



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Landwirtschaft und Umwelt

Waldzustandsbericht 2010



NW-FVA
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt



Vorwort



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

zum nunmehr zwanzigsten Mal erfolgte in Sachsen-Anhalt die jährliche Erhebung des Kronenzustandes der Waldbäume als ein Merkmal für die Gesundheit unserer Wälder. Zum fünften Mal werden die erhobenen Daten von der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt vorgestellt. Die Waldzustanderhebung ist im Laufe der Jahre zu einem der wichtigsten Bausteine des Forstlichen Umweltmonitorings geworden. Gerade die langjährigen Erfassungen ermöglichen eine objektive Beurteilung des Zustandes der Wälder.

Der Gesundheitszustand der Baumkronen hat sich im Vergleich zu den letzten Jahren wenig verändert. Nach wie vor sind die älteren Buchen, Eichen und Fichten relativ stark verlichtet. Dem gegenüber ist die durchschnittliche Kronenverlichtung bei den Kiefern sehr viel geringer.

Die Ursachen für die festgestellten Vitalitätsverluste sind vielfältig. Zweifelsohne wirken sich tendenzielle Temperaturerhöhungen der zurückliegenden 25 Jahre sowie die Zunahme von Stickstoff-Immissionen auf den Gesundheitszustand unserer Wälder ungünstig aus. Zu Recht befassen sich Politiker und Fachleute intensiv mit dem Thema „Klimawandel“.

Mit der nunmehr abgeschlossenen zweiten Bodenzustandserhebung sind vergleichende Betrachtungen zum festgestellten Bodenzustand in den Jahren 1992-1994 möglich. Erfreulicherweise konnten die Schwefeldioxid-Emissionen seit 1990 deutlich reduziert werden. Entstaubungsanlagen in den Großkraftwerken trugen zur Minimierung der alkalischen Staub-Emissionen bei. Nach wie vor haben allerdings hohe Stickstoff-Emissionen ihren Anteil daran, dass in Sachsen-Anhalt die Böden saurer geworden sind. Die Nährstoff-Versorgung der Waldbäume ist unausgewogen. Die Ergebnisse der Bodenzustandserhebung müssen noch weiter analysiert werden, um die erforderlichen forstlichen Maßnahmen ableiten zu können.

Als große Aufgabe steht vor uns, die Schadstoffeinträge weiter zu vermindern. Wir müssen gemeinsam dafür sorgen, dass unsere Wälder gesund und widerstandsfähig sind.

Ihr

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and curves, representing the name Hermann Onko Aeikens.

Dr. Hermann Onko Aeikens
Minister für Landwirtschaft und Umwelt
Magdeburg, November 2010

Zusammenfassung

Das Gesamtergebnis der Waldzustandserhebung 2010 weist für den Wald in Sachsen-Anhalt eine mittlere Kronenverlichtung von 15 % aus. Damit hat sich der Kronenzustand im Vergleich zum Vorjahr nicht verändert. Die älteren Buchen, Eichen und Fichten zeigen weiterhin einen vergleichsweise hohen Kronenverlichtungsgrad zwischen 26 % und 33 %. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer liegt sehr viel niedriger (13 %).

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

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

Die Ergebnisse der Bodenzustandserhebung (BZE II) zeigen, dass die Versauerung in den Waldböden in Sachsen-Anhalt seit der ersten Bodenzustandserhebung (1992-1994) messbar vorangeschritten und teilweise kritische Zustände hinsichtlich der Nährstoffversorgung erreicht hat. Aus bodenchemischer Sicht ist es daher für bestimmte Standorte ratsam, durch Kalkungsmaßnahmen der fortschreitenden Versauerung entgegenzuwirken.

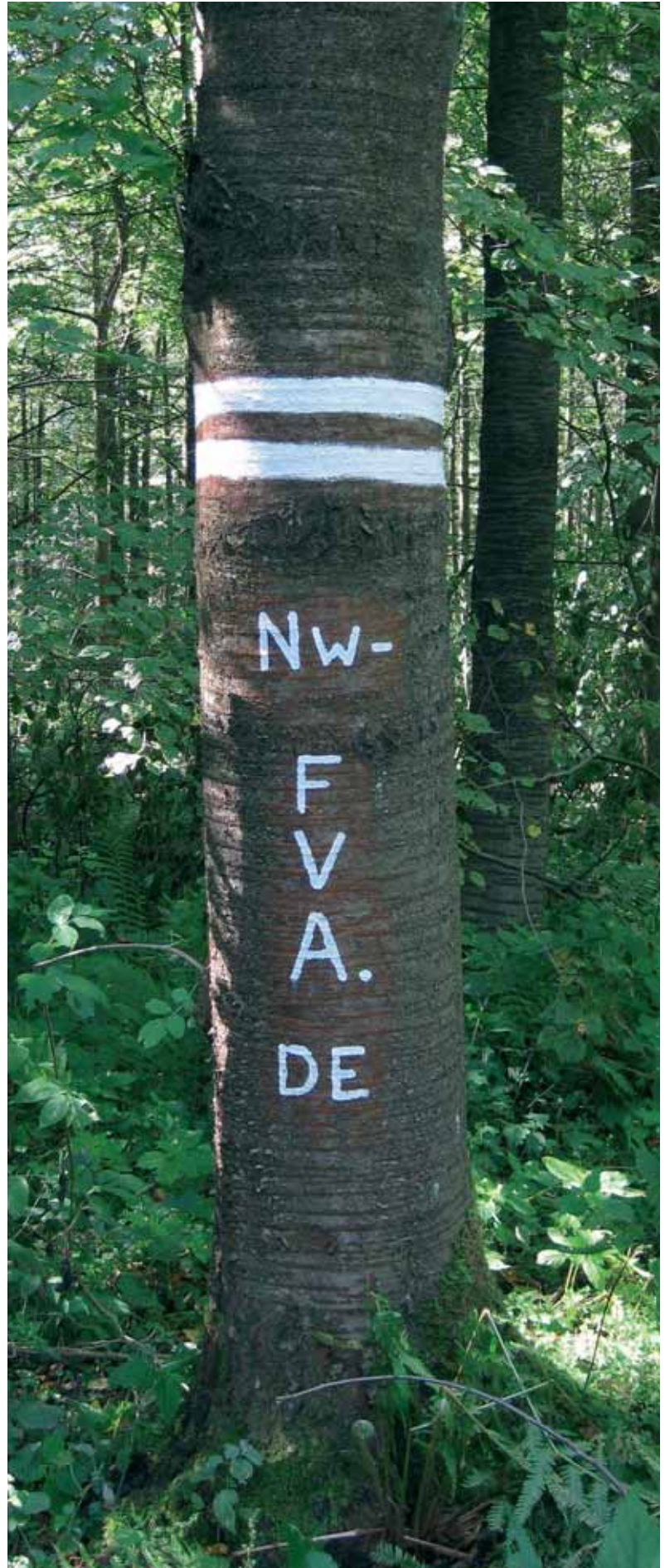
Summary

The forest condition inventory in Saxony-Anhalt shows an average defoliation of 15 %. Compared to the year 2009, crown condition remains on the same level. Defoliation of older beech, oak and spruce is quite high (26 % to 33 %). With a needle loss of 13 % crown condition of pine is much better.

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

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

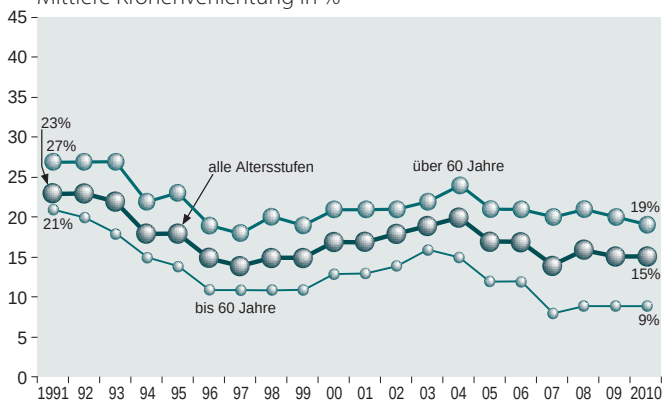
The results of the soil inventory (BZE II) show that acidification of the forest soil in Saxony-Anhalt has measurably proceeded since the first soil inventory (1992-1994), and has partially reached a critical condition regarding the nutrient supply. Concerning the soil chemistry it is thus advisable for some sites to counteract the advancing acidification by liming.



Hauptergebnisse

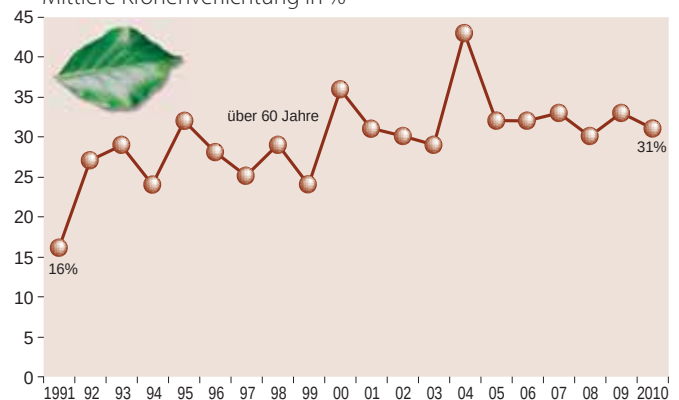
Alle Baumarten

Mittlere Kronenverlichtung in %



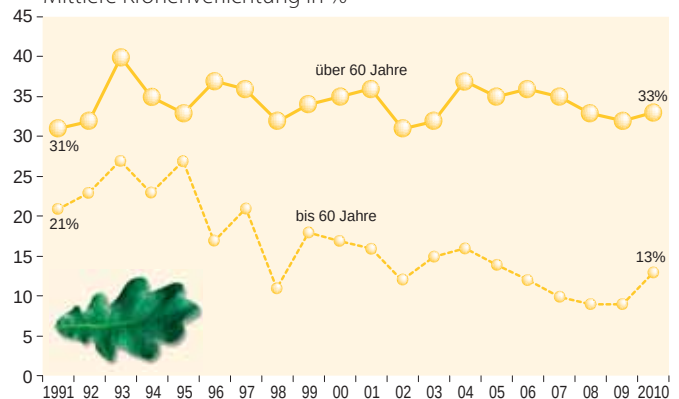
Buche**

Mittlere Kronenverlichtung in %



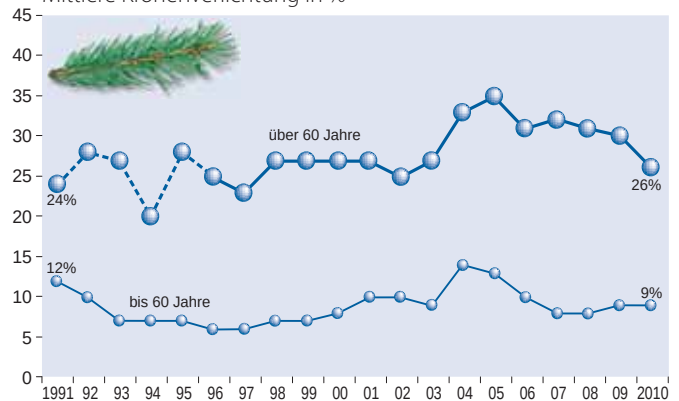
Eiche*

Mittlere Kronenverlichtung in %



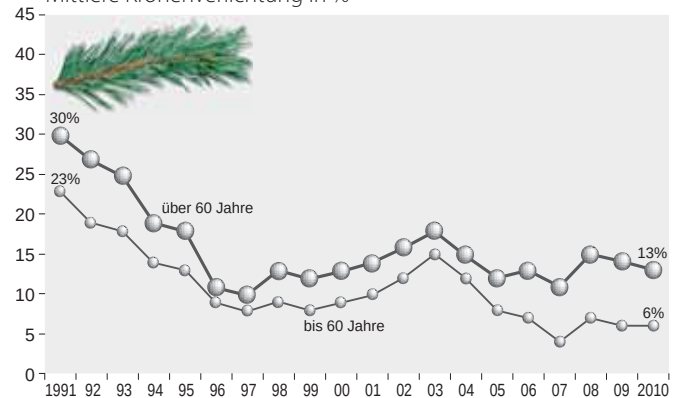
Fichte*

Mittlere Kronenverlichtung in %



Kiefer

Mittlere Kronenverlichtung in %



* Werte für Eiche bis 60 Jahre und Werte 1991-1996 für Fichte über 60 Jahre: wegen geringem Stichprobenumfang nur eingeschränkt aussagefähig

**Werte für Buche bis 60 Jahre: wegen geringem Stichprobenumfang keine Aussage möglich



Hauptergebnisse

Waldzustand

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Sachsen-Anhalt beträgt in diesem Jahr 15 %. Das Gesamtergebnis für alle Baumarten und Alter verzeichnete nur 1997 und 2007 geringere Werte. 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 (9 %).

