



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Landwirtschaft und Umwelt

Waldzustandsbericht 2013



NW-FVA

Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

Vorwort



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

der jährliche Gesundheitszustand unserer Wälder wird durch die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt in Göttingen durch Einschätzung des Belaubungs- bzw. Nadelzustandes erhoben und die Ergebnisse werden im Waldzustandsbericht veröffentlicht.

Der Frühling 2013 war frostig und niederschlagsarm, Blüte und Austrieb der Waldbäume erfolgten leicht verspätet. Der sehr nasse und kühle Mai sorgte für eine ausreichende Wasserversorgung der Waldbäume. Die hohen Niederschlagsmengen führten zu einem enormen Anstieg der Pegelstände an den Flussläufen. Das Hochwasser von Saale und Elbe im Juni überflutete großflächig Waldbestände. Das eigentliche Ausmaß der Schäden in den überfluteten Wäldern wird sich im Jahr 2014 zeigen.

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Sachsen-Anhalt beträgt in diesem Jahr 15 Prozent, das Gesamtergebnis für alle Baumarten und Alter ist damit seit dem Jahr 2009 unverändert.

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen einen deutlichen Alterstrend: Die mittlere Kronenverlichtung der über 60-jährigen Waldbestände liegt mit 19 Prozent mehr als doppelt so hoch wie in jüngeren Waldbeständen (8 %).

Der Zustand der Eiche gibt weiterhin Anlass zur Sorge. Bei der so genannten „Eichenkomplexerkrankung“ spielen Witterungsextreme in Kombination mit wiederholtem, starkem Blattfraß eine große Rolle. In vielen Gebieten hatten die Eichen keine Erholungsphasen.

Das Waldmonitoring wird weitergeführt: Die natürliche zeitliche Veränderung der Waldbestände, Managementmaßnahmen und sowohl biotische als auch abiotische Einflüsse der Umwelt führen zu Veränderungen in Waldökosystemen. Hinzu kommt, dass die Ansprüche der Gesellschaft an den Wald weit gefächert sind und auch die gesellschaftlichen Erwartungen einem Wandel der Zeit unterliegen.

A handwritten signature in black ink that reads "Hermann Onko Aikens".

Dr. Hermann Onko Aikens
Minister für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt
Magdeburg, November 2013

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. In der Zeitreihe der Waldzustandserhebung wurden nur 1997 und 2007 geringere Werte verzeichnet. Als häufigste Baumart in Sachsen-Anhalt prägt die Kiefer mit vergleichsweise geringen Verlichtungswerten 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 19 % mehr als doppelt so hoch wie die der jüngeren Waldbestände (8 %).

Die Baumarten reagieren unterschiedlich. 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 Laubbäume nehmen einen Anteil von 15 %, die anderen Nadelbäume von 2 % 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 12 % 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 %.

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. In den Jahren 2012 und 2013 war eine Verbesserung des Belaubungszustandes auf jetzt 29 % mittlere Kronenverlichtung festzustellen.

Bei der älteren Eiche werden seit der ersten Erhebung vergleichsweise hohe Verlichtungswerte zwischen 31 und 40 % festgestellt. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt in diesem Jahr 36 %. Schäden durch die Eichenfraßgesellschaft sind in diesem Jahr kaum aufgetreten.

Bei den anderen Laubbäumen erreicht die Kronenverlichtung (alle Alter) in diesem Jahr den geringsten Wert (14 %) in der Zeitreihe der Waldzustandserhebung.

Der Anteil starker Schäden für den Gesamtwald in Sachsen-Anhalt (1,7 %) und die Absterberate (0,2 %) liegen weiterhin auf einem insgesamt sehr geringen Niveau.

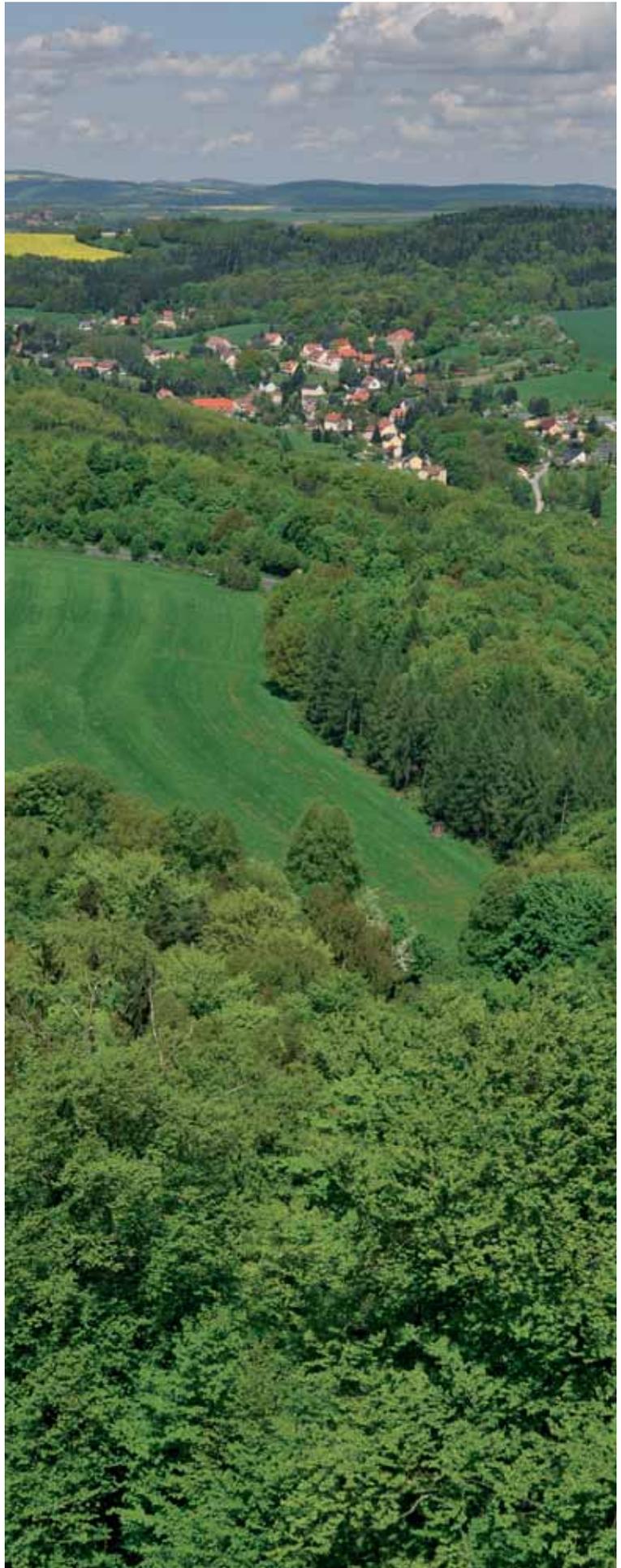


Foto: J. Evers

Hauptergebnisse

Witterung und Klima

Der Frühling 2013 war frostig, Blüte und Austrieb der Waldbäume erfolgten in diesem Jahr leicht verspätet. Der sehr nasse Mai sorgte für eine ausreichende Wasserversorgung der Waldbäume im trockenen und warmen Sommer.

Das Hochwasser im Juni 2013 überflutete rund 21.000 Hektar Wald in Sachsen-Anhalt.

Waldbrandrisiko

Die jährlichen Tage mit erhöhtem Waldbrandrisiko in den letzten 22 Jahren weisen einen ähnlichen Verlauf auf, wie die Zu- und Abnahmen bei der Zahl der tatsächlich aufgetretenen Waldbrände.

Es ist wahrscheinlich, dass sich das Waldbrandrisiko in Zukunft aufgrund des Klimawandels erhöht.

Waldschutz

Im Ursachenkomplex der so genannten „Eichenkomplexerkrankung“ spielen nach wie vor Witterungsextreme in Kombination mit wiederholtem, starkem Blattfraß eine herausragende, die Schäden letztlich auslösende Rolle. Besorgniserregend ist, dass Eichen in den letzten Jahren in vielen Gebieten keine belastungsfreien Erholungsphasen hatten.

Das Waldschutzmonitoring ließ im Frühjahr 2013 einen frühen und lokal starken Fraß von Kiefernspinner und Nonne erwarten, Ende April wurde daher auf ca. 1.300 Hektar Kiefernwald eine Bekämpfung durchgeführt.

Das Eschentriebsterben und das Kieferntriebsterben sind in Sachsen-Anhalt weit verbreitet.

Stoffeinträge

Durch die Umsetzung von Luftreinhaltemaßnahmen ging der Schwefeleintrag, der im Ökosystem eine stark versauernde Wirkung entfaltet, in beispielhafter Weise zurück. Auch die Stickstoffeinträge und der Gesamtsäureeintrag sind rückläufig.



Foto: M. Schmidt

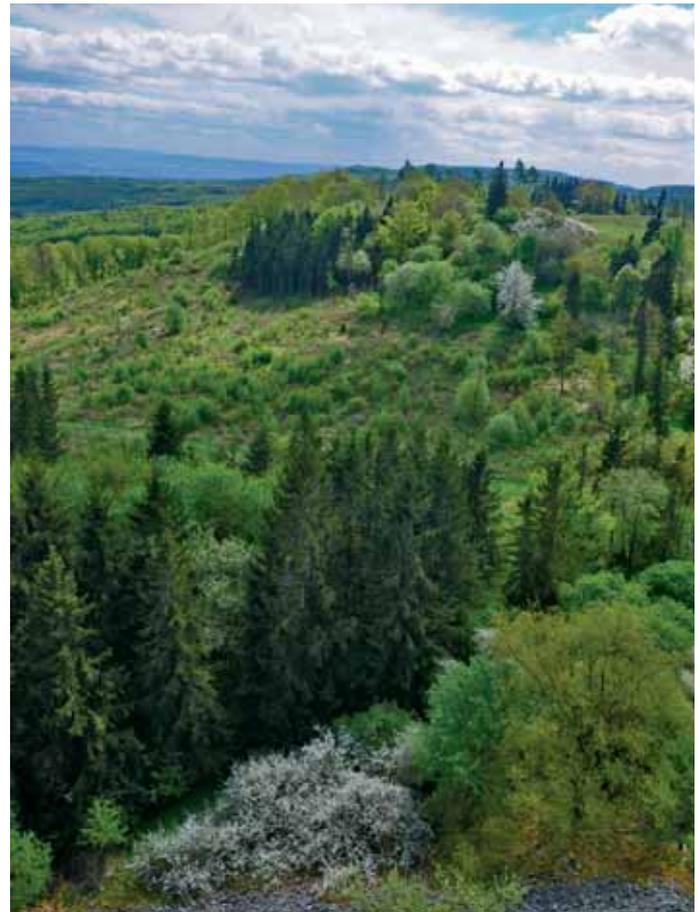


Foto: H. Heinemann

Bodenzustandserhebung und Standortkartierung

Über die Messwerte der bodenchemischen Parameter effektive Austauschkapazität und Basensättigung im Mineralboden sowie die Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorräte im Mineralboden und Auflagehumus wurde geprüft, ob die Abschätzung der Trophie in den Forstlichen Standortkartierungen der Bundesländer die Größenordnungen dieser Parameter grundsätzlich abbildet. Dies trifft auf die effektive Austauschkapazität und die Calcium- und Magnesiumvorräte zu. Trotz hoher Streuungen liegen die Mediane dieser Parameter in den erwarteten Bewertungsbereichen.

Im Gegensatz dazu werden die Basensättigung mit Ausnahme der guten Standorte und die Kaliumvorräte durch die Forstliche Standortkartierung überschätzt. Abgeleitete Rahmenwerte dieser Parameter für typische forstliche Substratgruppen können als zusätzliche Schätzhilfe für die Praxis genutzt werden. Dies verbessert die Erkennung von Nährstoffpotentialen, kritischen Zuständen und darauf aufbauender Maßnahmenplanung wie Waldkalkung, Biomassennutzung und Baumartenwahl.

Waldernährung der Buche auf Lösslehm

Die Blattgehalte der Buche auf Lösslehm sind für Calcium, Magnesium und Kalium sehr heterogen. Für diese Substratgruppe wird empfohlen, lokale standörtliche und auch chemische Untersuchungen durchzuführen, um konkrete Empfehlungen z. B. zur Kalkung oder zur Energieholznutzung geben zu können.

Forstliches Umweltmonitoring

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 auch die gesellschaftlichen Erwartungen einem Wandel der Zeit unterliegen.

Noch vor wenigen Baumgenerationen – etwa im 18. Jahrhundert – wurden Waldstandorte durch den ländlichen Versorgungswald mit Waldfeldbau, Vieheintrieb, Streunutzung, Glashütten und Köhlerei beeinflusst. Waldstreuentnahmen in einer Größe von bis zu 2.000 kg Stickstoff pro Hektar wirken sich bis heute entscheidend auf die Stickstoffbilanz von Wäldern aus. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgte eine Veränderung der Waldstandorte durch die Nutzung fossiler Energie. Für Schwefel- und für Stickstoffeinträge können maximale Werte für Ende der 1970er Jahre angenommen werden. Trotz Reduktionen bei Schwefel und Säure wirken die hohen Werte von damals bis heute nach. Für Stickstoffeinträge in den Wald konnten noch keine vergleichbaren adäquaten Reduktionen erreicht werden. Schließlich sind auch die heute diskutierten Klimaänderungen wesentlich auf die Nutzung fossiler Energie zurückzuführen. Auch sie nehmen Einfluss auf Waldstandorte.

Waldstandorte verändern sich demnach innerhalb von – für Bäume – relativ kurzen Zeiträumen. In den letzten Jahrhunderten sind es im Wesentlichen gesellschaftliche Erfordernisse, die die Änderungen der Umweltbedingungen für den Wald verursachen.

Eine wichtige Aufgabe des Umweltmonitorings ist es, diese Veränderungen messend festzuhalten und zu dokumentieren. Für die Praxis folgt daraus, eine forstliche Standortskunde zu entwickeln, die diesen Veränderungen Rechnung trägt.

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. Das Forstliche Umweltmonitoring 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 infolge 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. Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring waldfächenrepräsentative 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.



Meteorologischer Messturm auf der Level II-Core-Fläche Lüss

Foto: J. Weymar

Forstliches Umweltmonitoring

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.

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 Untersuchungen verpflichtend durchzuführen:

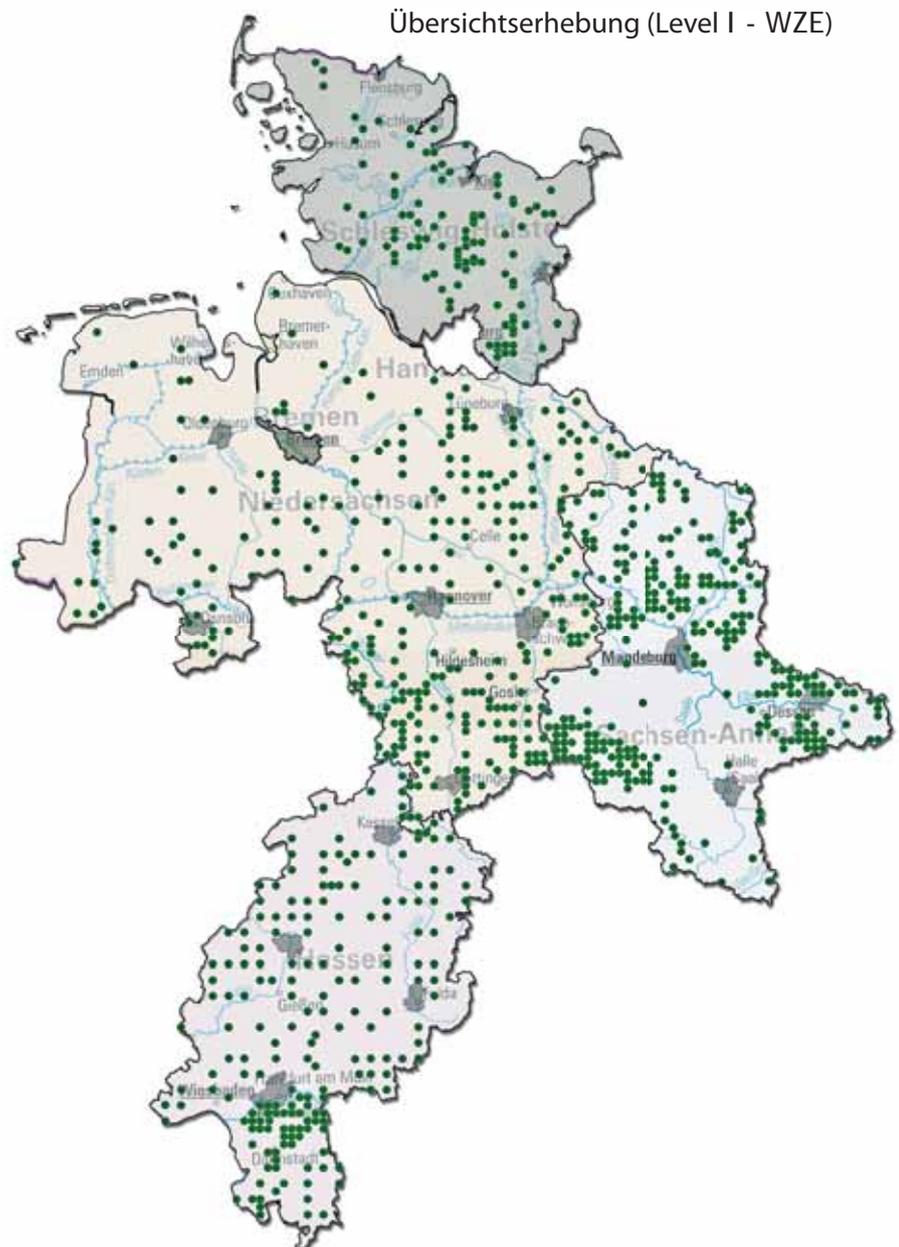
- Streufall, Baumphänologie, Baumwachstum (intensiviert), Bodenlösung, Bodenfeuchte, Luftqualität, Meteorologie.

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 Säureeinträgen schützt und zum Nährstoffhaushalt der Wälder positiv beiträgt. Das Intensive Monitoring 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.



Foto: T. Ullrich

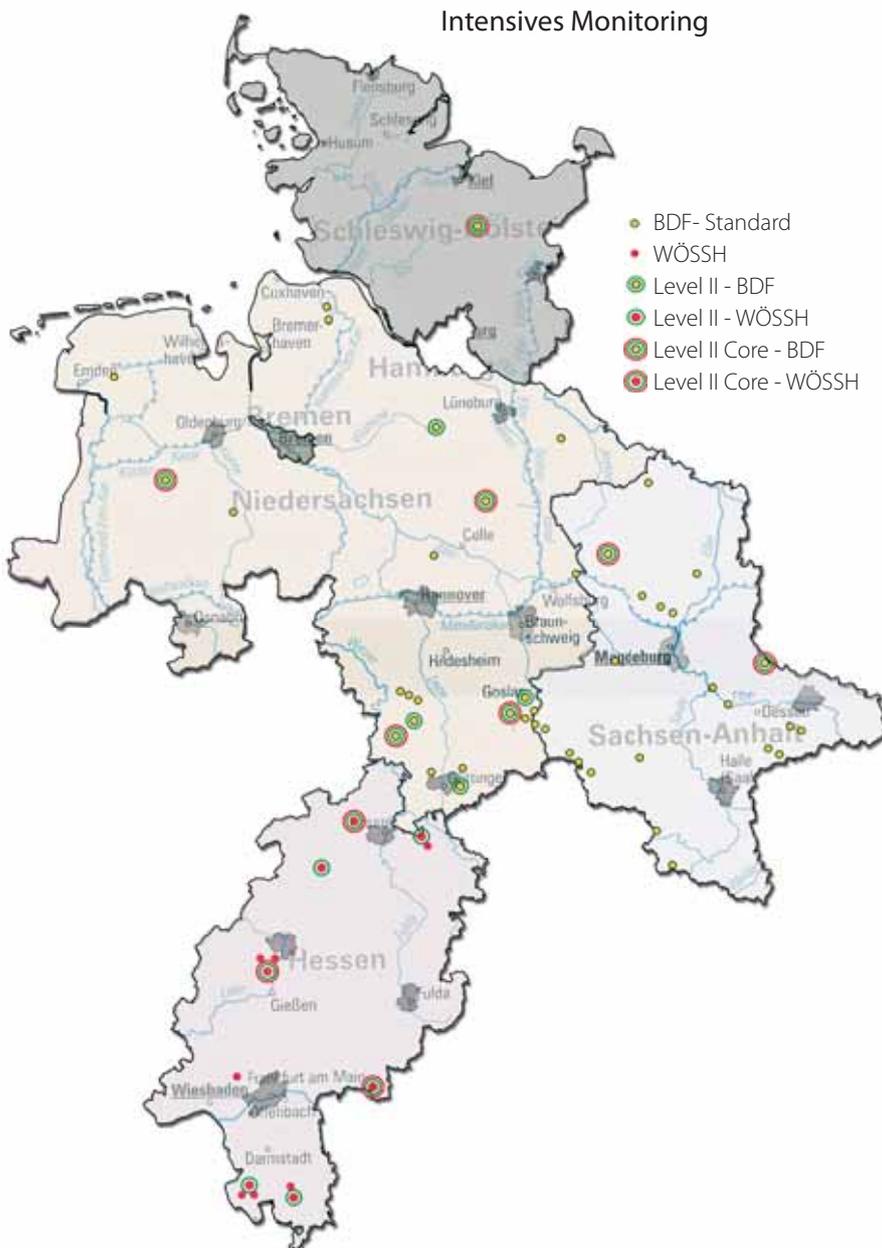


Forstliches Umweltmonitoring



Foto: J. Evers

Intensives Monitoring



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.

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 einseharen Beständen sind Kreuztrakte mit markierten Stichprobenbäumen angelegt. In dichten, nicht einseharen Beständen werden in Quadrattrakten Stichprobenbäume ausgewählt.

Die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes beträgt seit 1991 4 km x 4 km. 280 Erhebungspunkte gehören zum Stichprobenkollektiv, davon konnten in diesem Jahr 272 Erhebungspunkte in die Inventur einbezogen werden. An sechs Punkten ist zurzeit keine Bestockung über 60 cm Höhe vorhanden, zwei WZE-Bestände im Raum Aken/Elbe waren wegen Überschwemmung nicht zu erreichen. Der Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer.

