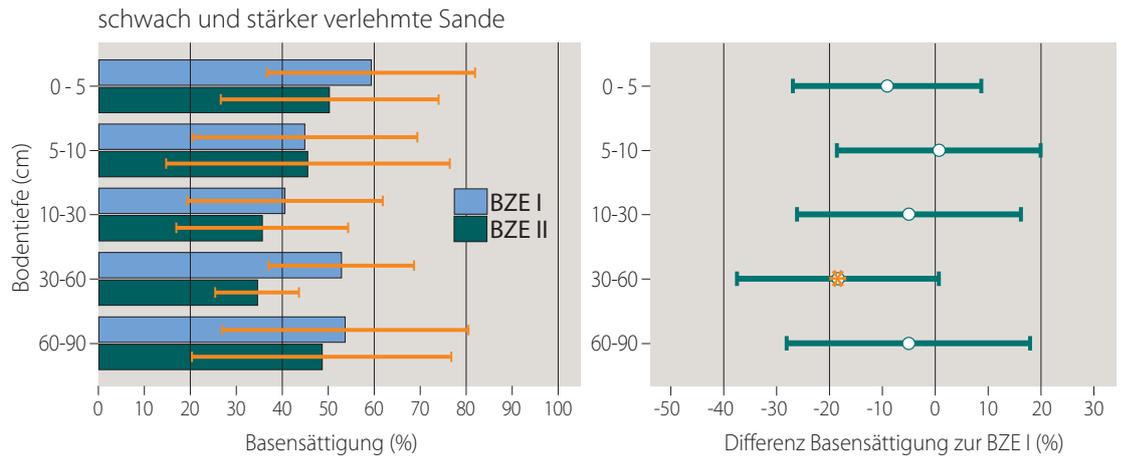


Braunerde Podsol aus unverlehmtem Sand bei Genthin

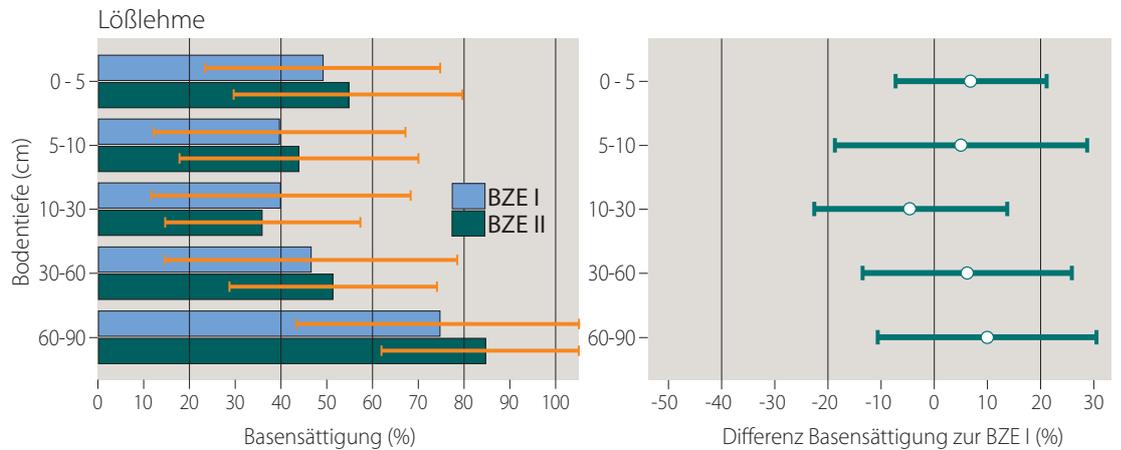
Foto: W. Schmidt

Bodenzustandserhebung

Durchschnittliche Basensättigung nach BZE-Tiefenstufen für alle BZE-Punkte in der Substratgruppe schwach und stärker verlehnte Sande in Sachsen-Anhalt. Links die durchschnittliche Basensättigung der BZE I und II für alle BZE-Punkte dieser Gruppe (BZE I: n=7; BZE II: n=9), rechts die entsprechenden mittleren Differenzen (BZE II – BZE I: n=7), oranger Stern: signifikant unter 10 %-Signifikanzniveau



Durchschnittliche Basensättigung nach BZE-Tiefenstufen für alle BZE-Punkte in der Substratgruppe Lößlehme in Sachsen-Anhalt. Links die durchschnittliche Basensättigung der BZE I und II (n=8), rechts die entsprechenden mittleren Differenzen (BZE II – BZE I: n=8)



Nach den unverlehnten Sanden ist die Substratgruppe der **schwach und stärker verlehnten Sande** die nächst häufigste in Sachsen-Anhalt. Diese Substratgruppe repräsentiert ungefähr 10 % der Waldfläche. Typische Standorte sind verlehnte Grundmoränen und Niederungen. Die durchschnittlichen Basensättigungen liegen in den jeweiligen Tiefenstufen zwischen den Werten der unverlehnten Sande und den von Flugasche beeinflussten unverlehnten Sanden.