Die Baumarten

Die verschiedenen Einflussfaktoren wirken sich auf die Baumarten unterschiedlich aus. Für die Interpretation der Ergebnisse sind daher die nach Baumarten getrennte Betrachtung sowie der Anteil der Baumart an der Waldfläche wichtig. Die Baumartenverteilung in der WZE-Stichprobe in Sachsen-Anhalt ergibt für die Buche einen Flächenanteil von 7 %, die Eiche und die Fichte sind mit 11 % und die Kiefer mit 54 % vertreten. Die anderen Laub- und Nadelbaumarten nehmen 17 % ein.

Zu Beginn der Zeitreihe (1991) wurde für die ältere Kiefer eine mittlere Kronenverlichtung von 30 % festgestellt, inzwischen hat sich die Benadelungsdichte der Kiefer merklich verbessert. Mit einer diesjährigen mittleren Kronenverlichtung von 13 % ist der Kronenzustand weiterhin markant besser als die Vergleichswerte von Fichte, Buche und Eiche.

Für die ältere Fichte liegt die mittlere Kronenverlichtung im Zeitraum 1991-2003 zwischen 20 % und 28 %, erhöhte Werte werden seit 2004 im Anschluss an das Trockenjahr 2003 festgestellt. Im Jahr 2010 hat sich der Kronenzustand verbessert, die mittlere Kronenverlichtung der älteren Fichte hat sich von 30 % im Vorjahr auf 26 % verringert.

Bei der älteren Eiche werden seit der ersten Erhebung vergleichsweise hohe Verlichtungswerte festgestellt. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt in diesem Jahr 33 %. Fraßschäden und Mehltreuefall haben zu einer leichten Erhöhung der Kronenverlichtung in diesem Jahr beigetragen.

Der Kronenzustand der älteren Buche hat sich seit Beginn der Zeitreihe 1991 erheblich verschlechtert. Im Beobachtungszeitraum sind starke Schwankungen in der Belaubungsdichte der Buche aufgetreten, die höchsten Kronenverlichtungswerte wurden im Jahr 2004 (43 %) nach dem Extremsommer 2003 ermittelt. Bei der älteren Buche zeigt sich im Vergleich zum Vorjahr eine Verbesserung des Belaubungszustandes. Die mittlere Kronenverlichtung hat sich von 33 % im Jahr 2009 auf aktuell 31 % verringert. Diese Entwicklung steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Ausbleiben der Fruchtbildung in diesem Sommer.

Bei den anderen Laubbäumen ist die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) von 17 % (2009) auf 16 % zurückgegangen, in der Zeitreihe der Waldzustandserhebung ist dies der bislang günstigste Wert.

Absterberate

Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) liegt im Mittel der Zeitreihe bei 0,3 % und damit auf einem insgesamt sehr geringen Niveau. Phasen mit erhöhten Absterberaten sind 1992 bei Fichte und Kiefer und 1997 bei der Eiche durch Insekten-

befall aufgetreten. Nach dem Trockenjahr 2003 waren die Absterberaten bei Eiche, Fichte und bei den anderen Laubbäumen im Zeitraum 2004-2007 erhöht.

In diesem Jahr beträgt die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) 0,5 % und liegt damit etwas über dem Durchschnittswert für den Erhebungszeitraum.

Witterung und Klima

Der Temperaturverlauf des letzten Winters und auch der Sommermonate ist durch Extreme gekennzeichnet. Der November 2009 war sehr warm, der Januar 2010 sehr kalt, der Mai kühl und im Juli stiegen die Tagestemperaturen häufig über 30 °C. Auch die Niederschlagsmengen schwankten stark. Insgesamt lagen die Niederschlagsmengen über dem langjährigen Mittel, die Temperaturen waren leicht erhöht.

In Sachsen-Anhalt besteht seit dem Ende der 1980er Jahre eine deutliche Tendenz zu höheren Temperaturen sowohl im Sommer- als auch im Winterhalbjahr.

Stoffeintrag und Bodenzustand

2009 betrug der Gesamtsäureeintrag auf den untersuchten Kiefernflächen 1,15 kmol_c/ha (Nedlitz) und 1,1 kmol_c/ha (Klötze) und übersteigt damit nach wie vor das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte.

Die aktuellen Ergebnisse der Bodenzustandserhebung (BZE II) zeigen eine Zunahme der Bodenversauerung seit der ersten Bodenzustandserhebung (BZE I, 1992-1994) an. Der Anteil „basenarmer“ Standorte liegt jetzt in der Tiefenstufe 0-5 cm bei 36 %, in 10-30 cm bei 58 % und in 30-60 cm bei 49 %.

In der BZE II-Stichprobe weisen 71 % der Kiefern sehr geringe bis geringe Magnesium-Gehalte in den Nadeln auf.

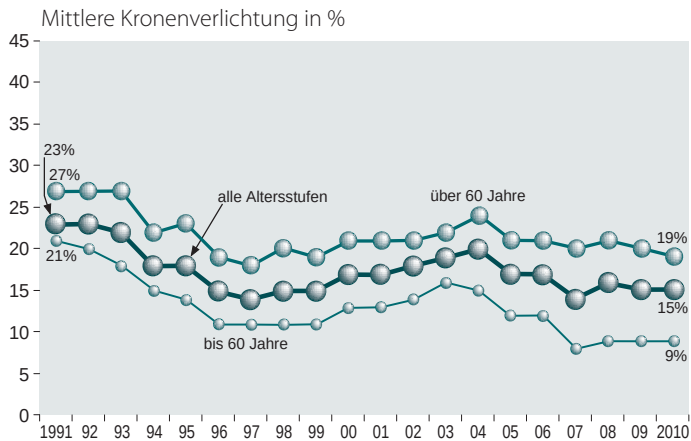
Stickstoff

81 % der Buchen und alle Kiefern weisen nach den Ergebnissen der BZE II in ihren Nadeln eine hohe bzw. sehr hohe Stickstoff-Versorgung auf. Eine Bewertung dieser Ergebnisse verdeutlicht, dass die N-Einträge in die Wälder zu hoch sind.

Fazit

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

Alle Baumarten

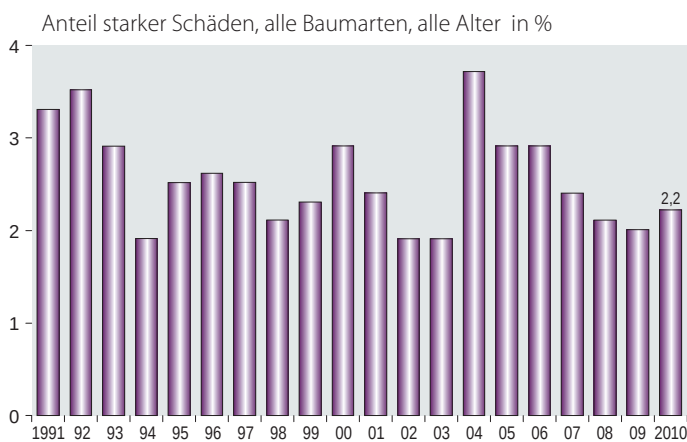


Mittlere Kronenverlichtung

Die Waldzustandserhebung 2010 weist als Gesamtergebnis für die Waldbäume in Sachsen-Anhalt (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 15 % aus.

Insgesamt ist keine Veränderung gegenüber dem Vorjahr eingetreten. Der diesjährige Wert resultiert aus einer leicht verringerten (1-3 %) Kronenverlichtung bei Fichte, Buche, Kiefer und bei den anderen Laubbäumen. Bei der Eiche hat sich dagegen der Kronenverlichtungsgrad erhöht.

In der Zeitreihe der Waldzustandserhebung wurden die höchsten Kronenverlichtungswerte in den ersten Erhebungsjahren 1991-1993 festgestellt. In den Folgejahren lagen die Werte stabil zwischen 14 % und 18 %, um 2003/2004 erneut leicht anzusteigen. Inzwischen sind die Werte wieder rückläufig.



Anteil starker Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt mit 2,2 % in diesem Jahr unterhalb des Mittelwertes der Zeitreihe (2,5 %). Während in den jüngeren Beständen der Anteil starker Schäden derzeit 1 % beträgt, wurden in den älteren Beständen 3 % als stark geschädigt klassifiziert.

Für die ältere Buche und Eiche wurden bereits mehrmals im Beobachtungszeitraum erhöhte Anteile an starken Schäden (bis 14 %) registriert. Für die ältere Kiefer wurden seit 1993 durchgehend niedrige Werte (1 %) festgestellt, 2010 verdoppelte sich der Anteil.

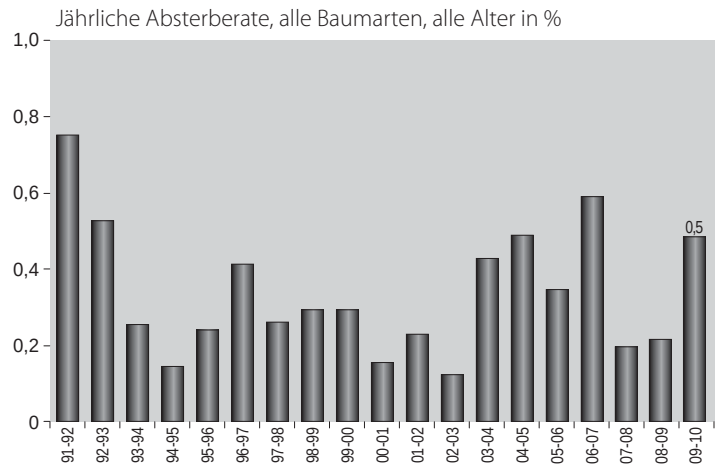
Im Jahr 2010 nehmen die Anteile starker Schäden bei der älteren Kiefer 2 %, bei der älteren Buche und Eiche 6 % und bei der älteren Fichte 3 % ein.



Alle Baumarten

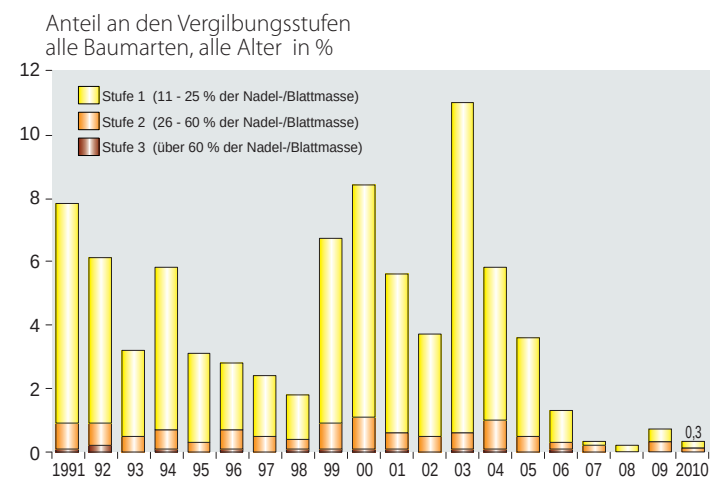
Absterberate

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



Vergilbungen

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



Forstliches Umweltmonitoring

In Sachsen-Anhalt liegt das Forstliche Umweltmonitoring in Händen der seit nahezu fünf Jahren bestehenden Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Ein Grund zur Freude über das gemeinsam mit den Ländern Hessen und Niedersachsen in dieser Zeit Erreichte, gleichzeitig aber auch ein Zeitpunkt über veränderte Aufgaben und Fragestellungen im Forstlichen Umweltmonitoring nachzudenken.