Forstliches Umweltmonitoring

95 %-Konfidenzintervalle für die Kronenverlichtung der Baumartengruppen und Altersstufen der Waldzustandserhebung 2013 in Sachsen-Anhalt. Das 95 %-Konfidenzintervall (= Vertrauensbereich) gibt den Bereich an, in dem der wahre Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt.

| Baumarten-gruppe | Altersgruppe | n(Baum) | n(Plot) | Raster | 95%-Konfidenz-intervall (+-) |
|-------------------|---------------|---------|---------|--------|------------------------------|
| Buche | alle Alter | 497 | 40 | 4x4 km | 6,1 |
| | bis 60 Jahre | 155 | 12 | 4x4 km | 2,5 |
| | über 60 Jahre | 342 | 33 | 4x4 km | 5,4 |
| Eiche | alle Alter | 738 | 77 | 4x4 km | 4,9 |
| | bis 60 Jahre | 191 | 24 | 4x4 km | 7,2 |
| | über 60 Jahre | 547 | 58 | 4x4 km | 4,3 |
| Fichte | alle Alter | 725 | 39 | 4x4 km | 4,8 |
| | bis 60 Jahre | 332 | 16 | 4x4 km | 3,6 |
| | über 60 Jahre | 393 | 23 | 4x4 km | 5,0 |
| Kiefer | alle Alter | 3465 | 167 | 4x4 km | 0,9 |
| | bis 60 Jahre | 1182 | 57 | 4x4 km | 1,3 |
| | über 60 Jahre | 2283 | 114 | 4x4 km | 0,9 |
| andere Laubbäume | alle Alter | 968 | 110 | 4x4 km | 2,5 |
| | bis 60 Jahre | 445 | 49 | 4x4 km | 4,6 |
| | über 60 Jahre | 523 | 79 | 4x4 km | 2,5 |
| andere Nadelbäume | alle Alter | 135 | 16 | 4x4 km | 5,6 |
| | bis 60 Jahre | 117 | 11 | 4x4 km | 6,8 |
| | über 60 Jahre | 18 | 5 | 4x4 km | 1,8 |
| alle Baumarten | alle Alter | 6528 | 272 | 4x4 km | 1,3 |
| | bis 60 Jahre | 2422 | 128 | 4x4 km | 1,5 |
| | über 60 Jahre | 4106 | 186 | 4x4 km | 1,6 |

Für den Parameter mittlere Kronenverlichtung zeigt die Tabelle die 95 %-Konfidenzintervalle (Vertrauensbereiche) für die Baumarten und Altersgruppen der WZE-Stichprobe 2013. Je weiter der Vertrauensbereich, desto unschärfer sind die Aussagen. Die Weite des Vertrauensbereiches wird im Wesentlichen beeinflusst durch die Anzahl der Stichprobenpunkte in der jeweiligen Auswerteeinheit und die Streuung der Kronenverlichtungswerte. Für relativ homogene Auswerteeinheiten (z. B. Kiefer bis 60 Jahre) mit relativ gering streuenden Kronenverlichtungen sind enge Konfidenzintervalle auch bei einer geringen Stichprobenanzahl sehr viel leichter zu erzielen als für heterogene Auswerteeinheiten (z. B. Eiche, alle Altersstufen), die sowohl in der Altersstruktur als auch in den Kronenverlichtungswerten ein breites Spektrum umfassen. Mit dem 4 km x 4 km-Raster werden – mit Abstrichen bei der Buche, Eiche und den anderen Nadelbäumen – für die Baumartengruppen „vertrauenswürdige“ Ergebnisse für die Kronenverlichtungswerte erzielt.

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 daher geeignet, allgemeine Belastungsfaktoren der Wälder aufzuzeigen. Bei der Bewertung der Ergebnisse stehen nicht die absoluten Verlichtungswerte im Vordergrund, sondern die mittel- und langfristigen Trends der Kronenentwicklung.

Zusätzlich zur Kronenverlichtung werden weitere sichtbare Merkmale an den Probebäumen wie der Vergilbungsgrad der Nadeln und Blätter, die aktuelle Fruchtbildung sowie Insekten- und Pilzbefall erfasst.

Mittlere Kronenverlichtung

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



Foto: J. Weymar

Forstliches Umweltmonitoring

Starke Schäden

Unter den starken Schäden werden Bäume mit Kronenverlichtungen über 60 % sowie Bäume mittlerer Verlichtung (30 - 60 %), die zusätzlich Vergilbungen über 25 % aufweisen, zusammengefasst.

Qualitätssicherung bei der Waldzustandserhebung

Inge Dammann und Nadine Eickenscheidt*

*Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

Ein wesentlicher Baustein zur Qualitätssicherung ist der jährliche Abstimmungskurs zur Waldzustandserhebung, der bereits seit der ersten Erhebung 1984 in jedem Jahr vor Beginn der Außenaufnahmen durchgeführt wird, um eine zuverlässige, räumlich und zeitlich vergleichbare Erfassung des Waldzustandes innerhalb Deutschlands zu erreichen. Die Inventurleiterinnen und Inventurleiter der Bundesländer sowie die Verantwortlichen für die Kronenzustandserhebungen im Intensiven Monitoring nehmen an diesen Kursen teil. In den Jahren 2012 und 2013 wurde dieser Abstimmungskurs von der NW-FVA organisiert. Zum Standardprogramm dieser Kurse gehören die Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer, aber auch die Beurteilung weiterer Baumarten wie z. B. Birke, Douglasie oder Lärche findet in unregelmäßigen Abständen statt. Für eine Auswertung durch das Thünen-Institut für Waldökosysteme haben die Bundesländer die Daten der Abstimmungskurse seit 1992 zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse dieser Auswertung zeigen, dass die Beurteilung der Kronenverlichtung im Rahmen der nationalen Abstimmungskurse zu vergleichbaren und reproduzierbaren Ergebnissen führt. Die mittlere absolute Abweichung vom Mittelwert beträgt 4,3 % Kronenverlichtung über alle Jahre und Baumarten. Die Korrelation und Übereinstimmung zwischen den Ländern war im Mittel hoch (Pearson Korrelationskoeffizient $r = 0,87$ und Intraklassen-Koeffizient $ICC = 0,83$). Von 1992 zu 2013 wurde ein

Trend hin zu einheitlicheren Bewertungen zwischen den Bundesländern beobachtet, der für Eiche, Buche und Fichte signifikant war. In fast allen Jahren liegen jedoch auch systematische Fehler zwischen den Bundesländern vor. Allerdings war die Varianz zwischen den Bundesländern (systematischer Fehler) in allen Jahren geringer als die Varianz innerhalb der Bundesländer (zufälliger Fehler).

Die Ergebnisse belegen, dass die Abstimmungskurse mit den Übungen im Wald dazu geeignet sind, systematische Fehlerquellen zu minimieren und Einheitlichkeit bei der Bewertung zu erreichen. Besonders intensiv werden bei den Abstimmungskur-



Abstimmungskurs 2013

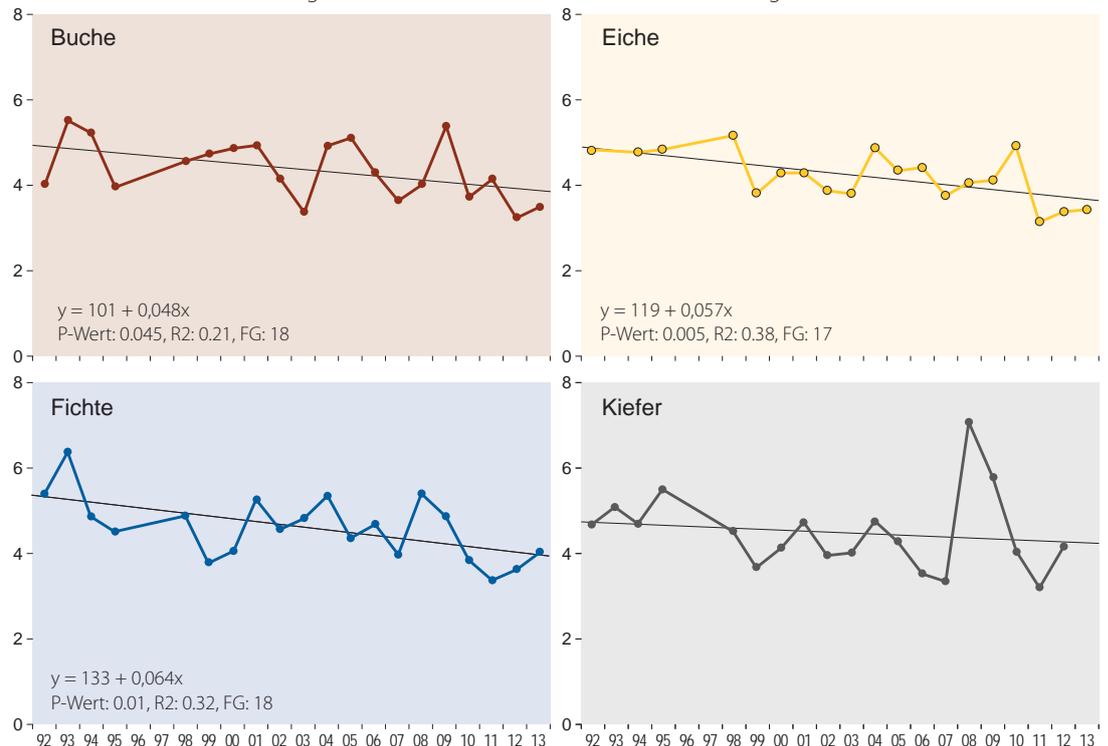
Foto: J. Weymar

sen die mittleren Verlichtungsgrade behandelt, weil diese am schwierigsten abzugrenzen und zu bewerten sind. Die jährlichen Abstimmungskurse dienen auch als Forum, um an praktischen Beispielen Symptome und Differenzialdiagnosen zu erörtern. Auch aktuell auftretende Besonderheiten (z. B. Insektenbefall) bzw. neue Symptome können diskutiert und ggf. einheitliche Bewertungsmaßstäbe festgelegt werden.

Weitere Elemente der Qualitätssicherung bei der Waldzustandserhebung in der NW-FVA sind:

- der Einsatz langjährig erfahrenen Fachpersonals bei den Außenerhebungen
- bundesweit erarbeitete Referenzbilderserien
- internationale Abstimmungskurse
- gemeinsame Schulungen der Aufnahmeteams der NW-FVA-Partnerländer vor Beginn der Erhebungen im Juli
- Plausibilitätsanalysen und Kontrollerhebungen
- bundeslandübergreifend vereinheitlichte, personenunabhängige Datenhaltung in einer relationalen Datenbank (ECO) mit darauf aufsetzenden zentralen Prüf- und Auswertungsfunktionen.

Mittlere absolute Abweichung vom Mittelwert bei den nationalen Abstimmungskursen in %

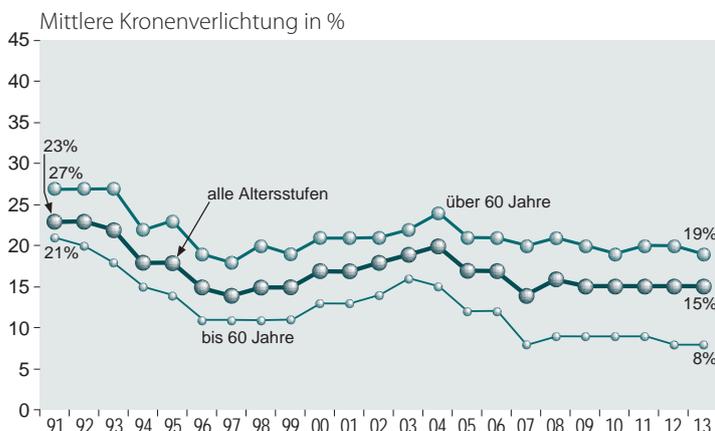


Alle Baumarten

Mittlere Kronenverlichtung

Die Waldzustandserhebung 2013 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 - 23 %) in den ersten Erhebungsjahren 1991-1993 festgestellt. In den Folgejahren gingen die Werte zurück, stiegen 2003/2004 erneut leicht an und liegen seit 2005 stabil zwischen 14 und 17 %. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren (bis 60-jährigen) Bestände zeigt seit 2007 konstant niedrige Werte (2013: 8 %).

Die älteren (über 60-jährigen) Buchen, Eichen und Fichten zeigen weiterhin einen vergleichsweise hohen Verlichtungsgrad zwischen 28 und 36 %. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer liegt sehr viel niedriger (12 %). Der weitgehend stabile Verlauf der mittleren Kronenverlichtung für den Ge-



samtwald wird ganz wesentlich durch die Kiefer als häufigste Baumart in Sachsen-Anhalt geprägt und auch die anderen Laubbäume, die ebenfalls einen erheblichen Anteil einnehmen, wirken mit vergleichsweise günstigen Verlichtungswerten ausgleichend auf die höheren Verlichtungswerte von Buche, Eiche und Fichte.

Anteil starker Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt im Mittel der Zeitreihe bei 2,5 % und 2013 bei 1,7 %. Während in den jüngeren Beständen der Anteil starker Schäden derzeit 0,8 % beträgt, wurden in den älteren Beständen 2,1 % 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.

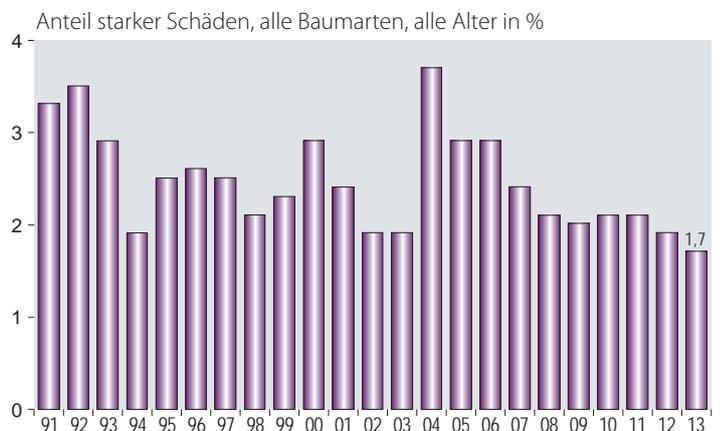
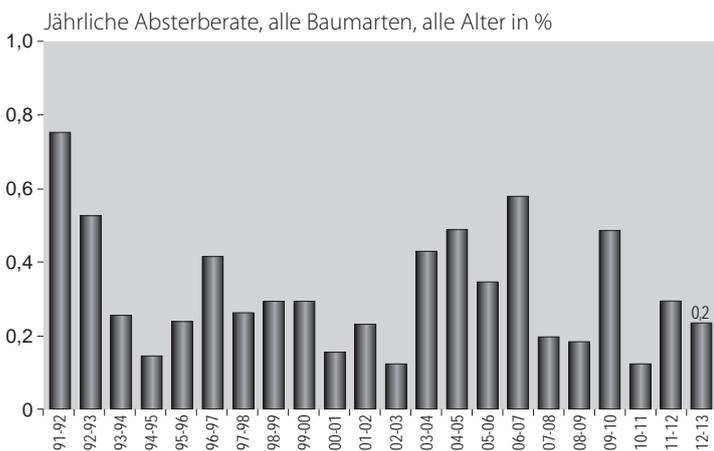


Foto: H. Heinemann

Alle Baumarten

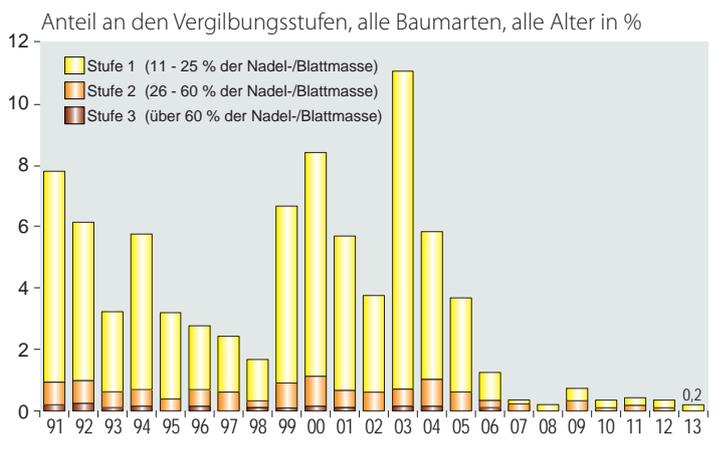


Foto: J. Evers



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. 2013 beträgt die Absterberate 0,2 %, die Spanne bei den Baumarten reicht in diesem Jahr von 0 % (Buche) bis 0,5 % (Eiche).



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 0,2 % wird in diesem Jahr erneut ein niedriger Wert ermittelt.

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 2013 beträgt 12 %.

Jüngere Kiefer

Die jüngeren Kiefern weisen seit 2005 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.

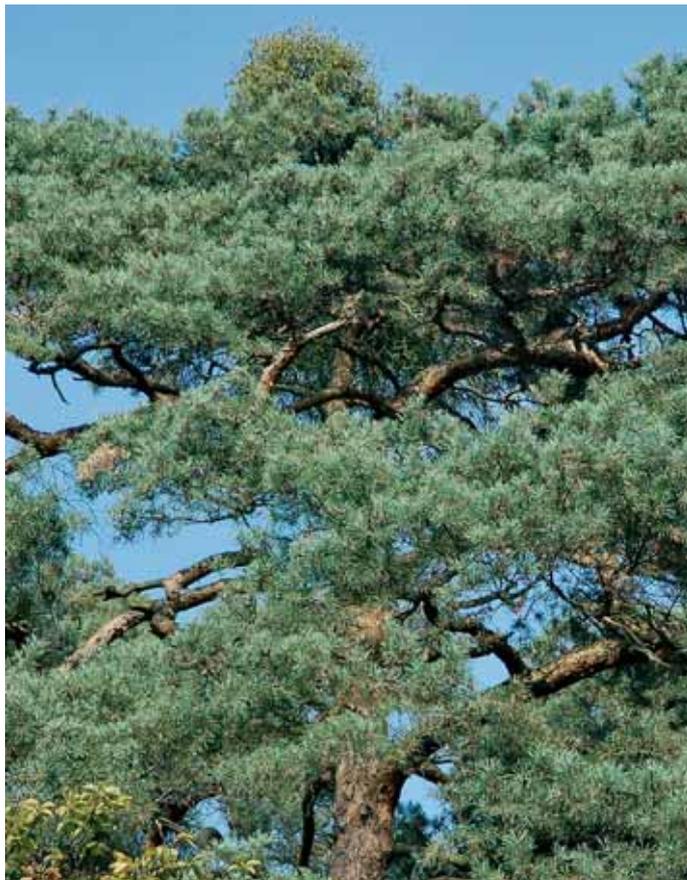


Foto: J. Evers

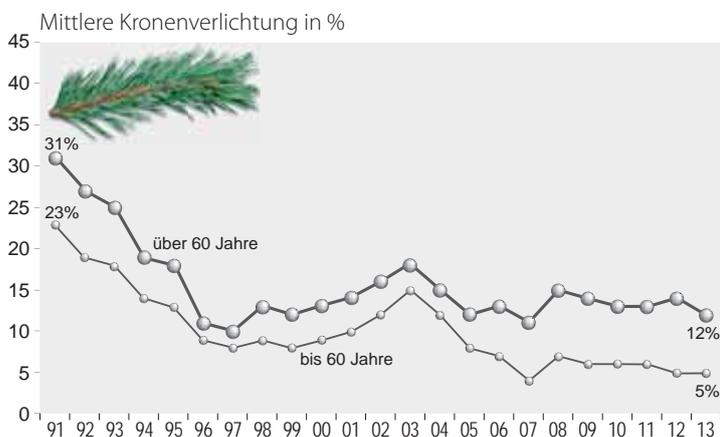
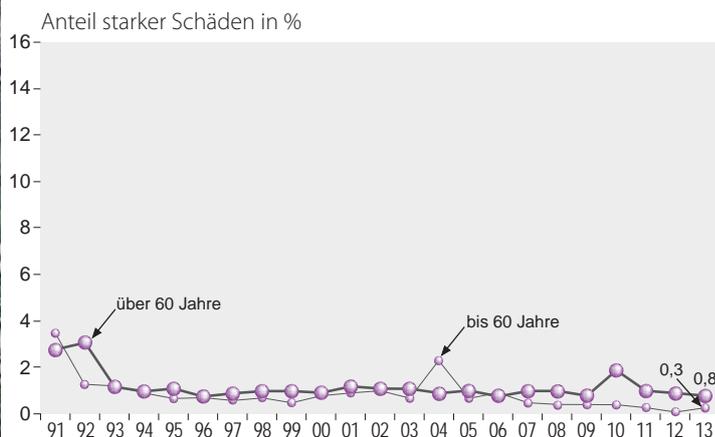


Foto: T. Ullrich

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 nur wenige Schwankungen in der Zeitreihe, erhöhte Anteile traten in den ersten beiden Erhebungsjahren (bis 4 %) sowie für die jüngere Kiefer im Jahr 2004 (2,3 %) und für die ältere Kiefer 2010 (1,9 %) auf.



Absterberate

Die Absterberate der Kiefer (alle Alter) liegt im Mittel der Jahre 1991-2013 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. 2013 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 2013 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.

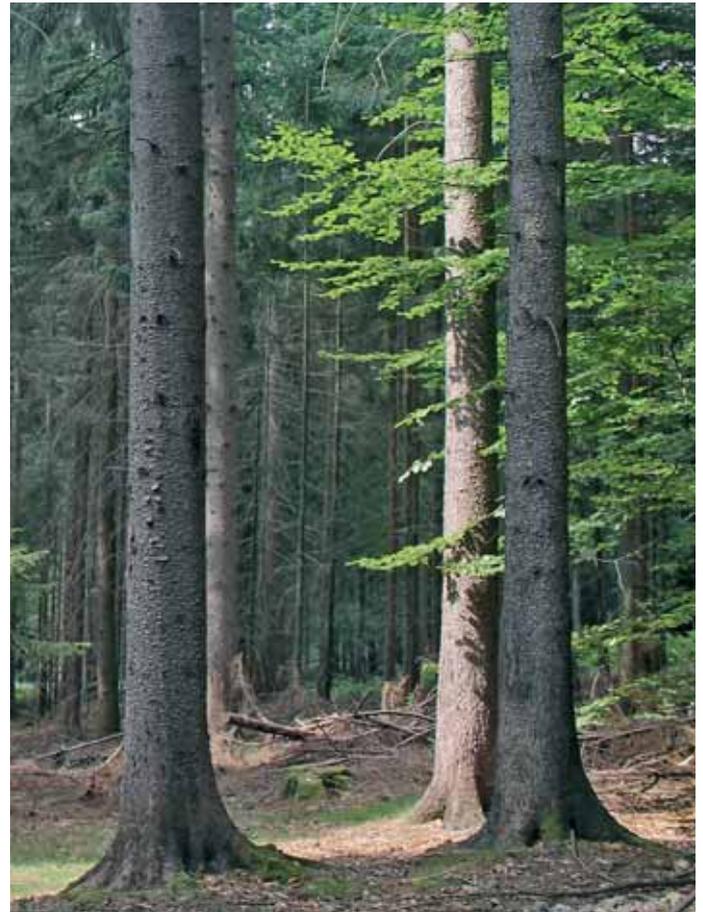
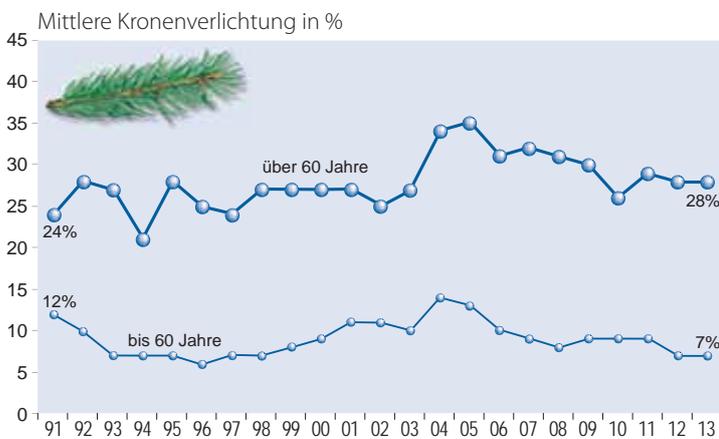


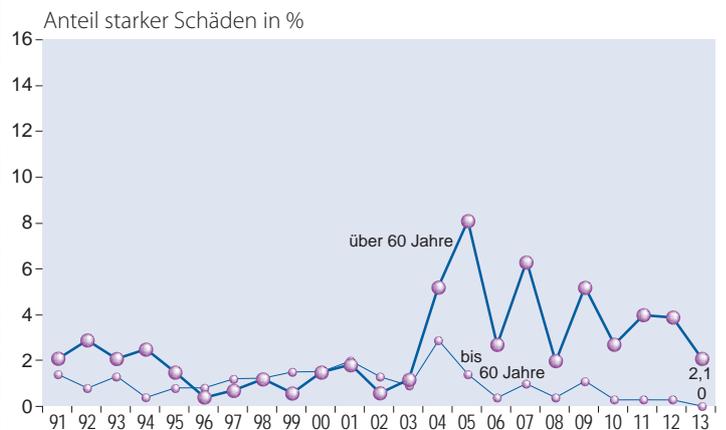
Foto: J. Weymar

Starke Schäden

Bis zum Jahr 2003 wurden bei der Fichte vergleichsweise niedrige Anteile starker Schäden (zwischen 0,6 und 3 %) verzeichnet, ab 2004 stiegen die Anteile bei der älteren Fichte bis auf 8 % an, seither treten Schwankungen auf. Im Jahr 2013 beträgt der Anteil stark geschädigter älterer Fichten 2,1 %, bei den jüngeren Fichten sind in diesem Jahr keine starken Schäden aufgetreten.