Mit durchschnittlichen Werten zwischen 40 und 60 % Basensättigung bei der BZE I fallen die schwach und stärker verlehnten Sande in den mittleren bis sogar basenreichen Bewertungsbereich. Dieses relativ hohe Niveau wird von den aktuellen durchschnittlichen Basensättigungen der BZE II jedoch nicht mehr gehalten. Besonders in der Tiefenstufe 30-60 cm ist die durchschnittliche Basensättigung stark abgesunken. Kritische Durchschnitte unter 20 % Basensättigung werden bei den schwach und stärker verlehnten Sanden nicht erreicht.

Neben den Sanden bilden die von Lößlehm und Tonschiefer geprägten Standorte noch häufige und relativ einheitliche Substratgruppen in Sachsen-Anhalt. Im BZE-Kollektiv sind diese Substratgruppen jeweils mit 10 % vertreten.

Das Substrat **Lößlehm** ist in Sachsen-Anhalt typisch für das Hügelland als Teil des mitteleuropäischen Lößlehmürtels. Lößlehme sind fruchtbare Standorte und meist ackerbaulich genutzt. Sie sind auch wertvolle Waldstandorte, vor allem weil sie mittel bis gut nährstoffversorgt sind und über ein großes Wasserspeichervermögen verfügen.

Die Lößlehme in Sachsen-Anhalt sind gut mit Nährstoffen versorgt. Die durchschnittlichen Basensättigungen in den Tiefenstufen liegen in mittleren bis hohen Bewertungsbereichen. Signifikante Veränderungen zur BZE I konnten nicht

festgestellt werden. Die Streuungen der Basensättigung um die Mittelwerte sind hoch, ein Zeichen für die große Heterogenität dieser Standorte. Da die Stichprobenzahl relativ gering ist, sind die Aussagen entsprechend allgemein. Die Lößlehme in Sachsen-Anhalt haben vor allem in der Tiefenstufe 60-90 cm hohe Nährstoffreserven. Über die Nährstoffaufnahme durch die Baumwurzeln, den Blattstreufall und die Einarbeitung nährstoffreicher Streu durch die Bodenwühler in den oberen Mineralboden werden diese Nährstoffreserven in den Kreislauf gebracht. Dies wird an den höheren Werten der Basensättigung in 0-5 cm Bodentiefe deutlich. So lange diese Nährstoffreserven verfügbar bleiben und zirkulieren, sind keine Kompensationsmaßnahmen erforderlich.