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

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

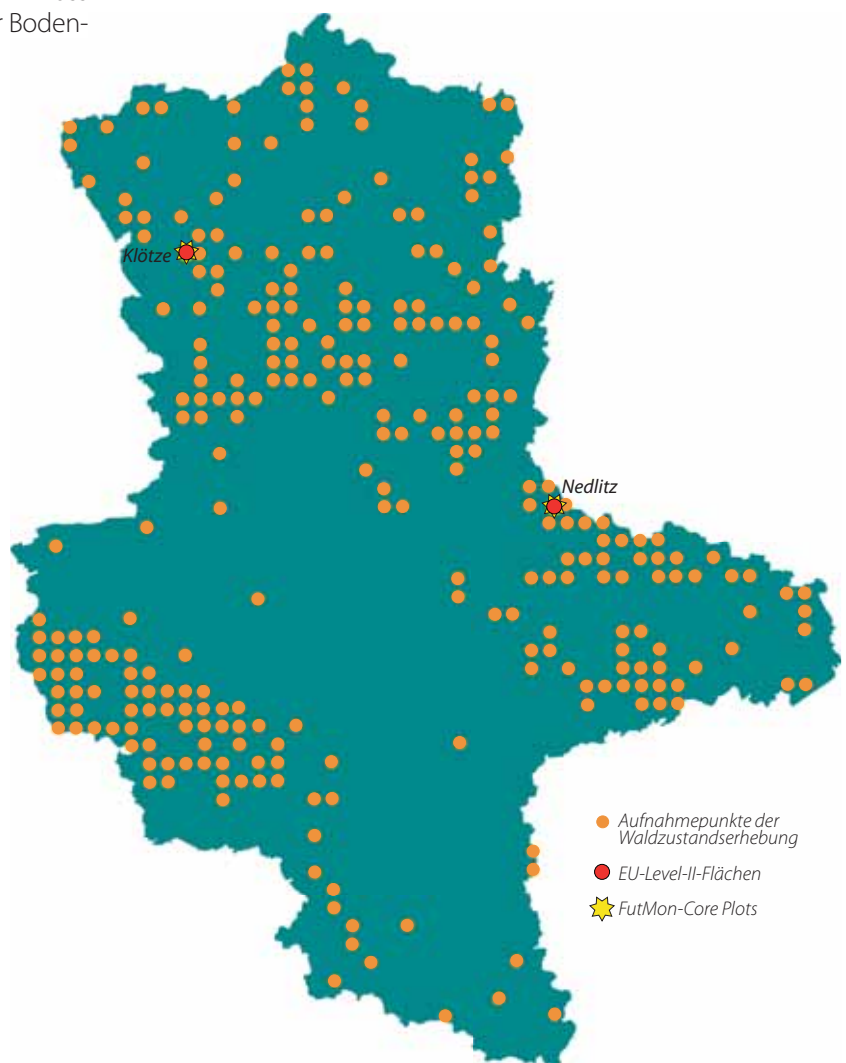
Neben der betrieblichen Fragestellung dienen Erhebungen des Forstlichen Umweltmonitorings den Aufgaben der Daseinsvorsorge im Wald. Wald hält in Sachsen-Anhalt einen Flächenanteil von 24 %, ist ein wesentliches Element von Natur und Landschaft. Fragen der Daseinsvorsorge in Waldgebieten betreffen beispielsweise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

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

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

Das Umwelt-Labor der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt

Das Umweltlabor der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt wurde 1989 eingerichtet und führt seitdem anorganisch-chemische Analysen von Boden-, Humus-, Pflanzen- und Wasserproben durch. Es werden Proben im Rahmen von Forschungsprojekten der vier Abteilungen der Versuchsanstalt oder im Rahmen der fachlichen Beratung von Forstämtern untersucht. Der größte Teil der Proben stammt aus den Umweltmonitoring-Programmen der drei Trägerländer und dem Niedersächsischen Bodenschutzprogramm sowie bis 2009 aus Aufträgen für die Standortkartierung des Niedersächsischen Forstplanungsamtes. Zuletzt wurden vor allem Proben für die 2. bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II) und das europaweite FutMon-Programm untersucht.



Forstliches Umweltmonitoring



Dank modernster Laborgeräteausstattung wird ein großer Untersuchungsumfang abgedeckt.

Verschiedenartige Aufschlüsse von Boden-, Pflanzen- und Humusmaterial werden ebenso durchgeführt wie unterschiedliche Extraktionsmethoden wie z. B. die Bestimmung der Austauschkapazität von Boden und Humus. Dazu kommen bodenphysikalische Parameter wie die Bestimmung des Feinbodenanteils, der Trockenraumdichte, des Humusvorrats und des Wassergehaltes.

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

Die Laborabläufe werden über ein Laborinformations- und Managementsystem (LIMS) gesteuert. Das System beinhaltet neben der Speicherung aller Analysedaten eine vollständige Dokumentation aller Vorbereitungs-, Untersuchungs- und Messmethoden sowie eine automatisierte Qualitätskontrolle (Datenprüfungen, Ionenbilanzen, Führung von Kontrollkarten etc.) und die Kostenabrechnung. Jährlich werden etwa 25.000 Analyseeinheiten bearbeitet. Zur permanenten Qualitätskontrolle nimmt das Labor an mehreren deutschen und europäischen Ringanalyse-Programmen teil und schneidet dort regelmäßig sehr gut ab. Der Laborleiter arbeitet aktiv in deutschen und europäischen Qualitätssicherungs-Arbeitskreisen mit und ist Mitherausgeber des Handbuches Forstliche Analytik.

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

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

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Auf einem systematisch über Sachsen-Anhalt verteilten Rasternetz werden seit 1991 an jedem Erhebungspunkt 24 Stichprobenbäume begutachtet.

In einsehbaren Beständen sind Kreuztrakte mit markierten Stichprobenbäumen angelegt. In dichten, nicht einsehbaren Beständen werden in Quadrattrakten Stichprobenbäume ausgewählt. Die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes beträgt 4 km x 4 km. Derzeit gehören 280 Erhebungspunkte

zum Stichprobenkollektiv, von denen in diesem Jahr 277 Erhebungspunkte mit 6648 Stichprobenbäumen in die Inventur einbezogen werden konnten. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer.

Aufnahmeparameter

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

Mittlere Kronenverlichtung

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

Qualitätssicherung

Seit 1991 besteht eine methodisch einheitliche Zeitreihe der Waldzustandserhebung in Sachsen-Anhalt. Die Einheitlichkeit der Erhebung wird durch den Einsatz langjährig erfahrenen Fachpersonals gewährleistet. Zur Standardisierung in räumlicher und zeitlicher Hinsicht dienen bundesweit erarbeitete Bilderserien, Trainingspfade sowie nationale und internationale Abstimmungen. Seit 2006 findet zu Beginn der Erhebung im Juli eine gemeinsame Schulung der Aufnahmeteams für die Länder Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt statt. Plausibilitätsanalysen sowie Kontrollbonituren sichern die Ergebnisse der Waldzustandserhebung ab.



Kiefer

Ältere Kiefer

Die ältere Kiefer hatte im ersten Erhebungsjahr 1991 – mit verursacht durch Insektenschäden – einen hohen Verlichtungsgrad aufgewiesen. In den Folgejahren verbesserte sich der Kronenzustand erheblich und die Kiefer ist seit Mitte der 90er-Jahre unter den Hauptbaumarten die Baumart mit den niedrigsten Kronenverlichtungswerten. Die mittlere Kronenverlichtung im Jahr 2010 beträgt 13 %.

Jüngere Kiefer

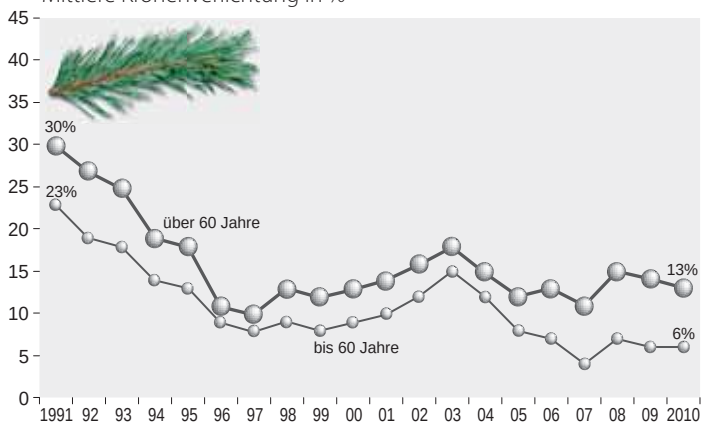
Bei den jüngeren Kiefern gab es keine Veränderungen gegenüber dem Vorjahr. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefer beträgt in diesem Jahr 6 %.

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

Starke Schäden

Im Vergleich der Baumarten zeigt die Kiefer auffallend geringe Anteile starker Schäden. Im Mittel der Erhebungsjahre liegt der Anteil starker Schäden sowohl bei der jüngeren als auch der älteren Kiefer bei 1 %. Es gibt kaum Schwankungen in der Zeitreihe, erhöhte Anteile traten in den ersten beiden Erhebungs-

Mittlere Kronenverlichtung in %



jahren (bis 4 %) sowie für die jüngere Kiefer im Jahr 2004 (2 %) auf. Im Jahr 2010 stieg der Anteil starker Schäden der älteren Kiefer auf 2 % an.

Absterberate

Die Absterberate der Kiefer liegt im Mittel der Jahre 1991-2010 bei 0,3 %. In den ersten beiden Erhebungsjahren wurden erhöhte Absterberaten (bis 0,8 %) festgestellt. Im Jahr 2010 ist ein erneuter Anstieg der Absterberate zu verzeichnen (0,6 %). Die Erhöhung der Absterberate ist vor allem durch den Fraß der Kiefernbuschhornblattwespe im nördlichen Sachsen-Anhalt verursacht.



Fichte

Ältere Fichte

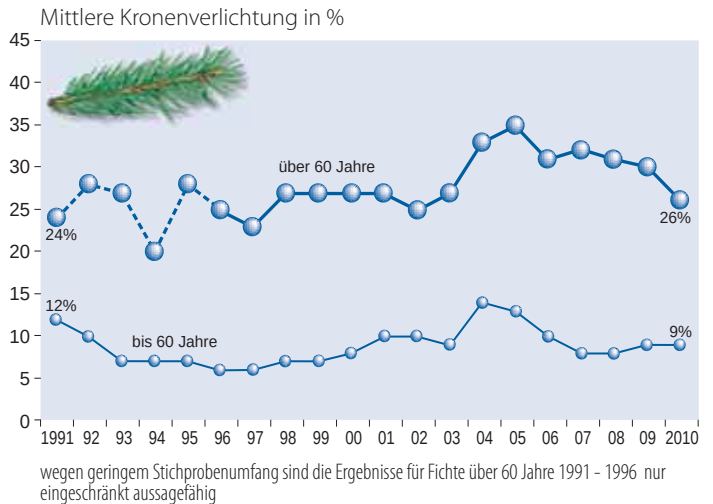
Bei der älteren Fichte werden im gesamten Beobachtungszeitraum vergleichsweise hohe Kronenverlichtungswerte registriert. Nach dem Rekordsommer 2003 hatten sich die Kronenverlichtungswerte für einige Jahre erhöht. Im Jahr 2010 wurde ein Rückgang der mittleren Kronenverlichtung auf 26 % festgestellt (2009: 30 %).