Foto: J. Evers



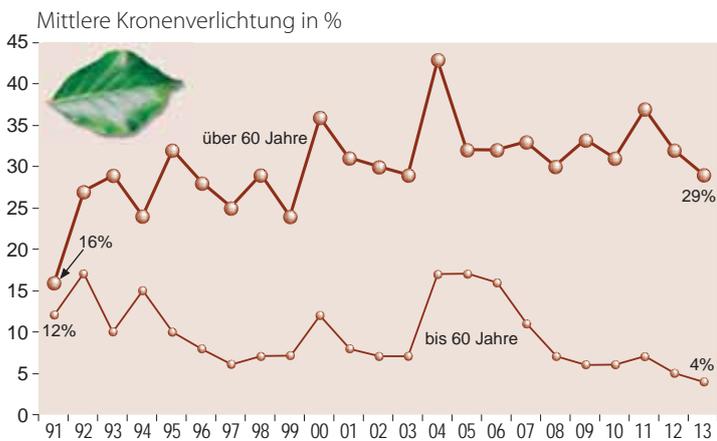
Absterberate

Für die Fichte (alle Alter) 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 2013 beträgt die Absterberate 0,3 %.

Buche

Ältere Buche

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, 2011 wurde erneut eine relativ hohe mittlere Kronenverlichtung (37 %) festgestellt. In den Jahren 2012 und 2013 ist eine Verbesserung eingetreten, die mittlere Kronenverlichtung beträgt jetzt 29 %. 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 dagegen an keiner Buche in der Stichprobe der Waldzustandserhebung mittlere oder starke Fruchtbildung beobachtet und 2013 lediglich an 5 %.



Jüngere Buche

Eine sehr positive Entwicklung zeichnet sich in den letzten Jahren für die jüngeren Buchen ab, dieser Trend setzt sich auch 2013 mit dem niedrigsten Verlichtungswert in der Zeitreihe (4 %) fort.

In diesem Jahr wurde örtlich insbesondere an Bestandesrändern Befall durch den Buchenspringgrüssler beobachtet. Da es sich nicht nur um den typischen Lochfraß handelte, sondern ebenfalls Nekrosen ausgebildet wurden, war dieser Befall sehr auffällig. Die Buchen in der WZE-Stichprobe wiesen keinen mittleren oder starken Befall auf.

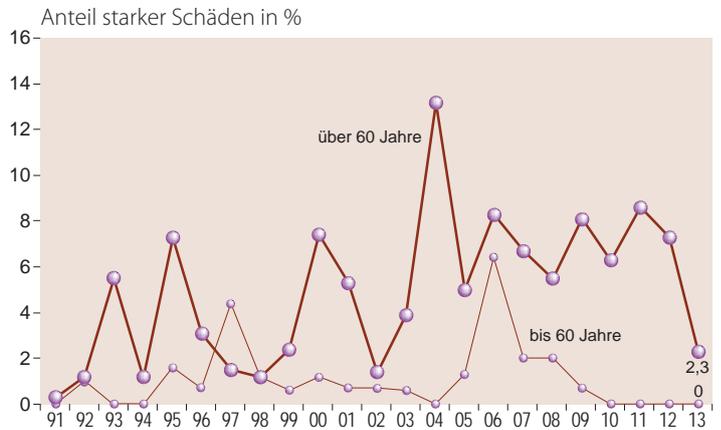


Foto: T. Ullrich

Starke Schäden

Wie beim Verlauf der mittleren Kronenverlichtung der älteren Buche, treten auch beim Anteil starker Schäden im Beobachtungszeitraum Schwankungen (0-13 %) auf.

2004 lag der Anteil starker Schäden der älteren Buche besonders hoch, 2013 mit 2,3 % unter dem langjährigen Mittel (4,9 %).



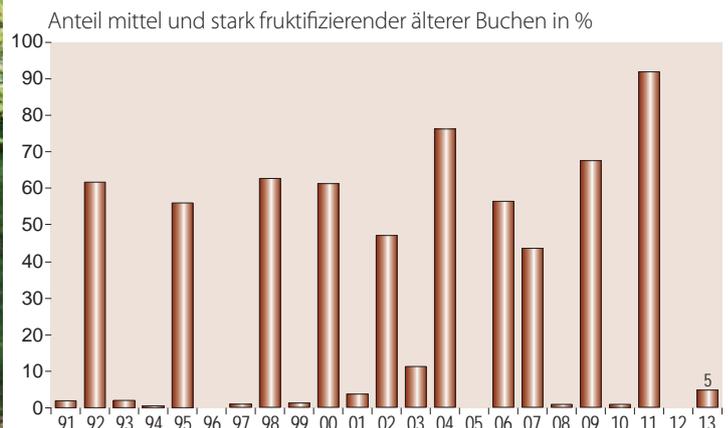
Absterberate

Obwohl die Anteile starker Schäden bei der älteren Buche in einzelnen Jahren 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 1991-2013 liegt die Absterberate der Buche (alle Alter) bei 0,06 %. Seit 2008 ist keine Buche im Stichprobenkollektiv frisch abgestorben.

Fruchtbildung

Die Ergebnisse zur Fruchtbildung im Rahmen der Waldzustandserhebung zeigen für die Buche eine 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 fruktifiziert, ergibt sich rechnerisch für den Beobachtungszeitraum der Waldzustandserhebung 1991-2013 alle 2,3 Jahre eine starke Mast. Literaturrecherchen hingegen ergaben für den Zeitraum 1839-1987 Abstände zwischen zwei starken Masten für 20-Jahresintervalle zwischen 3,3 und 7,1 Jahre.



Eiche

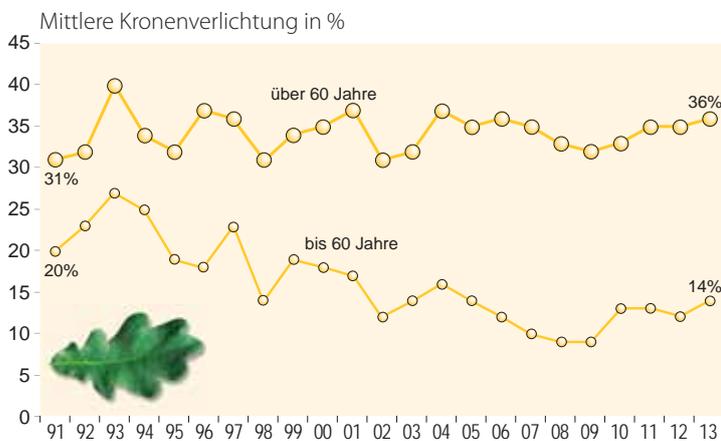
Ältere Eiche

Mit einer mittleren Kronenverlichtung der älteren Eiche von 36 % ist die Eiche die am stärksten verlichtete Baumart in Sachsen-Anhalt.

In diesem Jahr war trotz des Rückganges der Fraßschäden keine Verbesserung der Eichenbelaubung feststellbar. Das Ausbleiben mehrjähriger Erholungsphasen hat zur schlechten Belaubungssituation der Eiche beigetragen, der Frost im Frühjahr und Befall durch Blattpilze haben einer Verbesserung des Kronenzustandes entgegengewirkt.

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 aktuell 14 %.



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 2013 liegt die Absterberate (0,5 %) im langjährigen Mittel (0,6 %).

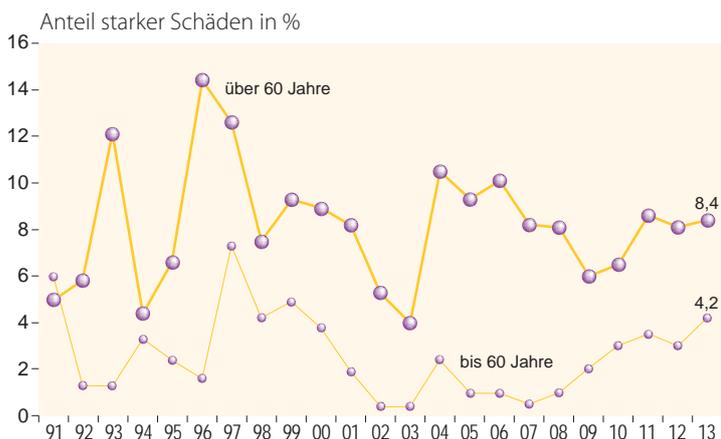


Foto: H. Heinemann

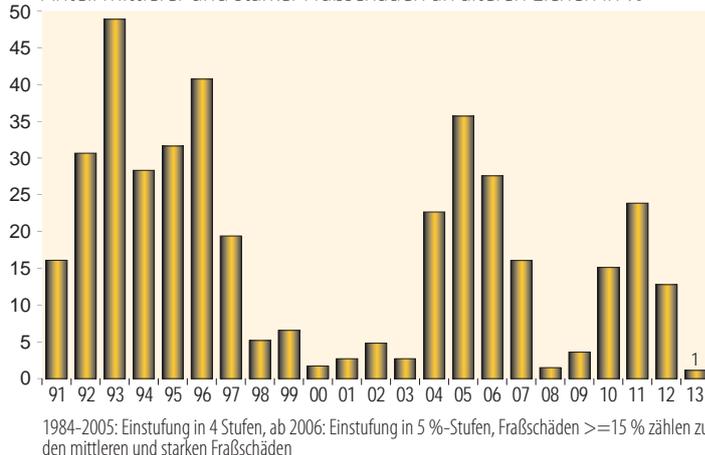
Starke Schäden

Die Anteile starker Schäden liegen bei der Eiche höher als bei den anderen Baumarten. Im Durchschnitt der Zeitreihe sind bei der jüngeren Eiche 2,6 % und bei der älteren Eiche 8,2 % 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.

Derzeit sind 8,4 % der älteren Eichen als stark geschädigt eingestuft, dies liegt deutlich über dem Mittelwert für alle Baumarten in dieser Altersgruppe (2,9 %).



Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen 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 und von 2010 bis 2012 folgten zwei weitere Perioden mit Fraßschäden. Diese sind 2013 abgeklungen, mittlere und starke Fraßschäden wurden lediglich an 1 % der älteren Eichen registriert.

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 weisen die Werte für die Altersgruppen kaum Differenzen auf. Die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) beträgt in diesem Jahr 14 %, dies ist der niedrigste Wert in der Zeitreihe.

Starke Schäden

Für die anderen Laubbäume (alle Alter) liegt der Anteil starker Schäden im Mittel der Jahre 1991-2013 bei 4,7 % und damit höher als der langjährige Durchschnitt für alle Baumarten (2,5 %). Im Jahr 2013 beträgt der Anteil starker Schäden 1,4 %.

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 2013 ist die Absterberate gering (0,1 %).



Foto: E. Langer



Foto: E. Langer

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.

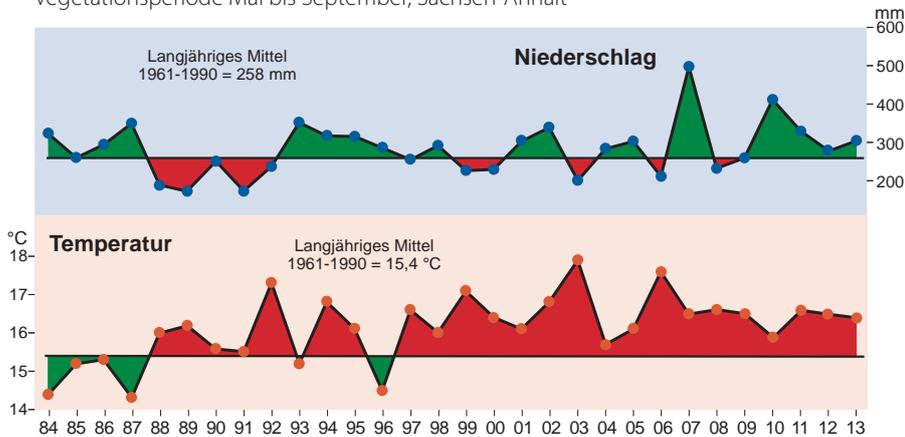
Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Die Messdaten für den Zeitraum von 1984 bis 2013 zeigen seit 1988 eine gegenüber der Referenzperiode (1961-1990) erhöhte Temperatur. In der Vegetationszeit (Mai bis September) wurde seit 1988 in 24 von 26 Jahren der Durchschnittswert überschritten. In der Nichtvegetationszeit (Oktober bis April) war dies in 20 von 26 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 Nichtvegetationszeit 2006/2007 die wärmsten.

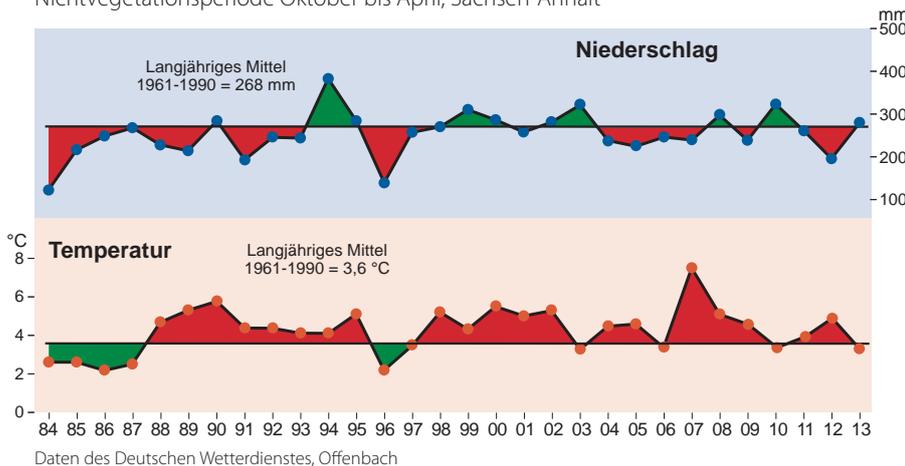
Bei den im Zeitraum 1984 bis 2013 gemessenen Niederschlägen bestehen zwischen den einzelnen Jahren zum Teil starke Schwankungen. Besonders niederschlagsreich war die Vegetationsperiode 2007, in der die gemessenen Niederschlagswerte doppelt so hoch lagen wie die Referenzwerte.

Insgesamt halten sich in den 30 Beobachtungsjahren die Jahre mit überdurchschnittlichen Niederschlägen und die Jahre mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen die Waage.

Langjährige Klimawerte (1984 - 2013)
Vegetationsperiode Mai bis September, Sachsen-Anhalt



Langjährige Klimawerte (1984 - 2013)
Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Sachsen-Anhalt



Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach



Foto: T. Ullrich

Witterung und Klima

Witterungsverlauf von Oktober 2012 bis September 2013

In der Nichtvegetationszeit 2012/2013 entsprach die durchschnittliche Temperatur etwa dem langjährigen Mittel, wobei von November bis Januar die Temperaturen überdurchschnittlich waren, im Februar und März war es dann zu kalt. Besonders kalt war es im März mit $-4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ unter dem langjährigen Mittel. Die Niederschlagsmengen von Oktober bis April erreichten insgesamt Durchschnittswerte.

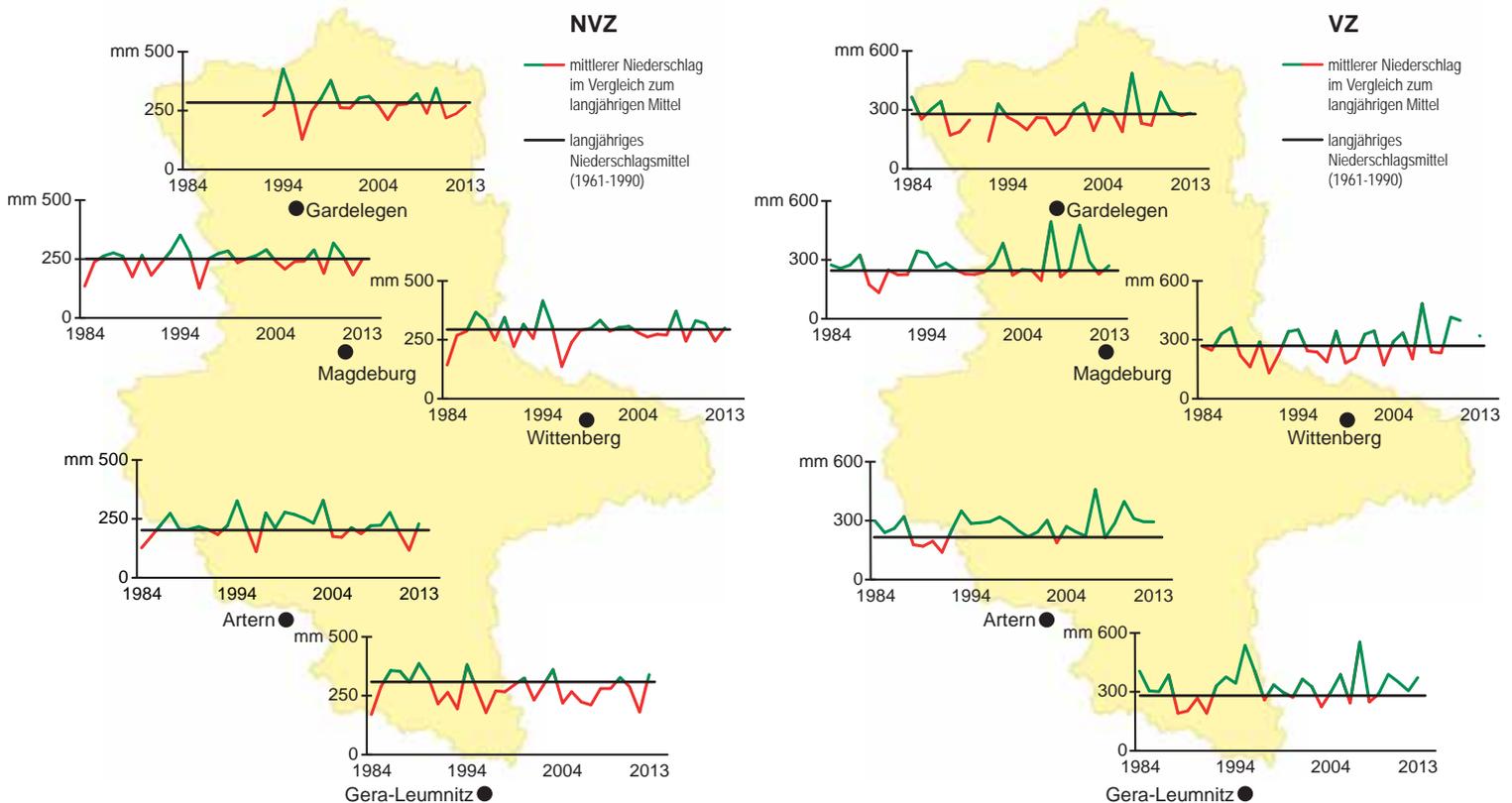
In der Vegetationszeit war es um $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ wärmer als im Durchschnitt der Referenzperiode. Besonders warm war es im Juli mit $+2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ über dem langjährigen Mittelwert und im August ($+1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Die Niederschläge in der Vegetationszeit (Mai bis September) überschritten insgesamt mit 117 % die langjährigen Mittelwerte. Der Mai war sehr nass (234 %), es folgten 3 Monate mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen, der September war wieder niederschlagsreich (131 %). Allerdings waren die Niederschläge



Foto: J. Evers

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



in den Regionen nicht gleichmäßig verteilt, z. B. wurde im Juni an der Station Gardelegen 25 % des Referenzwertes gemessen, an der Station Gera-Leumnitz dagegen 162 %.

Einige Besonderheiten im Witterungsgeschehen der letzten 12 Monate:

- Die Monate Januar und Februar 2013 waren deutschlandweit die sonnenscheinärmsten seit Beginn der Aufzeichnungen.
- Im März herrschte winterliche Witterung (der viertkälteste März seit 1901).
- Der Mai war extrem nass, sehr sonnenscheinarm (Platz 4 unter den Maimonaten seit 1951) und etwas kühler als im Mittel der Referenzperiode (1961-1990). Vom Deutschen Wetterdienst wird dieser Mai deutschlandweit als der zweitnasseste seit 1881 eingeordnet, noch nasser war nur der Mai 2007.
- Obwohl die Mittelwerte für Temperatur und Niederschlag im Juni rechnerisch durchschnittlich ausfielen, war der Witterungsverlauf sehr wechselhaft mit Hitzeperioden, großen Unterschieden beim Niederschlag sowie regionalen Überflutungen.
- Der Juli war sehr warm (seit 1901 waren nur sechs Juli wärmer), trocken (Rang acht seit 1901) und sonnenscheinreich (nur der Juli 2006 war sonnenscheinreicher).
- Es folgte ein zu warmer, zu trockener und sonnenscheinreicher August 2013.

In Sachsen-Anhalt wechselten in der Nichtvegetationszeit 2012/2013 kalte und milde Phasen, der Winter hielt mit Frösten und Schnee im März lange an. Blüte und Austrieb der Pflanzen erfolgten 2013 mit Verzögerung. Durch den extrem nassen Mai konnten sich die Bodenwasservorräte auffüllen und die Waldbestände waren auch im warmen, trockenen und sonnenscheinreichen Sommer überwiegend ausreichend mit Wasser versorgt bis im September wieder überdurchschnittlicher Niederschlag fiel.