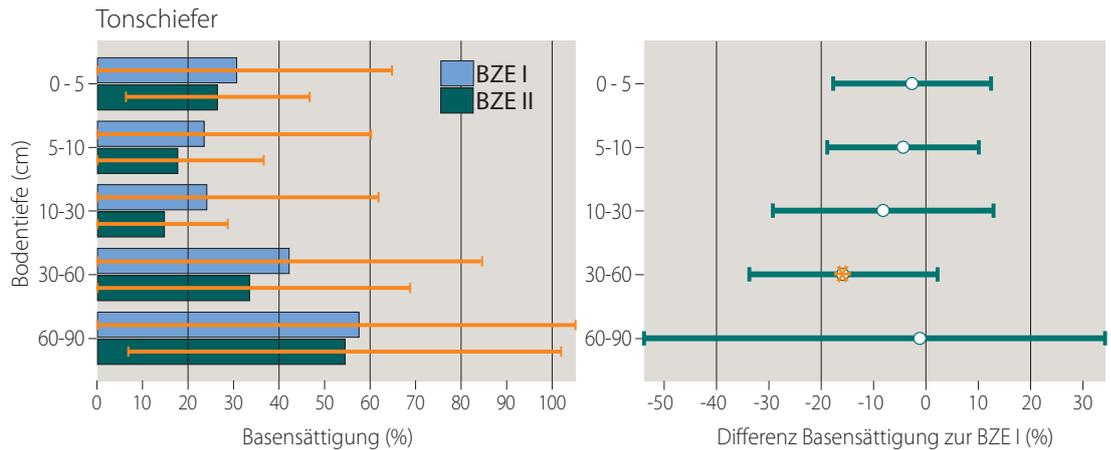


Parabraunerde aus dem Hügelland

Foto: W. Schmidt

Bodenzustandserhebung

Durchschnittliche Basensättigung nach BZE-Tiefenstufen für alle BZE-Punkte in der Substratgruppe Tonschiefer in Sachsen-Anhalt. Links die durchschnittliche Basensättigung der BZE I (n=6) und BZE II (n=7), rechts die entsprechenden mittleren Differenzen (BZE II – BZE I: n=6), oranger Stern: signifikant unter 10%-Signifikanzniveau



Braunerde aus Tonschiefer im Südharz

Foto: W. Schmidt

Die Substratgruppe **Tonschiefer** mit ihren teilweise hohen Steinanteilen und verschiedensten mineralischen Zusammensetzungen deckt standörtlich weite Amplituden ab und ist typisch für die Standortsregion des Mittelgebirges. In der Regel ist der anstehende Tonschiefer eher ärmer ausgeprägt.

Die weiten Konfidenzintervalle für die mittleren Basensättigungen in allen Tiefenstufen (orange Linien) sind Ausdruck für die große Heterogenität dieser Standorte und die geringe Stichprobenanzahl. Die Unterschiede zwischen den Mittelwerten können daher auch zufällig sein, je nach dem, welche Tonschiefer-Standorte im BZE-Kollektiv liegen.

In den Tiefenstufen 5-10 und 10-30 cm weisen diese Standorte im Oberboden Werte von unter 20 % Basensättigung auf und zeigen damit deutliche Spuren einer Versauerung. Auch die bis in 60 cm Bodentiefe sich verringernden Werte der durchschnittlichen Basensättigung von der BZE I zur BZE II in jeder Tiefenstufe weisen darauf hin. Signifikant ist dies auf dem 10 % Niveau nur für die Bodentiefe 30-60 cm. Ab 30 cm Bodentiefe sind die durchschnittlichen Werte der Basensättigung deut-

lich höher. Damit sind in dieser Tiefe höhere Nährstoffreserven ähnlich den Lößlehmen zu erwarten, die aufgrund der hohen Steingehalte im Tonschiefer jedoch insgesamt geringer als im Lößlehm ausfallen. Aufgrund der geringen Werte der durchschnittlichen Basensättigung im Oberboden und den abnehmenden Durchschnittswerten sollten diese Standorte ebenfalls in die Kalkungsplanung aufgenommen werden. Ähnliche Muster zeigen sich auch bei der Substratgruppe Grauwacke, die nur mit 3 BZE-Punkten vertreten ist und daher hier nicht dargestellt wird.

Die beschriebenen Substratgruppen umfassen über 80 % aller Waldböden in Sachsen-Anhalt. Vereinzelt vorkommende Substrate wie z. B. Basalt, Zechstein, Quarzit oder Granit kommen zwar im BZE-Kollektiv vor, sind aber aufgrund der geringen Stichprobenanzahl und Heterogenität als Substratgruppe für Sachsen-Anhalt nicht sinnvoll auswertbar.

Fazit

Die Ergebnisse der ersten BZE in Sachsen-Anhalt hatten gezeigt, dass bei vielen Waldstandorten vor allem aufgrund der luftbürtigen Säureinträge kritische Zustände erreicht wurden. Intensive Luftreinhaltemaßnahmen, Industriestilllegungen, Waldumbaumaßnahmen und vereinzelte Waldkalkungen als Kompensationsmaßnahme veränderten die Rahmenbedingungen in den letzten 20 Jahren erheblich. Die BZE II zeigt nun, dass sich der Zustand in den oberen 30 cm Bodentiefe kaum geändert, in den Bodentiefen 30-60 cm und 60-90 cm jedoch weiter verschlechtert hat. Diese Entwicklung kann mit geringeren Säureinträgen und einer weiter fortschreitenden Tiefenversauerung erklärt werden. Besonders kritische Zustände bei weiterer Verschlechterung wurden bei der am häufigsten vorkommenden Substratgruppe der unverlehnten Sande festgestellt. Davon ausgenommen sind von Flugasche beeinflusste Standorte, die aktuell sehr gut nährstoffversorgt sind. Schwach und stärker verlehnte Sande und Lößlehme können ebenfalls als unkritisch eingestuft werden, obwohl sich ihr Zustand teilweise in den letzten 15 Jahren verschlechterte. Auf ungekalkten ärmeren Standorten im Harz, wie teilweise Tonschiefer und Grauwacke, Quarzit oder Granit, sowie den unverlehnten Sanden im Tiefland ohne Flugascheinfluss wurden kritische Werte hinsichtlich der Basensättigung unterschritten, hier sollten Kalkungsmaßnahmen erste Priorität haben. Weitere Anstrengungen in der Luftreinhaltepolitik sind erforderlich, um die Säureinträge auf ein für Waldökosysteme tolerierbares Maß zu reduzieren.