Jüngere Fichte

Für die Fichte ist ein deutlicher Alterstrend festzustellen. Die jüngeren Fichten liegen mit einer mittleren Kronenverlichtung von 9 % weit unter den Werten der älteren Fichten. Die Auswirkungen des Trockenjahres 2003 und Schäden durch Borkenkäfer hatten auch bei der jüngeren Fichte zu einer Erhöhung der Kronenverlichtung in den Jahren 2004 und 2005 geführt, seit 2006 sind die Werte wieder zurückgegangen.

Starke Schäden

Bis zum Jahr 2003 wurden bei der Fichte durchgehend niedrige Anteile starker Schäden verzeichnet, ab 2004 stiegen die Anteile bei der älteren Fichte bis auf 8 % an, seither treten Schwankungen auf. Im Jahr 2010 beträgt der Anteil stark geschädigter älterer Fichten 3 % und erreicht damit den Mittelwert der Zeitreihe.

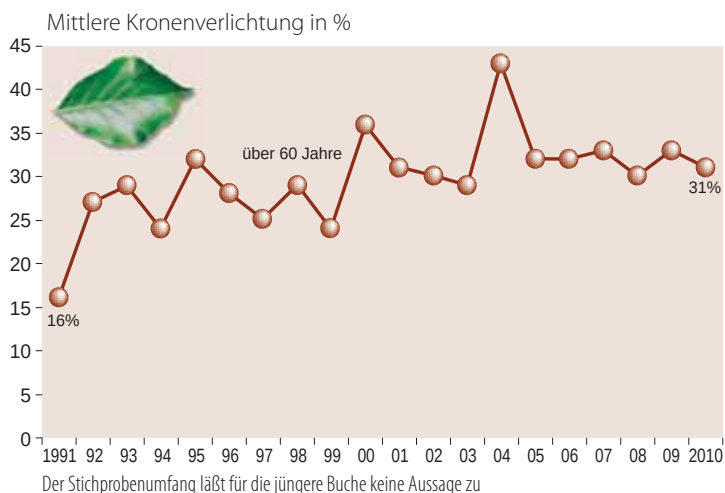


Absterberate

Für die Fichte ergibt sich im Mittel aller Erhebungsjahre eine durchschnittliche Absterberate von 0,2 %. Bis zum Jahr 2003 waren die Absterberaten überwiegend gering, anschließend wurden infolge von Trockenstress und Borkenkäferbefall erhöhte Absterberaten (bis 1,3 %) ermittelt. Im Jahr 2010 war im Stichprobenkollektiv keine Fichte frisch abgestorben.



Buche



Ältere Buche

Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 31 % in 2010 hat sich die Belaubungsdichte der Buche gegenüber dem Vorjahr leicht verbessert. Zu Beginn der Zeitreihe waren für die Buche vergleichsweise günstige Belaubungsdichten ermittelt worden, anschließend stiegen die Kronenverlichtungswerte sprunghaft an. Es sind erhebliche Schwankungen in der Ausprägung des Verlichtungsgrades der älteren Buchen aufgetreten. Eine Ursache für die zunehmende Variabilität der Verlichtungswerte ist die Intensität der Fruchtbildung. Bei der diesjährigen Erhebung war der Anteil der Buchen mit Fruchtbildung nur sehr gering, im Vorjahr wurde an 67 % der älteren Buchen mittlere und starke Fruchtbildung festgestellt.

Starke Schäden

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

Der Anteil starker Schäden der älteren Buche lag 2004 besonders hoch und übersteigt mit 6 % in diesem Jahr leicht das langjährige Mittel (5 %).

Absterberate

Obwohl die Anteile starker Schäden bei der älteren Buche in einzelnen Jahren bis auf 13 % anstiegen, führte dies nicht zu einer Steigerung bei der Absterberate. Im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten weist die Buche die niedrigste Absterberate auf. Im Mittel der Jahre 1991-2010 liegt die Absterberate der Buche unter 0,1 %. Im Jahr 2010 war keine Buche im Stichprobenkollektiv frisch abgestorben.

Die Fruchtbildung der Buche

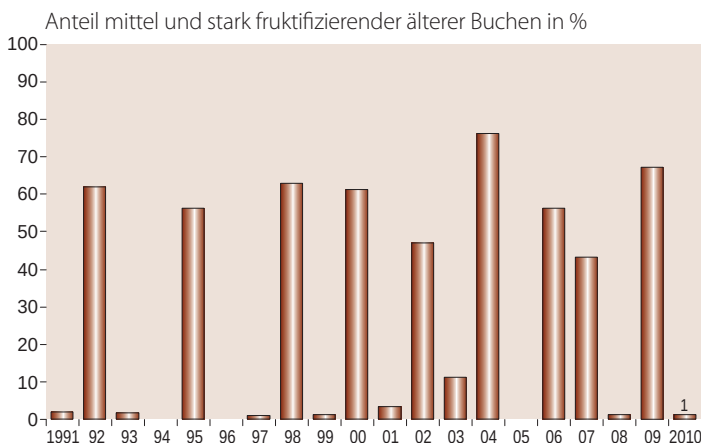
Für die ökosystemare Dauerbeobachtung in Wäldern ist die Fruchtbildung der Buche von besonderer Bedeutung, weil die Häufigkeit und Intensität der Fruktifikation eine Reaktion des Baumes auf die Witterung der Vorjahre wie auch auf anthropogene Umweltveränderungen darstellt. Früchte sind die Grundlage der natürlichen Verjüngung der Wälder. Zu ihrer Entwicklung werden in erheblichem Umfang Kohlenhydrate, Fette und Nährstoffe benötigt.



Die Erfassung der Fruktifikation ist deshalb eine wichtige Aufgabe im Rahmen einer Bewertung der Baumvitalität. Seit 1991 wird die Fruktifikationsintensität der Buche in Sachsen-Anhalt methodisch vergleichbar eingestuft.

Häufigkeit und Intensität der Fruchtbildung an der Buche

Nachdem im Vorjahr 87 % der Buchen in der Altersstufe über 60 Jahre Früchte ausgebildet hatten (davon 20 % gering, 53 % mittel und 14 % stark), wurde 2010 nur an 3 % der Buchen Fruchtbildung festgestellt (davon 2 % gering, 1 % mittel). Die Ergebnisse zeigen die Tendenz, dass die Buche derzeit in kürzeren Abständen und vielfach stärker fruktifiziert, als



Buche

es nach den früheren Angaben zu erwarten gewesen wäre. Dies steht in Zusammenhang mit einer Häufung warmer Jahre wie auch einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Die Literaturbefunde belegen dagegen für den Zeitraum von 1850 bis in die 1970er Jahre eine ausgeprägte Periodizität der Fruchtbildungen mit lediglich ein bis zwei guten bis sehr guten Masten im Jahrzehnt.

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

Stärkere Kronenverlichtungen und Trockenäste an freistehenden Buchen

Im Sommer 2009 wurde regional eine vorzeitige Laubverfärbung und verfrühter Blattfall bei der Rotbuche beobachtet. Besonders betroffen waren Randbuchen und frei stehende

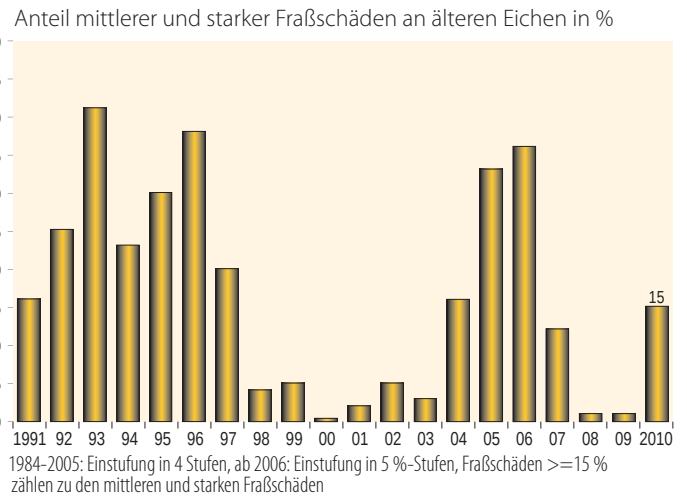
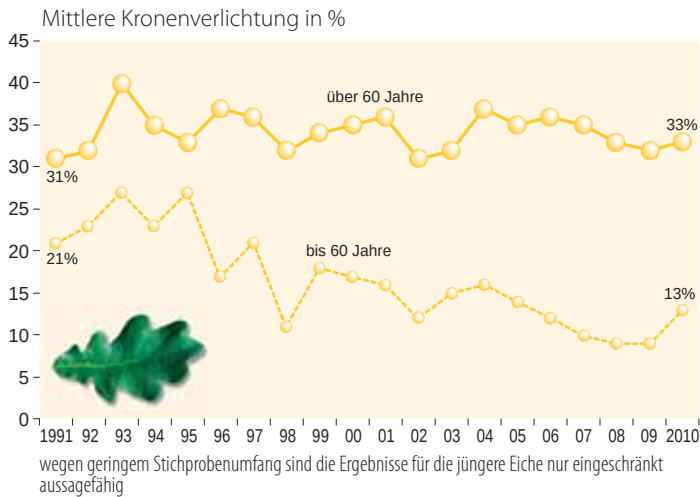
Bäume mit sehr starker Fruktifikation. Das Phänomen des vorzeitigen Blattfalles ist im Wesentlichen auf Trockenstress, Strahlungs- und Temperaturspitzen sowie durch einen erhöhten Wasserverbrauch aufgrund der starken Fruchtbildung zurückzuführen.

Im Herbst 2009 wurden in betroffenen Lagen von der NW-FVA zusätzlich Beobachtungsbäume ausgewählt und im Juni 2010 erneut in Augenschein genommen: Die im August 2009 stark mit Blattverfärbung und Blattfall zeichnenden Buchen haben 2010 wieder gut ausgetrieben. Teilweise waren im Juni 2010 in der Kronenperipherie aber trockene und abgestorbene Zweigspitzen zu erkennen.

Die Merkmale einer Vitalitätsschwäche der Buche sind vor allem in älteren und stark aufgelichteten Beständen zu erkennen. Auf diesen Flächen wird die Vitalitätsentwicklung der Buche in Zukunft intensiver untersucht.



Eiche



Ältere Eiche

Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Eiche ist gegenüber dem Vorjahr leicht angestiegen. Sie beträgt in diesem Jahr 33 %.

Zur Interpretation der Entwicklung des Kronenzustandes der Eiche kommt einer Beobachtung des Pilz- und Insektenbefalls auf dem für Sachsen-Anhalt repräsentativen Netz der Waldzustandserfassung (Erfassungszeitpunkt: Juli/August) besondere Bedeutung zu. Die periodisch auftretende Vermehrung von Schmetterlingsraupen der so genannten Eichenfraßgesellschaft trägt maßgeblich zu den Schwankungen der Belaubungsdichte der Eiche bei. Der Fraß an Knospen und Blättern durch die Eichenfraßgesellschaft wurde verstärkt in den Jahren 1991 bis 1997 beobachtet. Von 2004 bis 2007 folgte eine weitere Periode mit Fraßschäden. Im Jahr 2010 wurden ausgeprägte Fraßschäden zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung wieder häufiger festgestellt. Belaubungsdefizite durch mittlere oder starke Fraßschäden wurden an 15 % der älteren Eichen registriert.

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



Jüngere Eiche

Die Kronenentwicklung der Eichen in der Altersstufe bis 60 Jahre zeigt einen sehr viel günstigeren Verlauf als die Entwicklung der älteren Eichen. Mit einer diesjährigen mittleren Kronenverlichtung von 13 % wird der Vorjahreswert (9 %) überschritten. Auch bei der jüngeren Eiche zeigte sich in diesem Jahr eine Verschlechterung der Belaubungsdichte durch Fraß und Mehltaubefall.