Witterung und Klima

Schäden durch das Hochwasser 2013

Elfi Klein, Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt

Insgesamt sind infolge des Hochwassers im Juni 2013 etwa 21.000 Hektar Wald im Land Sachsen-Anhalt überflutet worden. Der Schwerpunkt liegt mit 11.000 Hektar im Betreuungsforstamt Elbe-Havel-Winkel, also östlich der Elbe zwischen Genthin und Havelberg. In dieser Region handelt es sich ganz überwiegend um Kleinprivatwald auf schwachen Sandstand-

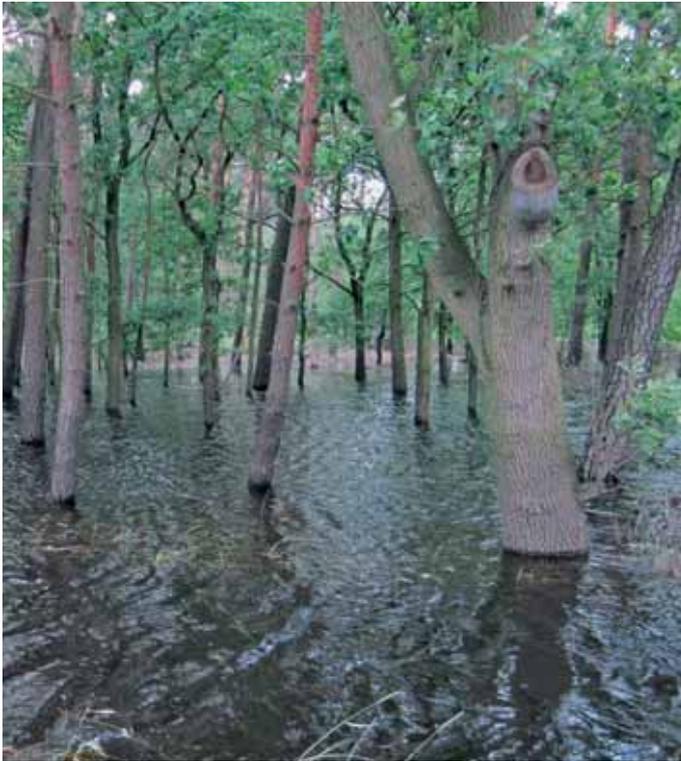


Foto: R. Eckert

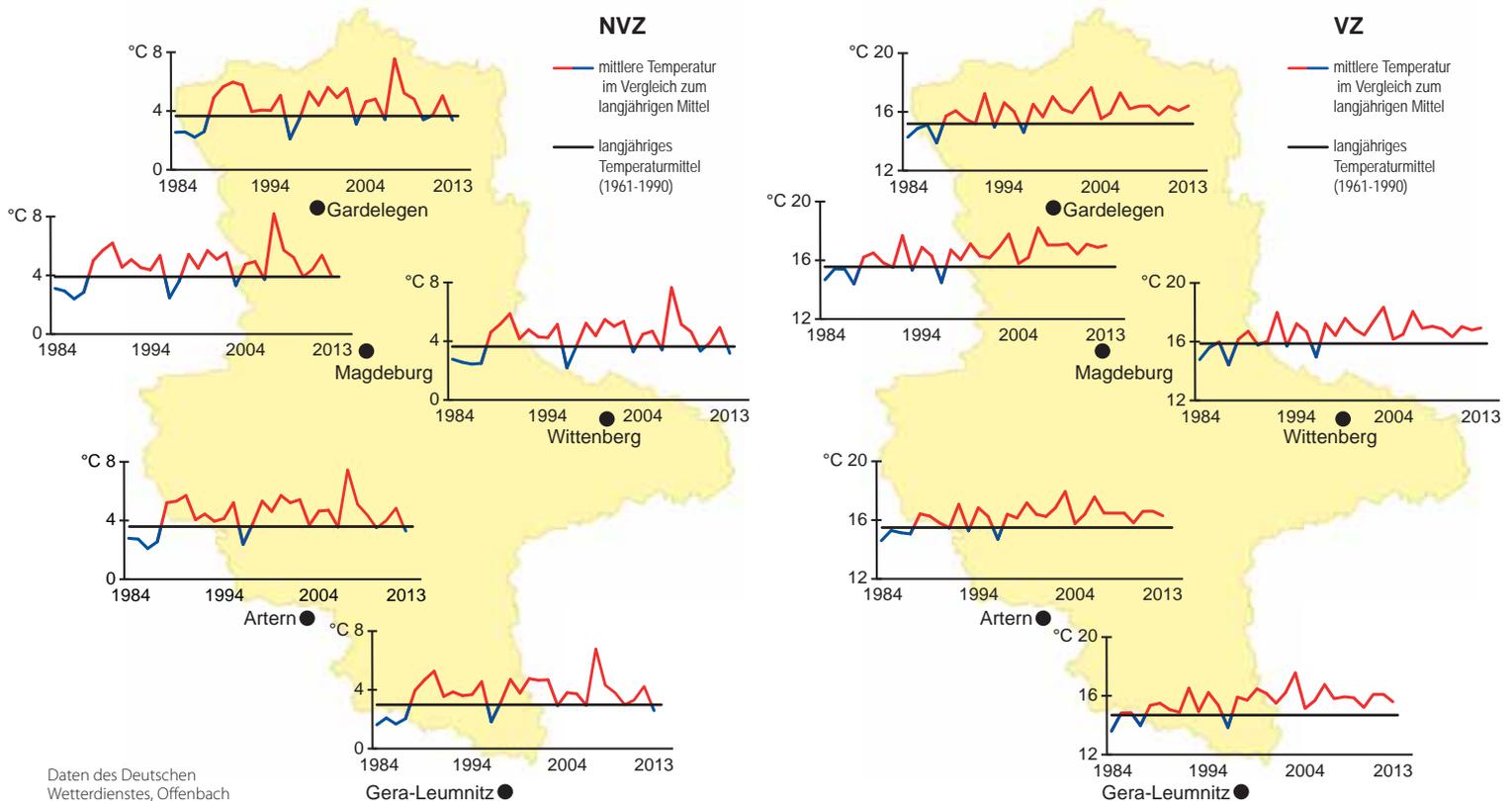
orten, wesentliche Teile der überfluteten Bestände sind Kiefern. Große Schäden durch Hochwasser und Starkregen sind an den forstwirtschaftlichen Wegen zu verzeichnen, wo das Wegematerial durch die Wassereinwirkung weggeschwemmt wurde. Eine schnelle Instandsetzung der forstlichen Infrastruktur ist aus Gründen des Waldschutzes zwingend erforderlich.

Das Wasser ist noch nicht überall wieder abgeflossen oder versickert. Ob es in der Folge des Hochwassers zu Absterbeerscheinungen an Waldbeständen kommen wird, hängt sehr stark von der Verweildauer des Wassers ab. In der Regel werden Waldbestände (insbesondere die am stärksten betroffenen Auewaldbestände) durch temporäre Überflutungen nicht geschädigt.

Bei älteren Beständen verfügt die Stieleiche – als Baumart der Hartholzaue – über eine hohe Überflutungstoleranz. Bei anderen Laubholzarten – insbesondere Buche – liegt die Toleranz deutlich niedriger. Dies gilt auch für die Kiefer, bei der schon nach kurzer Überflutungszeit das Risiko eines späteren Absterbens gegeben ist. Auch Kulturen, die längere Zeit überflutet sind, sind besonders gefährdet.

Die Einschätzung der Schäden im Forstbereich ist ausgesprochen schwierig, denn das Schadensausmaß wird erst nach Abfluss oder Versickerung des Hochwassers sichtbar werden. Zusätzlich zu den Schäden an den Wegen und den Waldbeständen wurden Schutzeinrichtungen für Forstkulturen (Wildzäune) durch Treibgut beschädigt und das Hochwasser hat im Wald lagerndes Holz weggeschwemmt. Außerdem kommt es durch Hochwasser zu umfangreichen Ablagerungen von Müll und möglicherweise schädigenden Sedimenten im Wald. Die gesamte Schadenshöhe in der Forstwirtschaft wird momentan auf eine Gesamtsumme von etwa 38 Mio. € geschätzt.

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

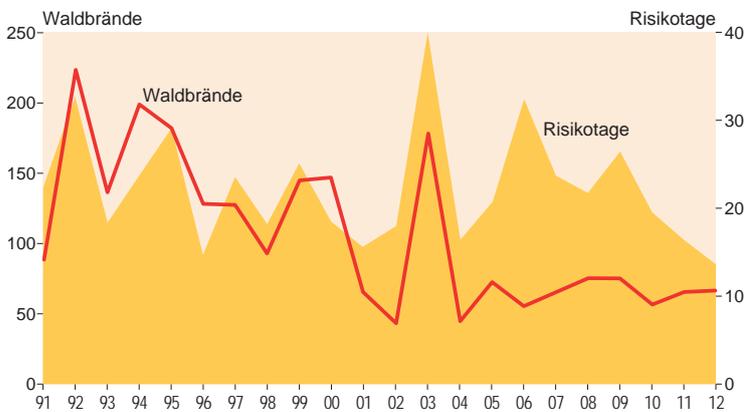


Entwicklung des Waldbrandrisikos

Stefan Fleck und Henning Meesenburg

Waldbrände sind nicht nur eine Gefahr für Menschen und den Wald als Wirtschaftsgut und Lebensraum, sie tragen weltweit gesehen auch in bedeutendem Ausmaß zum Treibhauseffekt und damit zum Klimawandel bei. Während die Festlegung des Treibhausgases Kohlendioxid als Kohlenstoff in Wäldern gemeinhin als erwünschter Beitrag zur Entlastung der Atmosphäre angesehen wird, kann der über Jahrzehnte im Waldboden gebundene Kohlenstoff durch einen Waldbrand innerhalb sehr kurzer Zeit wieder als Kohlendioxid verloren gehen. Neben den messbaren Holzverlusten und Sachschäden, den Wiederaufforstungskosten, dem Verlust an Arteninventar und Lebensraumqualität stellt jeder Waldbrand daher auch einen Rückschlag für die Bemühungen um eine Abschwächung des Klimawandels dar.

Zahl der Waldbrände in Sachsen-Anhalt und der klimatisch bedingten Tage mit erhöhtem Waldbrandrisiko von 1991 bis 2012 (gemäß Fire Weather Index, FWI)



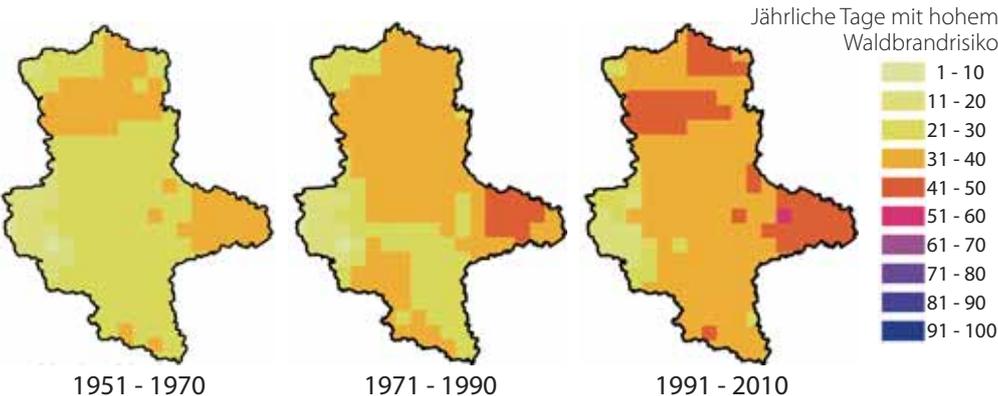
Im zweigeteilten Nachkriegsdeutschland hat sich die mit 6 Toten und fast 10.000 Hektar Brandfläche größte Waldbrandkatastrophe 1975 in den niedersächsischen Nachbarregionen der Altmark ereignet. Möglich waren solche Katastrophenbrände auch in Sachsen-Anhalt, sie sind – auch dank des damals schon aufwändigen Waldbrandschutzes – jedoch nie aufgetreten. Durch gezielte Ausstattung der Feuerwehren, feste Zufahrtswege zu Waldgebieten, zusätzliche Löschwasserentnahmestellen und Waldbrandüberwachungssysteme wurde der Waldschutz immer weiter verbessert, so dass auch die nach 1991 gemeldeten Waldbrandzahlen insgesamt eine abnehmende Tendenz hatten. Trotz der bisher rückläufigen Tendenz waren Waldbrände jedoch besonders dann häufiger, wenn die klimatisch bedingte Waldbrandgefahr besonders hoch war. So weisen die jährlichen



Waldbrandbekämpfung (22.07.2010 im Revier Osterwohle) Foto: R. Knapp

Tage mit erhöhtem Waldbrandrisiko in den letzten 22 Jahren oft einen ähnlichen Verlauf auf wie die Zu- und Abnahmen bei der Zahl der tatsächlich aufgetretenen Waldbrände. „Erhöhtes Waldbrandrisiko“ bedeutet in diesem Zusammenhang eine Feuchte der Waldstreu von weniger als 9 % Wassergehalt – ab diesem mit dem international gebräuchlichem Fire Weather Index berechneten Wert gilt die Waldstreu als extrem entzündlich (FWI, van Wagner 1987). Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass nicht jede klimatisch bedingte Risikosituation auch zu einem Waldbrand führen muss, insbesondere wenn – wie im Jahr 2006 – zwar viele Tage mit erhöhtem klimatischem Waldbrandrisiko aufgetreten sind, diese sich jedoch auf zahlreiche kurze Trockenperioden verteilen. Das Trockenjahr 2003 mit über 3-wöchigen Perioden mit erhöhtem Waldbrandrisiko ist dagegen deutlich in den erhöhten Waldbrandzahlen zu erkennen, die etwa so hoch lagen wie Anfang der 90er Jahre. Eine längerfristige Betrachtung zeigt, dass sich das klimatische Waldbrandrisiko in den letzten 60 Jahren kontinuierlich erhöht hat. Während im Durchschnitt der Jahre 1951 bis 1970 noch im größten Teil des Landes zwischen 21 und 30 Risikotage zu verzeichnen waren (Landesdurchschnitt: 27 Tage), waren dies im

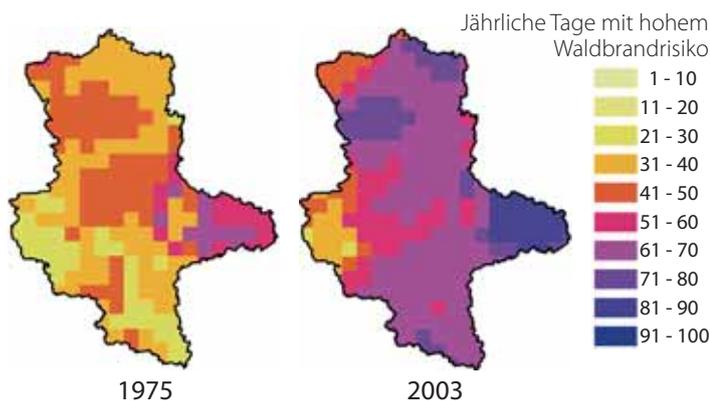
Entwicklung des klimatischen Waldbrandrisikos seit 1951



Durchschnitt der Jahre 1971-1990 schon 31-40 Tage (Landesdurchschnitt: 32 Tage). Weitere 20 Jahre später fallen große Gebiete im Norden und Osten Sachsen-Anhalts bereits in die Kategorie 41-50 Tage und der Landesdurchschnitt erhöhte sich auf 36 Tage. Am höchsten war das klimatische Waldbrandrisiko in den letzten 60 Jahren in der Regel in den Landkreisen Wittenberg, Altmarkkreis Salzwedel und Stendal. Bei der langfristigen Zunahme des Waldbrandrisikos

Entwicklung des Waldbrandrisikos

Klimatisches Waldbrandrisiko 1975 und 2003



handelt es sich um eine direkte Auswirkung des Klimawandels, der sich in trockeneren und wärmeren Sommerhalbjahren niederschlägt.

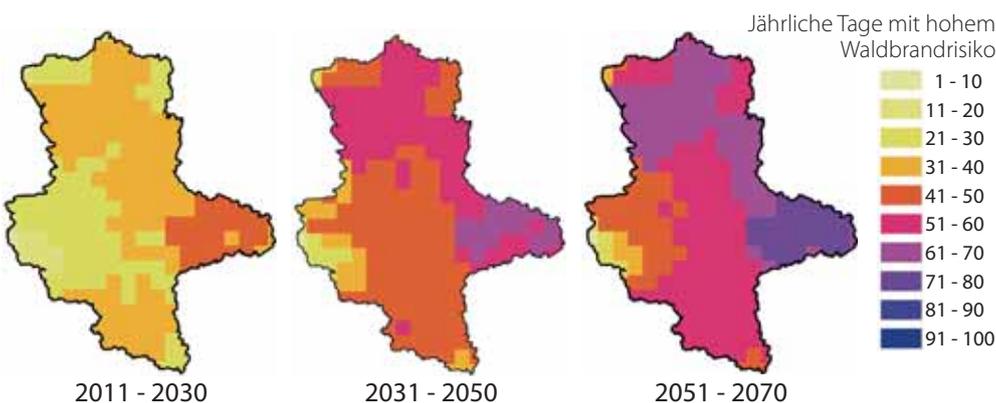
Was die kontinuierliche Erhöhung der 20-jährigen Durchschnittswerte für die konkrete Situation in einzelnen Jahren bedeutet, lässt sich am Beispiel des Katastrophenjahrs 1975 und des Trockensommers 2003 deutlich erkennen: So war das klimatische Waldbrandrisiko im gesamten Katastrophenjahr 1975 mit 40 Risikotagen (gegenüber 32 im langjährigen Durchschnitt) überdurchschnittlich hoch und kam im Landkreis Wittenberg auf über 60 Risikotage (gegenüber 41-50 Tagen im langjährigen Durchschnitt). In den eigentlichen Katastrophenregionen und in der Altmark wurden bis zu 50 Risikotage verzeichnet. Für die Altmark und angrenzende Regionen in Niedersachsen ergibt der Waldbrandindex FWI in den Tagen der Brandkatastrophe eine Streufeuchte von weniger als 7 % Wassergehalt.

2003 war die Diskrepanz zwischen 20-jährigem Durchschnitt und dem Einzeljahr noch größer: Während im 20-jährigen Durchschnitt landesweit 36 Tage mit erhöhtem Waldbrandrisiko erreicht wurden, waren es 2003 im Durchschnitt 64 Risikotage und in den am meisten gefährdeten Regionen sogar bis zu 90 Tage.

Das im Vergleich mehr als doppelt so hohe Waldbrandrisiko des Jahres 2003 spiegelt sich auch in der starken Zunahme der Waldbrände gegenüber den unterdurchschnittlich waldbrandgefährdeten Jahren 2002 und 2004 wider.

Es ist wahrscheinlich, dass sich das Waldbrandrisiko auch in Zukunft aufgrund des Klimawandels erhöht. Das aktuelle IPCC Klimaszenario RCP8.5 geht bei Verwendung des Globalmodells ECHAM 6 und des Regionalmodells STARS davon aus,

Zukünftiges klimatisches Waldbrandrisiko (nach IPCC Klimaszenario RCP8.5)



Waldbrandfläche in Fienerode (August 2011)

Foto: U. Fröhlich

dass es in den vergangenen 60 Jahren eine in etwa konstante Zahl von 33 bis 34 Risikotagen gegeben hat. Die Weiterführung dieses Szenarios in die Zukunft ergibt für Sachsen-Anhalt im aktuellen 20-Jahres-Zeitraum (2011-2030) dann zunächst eine leichte Abnahme des Waldbrandrisikos auf einen landesweiten Durchschnittswert von 32 Tagen erhöhten Waldbrandrisikos.

Im weiteren Verlauf ist aufgrund der Klimaszenarien dann aber mit einer starken Zunahme des Waldbrandrisikos auf 48 Risikotage (2031-2050) bzw. auf 58 Risikotage im Zeitraum 2051-2070 zu rechnen. Bis auf die aktuelle 20-Jahres-Periode geht diese Vorhersage noch etwas über eine lineare Fortschreibung des schon in der Vergangenheit beobachteten zunehmenden Trends hinaus, sie bedeutet also eine sich leicht beschleunigende Zunahme des Waldbrandrisikos.

Die somit ab 2051 zu erwartenden extrem hohen 20-jährigen Durchschnittswerte legen nahe, dass Trockenjahre wie das Jahr 2003 dann etwa alle 3 Jahre vorkommen werden und

dass es unter diesen Trockenjahren wiederum einzelne geben wird, die sich durch bis zu 70 oder 80 Risikotage auszeichnen. Es ist leicht vorstellbar, dass diese Extrembedingungen dann trotz der regional hohen Niveaus der Waldbrandbekämpfungsmaßnahmen zu einem Anstieg der Waldbrandhäufigkeit führen werden, der sich nur durch weitere Verbesserung und regionale Ausdehnung der Waldbrandschutzmaßnahmen verhindern lässt.

Insekten und Pilze

Ulrich Bressemer, Michael Habermann, Rainer Hurling,
Gitta Langer und Pavel Plasil

Eichenkomplexerkrankung und aktuelle Situation der Eichenvitalität

Bei älteren Eichen in Norddeutschland werden seit Jahren gravierende Vitalitätseinbußen, erkennbar durch hohe Blatt- und Feinreisigverluste, vermehrte Totäste und Absterbescheinungen, beobachtet. Ab dem Spätsommer 2011 und bis in das Jahr 2012 hinein war ein auffälliger „Erkrankungsschub“ mit zahlreichen absterbenden Bäumen zu verzeichnen. Der Allgemeinzustand der Eichen in 2013 ist weiterhin besorgniserregend. Besonders im Frühsommer 2013 fielen vielerorts sehr schlechte Belaubungssituationen der Eichenkronen auf, die nicht vorrangig auf Fraß, sondern auf Infektionen durch Blattpilze zurückzuführen waren.

Im Ursachenkomplex dieser so genannten „Eichenkomplexerkrankung“ spielen nach wie vor Witterungsextreme (z. B. starke Spätwinterfröste/Temperaturstürze im Spätwinter, Trockenheit) in Kombination mit wiederholtem, starkem Blattfraß (Eichenfraßgesellschaft) eine herausragende, die Schäden letztlich auslösende Rolle. Nachfolgender Befall durch den Eichenmehltau kann die Schäden verstärken, denn in manchen Jahren haben betroffene Eichen dann nur wenige Wochen im Jahr eine gesunde Belaubung. Dies führt u. a. zu einer verminderten Einlagerung von Reservestoffen, zum Rückgang funktionsfähiger Feinwurzeln und hat in der Folge vielfältige, die Baumvitalität mindernde Konsequenzen. Im weiteren Erkrankungsverlauf sind Sekundärschädlinge wie Prachtkäfer und bodenbürtige Wurzelfäulen, vornehmlich hervorgerufen durch Hallimasch-Arten, von Bedeutung. Sie können stark vorgeschädigte Eichen zum Absterben bringen. Besorgniserregend ist, dass Eichen in den letzten Jahren in vielen Gebieten keine belastungsfreien Erholungsphasen (d. h. ohne extreme Witterungsbedingungen, ohne Fraß, ohne Mehltau) hatten.