Zur Nachhaltigkeit der Vollbaumnutzung

Karl Josef Meiwes und Michael Mindrup

Mit der Vollbaumnutzung (= Ernte der gesamten oberirdischen Baumbiomasse) wird dem Wald im Vergleich zur konventionellen Derbholznutzung zusätzliche Biomasse entnommen, die zur stofflichen und zur energetischen Nutzung verwendet wird. Dies ist aus Gründen des Klimaschutzes sinnvoll, da in den Holzprodukten der Kohlenstoff eine gewisse Zeitspanne gebunden bleibt und mit der energetischen Verwertung fossile Brennstoffe ersetzt werden.

Die bei der Vollbaumnutzung zusätzlich geernteten Baumteile wie Äste, Reisig und Nadeln/Blätter sind sehr nährstoffreich. Deshalb ist der Nährstoffexport im Vergleich zur zusätzlich geernteten Biomasse unverhältnismäßig hoch. Darüber hinaus steht weniger Kohlenstoff für die Humusbildung im Boden zur Verfügung. Die Biodiversität kann ebenso beeinflusst werden wie auch das Zuwachsverhalten der Bestände. Dies gilt insbesondere für Standorte mit schlechter Nährstoffausstattung wie auch für Bestände mit hohem Nährstoffbedarf.

Stoffbilanzen von Waldbeständen (Nährstoffeintrag durch Verwitterung plus luftbürtigen Eintrag, Nährstoffexport durch Holznutzung und Sickerwasseraustrag) geben in Kombination mit den Nährstoffvorräten im Boden Auskunft darüber, wie groß der Nährstoffentzug mit der Holzernte sein darf oder wie hoch der Kompensationsbedarf durch beispielsweise Kalkung oder Holzascherückführung sein muss, damit die Nutzung nachhaltig ist und die Wälder langfristig produktiv bleiben.

Der Nährstoffentzug hängt von der Baumart und deren Wachstumsleistung ab. Die Baumarten unterscheiden sich untereinander hinsichtlich der Elementgehalte und Dichte des Holzes. Im Allgemeinen sind in den Laubbäumen die Elementgehalte höher als in Nadelbäumen. Ebenfalls sind die Dichten des Holzes von Baumarten wie der Buche oder Eiche höher als von Fichte, Kiefer oder Douglasie.