Starke Schäden

Die Anteile starker Schäden liegen bei der Eiche höher als bei den anderen Baumarten. Im Durchschnitt der Zeitreihe sind bei der jüngeren Eiche 3 % und bei der älteren Eiche 8 % als stark

geschädigt eingestuft worden. Der Anteil starker Schäden variiert bei der Eiche stark, Phasen erhöhter Anteile treten bei der älteren Eiche vor allem im Anschluss an starken Insektenfraß auf. 1993 wurden 12 % starke Schäden registriert, 1996/1997 14 % bzw. 12 % und 2004 11 %. Derzeit sind 6 % der älteren Eichen als stark geschädigt eingestuft.

Absterberate

Die Absterberate der Eiche beträgt im Mittel der Erhebungsjahre 0,6 %. Überdurchschnittliche Absterberaten wurden jeweils im Anschluss an starken Insektenfraß ermittelt, am höchsten war die Absterberate 1997 (2,7 %). Ab 2004 traten wieder erhöhte Absterberaten auf. Im Jahr 2010 liegt die Absterberate mit 0,3 % unter dem langjährigen Mittel.

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 Laub- und Nadelbäume 17 %.

Zu den anderen Laubbäumen gehören u. a. Esche, Ahorn, Linde und Hainbuche. Am stärksten vertreten ist die Birke, gefolgt von der Erle.

Im Beobachtungszeitraum sind für diese Gruppe nur selten Schwankungen im Verlichtungsgrad aufgetreten, auch die Werte für die Altersgruppen weisen kaum Differenzen auf. Die Werte für die Altersgruppen weisen kaum Differenzen auf. Die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) beträgt in diesem Jahr 16 %, 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 1991-2010 bei 5 % und damit höher als der langjährige Durchschnitt für alle Baumarten (2,5 %). Im Jahr 2010 beträgt der Anteil starker Schäden 2 %.

Absterberate

Das Mittel der Absterberate für die anderen Laubbäume liegt mit 0,7 % 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 2010 beträgt die Absterberate 1 %.





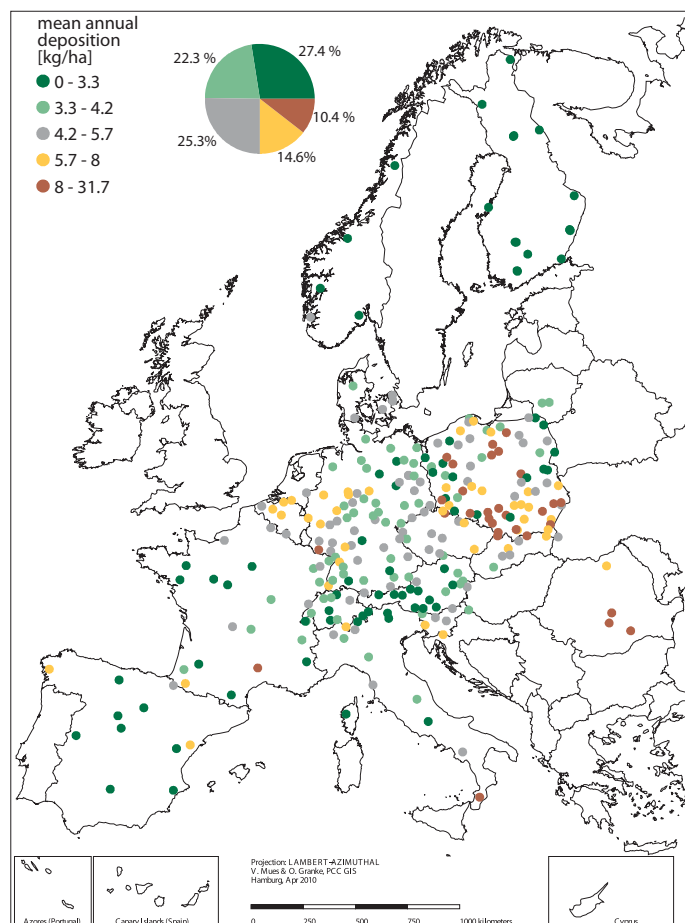
Further Development and Implementation of an EU-Level Forest Monitoring System (FutMon)

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

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

■ In Sachsen-Anhalt werden dazu Untersuchungen auf 19 Flächen durchgeführt.

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



Schwefeleinträge auf europäischen Intensiv-Messflächen (Freiland-Deposition)

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

■ In Sachsen-Anhalt werden zwei Intensiv-Messstationen (Klötze und Nedlitz) durch das FutMon-Projekt finanziell unterstützt.

Die Erhebungen sind innerhalb des Projektes in Teilprojekte untergliedert.

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

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

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

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

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

Einflussfaktoren auf den Waldzustand

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

Wesentliche Belastungsfaktoren für die Waldökosysteme sind:

Witterung und Klima

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

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

Stoffeinträge

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

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

Insekten und Pilze

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

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

- Witterung und Luftschadstoffe aber auch biotische Schadfaktoren wie Insekten oder Pilze gleichzeitig wirksam werden und Belastungsmuster je nach Standort unterschiedlich ausgeprägt sein können,
- diese Faktoren in komplexer Weise zusammenwirken und sowohl in mikroskopisch kleinen Bereichen (Zelle) wie auch in ganzen Ökosystemen (Wald) von Bedeutung sind,
- Einflüsse sich gegenseitig verstärken, gleichzeitig aber auch in zeitlicher Verschiebung (entkoppelt) auftreten können,
- langlebige Waldbäume durch ihre sehr lange Entwicklungszeit auf der Erde baumindividuelle wie auch populationsdynamische Anpassungsstrategien erkennen lassen.



Witterung und Klima

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

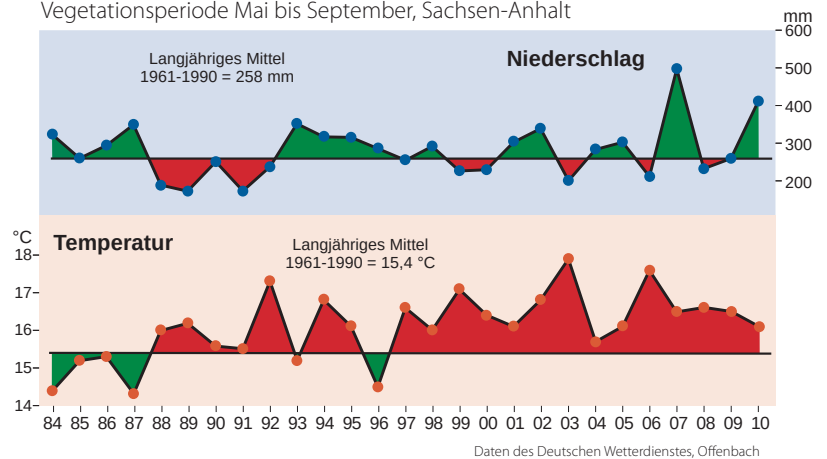
Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Die Messdaten belegen für den Zeitraum von 1988 bis 2010 eine Temperaturerhöhung, die in den meisten Jahren sowohl während der Vegetationszeit (Mai bis September) als auch während der Nicht-Vegetationszeit (Oktober bis April) beobachtet werden kann. Mit Abweichungen vom langjährigen Mittel zwischen $+2,0\text{ °C}$ und $+2,5\text{ °C}$ waren die Vegetationsperioden 1992, 2003 und 2006 und mit $+4,0\text{ °C}$ die Nicht-Vegetationszeit 2006/2007 die wärmsten.

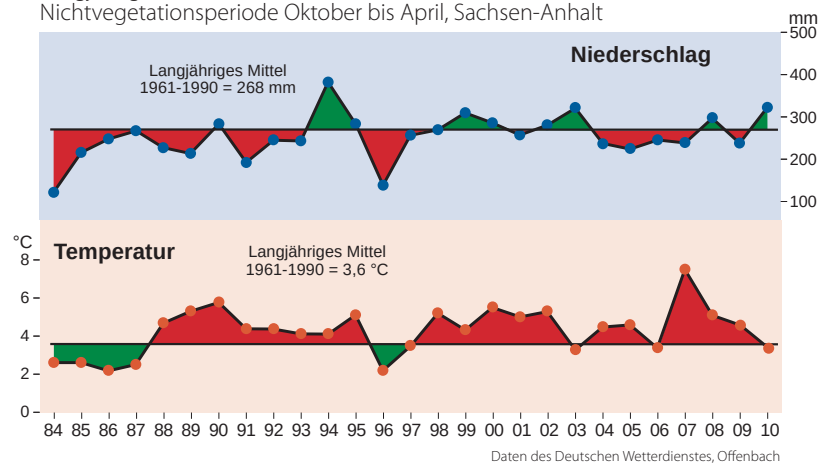
Warme Winter haben zur Folge, dass der Wasserbedarf der Bäume insgesamt steigt. Wenn aufgrund höherer Temperaturen die Winterruhe ausbleibt, transpirieren vor allem die immergrünen Nadelbäume auch im Winter, die Wasserspeicherung im Boden fällt dann geringer aus, die Wasserreserve für die Sommermonate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

Bei den im Zeitraum 1988-2010 gemessenen Niederschlagswerten bestehen zwischen den einzelnen Jahren z. T. starke Schwankungen. Die nach den meisten Klimaprognosen erwartete Verschiebung der Niederschläge mit erheblichen Rückgängen in den Som-

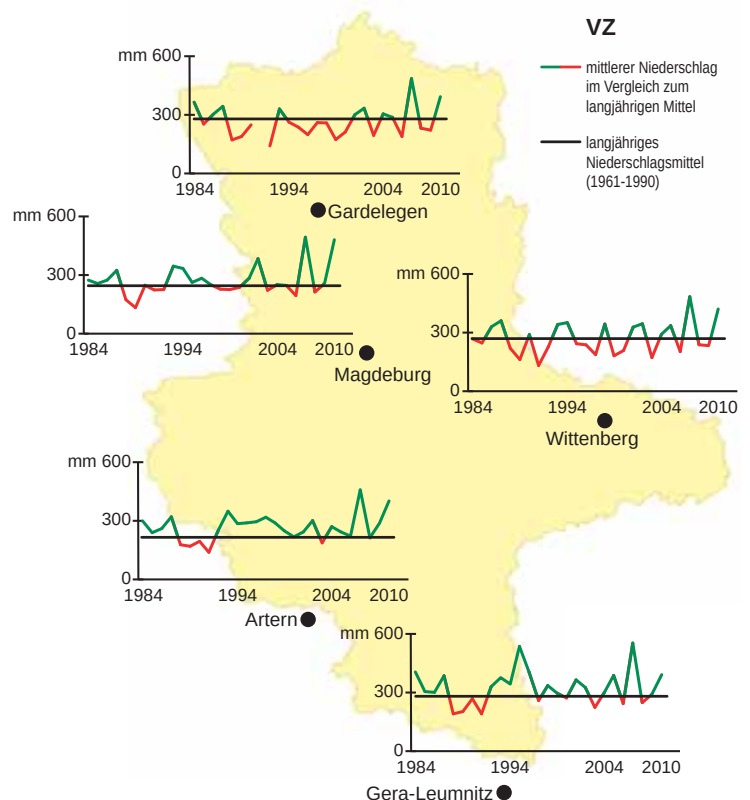
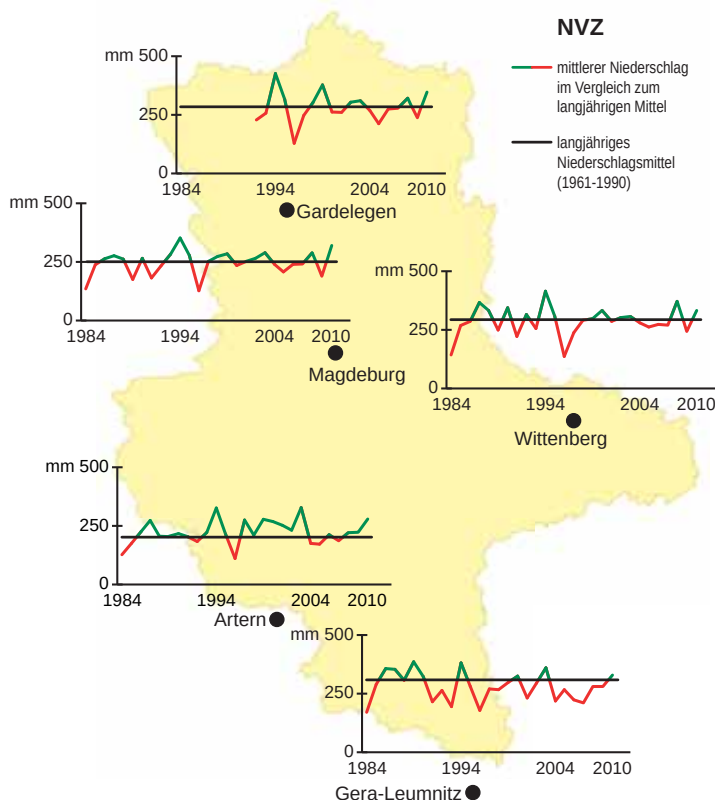
Langjährige Klimawerte (1984 - 2010)
Vegetationsperiode Mai bis September, Sachsen-Anhalt