Im Frühjahr/Frühsommer 2013 sind – wie oben bereits erwähnt – im norddeutschen Raum vielerorts erneut Auffälligkeiten und Schäden an der Belaubung von Eichen aufgetreten, die maßgeblich mit dem speziellen Witterungsverlauf zu tun haben. Die Witterung im Mai 2013 war feucht, verbreitet fielen weit über 200 % Niederschlag gegenüber dem langjährigen Mittel. Dies förderte den Pilzbefall an Blättern. Im Einzelnen wurden mit örtlich unterschiedlich starker Ausprägung folgende Schäden gemeldet: eine stärkere Blüte, die scheinbar zu geringerem Austrieb geführt hat; Kronen mit überwiegend vergilbten Blättern; Fraß am frischen Austrieb und an den entfalteten Blättern; braune, unterschiedlich große Blattflecken und vorzeitiger Blattabfall (Anfang Juni). Die unterschiedlichen Blattflecken wurden oft durch Schlauchpilze wie *Tubakia dryina* oder *Apiognomonium quercina* verursacht. *T. dryina* führte zu dunkelbraun verfärbten Blattstielen. Diese Verfärbung breitete sich auf die Blattspreite aus und der Pilz bildete dort beiderseits seine winzigen schwarzen Fruchtkörper. Die an den geschädigten Eichenblättern gefundenen Pilzarten führen nicht grundsätzlich zu Schadsymptomen. Oft sind sie im Pflanzengewebe vorhanden, ohne eine Erkrankung hervorzurufen (endophytische Lebensweise). Außergewöhnliche Witterungsverhältnisse haben großen Einfluss auf diese Wirt-Pilz-Interaktion, wobei der Pilzpartner von einer symbiontischen oder endophytischen in eine parasitisch/pathogene Lebensphase übergehen kann.

Mehltau-Befall, insbesondere an den Johannis-/Regenerationstrieben, trat lokal bereits ab Mitte Juli in stark ausgeprägter Form auf. Eine anhaltende Sporenproduktion bei günstigen Witterungsbedingungen (trockene und teilweise heiße Witterung im Juli 2013, ab dem 20. Juli hochsommerlich) führte zu einem massiven Infektionsdruck im Juli/August. Bei starker Infektion durch den Mehltaupilz rollten sich die Blätter ein, sie vertrockneten und fielen teilweise auch vorzeitig ab.

Die im Herbst 2012 durchgeführten Prognosen zur Ermittlung des Gefährdungspotentials blattfressender Schmetterlinge zeigten, dass der Höhepunkt der Gradation der Frostspannerpopulationen überschritten wurde. Die Populationsdichten des Eichenprozessionsspinners befanden sich weiterhin auf hohem Niveau. Um wiederholten starken Fraß in gefährdeten Eichenbeständen zu verhindern, wurden Ende April auf ca. 460 Hektar Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt.



Raupen des Eichenprozessionsspinners

Foto: P. Gawehn

Kiefernspinner und Nonne

Im nordöstlichen Teil Sachsen-Anhalts traten im Sommer 2012 starke Fraßschäden durch den Kiefernspinner auf. Anfang September 2012 wurde eine Fläche von ca. 60 Hektar mit einem Hubschrauber behandelt. Die Ergebnisse der lau-



Nadelfraß durch Kiefernspinnerraupe

Foto: P. Plasil

Insekten und Pilze

fenden Überwachung des Kiefernspinners mit Pheromonfallen ergaben deutliche Überschreitungen der Warnschwellen. Die daraufhin in den Wintermonaten durchgeführten Puppensuchen nach Raupen des Kiefernspinners und nach Eigelegen der Nonne bzw. im Frühjahr 2013 durchgeführte Überwachung mit Leimringen ließen einen frühen und lokal starken Fraß erwarten. Ende April 2013 wurde daher auf ca. 1.300 ha eine Bekämpfung durchgeführt.

Kiefertriebsterben

Das *Diplodia*-Triebsterben, ausgelöst durch *Sphaeropsis sapinea*, war weiterhin an mittelalten und älteren Kiefern und Kiefernkulturen sowie in Douglasien- und Lärchen-Jungwüchsen zu verzeichnen. Die Schäden traten mit und ohne vorausgegangene Hagelschäden auf. Neben dem endophytischen Wachstum in Kiefertrieben wurde *S. sapinea* auch als Endophyt in grünen Douglasientrieben nachgewiesen.

Buchenspringrüssler

Örtlich (z. B. im Harz) kam es zu einem erheblichen Befall von Buchen unterschiedlichen Alters mit dem Buchenspringrüssler.



Lochfraß und Nekrosen durch Buchenspringrüssler Foto: E. Langer

Borkenkäfer

Nachdem bereits in den beiden Vorjahren kaum noch Schäden durch Borkenkäfer zu verzeichnen waren, setzte sich dieser Trend im Frühjahr und Frühsommer 2013 weitgehend fort. Trotzdem waren lokal Besiedlungen einzelner Fichten oder kleiner Fichtengruppen möglich, deren Brut dann die ab Juli einsetzende sehr warme Sommerwitterung nutzen konnte. Für einige Regionen zeichnet sich ab, dass die zweite Buchdruckergeneration sich relativ gut etablieren konnte. Daher wurde der Forstpraxis ab August empfohlen, zeitnah Gegenmaßnahmen zu ergreifen und möglichst wenige Borkenkäfer in die Überwinterung entkommen zu lassen.

Eschentriebsterben

Die Erkrankung, ausgelöst durch den aus Asien stammenden Schlauchpilz *Hymenoscyphus pseudoalbidus* mit der Nebenfruchtform *Chalara fraxinea*, hat sich im gesamten Zuständigkeitsgebiet der NW-FVA fest etabliert. Es ist bisher im europäischen Raum keine Abschwächung des Krankheitsgeschehens zu verzeichnen. Auf vielen Flächen wird hingegen eine Verstärkung bzw. Ausweitung der Schäden beobachtet.



Mit Eschentriebsterben infizierte Altesche mit starker Kronenverlichtung und Sekundärtrieben Foto: NW-FVA, Abt. B

In Altbeständen führt das Eschentriebsterben bei hohem Infektionsdruck zum Zurücksterben der Kronen und zur Bildung von Stammfußnekrosen und Befall mit nachfolgenden Schaderregern wie z. B. Hallimasch, Samtfußrübling oder Eschenbastkäfern, die zur Stammwertung und letztlich zum Absterben der Bäume führen. Neben anderen Rin-

Stammfußnekrosen an einer mit Eschentriebsterben im Kronenbereich infizierten Esche. Die fächerartigen, bräunlichen Verfärbungen / Nekrosen wurden primär durch den Erreger des Eschentriebsterbens *Hymenoscyphus pseudoalbidus* hervorgerufen. Foto: C. Weinert



denpilzen ist *H. pseudoalbidus* primär in der Lage, auch in den Stammfuß einzudringen und Verfärbungen und Nekrosen hervorzurufen.

Bislang gesunde oder nahezu gesunde Eschen sollten in den Beständen auf jeden Fall erhalten werden. Es wird aber nach wie vor von der Begründung neuer Eschenkulturen abgeraten.

Wurzelpathogene Pilze

Absterbeerscheinungen durch Hallimasch traten im Zusammenhang mit dem Eichensterben und dem Eschentriebsterben auf.

Stoffeinträge

Birte Scheler und Henning Meesenburg

Wälder sind stärker durch anthropogen verursachte Stoffeinträge wie Sulfatschwefel und Stickstoff belastet als alle anderen Landnutzungsformen, da ihre Kronen zusätzlich zu den im Niederschlag gelösten Stoffen beträchtliche Mengen gas- und partikelförmiger Stoffe aus der Luft filtern. Diese sogenannte trockene Deposition hat für Stickstoffverbindungen nach Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA) mit einem Chemie-Transportmodell in den Wäldern Sachsen-Anhalts einen Anteil von bis zu 53 % an der Gesamtdeposition. Zur Erfassung der Belastung der Waldökosysteme durch Stoffeinträge werden diese in Sachsen-Anhalt seit 1998 auf zwei Flächen unter Kiefer, der häufigsten Baumart in diesem Bundesland, erfasst. Mit Hilfe des Kronenraumbilanzmodells nach Ulrich (Ulrich 1994) werden Austauschvorgänge im Kronenraum wie die direkte Aufnahme von Stickstoff bzw. die Auswaschung von Nährstoffen wie Calcium und Magnesium berücksichtigt und die Gesamtdeposition eines konkreten Bestandes berechnet.

Durch die Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung seit Mitte der 1980er Jahre in den westlichen und seit Beginn der 1990er Jahre in den neuen Bundesländern ging der Schwefeleintrag, der im Ökosystem eine stark versauernde Wirkung entfaltet, in beispielhafter Weise zurück.

2012 betrug er unter Kiefer 3,2 kg pro Hektar in Nedlitz und 3,4 kg pro Hektar in Klötze, im Freiland lag er in beiden Gebieten bei 2,3 kg pro Hektar. Obwohl der Schwefeleintrag bereits zu Beginn der Messungen 1998 auf einem relativ niedrigen Niveau lag, hat er seitdem weiter signifikant abgenommen. Im Zeitraum 1998 bis 2012 betrug der mittlere jährliche Rückgang auf beiden Flächen 0,4 kg pro Hektar.



Depositionssammler

Foto: H. Meesenburg



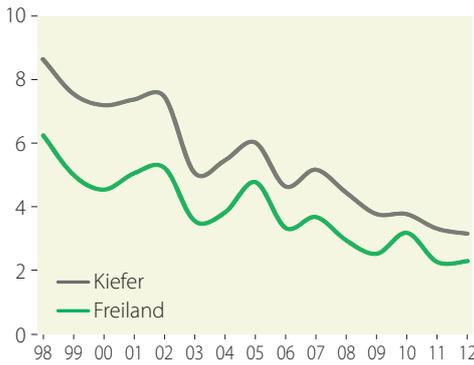
Freifläche der Level II Core-Fläche Klötze

Foto: H. Meesenburg

Stoffeinträge

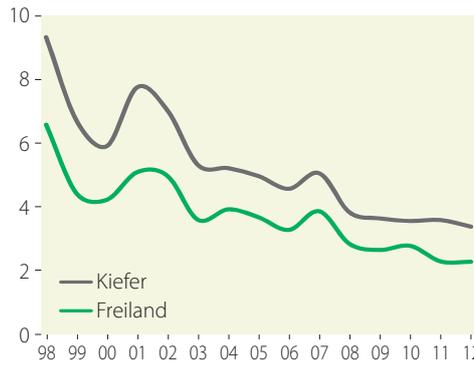
Nedlitz

Schwefel-Eintrag ($\text{SO}_4\text{-S}$) in kg/ha

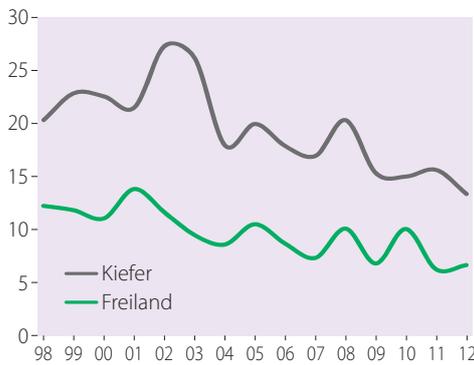


Klötze

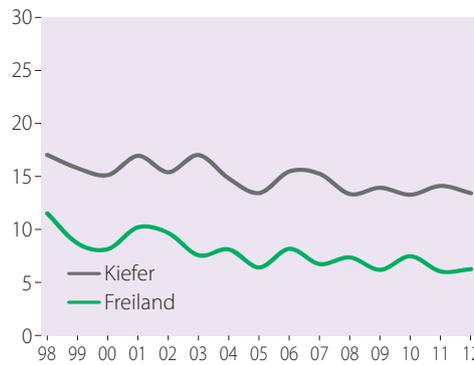
Schwefel-Eintrag ($\text{SO}_4\text{-S}$) in kg/ha



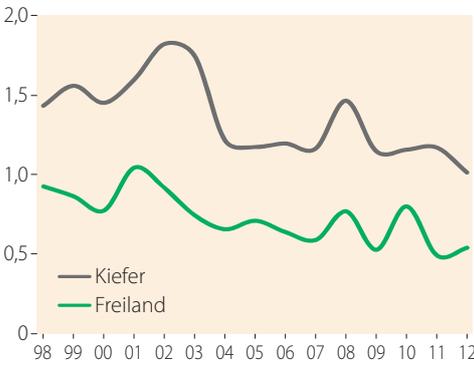
Stickstoff-Eintrag ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) in kg/ha



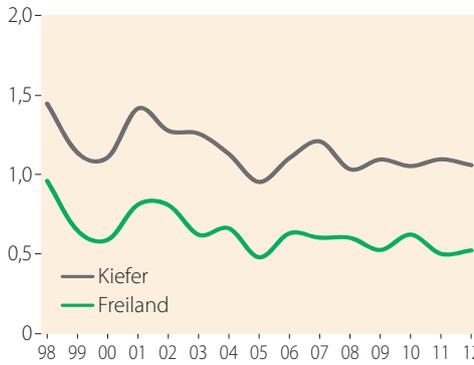
Stickstoff-Eintrag ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) in kg/ha



Gesamtsäure-Eintrag in kmol_c/ha



Gesamtsäure-Eintrag in kmol_c/ha



Stickstoff ist der Nährstoff, der in unbeeinflussten Ökosystemen das Pflanzenwachstum begrenzt. Durch anthropogen verursachte Stoffeinträge wird den Wäldern Stickstoff in Form von Nitrat (oxidierter Stickstoff aus Verbrennungsprozessen) und Ammonium (reduzierte Form aus landwirtschaftlichen Quellen) zugeführt. In Nedlitz beträgt das Verhältnis Ammonium zu Nitrat im langjährigen Mittel 62 zu 38, in Klötze 57 zu 43. Da die Wälder seit vielen Jahren höheren Stickstoffeinträgen ausgesetzt sind, als sie nachhaltig für ihr Wachstum benötigen, kommt es zu einer Stickstoffanreicherung im System mit zahlreichen negativen Auswirkungen wie Nährstoffungleichgewichten, Nitrataustrag mit dem Sickerwasser oder Veränderung der Bodenvegetation.

Im Beobachtungszeitraum haben der Ammoniumeintrag auf beiden Flächen sowie der Nitrateintrag in Klötze signifikant abgenommen. In Nedlitz war der mittlere jährliche Rückgang im Zeitraum 1998–2012 mit einer Höhe von 0,6 kg pro Hektar Ammoniumstickstoff und 0,1 kg pro Hektar Nitratstickstoff deutlich größer als in Klötze (-0,1 kg pro Hektar $\text{NH}_4\text{-N}$ und -0,1 kg pro Hektar $\text{NO}_3\text{-N}$). Während im langjährigen Mittel der anorganische Stickstoffeintrag in Nedlitz mit jährlich 19,5 kg pro Hektar deutlich höher als in Klötze war (jährlich 15,0 kg pro Hektar), war er 2012 mit 13,4 kg (Nedlitz) und 13,5 kg pro Hektar (Klötze) auf beiden Flächen gleich hoch. Im Freiland lag der Eintrag bei 6,7 kg pro Hektar in Nedlitz und 6,3 kg pro Hektar in Klötze.

Der aktuelle Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdosition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der mit dem Niederschlag eingebrachten Basen Calcium, Magnesium und Kalium (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile; Gauger et al., 2002). 2012 betrug er in Nedlitz 1,0 kmol_c und in Klötze 1,1 kmol_c pro Hektar. Durch Säureinträge in dieser Größenordnung wird das nachhaltige Puffervermögen vieler Waldstandorte weiterhin überschritten. Eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung zum Schutz der Waldböden vor weiterer Versauerung ist daher empfehlenswert.

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.



Kontinuierliche Zuwachsmessungen

Foto: H. Meesenburg

Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortskartierung

Jan Evers und Uwe Paar

Die bundesweit systematische Stichprobeninventur der Bodenzustandserhebung im Wald ist ein integraler Bestandteil des Forstlichen Umweltmonitorings und gibt vor allem ein umfassendes und flächendeckendes Bild von bodenchemischen Kenngrößen in Waldböden hinsichtlich des aktuellen Zustandes und Veränderungen gegenüber der ersten Inventur. Die BZE-Ergebnisse liefern wichtige Informationen für die Forstliche Standortskartierung, die Kalkungsplanung und/oder die Waldbaukonzepte und Nutzungsstrategien der Länder. Das einheitliche Inventurdesign der BZE bei der Probenahme, der chemischen Analyse und der Datenverarbeitung ermöglicht die folgenden länderübergreifenden Auswertungen, die bisher so nicht möglich waren. Die BZE Daten aus Schleswig-Holstein standen für diese Auswertung noch nicht zur Verfügung.

Zu den Übersichtserhebungen (Level I) im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings gehören die Bodenzustandserhebungen. In der Zeit zwischen 2007 und 2009 fand in den Wäldern der Trägerländer der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II) statt. Sie folgt der ersten Waldbodenzustandserhebung (BZE I), die in den Jahren 1991 bis 1993 durchgeführt wurde. An 388 in den Trägerländern gelegenen BZE II-Punkten wurden u. a. die austauschbaren Kationen (Ake – effektive Austauschkapazität (Perkolat mit NH_4)), die Trockenrohdichte des Feinbodens und der Skelettgehalt im Mineralboden laboranalytisch nach den BZE-Tie-

fenstufen bestimmt. Daraus wurden die Austauschkapazität, die Basensättigung und die Elementvorräte für Calcium, Magnesium und Kalium bis 90 cm Bodentiefe datenbankgestützt berechnet. Zusätzlich wurden zu den Vorräten aus dem Mineralboden die jeweiligen Vorräte im Auflagehumus (Königswasseraufschluss) addiert.

Trophie

Die Abschätzung der Nährstoffausstattung forstlicher Standorte bildet eine entscheidende Grundlage für eine nachhaltige, ökologisch begründete Waldwirtschaft. Informationen zur Nährstoffausstattung von Waldböden liefern vor allem die Forstlichen Standortskartierungen der Länder über die Einstufung in Trophiestufen, die in Standortskarten für die kartierten Gebiete angegeben werden. Da sich die Verfahren der Forstlichen Standortskartierung in den Bundesländern unterscheiden, sind die ausgewiesenen Trophiestufen zunächst länderspezifisch und nicht ohne Weiteres vergleichbar. In einer länderübergreifenden Arbeitsgruppe von erfahrenen Standortskartierern wurden die Verfahren der Standortskartierung in den Ländern Niedersachsen/Schleswig-Holstein, Hessen und Sachsen-Anhalt nebeneinander gestellt und, sofern möglich, parallelisiert. Auf diese Weise entstanden länderübergreifend sechs Trophiestufen, die die länderspezifischen Stufen ineinander überführen und zusammenfassen. Dies hatte für das differenziertere Verfahren in Niedersachsen/Schleswig-Holstein Vergrößerungen zur Folge, erlaubt aber eine länderübergreifende Verkopplung der Ergebnisse der Forstlichen Standortskartierung.



Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortkartierung



Unverlehmter Sand (Lüchow Salzwedeler Niederung)

Foto: NW-FVA

Vergleich der Trophiestufen (bzw. Nährstoffzahl/Nährkraftstufe)

| Niedersachsen Schleswig-Holstein Nährstoffzahl | Hessen Trophie | Sachsen-Anhalt Nährkraftstufe |
|--|---------------------------|---|
| 6 | 1+ = karbonat- eutroph | ..RC.. = reich-karbonat- tisch bis R |
| 5, 5+ | 1, 1- = eutroph | ..R.. = reich |
| 4+, 5- | 2+ = gut mesotroph | ..K.. = kräftig |
| 3, 3+, 4-, 4 | 2 = mesotroph | ..M.. = mittel |
| 2+, 3- | 2- = schwach mesotroph | ..Z.. = ziemlich arm |
| 1, 2-, 2 | 3 = oligotroph | ..A.. = arm |

Die Verknüpfung der auf Messdaten berechneten Nährstoffausstattung im Waldboden der Bodenzustandserhebung mit den übergreifenden Trophiestufen aus der Standortkartierung der Länder Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt kann zum einen Rahmenwerte für die Trophiestufen liefern und zum anderen die vorgenommene Parallelisierung validieren. Die Absicherung einer Trophieabschätzung durch die chemische Analyse ist vor allem bei Standorten mit mittlerer Nährstoffausstattung sinnvoll und häufig notwendig. In der Regel werden sehr gute Standorte und schlechte Standorte relativ sicher geschätzt.

Einschränkend für diesen Vergleich ist hinsichtlich des Datensatzes der BZE zu beachten, dass die Analysedaten überwiegend nur bis 90 cm Bodentiefe einheitlich abdecken. Es sind zwar auch ggf. tiefere Schichten einbezogen, doch ist dies nicht regelmäßig der Fall. Die

Bodentiefe bis 90 cm kann zwar als Hauptwurzelraum angesehen werden, dennoch umfasst die Trophieabschätzung der Forstlichen Standortkartierung auch – soweit vorhanden – tiefere Bodenschichten. Diese Bereiche können von Wurzeln erschlossen werden und weisen teilweise beträchtliche Nährstoffvorräte auf. Inwieweit dies an konkreten Standorten der Fall ist, lässt sich am Profil nicht sicher einschätzen. In der Regel ist die Durchwurzelung in diesen Bodentiefen gering, insofern wird nicht von einer grundsätzlichen Fehleinschätzung des Nährstoffpotentials bei der Betrachtung der oberen 90 cm Bodentiefe ausgegangen. Weiterhin ist zu beachten, dass die Trophieeinschätzung durch den Kartierer nicht nur auf bodenchemischen Kenndaten beruht, sondern die Bestandesgeschichte und die Ausprägung der Bodenvegetation, des Auflagehumus und des Bestandes weitere Informationsquellen darstellen.