Häcksler bei der Hackschnitzelbereitung

Foto: H. Pflüger-Grone

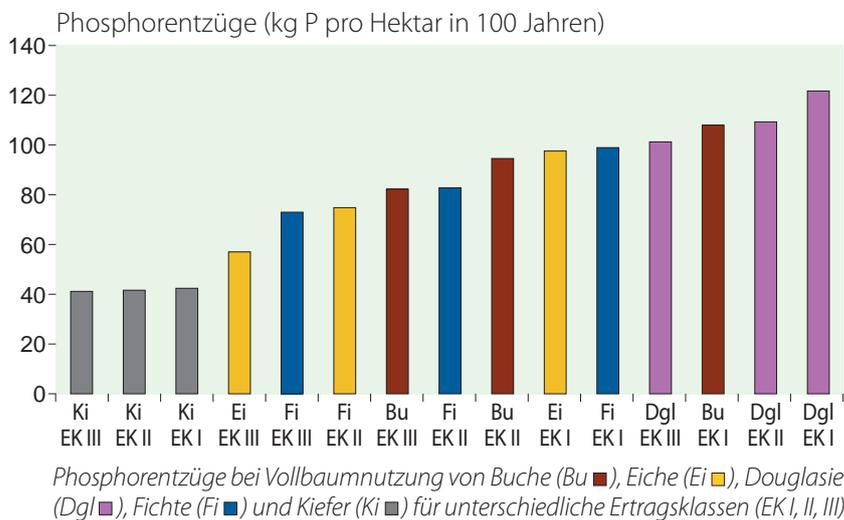
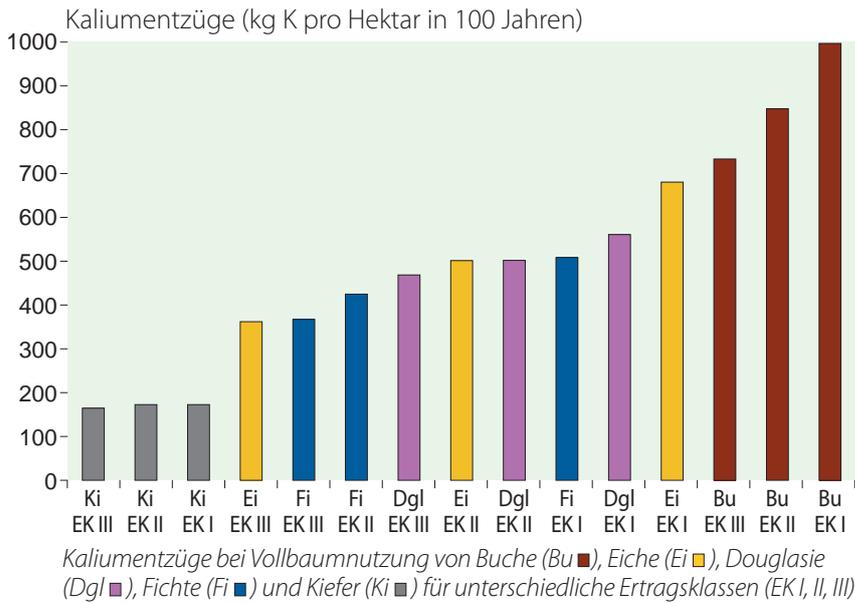
Das klassische Mangellement Stickstoff bereitet wegen der gegenwärtig hohen Einträge aus der Atmosphäre bei der Vollbaumnutzung keine oder nur wenig Probleme. In noch höherem Maße gilt dies für Schwefel, der in den 1970–1990er Jahren in großen Mengen in die Wälder eingetragen wurde und in den Böden immer noch im Überfluss vorhanden ist.



Kronenmaterial für die energetische Verwertung

Foto: H. Pflüger-Grone

Zur Nachhaltigkeit der Vollbaumnutzung



Ergebnisse aus der Vollbaumprojekt der NW-FVA zeigen, dass der Kaliumentzug bei der Buche erheblich höher ist als bei den anderen Baumarten (siehe Abb. oben). Bei den Entzügen von Magnesium liegt die Buche im Vergleich der genannten Baumarten ebenfalls vorn, beim Calcium hat die Eiche den höchsten Bedarf. Die Douglasie weist trotz ihres hohen Volumenzuwachses verhältnismäßig geringe Entzüge an den Nährstoffen Kalium, Calcium und Magnesium auf. Dagegen ist der Phosphorbedarf der Douglasie verhältnismäßig hoch (siehe Abb. unten). Dies ist insbesondere auf Standorten von Bedeutung, wo sie anstatt der Kiefer angebaut werden soll.

Die Kiefer weist die geringsten Nährelemententzüge auf. Dies liegt sowohl an ihrer geringen Wuchsleistung als auch an ihren geringen Elementgehalten. Aus den geringen Elementgehalten folgt, dass die Kiefer die Nährelemente sehr effizient nutzt. Im Vergleich zu den anderen genannten Baumarten bildet sie pro Kilogramm aufgenommenen Nährstoff die meiste Holzmasse.