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



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



Witterung und Klima

monatlichen und einem deutlichen Niederschlagsanstieg in den Wintermonaten ist für den Bereich der ausgewerteten Klimastationen bislang nicht zu erkennen. Besonders niederschlagsreich war die Vegetationsperiode 2007, in der die gemessenen Niederschlagswerte doppelt so hoch lagen, wie die Referenzwerte.

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

Witterungsverlauf in der Messperiode 2010

Die Temperatur in der Nicht-Vegetationszeit 2009/2010 lag nur knapp ($-0,1^{\circ}\text{C}$) unter dem langjährigen Mittel. Dabei waren die Monate Oktober und Dezember bis Januar überdurchschnittlich kalt, besonders kalt war im Januar ($-4,1^{\circ}\text{C}$). Die Monate November, März und April waren überdurchschnittlich warm, besonders warm war es im November ($+3,6^{\circ}\text{C}$).

Die Niederschlagsmengen erreichten insgesamt 123 % des langjährigen Mittelwertes der Jahre 1961-1990. Dabei wurden für die Monate Oktober (214 %) bis Dezember überdurchschnittliche Niederschläge gemessen, anschließend lagen die Niederschlagswerte bis April (32 %) unter den Referenzwerten.

Obwohl der Mai sehr kühl war ($1,9^{\circ}\text{C}$ unter dem Referenzwert) war der Sommer 2010 überdurchschnittlich warm. Im Juli wurden häufig Temperaturen über 30°C gemessen, im Mittel war es im Juli um 4°C wärmer als im Durchschnitt.

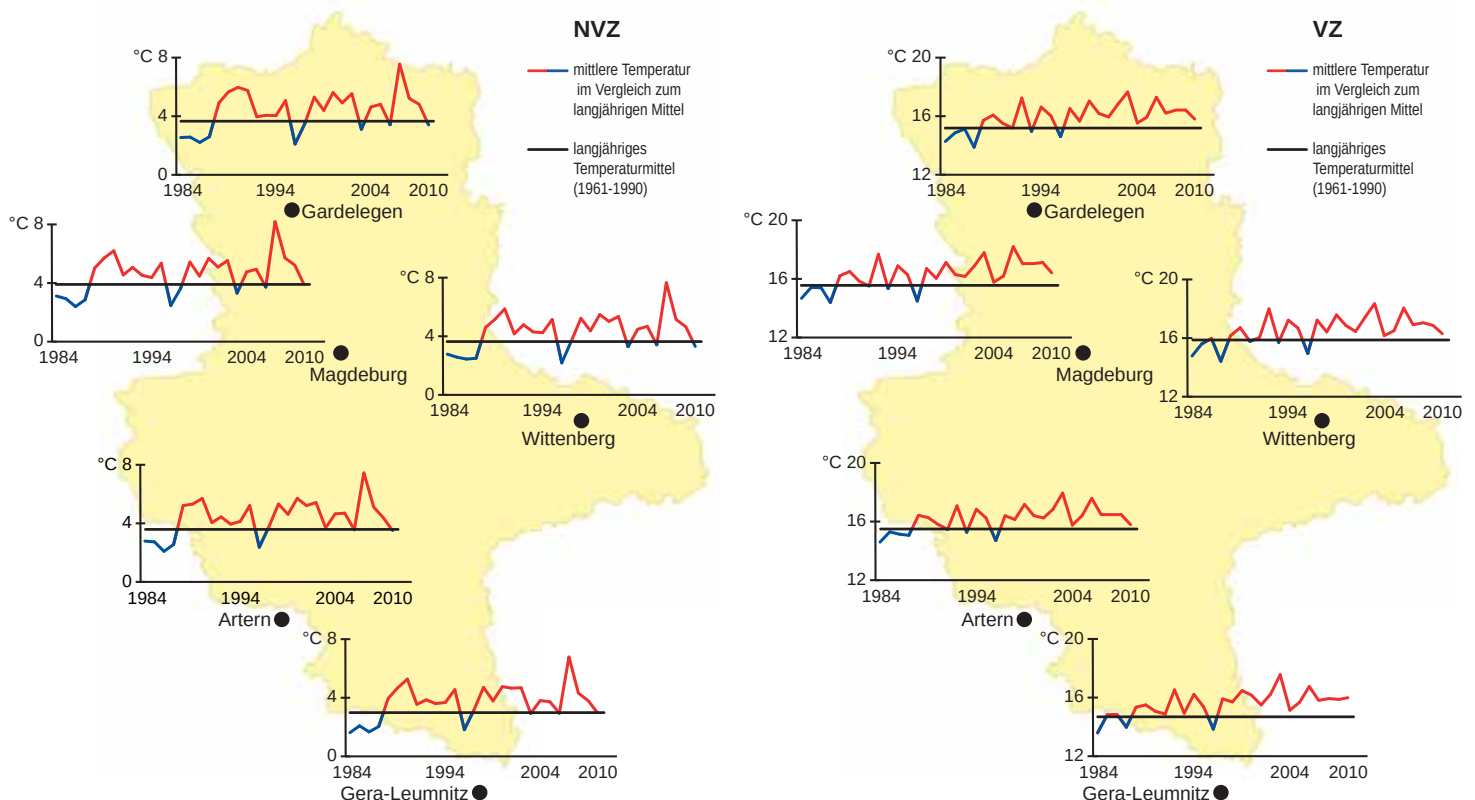
In der Vegetationszeit lag die Niederschlagsmenge deutlich



über dem langjährigen Mittel, nur der Juni war niederschlagsarm (23 %). Auch in diesem Jahr waren die Niederschläge nicht gleichmäßig verteilt, zum Beispiel wurden im Juli in Gardelegen lediglich 23 % der durchschnittlichen Niederschläge erreicht, an der Station Artern dagegen 228 %.

Insgesamt haben überdurchschnittliche Niederschläge und die leicht erhöhte Temperatur in der Vegetationszeit eine günstige Wasserhaushaltssituation geschaffen. Es waren allerdings einige Extreme zu beobachten: Im Winter war es z. T. sehr kalt mit einer langen Schneephase. Im Juli war es einige Wochen sehr heiß mit Starkregenerereignissen.

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



Witterung und Klima

Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder Sachsen-Anhalts

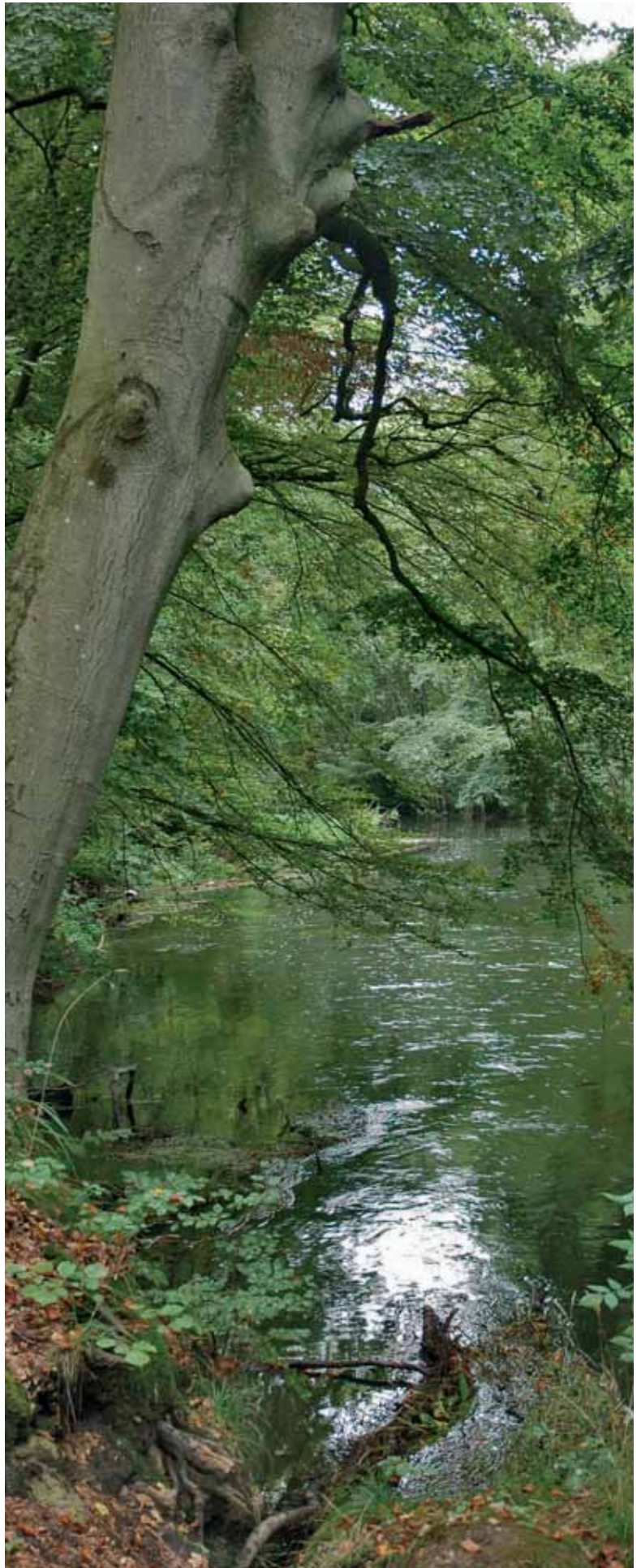
Für die Wälder Sachsen-Anhalts stellt sich im Zusammenhang mit dem zu erwartenden Klimawandel die Frage, in welchem Maße und wie schnell sich die Waldökosysteme an veränderte Umweltbedingungen anpassen müssen. Durch die klimatische und standörtliche Verschiedenartigkeit der Landschaftsräume in Sachsen-Anhalt werden sich Klimaänderungen regional unterschiedlich auswirken. Beispielsweise ist in weiten Bereichen der Altmark und des Fläming schon derzeit die Wasserverfügbarkeit ein begrenzender Faktor für die Vitalität und das Wachstum der Wälder. Hier wird der Klimawandel vermutlich zu einer Verschärfung von Trockenperioden führen. In den Hochlagen des Harzes dürfte auch in Zukunft genügend Wasser vorhanden sein, um den Bedarf der Wälder zu decken. Erhöhte Temperaturen und eine Verlängerung der Vegetationsperiode könnten hier sogar zu Wachstumssteigerungen führen.