In den folgenden Auswertungen sind die Trophiestufen aus der Forstlichen Standortkartierung mit den Messdaten aus der BZE für die effektive Austauschkapazität, die Basensättigung sowie die Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorräte gegenübergestellt. Als Vergleichsmaßstab sind die forstlich üblichen Bewertungskriterien für diese Parameter farblich hinterlegt, die bundesweit in der Forstlichen Standortaufnahme Verwendung finden. Der Faktor Waldkalkung wurde hier zunächst nicht gesondert berücksichtigt.

| Bewertungsrahmen nach der Forstlichen Standortkartierung (AK Standortkartierung 2003) | | | | | | | |
|---|-------------|--------|---------------|--------|-------------|------|-----------|
| (eff. Wurzelraum mit Auflagehumus) | sehr gering | gering | gering mittel | mittel | mittel hoch | hoch | sehr hoch |
| Basensättigung (%) | 7 | 20 | 30 | 50 | 70 | 85 | |
| Ake (kmolc/ha) | 50 | 100 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | |
| Ca (kg/ha) | 200 | 400 | 800 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Mg (kg/ha) | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | 2000 | |
| K (kg/ha) | 200 | 400 | 600 | 800 | 1200 | 1600 | |

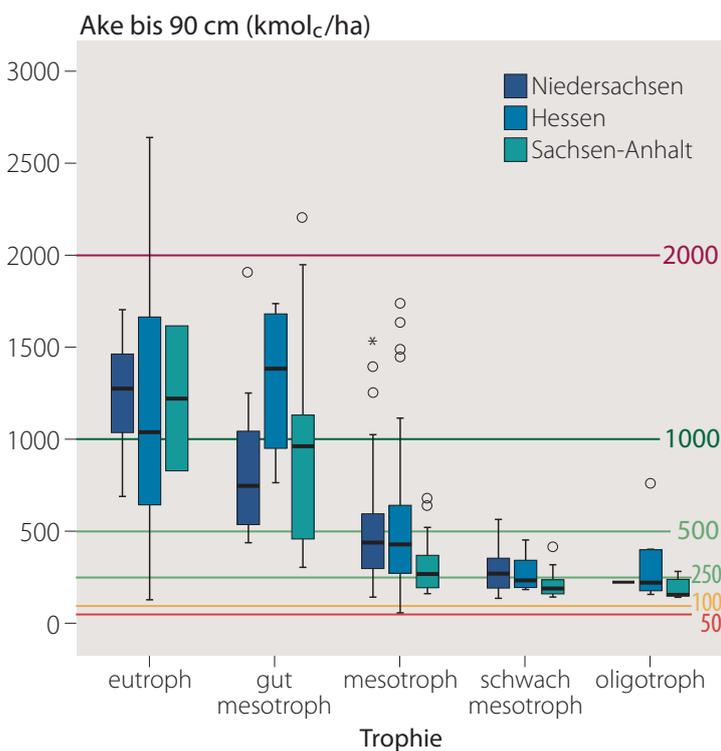
Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortkartierung



Foto: J. Weymar

wertungsbereich, die mesotrophen Standorte gerade noch im mittleren und die mit schwach mesotroph und oligotroph eingestuften BZE-Punkte im unteren mittleren Bewertungsbereich. Diese gute Übereinstimmung begründet sich darin, dass sich die Ake relativ gut über Feldmethoden durch erfahrene Kartierer an Profilen oder Bohrkernen abschätzen lässt, da sie eng an den Tongehalt, das Ausgangssubstrat sowie den Kohlenstoffgehalt im Mineralboden gekoppelt ist. Ein ähnliches Muster der Ake in den Trophiestufen ergibt sich in Niedersachsen und Hessen. Eine Ausnahme stellt die gut mesotrophe Stufe in Hessen dar, hier liegen die Werte der Ake noch über der eutrophen Stufe. Auffallend ist für alle drei Bundesländer, dass sich die oligotrophe Stufe nicht von der schwach mesotrophen Stufe über die Ake abgrenzen lässt.

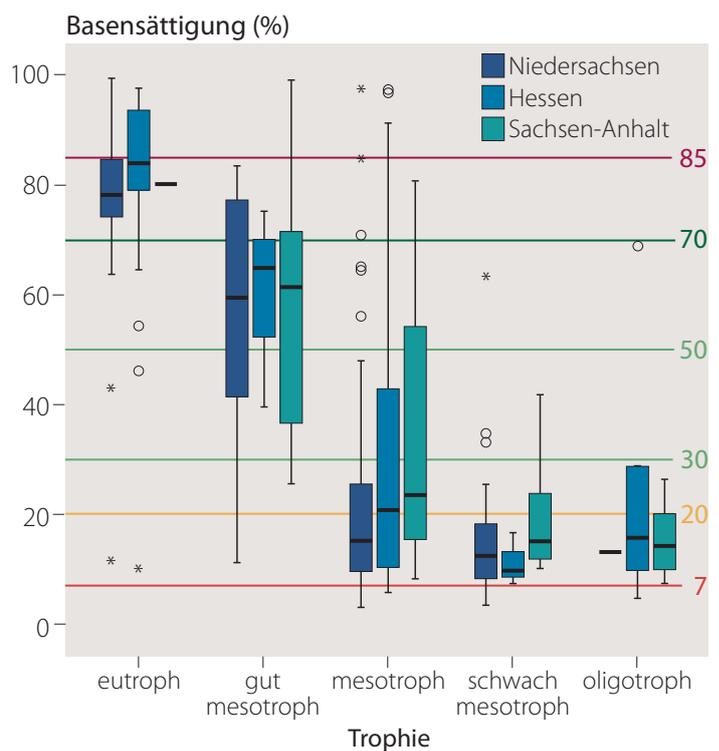
Im Hinblick auf den Parameter Basensättigung ergibt sich ein anderes Bild. Die Basensättigung als wichtiger Indikator für den Bodenzustand kann mit Feldmethoden nicht sicher abgeschätzt werden, hier ist eine Berechnung auf Basis von bodenchemischen Kenndaten erforderlich. Bei der überwiegenden Anzahl der BZE-Punkte mit mittlerer und geringerer Ake liegen die berechneten Basensättigungen nicht in der entsprechenden Bewertungsstufe, sondern in deutlich schwächeren Stufen. Besonders auffal-



Effektive Austauschkapazität bis 90 cm Bodentiefe der BZE nach Trophiestufen der Forstlichen Standortkartierung der Länder. Die farbigen Linien markieren die Grenzwerte aus der Forstlichen Standortaufnahme (2003).

Hinsichtlich der effektiven Austauschkapazität (Ake) lassen sich die Trophiestufen aus der Forstlichen Standortkartierung der Länder im Wesentlichen bestätigen.

Der eutrophe und gut mesotrophe Bereich hebt sich deutlich vom mesotrophen und dieser vom schwach mesotrophen und oligotrophen Bereich ab. In Sachsen-Anhalt werden die übergreifenden Trophiestufen aus der Standortkartierung gut durch die Werte aus der BZE (blaugrün, rechter Balken) bestätigt. Der Median der Ake der mit eutroph eingeschätzten BZE-Punkte liegt auch in der hohen Bewertungsstufe, abgestuft folgen die Mediane der gut mesotrophen Stufe im mittel bis hohen Be-



Basensättigung bis 90 cm Bodentiefe der BZE nach Trophiestufen der Forstlichen Standortkartierung der Länder. Die farbigen Linien markieren die Grenzwerte aus der Forstlichen Standortaufnahme (2003).

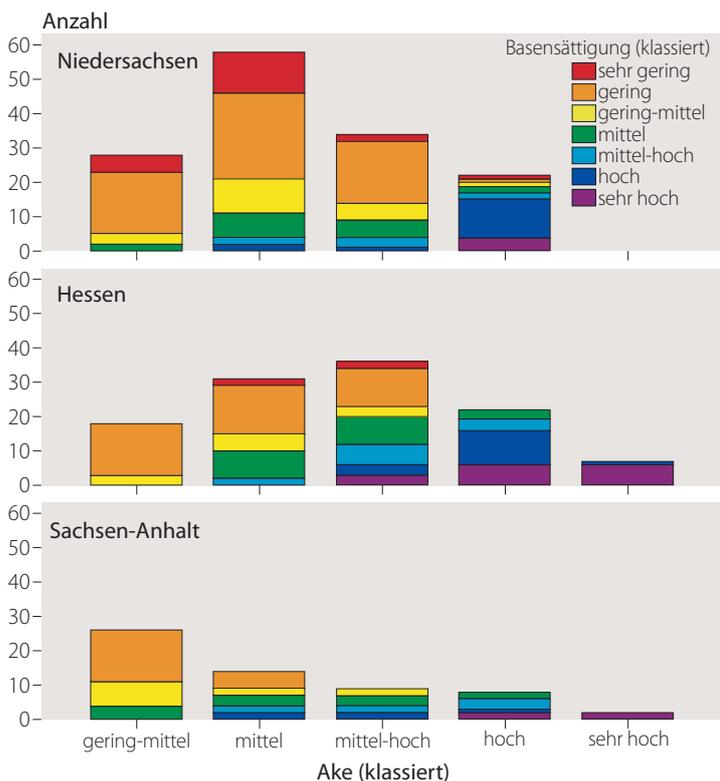
lend ist dies für Niedersachsen. Der Median der mesotrophen Standorte und der überwiegende Teil der schwach mesotroph eingeschätzten BZE-Punkte liegt in Niedersachsen deutlich unter 20 % Basensättigung im Hauptwurzelraum bis 90 cm Bodentiefe. Dies ist ein Hinweis darauf, dass diese Standorte durch lang anhaltende Säurebelastungen, historisch intensive Nutzungen und/oder relativ geringe Mineralverwitterungsraten aktuell kritische Zustände hinsichtlich der Basensättigung aufweisen. In Sachsen-Anhalt ist dies ebenfalls für einige BZE-Punkte im mesotrophen Bereich und für die meisten Punkte im schwach mesotrophen und oligotrophen Bereich der Fall.

Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortskartierung



Foto: J. Weymar

Die Basensättigung ist ein zentraler Indikator für die Güte des chemischen Bodenzustandes. Sie bestimmt zusammenfassend die Nährstoffversorgung des Mineralbodens und damit wesentlich die Ernährungsbedingungen der Waldbäume. Die Basensättigung drückt aus, wie hoch der relative Anteil der basischen Nährstoffkationen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium im Vergleich zur Summe aller Kationen ist, die an negativen Tonmineralteilchen sowie der organischen Substanz im Boden gebunden sind. Eine Bewertung ist anhand des Leitfadens der Forstlichen Standortaufnahme (2003) möglich: Danach gilt in Böden die Basensättigung als gering bei Werten unter 20 %. Dies sind die am stärksten versauerten Waldböden. Der hohe Versauerungsgrad ist im erheblichen Maß eine Folge luftbürtiger, versauernd wirkender Stoffeinträge. Für Böden mittlerer Nährstoffgüte ist eine Basensättigung zwischen 30 und 50 % definiert und bei gut nährstoffversorgten Standorten erreicht die Basensättigung Werte von über 50 %. Basensättigungen von unter 20 % zeigen an, dass diese Standorte nicht mehr über das Potential an austauschbaren Nährstoffen verfügen, welches grundsätzlich bei gegebener Ake an unbelasteten Waldstandorten zur Verfügung gestanden hätte. Bei Basensättigungen unter 20 % wird der Austauscher und die Bodenlösung durch das Kation Aluminium geprägt, Calcium, Magnesium und Kalium liegen in vergleichsweise geringen Anteilen vor. Für Baumwurzeln kann es schwierig werden, unter diesen Bedingungen 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. Sie gehen damit dem Ökosystem verloren. Allgemein wird dies als ein Zustand angesehen, in dem ein Waldboden wenig elastisch auf weitere Säureinträge 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.



Bewertungsstufen der Basensättigung über Ake-Bewertungsstufen der BZE (Bewertungsstufen nach Forstlicher Standortaufnahme 2003)

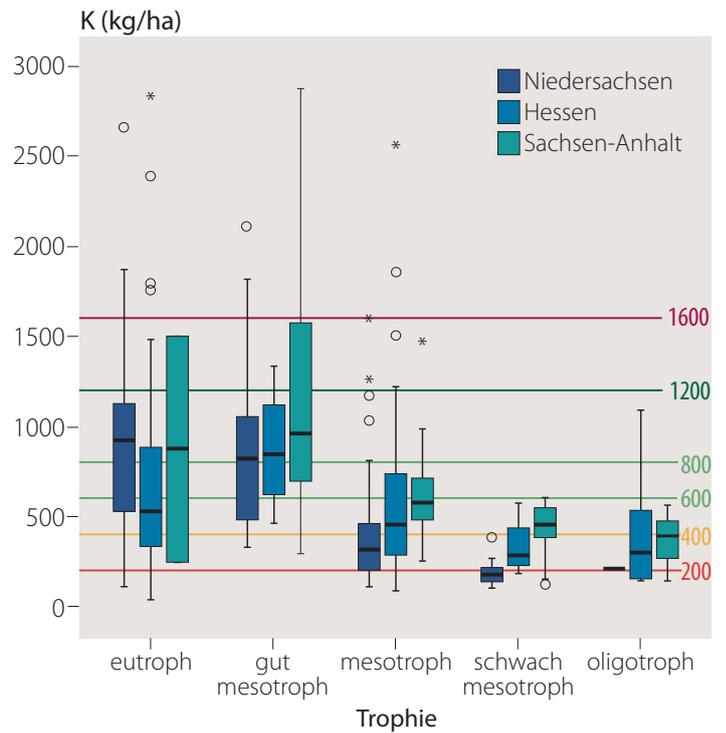
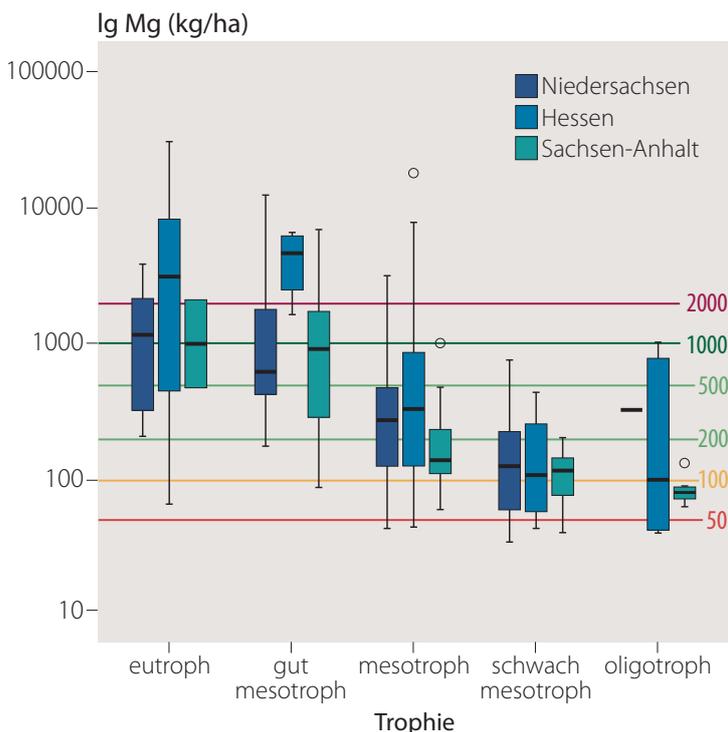
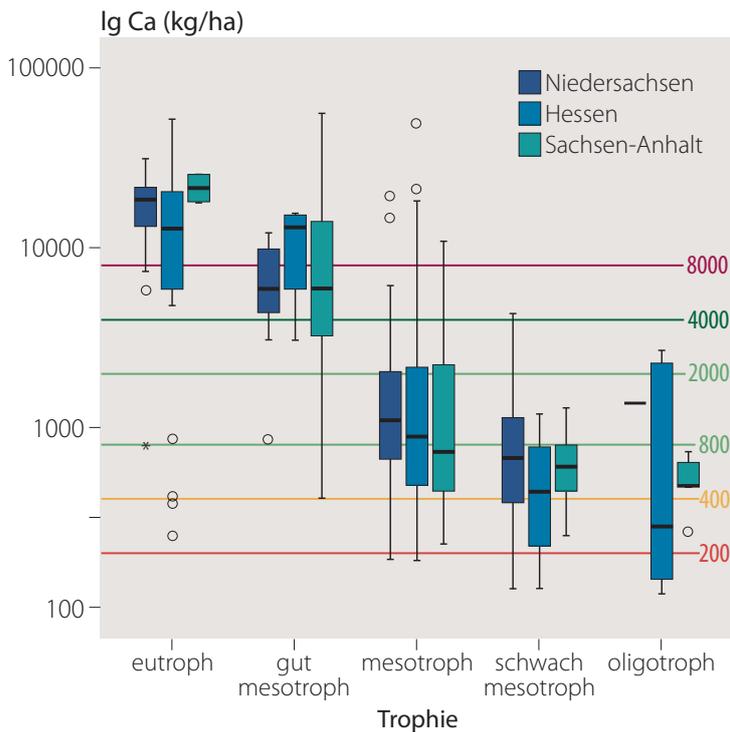


Unverlehmter Sand (Stendaler Platte)

Foto: NW-FVA

Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortkartierung

Die Gegenüberstellung der Ake-Bewertungsstufen von geringmittel bis sehr hoch im Hauptwurzelraum mit den entsprechenden Stufen der Basensättigung zeigt, dass BZE-Punkte bei einer mittleren bis hohen Ake geringe bis sehr geringe Werte der Basensättigung aufweisen können. Dies ist sehr deutlich in Niedersachsen zu erkennen, in den Ake-Stufen mittel-hoch und mittel weisen 60 % der BZE-Punkte Basensättigungen von durchschnittlich unter 20 % auf. In der gering-mittleren Ake-Stufe sind es sogar 80 % der BZE-Punkte. In Hessen ist die Diskrepanz zwischen aktueller Basensättigung und Ake etwas geringer. In Sachsen-Anhalt weisen in der mittleren Ake-Stufe 40 % der BZE-Punkte Basensättigungen von unter 20 % auf, in der gering-mittleren Stufe sind es 60 %. Die Ake-Stufe gering kommt im BZE-Kollektiv aller drei Bundesländer nicht vor.



Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorräte der BZE-Punkte nach Trophiestufen aus der Forstlichen Standortkartierung (Maßstab logarithmisch für Ca und Mg, eingezeichnet sind die jeweiligen Grenzen der Bewertungsbereiche für die Elemente aus der Forstlichen Standortaufnahme (2003))

Neben der Ake und Basensättigung ist die Abschätzung der austauschbar gebundenen Nährelementvorräte Calcium, Magnesium und Kalium für eine Beurteilung der Trophiestufe wichtig. Auch hier können mit Feldmethoden über die Kenntnis der Ausgangssubstrate, der Bodenarten, der Ausprägung der Bodenvegetation und dem Wachstum der Waldbäume Abschätzungen vorgenommen werden. Interessant ist es nun zu sehen, inwieweit sich die Abschätzungen im Gelände vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Länderverfahren der Standortkartierung über die einheitliche Berechnung der Bodenvorräte durch die chemische Analyse der BZE darstellen. Die Gegenüberstellung der Trophiestufen aus der Standortkartierung und der Ergebnisse der BZE II für die Nährelemente Calcium, Magnesium und Kalium zeigen, dass sich die besseren Trophiestufen und die schwächeren Trophiestufen deutlich



Foto: J. Evers

Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortkartierung



Foto: M. Schmidt

vom mittleren Trophiebereich abgrenzen. Zwischen dem oligotrophen und schwach mesotrophen Bereich konnten keine gesicherten Unterschiede festgestellt werden. Standorte mit mittlerer Trophieeinschätzung weisen in Niedersachsen und Hessen überwiegend auch mittlere Werte bei den Calcium- und Magnesiumvorräten im Hauptwurzelraum auf. In Sachsen-Anhalt liegen die Calcium- und Magnesiumvorräte in der mesotrophen Stufe vorwiegend im gering-mittleren Bereich. Calcium und Magnesium sind im Gegensatz zu Kalium relativ fest am Austauscher gebunden und korrelieren damit eng mit der Ake. Die Ake ließ sich, wie dargestellt, relativ gut mit Feldmethoden abschätzen.

Die Streuungen sind jedoch erheblich. Beispielsweise beim Calciumvorrat im mesotrophen Bereich liegen das 25 %-Perzentil sowie das 75 %-Perzentil eine Trophiestufe tiefer bzw. höher; die höchsten bzw. niedrigsten 5 % fallen sogar in den eutrophen bzw. oligotrophen Trophiebereich. Dies zeigt, dass jeweils 25 % der mesotrophen BZE-Punkte mindestens eine Bewertungsstufe unterschätzt bzw. überschätzt werden, diese Standorte sind hinsichtlich der Calciumversorgung eine Stufe besser bzw. schlechter. Die Unterschiede zwischen den Bundesländern bezogen auf eine Trophiestufe sind hinsichtlich Calcium relativ gering, damit können die Trophiestufen zwischen den Bundesländern als vergleichbar angesehen werden. Das bedeutet, dass die unterschiedlichen Verfahren der Standortkartierung in den drei Ländern über das Verfahren der Parallelisierung vergleichbare Trophieeinstufungen hinsichtlich Calcium erzeugen.

Grundsätzlich lassen sich auch bei Magnesium die Trophiestufen der Forstlichen Standortkartierung durch die BZE II-Ergebnisse bestätigen. Auch sind die Kartierungen der Bundesländer hinsichtlich des Magnesiumvorrates vergleichbar, wobei der mittlere Bereich in Sachsen-Anhalt durch die Kartierung eher überschätzt wird. Wie bereits bei Calcium sind auch bei Magnesium die Streuungen erheblich und umfassen bis zu zwei Trophiestufen in beide Richtungen.

Im Unterschied zu Calcium und Magnesium liegen die Kaliumvorräte der BZE II-Punkte in den als mesotroph kartierten Bereichen im geringen bis mittleren (Sachsen-Anhalt und Hessen) und geringen Bewertungsbereich (Niedersachsen). Die Kaliumvorräte werden damit im Gelände durch die Standortkartierung für den mesotrophen Bereich teilweise deutlich überschätzt. Die mit gut mesotroph und eutroph kartierten Bereiche weisen entsprechend höhere Kaliumvorräte auf, die dem mittleren bis hohen Bewertungsbereich entsprechen. Sie liegen allerdings eher an den unteren Grenzen dieser Bewertungsbereiche. Die Mediane im eutrophen und gut mesotrophen Bereich heben sich wenig von einander ab. Eine Ausnahme bilden die als eutroph kartierten BZE-Punkte in Hessen, hier liegen die Kaliumvorräte der BZE II-Punkte mit 530 kg/ha Kalium im mittleren Bereich, also zwei Trophiebewertungsstufen unter der Einschätzung der Standortkartierung. Die Überschätzung der Kaliumvorräte setzt sich auch im unteren Trophiebereich fort, die als schwach mesotroph eingeschätzten Bereiche liegen mit Ausnahme von Sachsen-Anhalt nicht im mittleren bis geringen, sondern im geringen bis sehr geringen Bewertungsbereich. Die Kaliumvorräte sind in Sachsen-Anhalt in den jeweiligen Trophiestufen bis auf den eutrophen Bereich deutlich höher als in Niedersachsen und Hessen.

Insbesondere die Ergebnisse für Kalium sind bedeutsam für die Zuweisung von Ausschlussflächen für die Vollbaumnutzung: die Daten der BZE II belegen, dass die tatsächlichen Kaliumvorräte im mesotrophen und schwach mesotrophen Standortsbereich deutlich geringer sind als die abgeschätzten Trophiestufen nach der Forstlichen Standortkartierung erwarten lassen.



Unverlehmter Sand (Elbe Elsterwinkel Sandterrasse)

Foto: NW-FVA

Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortskartierung

Substratgruppen

Neben der Trophieeinstufung lassen Angaben aus der Forstlichen Standortskartierung zu den Ausgangssubstraten Abschätzungen zu Nährstoffvorräten und Gefährdungspotentialen zu. Tone, Kalke und Basalte beispielsweise haben grundsätzlich deutlich höhere Nährstoffvorräte als Buntsandsteine und Sande. Auch hier kann die BZE Informationen vorhalten, typische Substrate hinsichtlich ihrer chemischen Bodenzustände zu charakterisieren. Dazu wurden BZE-Punkte mit ähnlichen Merkmalsausprägungen im Mineralboden zu Substratgruppen zusammengefasst.

Die Verteilung der in Sachsen-Anhalt vorkommenden Substratgruppen in der BZE II sind in der Tabelle (Seite 33) dargestellt. Es überwiegen bei weitem die unverlehmten Sande

des Tieflandes mit über 51 % Anteil. Es folgen die Lösslehme und Tonschiefer jeweils mit ca. 10 % Anteil an der BZE II und mit deutlich weniger Anteilen die schwach verlehnten Sande (7 %), die verlehnten Sande (5 %) und Lehme (4 %). Die Substratgruppen der organisch geprägten Standorte, Grauwacke, Granit, Kreidesandstein, Basalt/Diabas, Quarzit und Zechstein kommen nur vereinzelt vor und werden aufgrund der geringen Stichprobenzahl nicht in den Verteilungen dargestellt (Anteil summarisch 13 %).