Im Allgemeinen sollte man mit dem Einstieg in die Vollbaumnutzung vorsichtig umgehen, damit die Standorte nicht überbeansprucht werden. Hinweise auf die Standortsverträglichkeit geben Nährstoffbilanzen, wie sie z. B. im Forstlichen Umweltmonitoring erstellt werden, und die Forstliche Standortkartierung. Demnach ist in Nordwestdeutschland auf Standorten mit basenarmem Silikatgestein als Ausgangsmaterial der Bodenbildung auch schon bei der Derbholtznutzung mit negativen Bilanzen für Calcium und Magnesium zu rechnen. Bezüglich dieser beiden Nährstoffe gibt es die Möglichkeit der Kompensation mit der Waldkalkung, wie sie seit längerem schon durchgeführt wird. Auf manchen Standorten sind auch die Kaliumbilanzen schon bei normaler Nutzung negativ. Hier sollte daher die Vollbaumnutzung sehr vorsichtig erfolgen und die Nutzung durch walderährungskundliche Untersuchungen begleitet werden, auch weil beim Kalium Kompensationsmaßnahmen weniger praktikabel sind und dieser Nährstoff insbesondere in sandigen Böden bald mit dem Sickerwasser ausgetragen wird. Phosphor ist in den Böden in größeren Mengen vorhanden, allerdings ist er nicht zur Gänze pflanzenverfügbar. Gegenwärtig wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit einem größeren Förderprogramm begonnen, die Verfügbarkeit von Phosphor in Waldböden zu untersuchen. Auch auf besseren Standorten sollte man mit der Vollbaumnutzung den Bogen nicht überspannen, denn auch hier wird eine ausreichende Menge Kohlenstoff für die Humusbildung im Boden benötigt.

Die Informationen, die für eine zuverlässige Steuerung der Vollbaumnutzung erforderlich sind, gehen über das hinaus, was die Standortkartierung und das Forstliche Umweltmonitoring liefern kann. Deshalb werden, um die Vollbaumnutzung in der Praxis wissenschaftlich zu begleiten, Versuche angelegt und betrieben, in denen die Wirkungen der intensivierten Biomassennutzung auf die verschiedenen Waldfunktionen untersucht werden.



Foto: J. Evers

Phosphor

Ulrike Talkner

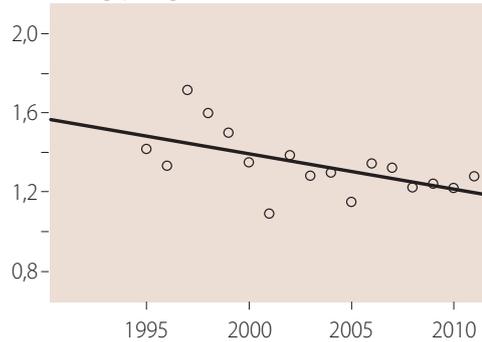
In allen Organismen ist Phosphor ein Baustein lebensnotwendiger Zellbestandteile, wie z. B. der Zellmembranen oder der Erbsubstanz. Ferner spielt Phosphor eine entscheidende Rolle im Energiehaushalt der Zellen und kommt in funktionalen Gruppen von Enzymen und Coenzymen vor. Pflanzlicher Phosphormangel führt zu Wachstumshemmung.

Es wird vermutet, dass die seit mehreren Jahrzehnten andauernde, erhöhte atmosphärische Stickstoffdeposition und die Versauerung der Waldböden die Phosphorernährung der Wälder negativ beeinflussen, indem die Phosphorverfügbarkeit verschlechtert wird. Ferner sind durch eine verbesserte Stickstoffernährung Nährstoffungleichgewichte zu erwarten, die auch Phosphor betreffen. Baumarten mit schlechterem Phosphorernährungszustand, zu denen auch die Buche gehört, könnten empfindlich auf die erhöhte Stickstoffdeposition reagieren und eine Phosphorlimitierung des Wachstums ausbilden. Allerdings sind die Beziehungen zwischen dem Phosphorhaushalt der Böden und der Phosphorernährung der Bäume unzureichend untersucht.

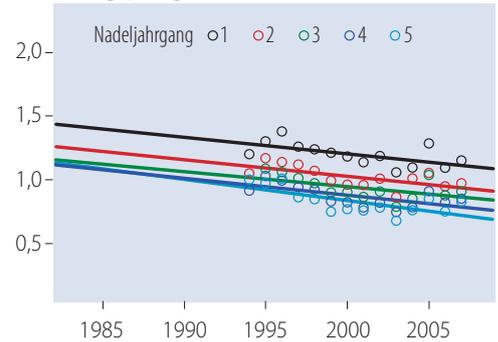
Global betrachtet ist es langfristig nicht sinnvoll, Wälder mit Phosphor zu düngen, da mineralisches Phosphat eine endliche Ressource ist und dringender für die Nahrungsmittelproduktion benötigt wird. In 50 bis 100 Jahren werden die globalen Vorräte an mineralischem Phosphat aufgebraucht sein. Deshalb ist eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder auch im Hinblick auf das Nährelement Phosphor von besonderer Bedeutung.