Studie zu Klimaauswirkungen

Vom Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt wurde die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt beauftragt, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder Sachsen-Anhalts und mögliche Anpassungsstrategien der Forstwirtschaft näher zu untersuchen. Ziel der Studie war die Abschätzung möglicher Risiken durch den Klimawandel für die Wälder Sachsen-Anhalts sowie die Analyse verschiedener Maßnahmen zur Anpassung der Forstwirtschaft an den Klimawandel.

Modellberechnungen

Anhand von ausgewählten Wäldern Sachsen-Anhalts wurde eine Abschätzung der aktuellen und zukünftigen Wasserverfügbarkeit vorgenommen. Diese basiert auf einem Vergleich der Perioden 1961-90 zur Charakterisierung des aktuellen Klimas und 2021-2050 für die zukünftige Entwicklung des Klimas. Die Abschätzung der Klimaentwicklung basiert auf dem vom Weltklimarat (IPCC) herausgegebenen Szenario A1B, welches eine moderate Entwicklung der Treibhausgasemissionen unterstellt. Die auf diesem Szenario basierenden Projektionen der Klimaentwicklung wurden mit dem Regionalmodell WettReg auf die spezifischen regionalen Bedingungen Sachsen-Anhalts skaliert. Dabei wurde die Unsicherheit der Klimaprojektionen berücksichtigt, indem von den verschiedenen Modellläufen des WettReg-Modells jeweils diejenigen mit der trockensten und feuchtesten Ausprägung ausgewählt wurden (A1B feucht und A1B trocken). Die Abschätzung der Wasserverfügbarkeit wurde mit dem hydrologischen Modell LWF-Brook90 vorgenommen. Die dafür notwendigen Modellgrößen für den Aufbau der Waldbestände wurden mit dem Waldwachstumsmodell WaldPlaner berechnet.



Witterung und Klima

Wasserverfügbarkeit

Die klimatische Wasserbilanz gibt die Differenz zwischen der Niederschlagsmenge und der potenziellen Verdunstung (= maximal mögliche Verdunstung bei ständig ausreichender Wasserversorgung) an. Die klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode als ein Maß für die potentielle Wasserversorgung eines Standortes erreicht in Sachsen-Anhalt Werte von deutlichem Wasserüberschuss in den oberen Harzlagen bis zum ebenso deutlichen Defizit (negative Bilanz) in den größten Teilen des Tieflands. Ein Defizit kann über den Bodenwasserspeicher teilweise oder vollständig ausgeglichen werden, sofern dieser zu Beginn der Vegetationsperiode aufgefüllt ist. Ansonsten müssen die Waldbestände die Verdunstung durch Schließung ihrer Spaltöffnungen einschränken, was aber gleichzeitig zu einer Einschränkung des Wachstums führt, da über die Spaltöffnungen kein Kohlendioxid mehr aufgenommen werden kann. Berechnungen für Sachsen-Anhalt zeigen, dass auch unter Berücksichtigung des Bodenwasserspeichers aktuell in vielen Regionen ein Wasserdefizit auftreten kann.

Zukünftig wird sich diese Situation nicht entschärfen. Unter Annahme des Szenarios A1B erhöht sich das Defizit in weiten Teilen Sachsen-Anhalts, nur im Harz ist weiterhin mit positiven Bilanzen zu rechnen. Grund ist einerseits die Erhöhung der potentiellen Verdunstung durch steigende Temperaturen, aber auch der Rückgang der Niederschläge in der Vegetationsperiode.

Die Wasserhaushaltssimulationen an ausgewählten Wäldern aus dem Boden-Dauerbeobachtungsprogramm Sachsen-Anhalt bestätigen die Annahme einer eingeschränkten Wasserverfügbarkeit. An einigen Standorten wurde während der Referenzperiode 1961-90 an durchschnittlich bis zu 230 Tagen im Jahr die kritische Grenze von 40 % des nutzbaren Bodenwassers (= nutzbare Feldkapazität) unterschritten. Unterhalb dieser kritischen Grenzen ist mit einer Einschränkung des Waldwachstums zu rechnen. Im Mittel wurde während der Referenzperiode an den untersuchten Standorten an 113 Tagen im Jahr die kritische Grenze der Bodenwasserverfügbarkeit unterschritten. Nur an einem Standort am Brocken trat überhaupt kein Trockenstress auf. Bei gleicher Niederschlagsmenge traten in einem Fichtenbestand mehr Trockentage als in einem Buchenbestand auf (Standorte Schierke (Fichte) und Hasselfelde (Buche)).

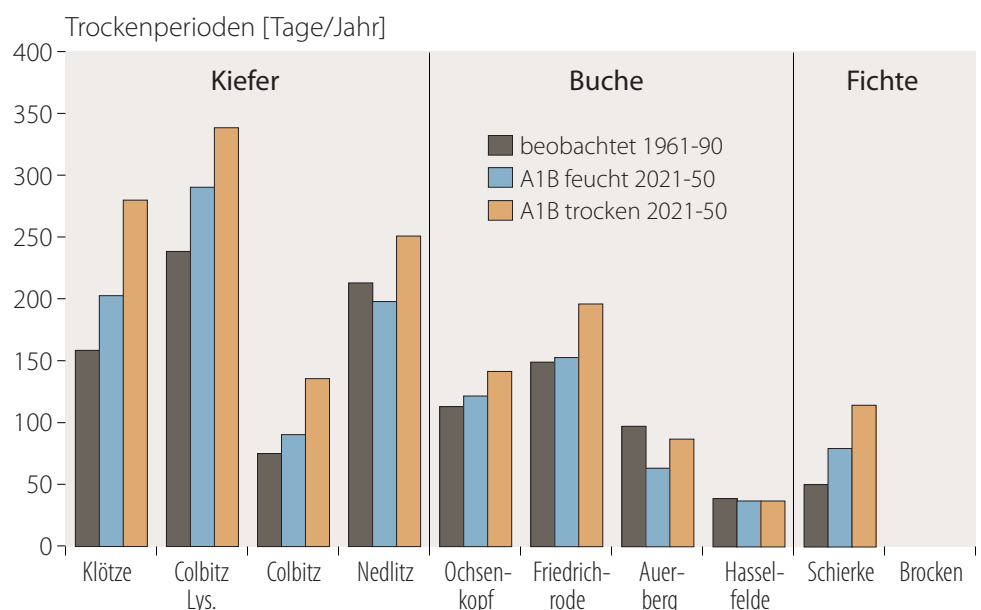
Für die Zukunft ist mit einer Zunahme von Trockentagen zu rechnen. Nach den Modellergebnissen wird im Mittel der Periode 2021-50 an den untersuchten Standorten an 123 bis 158 Tagen im Jahr die kritische Trockengrenze unterschritten. Im Extremfall können sogar an 280 bis 330 Tagen im Jahr kritische Werte der Bodenwasserverfügbarkeit auftreten. Nur für den Waldbestand am Brocken ist auch in Zukunft von keinem Risiko auszugehen.

Wasserspende

Die Aufteilung des Niederschlags in die Wasserhaushaltskomponenten Verdunstung und Abfluss ist an den untersuchten Waldstandorten sehr unterschiedlich. Während im Harz große Teile des Niederschlags versickern und zum Abfluss kommen, wird an den Tieflandstandorten der Niederschlag vorwiegend für die Verdunstung verbraucht. An einigen Standorten (z.B. Colbitz und Friedrichrode) fand während der Referenzperiode 1961-90 nahezu keine Grundwasserneubildung statt. In Zukunft wird sich diese Situation vermutlich verschärfen. Für die Periode 2021-50 ist durch erhöhte Verdunstungsraten auch für Standorte, an denen derzeit (1961-90) noch positive Sickerraten auftreten, eine weitgehende Reduktion der Grundwasserneubildung zu erwarten. Dies ist insbesondere dort problematisch, wo Grundwasser für die Trinkwasserproduktion oder andere Zwecke entnommen wird (z. B. Colbitz-Letzlinger Heide oder Fläming).

Anpassungsstrategien

Für die Forstwirtschaft ergibt sich durch die Auswirkungen des zu erwartenden Klimawandels die Notwendigkeit zu Anpassungsmaßnahmen. Dort, wo zukünftig mit einer eingeschränkten Bodenwasserverfügbarkeit zu rechnen ist, muss versucht werden, die Verdunstung des Waldes mit waldbaulichen Mitteln zu reduzieren. Dazu zählt eine ausgewogene Bestandesdichte, aber auch die Einbringung von Baumarten mit geringem Wasserbedarf. Eine Minderung des Trockenstressrisikos ist auch im Hinblick auf eine möglichst hohe Vitalität zur Abwehr von Schadorganismen anzustreben. Aufgrund von höheren Temperaturen und einer verlängerten Vegetationsperiode ist mit verbesserten Lebensbedingungen für verschiedene Schaderreger (z.B. Buchdrucker, Kiefernprachtkäfer) zu rechnen. Ein sukzessiver Waldumbau von Rein- zu Mischbeständen empfiehlt sich in Hinblick auf die Streuung von biotischen und abiotischen Risiken wie Schädlingsbefall, Sturmwurf und Trockenheit.



Mittlere Anzahl von Tagen mit Unterschreitung eines kritischen Bodenwassergehalts von 40 % der nutzbaren Feldkapazität in Waldbeständen Sachsen-Anhalts in den Perioden 1961-90 (beobachtet 1961-90) und 2021-50 (A1B feucht 2021-50, A1B trocken 2021-50).

Insekten und Pilze

Eiche

Eichenfraßgesellschaft

Im Rahmen der Beobachtungen zur Eiche wurden neben den spätsommerlichen Bonituren der Waldzustandserhebung auf ausgewählten Flächen bereits Anfang Juni 2010 Fraßbonituren zur Eichenfraßgesellschaft durchgeführt. Die Frühjahrsuntersuchungen ergaben, dass Blattfraß im Vergleich zum Vorjahr in stärkerem Umfang stattfand. In Sachsen-Anhalt wurden Fraßschäden vor allem in den nördlichen Landesteilen beobachtet.

Eichenprozessionsspinner

Der Eichenprozessionsspinner hat eine sehr lange Fraßphase (Ende April bis Mitte Juli) und schädigt daher auch den Regegenerations- und den Johannistrieb der Eichen. Im Raum Seehausen/Tangermünde wurden Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt.

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



Kiefer

Diplodia-Triebsterben

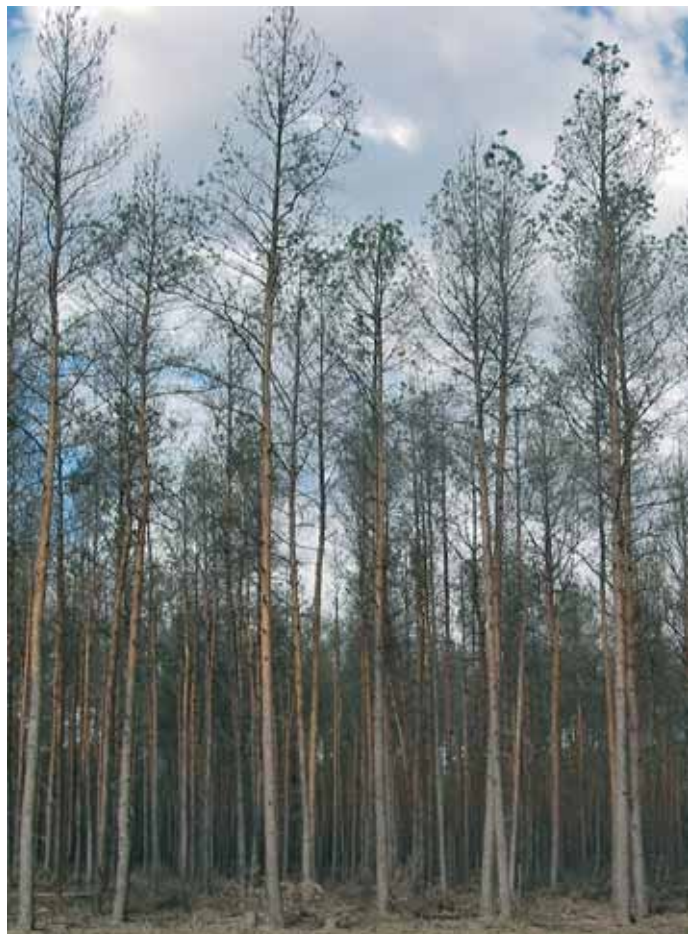
Seit einigen Jahren tritt das Diplodia-Triebsterben verstärkt in Kiefernbeständen auf. Die Erkrankung wurde auch bereits an Douglasie und anderen Nadelbäumen nachgewiesen. Die Erkrankung wird durch einen Wärme liebenden Schlauchpilz hervorgerufen. Wahrscheinlich tragen Klimaveränderungen, Witterungsstress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

Kiefernbuschhornblattwespe

Infolge des 2009 aufgetretenen großräumigen Fraßes der Kiefernbuschhornblattwespe im nördlichen Sachsen-Anhalt, verbunden mit verbreiteter Beteiligung des Diplodia-Triebsterbens, ist es lokal zu flächigem Absterben von Kiefernbeständen gekommen.