Die Substratgruppen unterscheiden sich deutlich hinsichtlich der effektiven Austauschkapazität im Mineralboden. Erwartungsgemäß weisen die unverlehmten Sande relativ die geringste effektive Austauschkapazität im unteren mittleren Bewertungsbereich zwischen 100 und 250 kmol_c/ha auf. Es folgen die Substratgruppen Tonschiefer, die schwach verlehnten

Beschreibung der Substratgruppen

| Substratgruppe | Substrate/Bodenarten | Kriterien/Merkmale/Herkunft |
|---|---|--|
| Granit | grusig, sandig, schluffige Lehme | Plutonite |
| Tonschiefer | überwiegend lehmige Tone | z. B. devonische Schieferformationen, Hunsrückschiefer |
| Grauwacke | sandige bis tonige Lehme | z. B. unterkarbonische Grauwacken, Kulmgrauwacken |
| Zechstein/Rotliegendes | verlehmte Sande bis tonige Lehme | Perm: Dolomite, Kalksteine bzw. Sandsteine, Konglomerate |
| Buntsandstein | reine Sande bis schluffig, lehmige Sande, teilweise mit Tonsteinwechsellagerung | kalkfreie Buntsandsteinformationen |
| Substratuntergruppe: Buntsandstein (tonig) | im Unterboden: sandige Lehme, tonige Lehme, sandige Tone, stark lehmige Sande, tonige Sande | kalkfreie Buntsandsteinformationen |
| Substratuntergruppe: Buntsandstein (sandig) | über alle Bodentiefen reine Sande, schwach schluffige Sande bis schwach lehmige Sande | kalkfreie Buntsandsteinformationen |
| Quarzit | schluffige Lehme, sandige, tonige Schluffe | devonische Quarzite |
| Kalk | überwiegend lehmig Tone bis tonige, schluffige Lehme | z. B. Muschelkalk, Keuper, Jura, Geschiebemergel, Kalkgehalt mind. C4 (karbonatreich) |
| Kreidesandstein | schwach verlehnte bis verlehnte Sande | z. B. Hilssandstein, untere Kreidezeit |
| Basalt/Diabas | überwiegend schluffige Lehme | silikatreiche tertiäre Ergussgesteine und devonische Diabase |
| unverlehmte Sande | Sande und Kiese, Reinsande, schwach schluffige Sande geringmächtige schluffige Bänder toleriert | Flugsande, Talsande, Wasserabsätze Rheinweiß- (Kalk) und Flugaschenstandorte, Mergelsande und -kiese; Pleistozän und Holozän |
| schwach verlehnte Sande | schwach lehmige Sande, schluffige Sande | Geschiebedecksande, Sandlöße, Wasserabsätze > 20 cm Rheinweiß- (Kalk) und Flugaschenstandorte, Mergelsande und -kiese; Pleistozän und Holozän |
| verlehmte Sande | verlehmte Sande, schluffige Sande, tonige Sande | Geschiebedecksande, Lösssande, Wasserabsätze > 50 cm Rheinweiß- (Kalk) und Flugaschenstandorte, Mergelsande und -kiese; Pleistozän und Holozän |
| Lehm | stark lehmige Sande bis tonige Lehme | Hochflutlehme, Auenlehme, Geschiebelehme; Pleistozän und Holozän |
| Ton(stein) | sandige, schluffige, lehmige Tone bis reine Tone | Röt, tertiäre Tone, Marschen, Beckenablagerungen, hier werden auch schluffige Feinstsande toleriert |
| Lösslehm | feinsandig lehmige Schluffe bis schluffig-schwach tonige Lehme | Mächtigkeit > 70 cm (auch Kolluvien) über silikatarmen oder silikatreichem Ausgangssubstrat; Pleistozän und tlw. Holozän |
| organisch geprägte Standorte | organisch geprägte Standorte über diversen Substraten | Hochmoortorf, Niedermoortorf, Übergangsmoor bis Quellmoor, auch Anmoor; Spätpleistozän und Holozän |

Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortkartierung



Unverlehmter Sand (Elbe Havelwinkel Niederung)

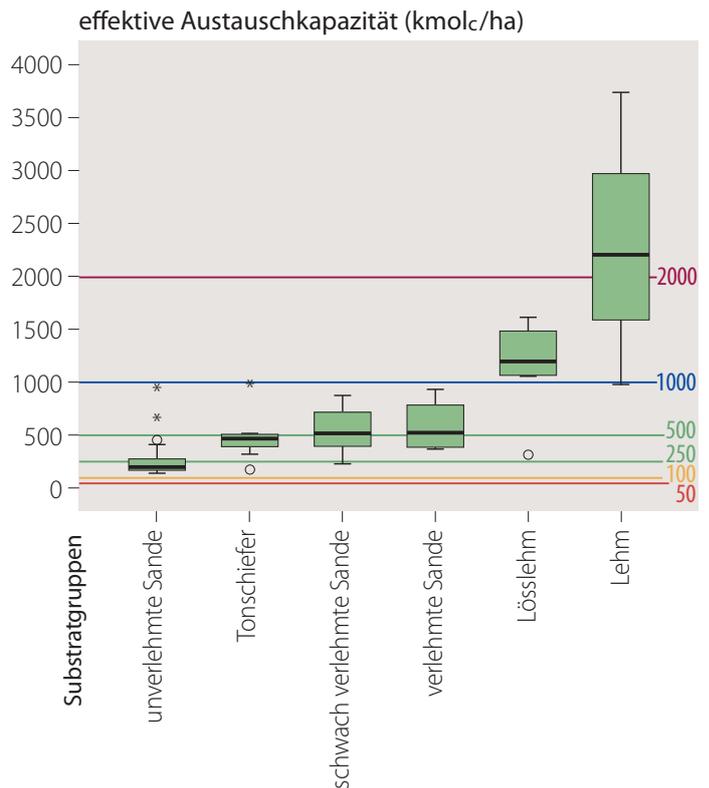
Foto: NW-FVA

Sande und verlehmtene Sande im mittleren und mittel-hohen Bewertungsbereich sowie die Lösslehme im hohen Bewertungsbereich. Im sehr hohen Bewertungsbereich mit über 2000 kmol_c/ha liegt der Median der Lehme. Die geringste Austauschkapazität mit 144 kmol_c/ha weist ein BZE-Punkt der Substratgruppe unverlehmte Sande in der Altmark auf. Insgesamt liegen 85 % aller BZE-Punkte in Sachsen-Anhalt hinsichtlich ihrer Austauschkapazität im weiten mittleren Bereich zwischen 100-1000 kmol_c/ha . 12 % der BZE-Punkte liegen mit ihrer effektiven Austauschkapazität zwischen 1000 und 2000 kmol_c/ha im hohen Bereich und 3 % mit über 2000 kmol_c/ha im sehr hohen Bewertungsbereich. Der geringe (unter 100 kmol_c/ha) und sehr geringe Bereich (unter 50 kmol_c/ha) ist im BZE-Kollektiv Sachsen-Anhalts nicht vertreten.

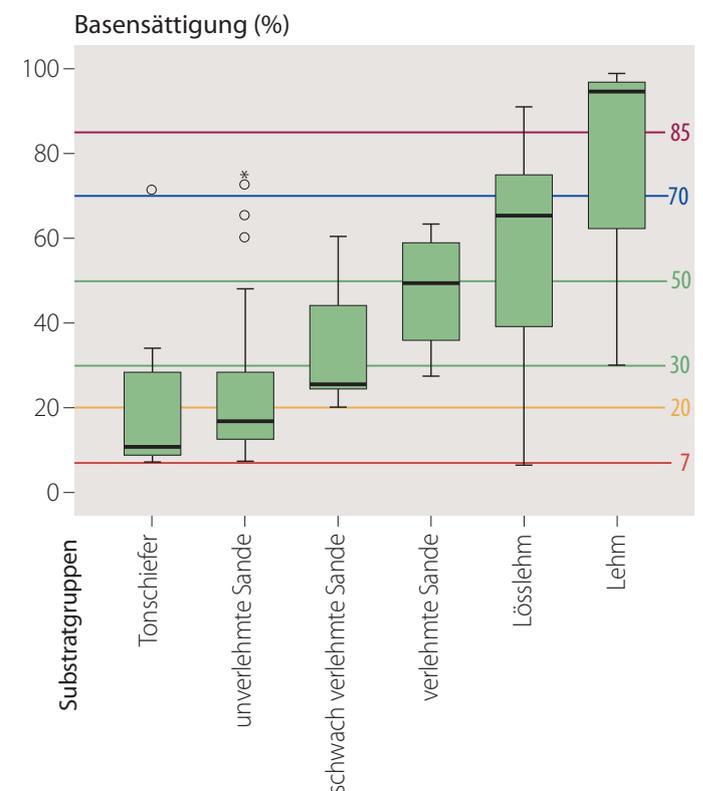
Bei der durchschnittlichen Basensättigung bis 90 cm Bodentiefe zeigt sich im Vergleich zur Austauschkapazität ein anderes Bild. Die Mediane der Substratgruppen (Ausnahme Lehm) liegen in geringeren Bewertungsbereichen als bei der effektiven Austauschkapazität. Überwiegend im geringen Bewertungsbereich zwischen 7 und 20 % Basensättigung liegen die BZE-

Substratgruppen der BZE-Punkte in Sachsen-Anhalt

| Substratgruppe | Anzahl | Prozent |
|------------------------------|--------|---------|
| unverlehmte Sande | 39 | 51,3 |
| Lösslehm | 8 | 10,5 |
| Tonschiefer | 7 | 9,2 |
| schwach verlehmtene Sande | 5 | 6,6 |
| verlehmtene Sande | 4 | 5,3 |
| Lehm | 3 | 3,9 |
| organisch geprägte Standorte | 2 | 2,6 |
| Grauwacke | 2 | 2,6 |
| Granit | 2 | 2,6 |
| Kreidesandstein | 1 | 1,3 |
| Basalt/Diabas | 1 | 1,3 |
| Quarzit | 1 | 1,3 |
| Zechstein | 1 | 1,3 |



Verteilung der effektiven Austauschkapazität im Mineralboden bis 90 cm Bodentiefe nach Substratgruppen der BZE II in Sachsen-Anhalt



Verteilung der mittleren Basensättigung im Mineralboden bis 90 cm Bodentiefe nach Substratgruppen der BZE II in Sachsen-Anhalt

Punkte des Tonschiefers, ähnlich verteilt sind die BZE-Punkte der umfangreichsten Substratgruppe unverlehmte Sande. Kritische Zustände unter 20 % Basensättigung kommen in der Substratgruppe schwach verlehmtene Sande noch vor, der Median liegt jedoch mit 25 % Basensättigung im gering-mittleren Bewertungsbereich. Die Mediane der Basensättigung der BZE-

Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortkartierung

Punkte in den Substratgruppen verlehmtte Sande, Lösslehme und Lehme liegen in mittleren (verlehmtte Sande) bis sehr hohen Bereichen (Lehme).

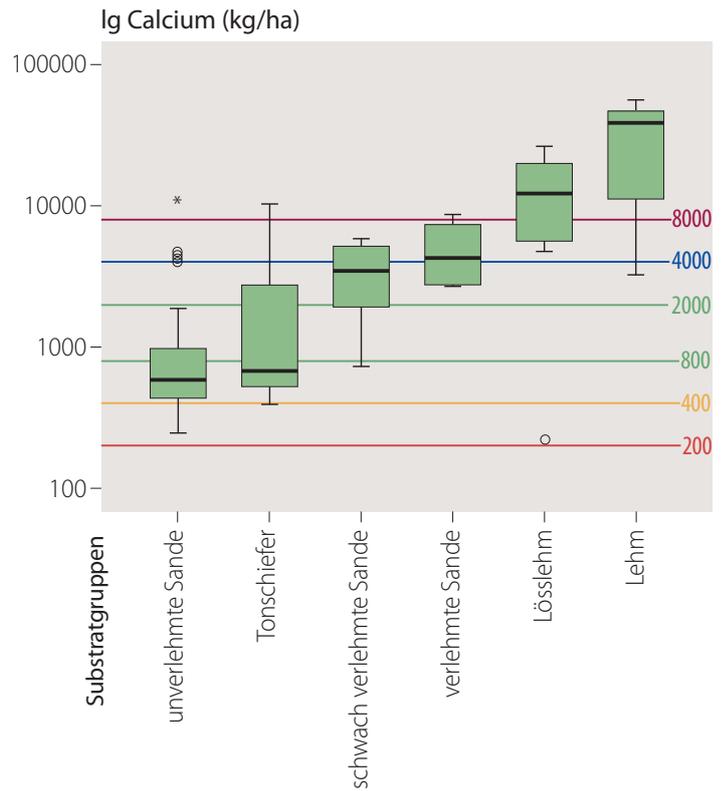
Die prozentuale Verteilung der Basensättigung in den Bewertungsstufen ist gegenüber der effektiven Austauschkapazität deutlich zu schlechteren Bewertungsstufen hin verschoben: 39 % entfallen auf geringe Bewertungsstufen unter 20 % Basensättigung, 46 % liegen im mittleren Bereich zwischen 20-70 % Basensättigung und 15 % in hohen Bewertungsstufen über 70 % Basensättigung. Sehr weite Spannen bei der durchschnittlichen Basensättigung weisen die Substratgruppen Lösslehm und Lehm auf. Hier kann jedoch die Trophiestufe aus der Standortkartierung die Spannen weiter differenzieren (hier nicht dargestellt).

Die Verteilungen der Calciumvorräte nach Substratgruppen weisen für die unverlehmten Sande relativ die geringsten Vorräte, etwas bessere Verhältnisse für Tonschiefer, mittel bis hohe Vorräte für die schwach verlehmten und verlehmten Sande sowie hohe Ausstattungen für den Lösslehm und Lehm aus. Weite Spannen kommen vor allem beim Tonschiefer vor. Über das ganze Kollektiv der BZE-Punkte betrachtet entfallen 12 % in den geringen Bewertungsbereich für Calciumvorräte unter 400 kg/ha im Hauptwurzelraum, der weit überwiegende Anteil mit 58 % der BZE-Punkte deckt den mittleren Bereich zwischen 400-4000 kg ab und 30 % aller BZE-Punkte liegen über dem mittleren Bereich mit hohen bis sehr hohen Calciumvorräten über 4000 kg/ha.

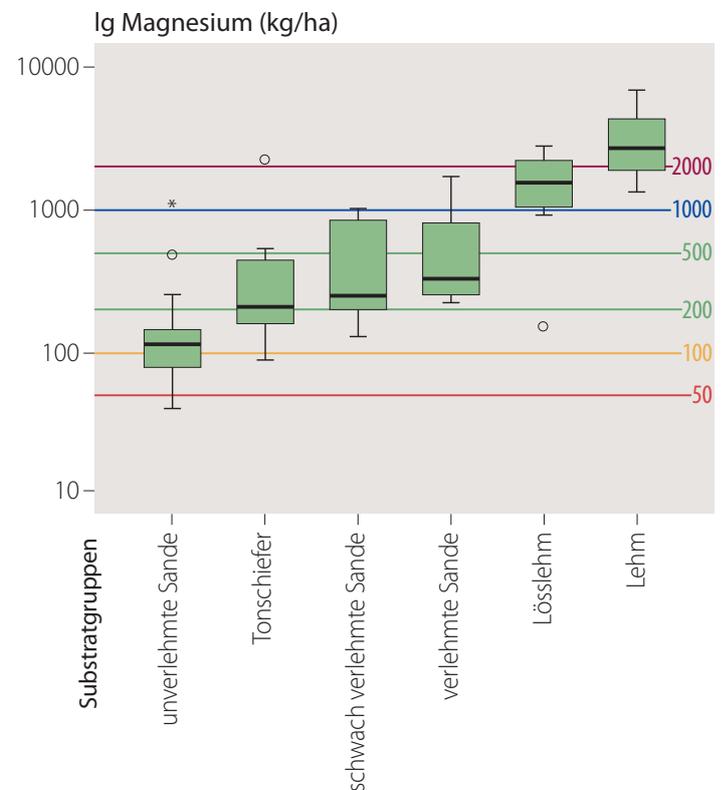
Bei den Magnesiumvorräten zeigt sich dieselbe Reihung der Substratgruppen wie bei Calcium. Die schwach verlehmten und verlehmten Sande liegen jedoch genau im mittleren Bereich und damit etwas ungünstiger als die Einstufung für Calcium. Auch die Lösslehme sind bezüglich Magnesium nicht mehr im sehr hohen, sondern im hohen Bewertungsbereich.



Schwach verlehmtter Sand (Altenburg Zeitzer Löss Hügelland) Foto: NW-FVA



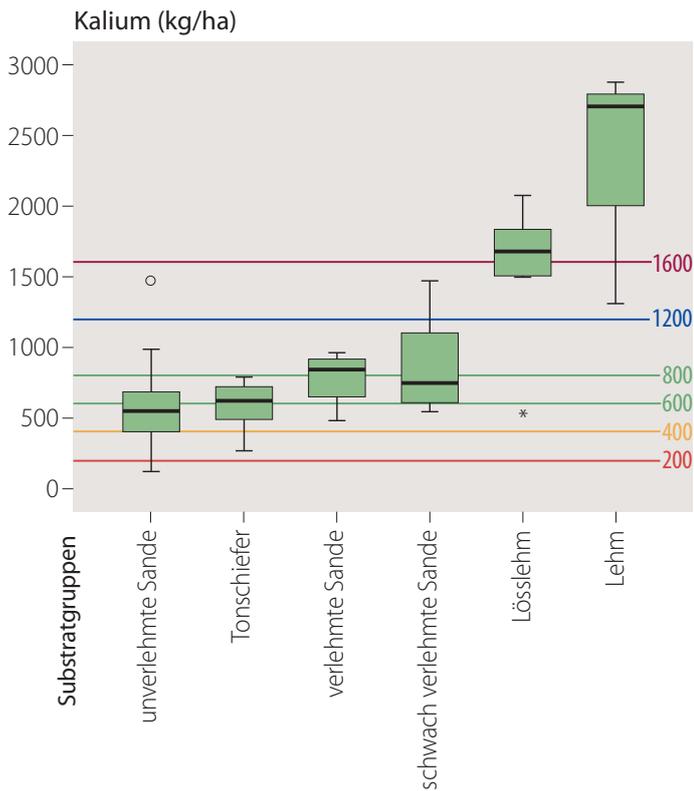
Verteilung der Calciumvorräte im Auflagehumus und Mineralboden bis 90 cm Bodentiefe nach Substratgruppen der BZE II in Sachsen-Anhalt (Maßstab logarithmiert)



Verteilung der Magnesiumvorräte im Auflagehumus und Mineralboden bis 90 cm Bodentiefe nach Substratgruppen der BZE II in Sachsen-Anhalt (Maßstab logarithmiert)

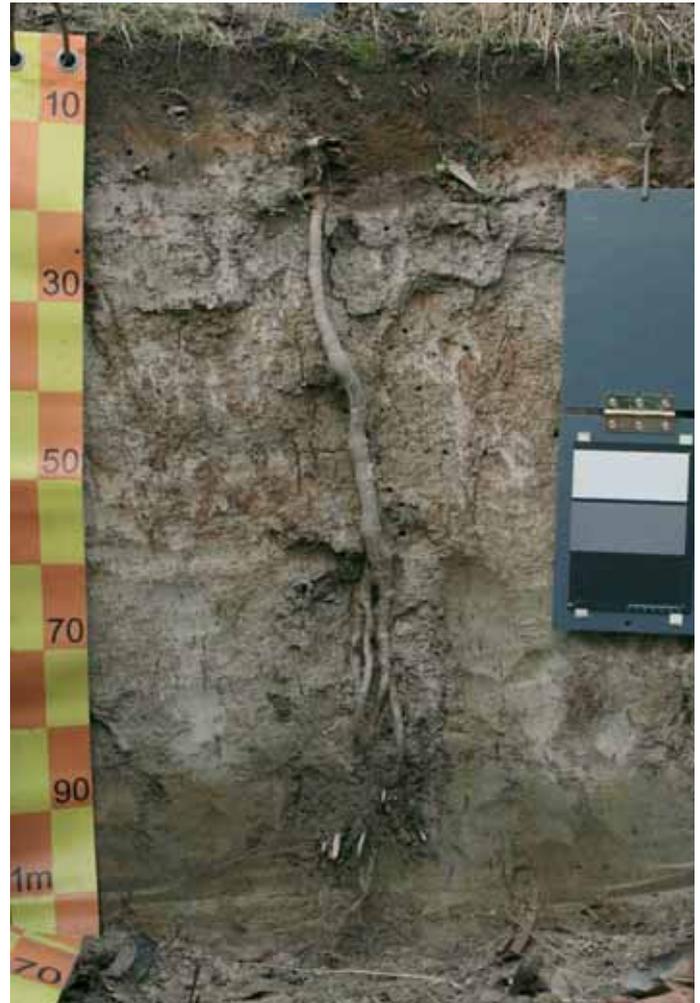
Die Verteilung nach Bewertungsstufen ist gegenüber Calcium stärker in den geringen Bewertungsbereich verschoben. 22 % aller BZE-Punkte haben geringe bis sehr geringe Magnesiumvorräte, 59 % mittlere und 19 % hohe Magnesiumvorräte.

Bodenzustandserhebung (BZE II) und Standortkartierung



Verteilung der Kaliumvorräte im Auflagehumus und Mineralboden bis 90 cm Bodentiefe nach Substratgruppen der BZE II in Sachsen-Anhalt

Die Kaliumvorräte nach Substratgruppen zeigen eine vergleichbare Verteilung wie die Magnesiumvorräte. Insgesamt entfallen 22 % aller BZE-Punkte in den geringen, 61 % in den mittleren und 17 % in den hohen Bewertungsbereich für Kalium. Diese Verteilung ist deutlich günstiger als die Verteilung in Niedersachsen, hier entfielen insgesamt 67 % aller BZE-Punkte in den geringen, 28 % in den mittleren und 5 % in den hohen Bewertungsbereich.