Die Phosphorgehalte von Buchenblättern und Fichtennadeln nahmen auf den Flächen des Intensiven Monitorings seit den 1990er Jahren deutschlandweit signifikant ab. Sie erreichten teilweise ein Niveau, das auf einen Phosphormangel hinweist: 71 % der untersuchten Buchenflächen und 43 % der

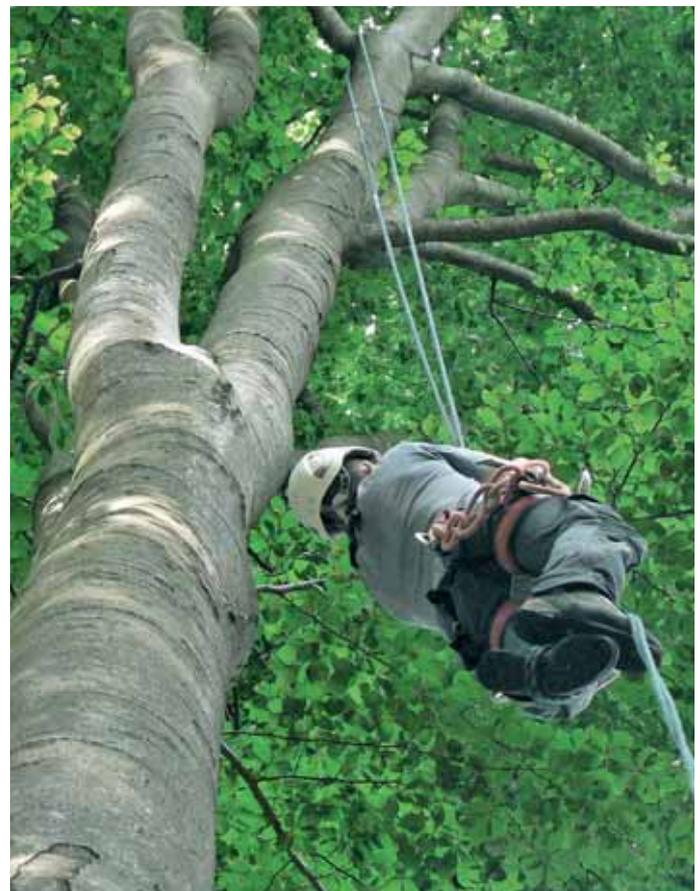
Buche
P (mg pro g Trockensubstanz)



Fichte
P (mg pro g Trockensubstanz)



Zeitlicher Verlauf der Phosphorgehalte von Buchenblättern (links) und Fichtennadeln (rechts) auf zwei ausgewählten Flächen des Intensiven Monitorings der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt.



Blattprobenahme

Foto: W. Klotz

untersuchten Fichtenflächen hatten geringe bis sehr geringe Phosphorgehalte (bewertet nach der Forstlichen Standortskartierung 2003).

Um die Auswirkungen der vielerorts schlechter werdenden Phosphorernährung auf die Vitalität und das Wachstum der Waldbestände in Nordwestdeutschland abschätzen und das Risiko einer Intensivierung der Biomassenutzung hinsichtlich der Phosphorernährung bewerten zu können, wird in den kommenden Jahren der Phosphorhaushalt der Wälder ein Untersuchungsschwerpunkt an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt sein. Im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekts wird momentan der Zusammenhang zwischen der Phosphorernährung von Buchenbeständen und dem Phosphorhaushalt der Böden untersucht.



Foto: T. Ullrich



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Landwirtschaft und Umwelt

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 Waldzustands-
erhebung 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



Andreas Schulze
Datenbank



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

Titelfoto: Evers, J.

Graphik und Layout: Paar, E.

Herstellung: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Druck:

Printec Offset Kassel

Jörg Weymar
Außenaufnahmen und Kontrollen



Jürgen Wendland
Außenaufnahmen und Kontrollen



Thomas Winter
Außenaufnahmen und Kontrollen



Dr. Bernd Westphal
Außenaufnahmen und Kontrollen



Der Waldzustandsbericht 2012 ist abrufbar unter
www.nw-fva.de und
www.mlu.sachsen-anhalt.de

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Sachsen-Anhaltinischen 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.