Lösslehm (Altenburg Zeitzer Löss Hügelland)

Foto: NW-FVA



Foto: NW-FVA

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Trophieabschätzung in der Forstlichen Standortkartierung trotz unterschiedlicher Länderverfahren grundsätzlich wichtige bodenchemische Kenngrößen zutreffend abschätzt. Bei der Basensättigung und dem Kaliumvorrat im Mineralboden jedoch überschätzen alle Verfahren die aktuellen Zustände auf Basis der BZE-Daten erheblich. Dies trifft allerdings noch am wenigsten in Sachsen-Anhalt zu. Die Basensättigung und vor allem auch die Kaliumvorräte sind in den jeweiligen Trophiestufen höher als in den Ländern Niedersachsen und Hessen. Die Gegenüberstellung der Messwerte mit den Einstufungen der Forstlichen Standortkartierung an konkreten BZE-Punkten zeigt teilweise erhebliche Streuungen. Dies liegt zum einen in der fehlenden Einbeziehung der chemischen Analyse in der Standortkartierung begründet, macht aber auch die Grenzen der chemischen Analyse vor dem Hintergrund anderer Faktoren (erfasste Bodentiefe, Vegetation, Auflagehumus) in der Trophieansprache deutlich. Es hat sich aber auch bestätigt, dass die bodenchemische Analyse eine wichtige Stütze für die Trophieabschätzung in der Forstlichen Standortkartierung dargestellt. Daraus können bodenchemische Rahmenwerte für Trophiebereiche und typische Substratgruppen aus der BZE abgeleitet und als Schätzhilfe für die Praxis genutzt werden. Dies verbessert die Erkennung von Nährstoffpotentialen, kritischen Zuständen und darauf aufbauender Maßnahmenplanung wie Waldkalkung, Biomassennutzung und Baumartenwahl. Weiterer Forschungsbedarf besteht vor allem darin, die gängigen Bewertungsstufen bodenchemischer Kennwerte mit Standorts-Leistungsmodellen zu verbessern.

Ernährungssituation der Buche auf Lösslehm

Inge Dammann, Jan Evers, Uwe Paar, Ulrike Talkner und Johannes Eichhorn

Die einheitlich erhobenen Daten zur Waldernährung im Rahmen der BZE II in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt ermöglichen es, eine nach Substratgruppen differenzierte Ernährungssituation für die Hauptbaumarten zu prüfen. Dargestellt werden hier die Ergebnisse zur Ernährungssituation der Buche insbesondere für die Substratgruppe Lösslehm, die in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt vorkommt. Buchen wurden 2007 an 135 BZE II-Punkten beprobt, zusätzlich wurden in Niedersachsen 25 Buchenpunkte des BZE I-Rasters einbezogen.

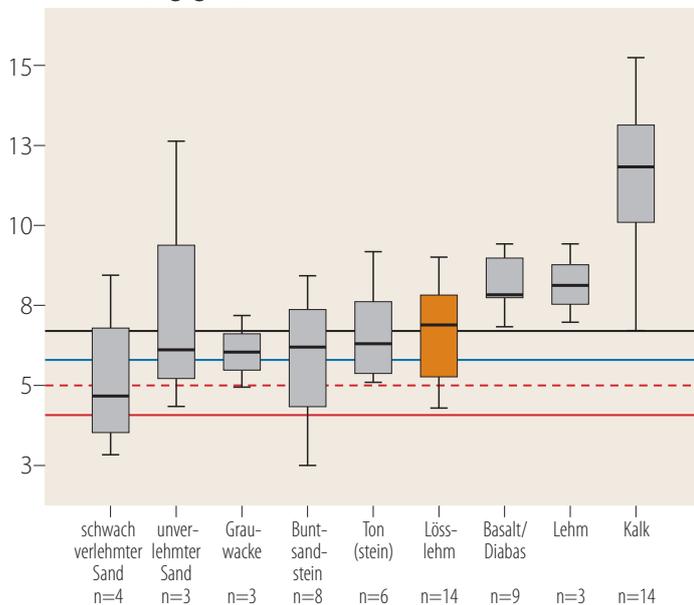
Ausreichend hohe Nährstoffgehalte und deren harmonische Zusammensetzung sind Voraussetzung für die Vitalität, Stabilität und für das Wachstum von Waldbeständen. Der Ernährungszustand der Buche wurde anhand der Gehalte und der Verhältnisse der Nährelemente in den Blättern charakterisiert.

Die Elementgehalte (Median) wurden anhand der fünfstufigen Klassifizierung (sehr gering = Mangel, gering, mittel, hoch, sehr hoch) des AK STANDORTSKARTIERUNG (2003), nach MELLERT & GÖTTLEIN (2012) und nach KRAUß & HEINSDORF (2005) bewertet. Die Angaben zu den Elementgehalten (mg/g) beziehen sich auf die getrocknete Blattmasse (Trockensubstanz TS). Es werden mehrere Referenzwerte aufgeführt, um die Bandbreite der gebräuchlichsten Mangelgrenzen aufzuzeigen. Die Bewertung der Elementverhältnisse (Median) erfolgte nach FLÜCKIGER & BRAUN (2003). Die Erhebung im Rahmen der BZE II gibt als Momentaufnahme den Ernährungszustand der Buche in einem einzelnen Jahr (2007) an. Da die Nährelementgehalte in Blättern jährlichen Schwankungen unterliegen (u. a. verursacht durch Witterungseinflüsse), werden ergänzend die

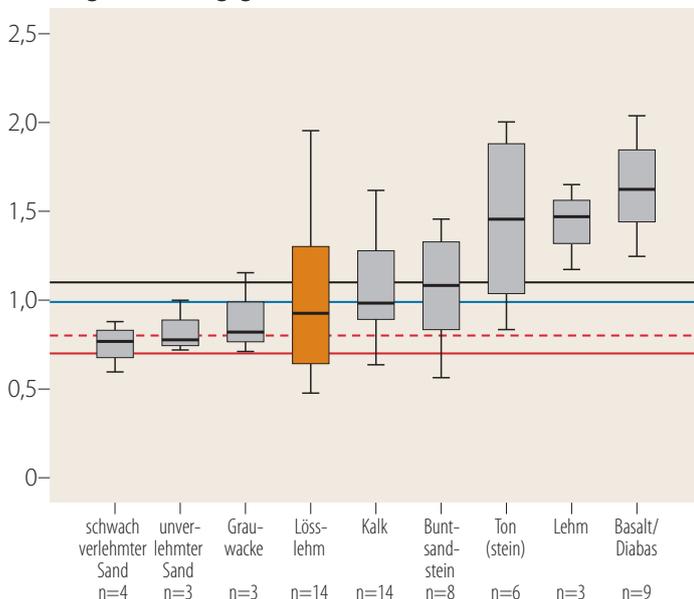


Foto: M. Schmidt

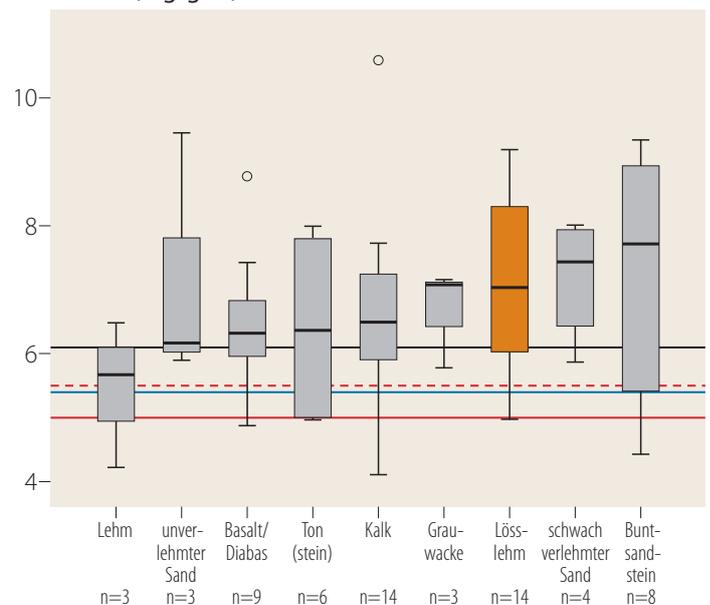
Calcium (mg/g TS)



Magnesium (mg/g TS)



Kalium (mg/g TS)



Elementgehalte (mg/g TS) in Buchenblättern für verschiedene Substratgruppen auf ungekalkten BZE-Punkten in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt. Rote durchgezogene Linie: Grenzwert sehr gering (AK STANDORTSKARTIERUNG, 2003), rote gestrichelte Linie: Grenzwert gering (AK STANDORTSKARTIERUNG, 2003), schwarze Linie: Grenzwert latenter Mangel (MELLERT & GÖTTLEIN, 2012) blaue Linie: Grenzwert mangelhaft (KRAUß & HEINSDORF, 2005)

Ernährungssituation der Buche auf Lösslehm

Ergebnisse von 10 ungekalkten Buchenflächen des Intensiven Monitorings in Hessen und Niedersachsen (auf unterschiedlichen Substraten), die regelmäßig im ein- bzw. zweijährigen Rhythmus beprobt werden, angeführt.

Die Herleitung von 16 Substratgruppen erfolgte nach Ausgangssubstrat, Lagerung, Bodenart, Bodenmorphologie sowie bodenchemischen und -physikalischen Parametern. Nach diesen Kriterien wurde jeder BZE-Punkt einer Substratgruppe zugeordnet. In die Substratgruppe Lösslehm wurden Deckschichten mit einer Mächtigkeit über 70 cm (auch Kolluvien) über verschiedensten Ausgangssubstraten eingruppiert, die Bodenarten umfassen feinsandig lehmige Schluffe bis schluffig-schwach tonige Lehme. Für die Darstellung der Ernährungssituation wurden nur diejenigen Substratgruppen einbezogen, auf die mindestens drei BZE-Punkte mit Buche entfallen. Die Lösslehme sind mit 31 Buchenpunkten vertreten.

Ungekalkte Buchen-BZE-Punkte in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt

Die **Ca-Gehalte** der Buchenblätter auf Lösslehm nehmen eine Mittelstellung ein, der Median von 6,9 mg Ca/g TS liegt etwas oberhalb der dargestellten Mangelgrenzen, wobei die Buchen auf ungekalkten Lösslehmen in Hessen einen niedrigeren Ca-Gehalt (5,6 mg Ca/g TS) aufweisen als in Niedersachsen (6,6 mg

Ca/g TS) und Sachsen-Anhalt (8,1 mg Ca/g TS). Auf Kalk, Lehm und Basalt/Diabas sind die Ca-Gehalte der Buchen am höchsten. In diesen drei Substratgruppen liegen die Ca-Gehalte alle oberhalb der dargestellten Mangelgrenzen. Auf den Buchenflächen des Intensiven Monitorings in Niedersachsen und Hessen betrug der Median 7,3 mg Ca/g TS, es war eine leichte, jedoch statistisch nicht signifikante Abnahme im Untersuchungszeitraum 1995-2008 zu erkennen.

Die Buchen auf Lösslehm decken die gesamte Spanne von Mangelsituationen bis zu hohen **Mg-Gehalten** ab. Die Mg-Gehalte sind auf Lehm und Basalt/Diabas am günstigsten und auf den Sanden am niedrigsten. Die N/Mg-Verhältnisse sind für die Buche auf Lösslehm insgesamt und auch für die Länderwerte unausgewogen. Im Intensiven Monitoring wurde ein Median von 1,3 mg Mg/g TS ermittelt, sowie eine leichte, nicht signifikante Zunahme.

Die **K-Gehalte** der Buchenblätter auf ungekalkten BZE-Punkten zeigen eine weitgehend gute K-Versorgung der Buchen an. Der Median für Buchen auf Lösslehm liegt mit 7,0 mg K/g TS hoch, es kommen aber auch Werte im Mangelbereich vor. Unausgewogene N/K-Verhältnisse sind auf ungekalkten Lösslehmen bei der Buche sowohl insgesamt als auch für die Mediane der Länder nicht aufgetreten. Die Buchen des Intensiven Monitorings wiesen einen Median von 6,3 mg K/g TS auf, mit einer nicht signifikanten Abnahme.



Foto: J. Evers

Ernährungssituation der Buche auf Lösslehm

Bis auf wenige Ausnahmen (3 BZE-Punkte) sind die Buchen an den ungekalkten Stichprobenpunkten gut mit Stickstoff versorgt, in allen Substratgruppen wurden überwiegend hohe (>22 mg N/g TS) bis sehr hohe **N-Gehalte** (>25 mg N/g TS) festgestellt. Die Buchen auf Basalt/Diabas und Grauwacke weisen einen vergleichsweise geringen N-Gehalt auf, auf den Sanden wurden die höchsten N-Werte festgestellt. Für die Buchen auf Lösslehm liegt der Median bei 23,3 mg N/g TS und entfällt damit in die Stufe hoher N-Gehalte. Die hohen N-Frachten, die aus der Luft in die Wälder gelangen, überschreiten häufig den Bedarf der Wälder. Negative Aspekte überhöhter N-Einträge sind u. a. weitere Bodenversauerung, Nährstoffauswaschung und Nährstoffungleichgewichte in der Pflanze. Die überwiegend hohen N-Gehalte in den Buchenblättern machen deutlich, dass die N-Einträge in die Wälder zu hoch sind. Die N-Versorgung der Bäume hat sich unter dem Einfluss hoher N-Einträge über alle Substratgruppen nivelliert. Für die Buchen des Intensiven Monitorings ergab sich ein N-Gehalt von 23,6 mg N/g TS, die N-Gehalte nahmen im Untersuchungszeitraum 1995-2008 signifikant zu.

Auch die **P-Gehalte** variieren an den ungekalkten Buchen-BZE-Punkten kaum: Weitgehend unabhängig von der Substratgruppe überwiegen geringe P-Gehalte. Buchenstandorte auf Basalt/Diabas und schwach verlehmtten Sanden liegen relativ am günstigsten. Auf Lehm und Kalk wurden die niedrigsten P-Gehalte ermittelt. Die Buchen auf Lösslehm weisen eine be-



Foto: M. Schmidt

sonders weite Spanne der P-Gehalte auf, der Median beträgt 1,1 mg P/g TS. Das N/P-Verhältnis liegt für alle Substratgruppen außerhalb der empfohlenen Spanne für ausgewogene Elementverhältnisse. Auf den Flächen des Intensiven Monitorings in Hessen und Niedersachsen lag der Median der P-Gehalte im Bereich geringer Gehalte und zeigte einen nicht signifikanten, abnehmenden Trend sowie eine signifikante Verschlechterung des N/P-Verhältnisses.

Die P-Ernährung der Buche lässt sich zurzeit nicht abschließend bewerten. Die Verfügbarkeit von Phosphor für die Bäume wird u. a. beeinflusst durch Verwitterungsraten, dem Versauerungsgrad und der biologischen Aktivität des Bodens. Es gibt Hinweise, dass erhöhte N-Einträge die Verfügbarkeit von Phosphor einschränken. Im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekts wird momentan an der NW-FVA der Zusammenhang zwischen der P-Ernährung von Buchenbeständen und dem P-Haushalt der Böden untersucht.

Kalkungsvergleich: Buchen-BZE-Punkte in Hessen und Niedersachsen

Der Vergleich gekalkter und nicht gekalkter BZE-Punkte wurde für Substratgruppen vorgenommen, die vorrangig zur Kalkung vorgesehen sind (schwach verlehmtte Sande, Buntsandstein, Lösslehm, Ton(stein) und Tonschiefer).

Für diese Substratgruppen sind auf den gekalkten BZE-Punkten die **Ca-Gehalte** höher als auf den ungekalkten. Insgesamt ist dieser Effekt signifikant, aber nicht für einzelne Substratgruppen.

Auch die **Mg-Gehalte** liegen mit Ausnahme von Ton(stein) auf den gekalkten Punkten höher als auf den ungekalkten, insgesamt und für die Substratgruppe Lösslehm ist dieser Trend signifikant. Die höheren Mg-Gehalte auf den gekalkten Punkten bewirken eine ebenfalls signifikante Verbesserung des N/Mg-Verhältnisses, die Mehrzahl der gekalkten BZE-Punkte entfällt in den Bereich harmonischer Ernährung.

Für die **N- und P-Gehalte** wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den gekalkten und den ungekalkten BZE-Punkten festgestellt.

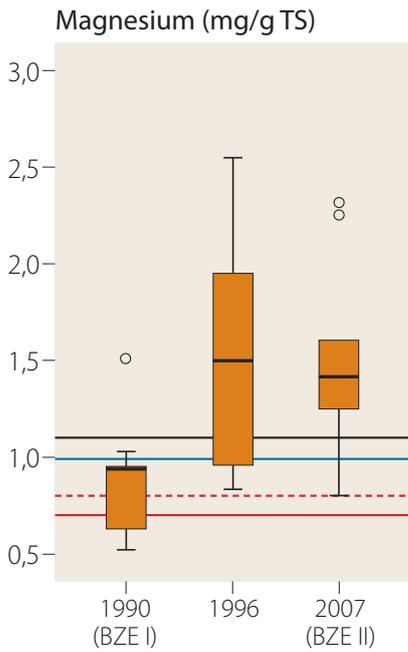
Die **K-Gehalte** der Buchen auf gekalkten Standorten liegen



Lösslehm über Buntsandstein

Foto: T. Ullrich

Ernährungssituation der Buche auf Lösslehm



Elementgehalte (mg/g TS) in Buchenblättern an neun gekalkten BZE-Punkten auf Lösslehm in Niedersachsen 1990, 1996 und 2007

unterhalb der K-Gehalte der ungekalkten Standorte und unterschreiten häufig die Mangelgrenze nach MELLERT & GÖTTLEIN (2012). Insgesamt und für die Buche auf Lösslehm ist dieser Effekt signifikant. Auf den gekalkten BZE-Punkten auf Lösslehm ist das N/K-Verhältnis unausgewogen, auf den ungekalkten Punkten dagegen ausgewogen.

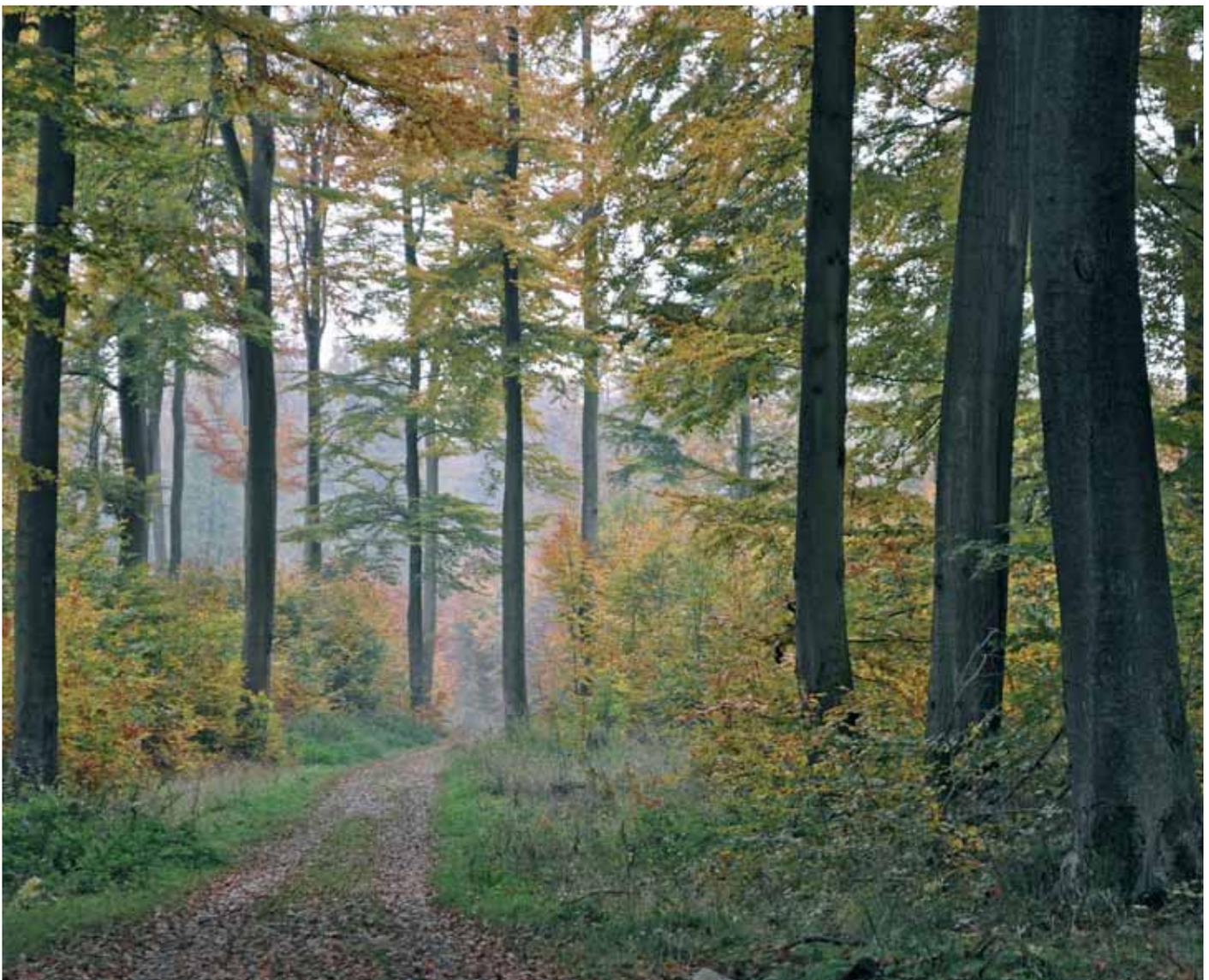
Repräsentative Untersuchungen zur Waldernährung wurden in Niedersachsen für die Buche 1990 (BZE I), 1996 und 2007 (BZE II) durchgeführt. Für alle drei Erhebungszeitpunkte liegen Blattanalysen für neun gekalkte BZE-Punkte auf Lösslehm vor. Im Zeitverlauf zeigte sich keine Kalkungswirkung auf die N- und P-Gehalte. Die K-Gehalte sind leicht zurückgegangen. Die Ca- und Mg-Gehalte waren nach der Kalkung verbessert und lagen 2007 überwiegend oberhalb der Mangelgrenzen.

Eine verbesserte Versorgung der Buche mit Ca und Mg durch die Kalkung sowie eine

Verringerung der K-Gehalte zeigten sich auch in Langzeituntersuchungen auf Kalkungsvergleichsflächen in Hessen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein sowie auf Flächen des Intensiven Monitorings in Niedersachsen, wo sich neben einigen Intensivmessflächen Kalkungsflächen befinden.

Die Ergebnisse der BZE belegen, dass sich mit der Kalkung die Ca- und Mg-Versorgung insbesondere auf Lösslehm verbessert, Mangelsituationen weitgehend beheben und damit Risiken mindern lassen. Die abnehmenden K-Gehalte sind zu beachten.

Insgesamt erwiesen sich die Lösslehme aus walderährungskundlicher Sicht als sehr heterogen, bei Ca, Mg und K sind sowohl Mangelsituationen als auch gute Versorgung vorgekommen. Für diese Substratgruppe wird empfohlen, lokale standörtliche und auch chemische Untersuchungen durchzuführen, um konkrete Empfehlungen z. B. zur Kalkung oder zur Energieholznutzung geben zu können.





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

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

Titelfoto: Ullrich, T.

Graphik und Layout: Paar, E.

Herstellung: Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt

Druck:

Printec Offset Kassel

Prof. Dr. Johannes Eichhorn
Abteilungsleiter
Umweltkontrolle



Dr. Uwe Paar
Sachgebietsleiter Wald- und
Bodenzustand, Redaktion



Inge Dammann
Leiterin der Außenaufnahmen,
Auswertung, Redaktion



Dr. Jan Evers
Bodenzustandserhebung



Andreas Schulze
Datenbank



Jörg Weymar
Außenaufnahmen und Kontrollen



Michael Spielmann
Außenaufnahmen und Kontrollen



Thomas Winter
Außenaufnahmen und Kontrollen



Dr. Bernd Westphal
Außenaufnahmen und Kontrollen



Der Waldzustandsbericht 2013
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.