Eschentriebsterben

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



Stoffeinträge

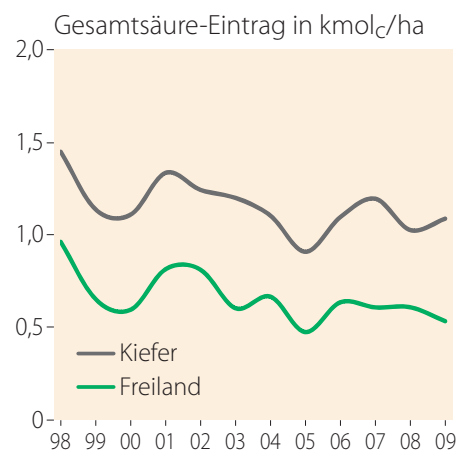
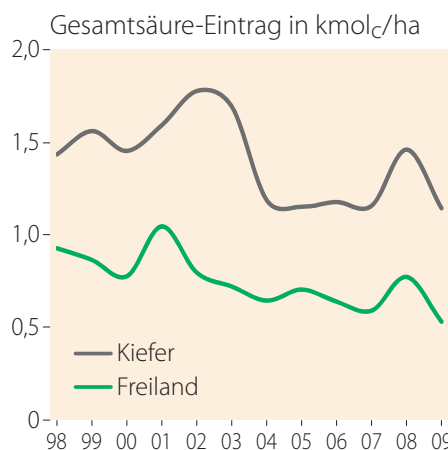
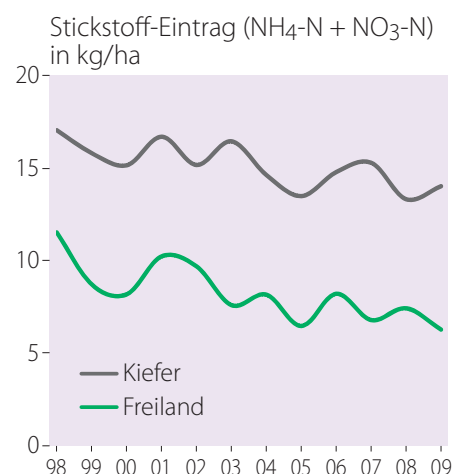
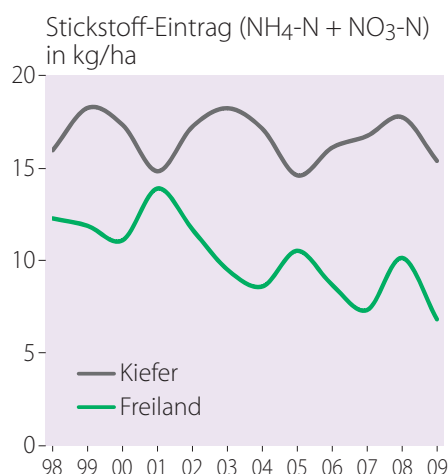
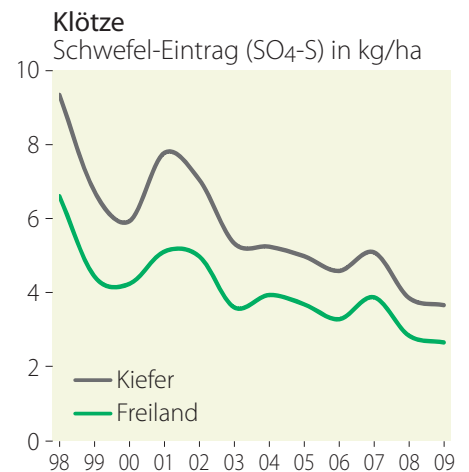
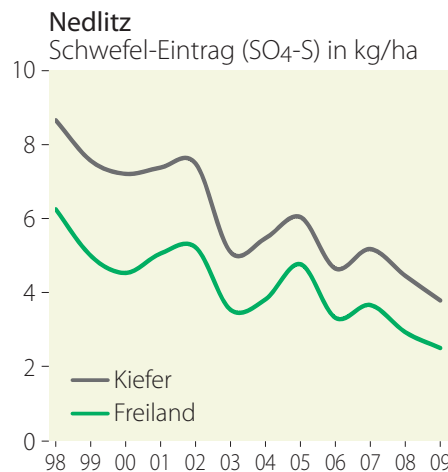
Die anthropogen verursachten Stoffeinträge von Sulfatschwefel und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) liegen in Wäldern deutlich über denen anderer Landnutzungsformen, da Wälder durch die auskämmende Wirkung ihrer großen Kronenoberflächen zusätzlich zu den Stoffeinträgen mit dem Niederschlag durch Stoffeinträge aus trockener Deposition (Gase und Partikel) belastet werden. Je höher die Gas- und Partikelkonzentration der entsprechenden Schadstoffe in der Luft und je größer die Kronenoberfläche ist, desto größer ist die zusätzliche Belastung der Waldökosysteme. In Sachsen-Anhalt werden seit 1998 die Stoffeinträge mit der Kronentraufe in zwei Kiefernbeständen in Klötze und Nedlitz im Rahmen des europäischen Forstlichen Umweltmonitorings erfasst.

Die positiven Folgen umfassender Maßnahmen zur Luftreinhaltung und die damit verbundene Entlastung der Wälder lassen sich besonders gut am Beispiel von Nadelholzbeständen aufzeigen, die auf Grund ihrer ganzjährigen Benadelung und der damit verbundenen hohen trockenen Deposition besonders hohe Schwefeleinträge aufwiesen.

Nach Untersuchungen von Simon et al. (1991) betrug der Sulfatschwefeleintrag im Mittel der Jahre 1986 - 1988 bei Colbitz im Freiland 30 kg/(ha*Jahr) und mit der Kronentraufe unter Kiefer 66 kg/(ha*Jahr). 2009 betrug der Schwefeleintrag mit der Kronentraufe unter Kiefer 3,8 kg/ha (Nedlitz) bzw. 3,7 kg/ha (Klötze) und ist gegenüber den niedrigen Werten des Vorjahres nochmals leicht gesunken.

Stickstoff, ein Hauptnährstoff der Pflanzen, wird sowohl in oxidierter Form als Nitrat (Quellen: Kfz-Verkehr, Verbrennungsprozesse) als auch in reduzierter Form als Ammonium (landwirtschaftliche Quellen) in das Ökosystem eingetragen. Im Freilandniederschlag in Klötze und Nedlitz sowie in der Kronentraufe unter Kiefer in Klötze nahm der Nitrat- und der Ammoniumeintrag signifikant ab. Auf der Kiefernfläche Nedlitz ist der Stickstoffeintrag durch starke jährliche Schwankungen mit einer tendenziellen Abnahme gekennzeichnet.

Der anorganische Stickstoffeintrag mit der Kronentraufe betrug 2009 zwischen 15,4 kg/ha in Nedlitz und 14,0 kg/ha in Klötze, im Freiland lag er zwischen 6,8 kg/ha (Nedlitz) und 6,3 kg/ha (Klötze). Der Anteil des Ammoniumstickstoffs am anorganischen Stickstoffeintrag beträgt zwischen 50 % (Klötze Freiland) und 58 % (Nedlitz Kiefer).



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

2009 betrug der Gesamtsäureeintrag im Freiland in Nedlitz und Klötze jeweils 0,53 kmol_c/ha, unter Kiefer betrug er in Nedlitz 1,15 kmol_c/ha und in Klötze 1,09 kmol_c/ha. Trotz einer signifikanten Abnahme des Gesamtsäureeintrags im Freiland und unter Kiefer wird das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte nach wie vor überschritten.

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

Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Weite Teile Sachsen-Anhalts waren nacheiszeitlich, bevor stärkere Besiedelung einsetzte, von Wald aus überwiegend Eichen und Buchen bedeckt. Im mitteldeutschen Raum erfolgten die ersten Besiedlungen in der Bronzezeit vor 5000 Jahren entlang der Flüsse und im Steppenwald des mitteldeutschen Trockengebietes. Vor allem Wälder in Lößgebieten aber auch Auenwälder wurden gerodet. Nach der Völkerwanderung setzten dann größere Waldrodungen ein, die erst im 13. Jahrhundert zum Abschluss kamen. Daraus hat sich die heutige Wald-Feldverteilung entwickelt. Ackerbau und Viehzucht drängten den Wald auf die unwirtlichen, schlecht zu bearbeitenden und nährstoffärmeren Standorte zurück. Der Nutzungsdruck auf den Wald war durch Waldweide, Schweinemast, Köhlerei, Bergbau, Holzlieferung für Bau- und Brennzwecke, Harz, Rinde für die Gerberei und Jagd hoch.

Wiederaufforstungen wüßt gefallener Gebiete, die Einführung regelmäßiger Forstwirtschaft und die Überführung in Hochwald führten ab der Mitte des 18. Jahrhunderts zur Stabilisierung der devastierten Wälder. Der Waldflächenanteil stieg auf über 20 % an. In jüngerer Zeit nahm der Waldanteil durch zahlreiche Aufforstungen und Flächenstilllegungen auf knapp 24 % zu.

Als Folge zwischeneiszeitlicher Verwitterungsprozesse und starker Übernutzung in vorindustrieller Zeit sind die Waldböden häufig versauert. Dies trifft vor allem für die Oberböden zu. Mit der Industrialisierung und der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung in Mitteleuropa und der in der jüngsten Vergangenheit und Gegenwart zusätzlichen hohen luftbürtigen Säure- und Stickstoffbelastung, ist die Versauerung auch in die Unterböden vorgedrungen. Dieser Prozess wurde regional noch verstärkt durch die früher weit verbreitete Entnahme von Waldstreu, die Plaggennutzung und die Waldweide für die Versorgung der Bevölkerung mit landwirtschaftlichen Produkten. Der damit einhergehende Biomasseexport führte zu weiterer Nährstoffverarmung der Waldböden.

Bis zur Wende wurden regional im Bereich größerer Industriekomplexe und der Kohlekraftwerke zusätzlich basische Stäube und Schwefel sowie Schwermetalle in die Waldböden eingetragen. Zusätzlich sind für viele Waldstandorte die heutigen Stickstoffeinträge zu hoch, es kommt zur Eutrophierung und zu Nitratausträgen mit dem Sickerwasser in das Grundwasser.

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

In der Zeit von 2006 bis 2008 fand in den Wäldern Sachsen-Anhalts die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II) statt. Sie folgt der ersten Waldbodenzustandserhebung (BZE I), die in Sachsen-Anhalt in den Jahren 1992 bis 1994 durchgeführt wurde. Damit Veränderungen ermittelt werden

können, sollten grundsätzlich die gleichen Erhebungsprinzipien (hier insbesondere Erhebungsraster, Stichprobenkonzept und Methoden) angewendet werden. Bei der konzeptionellen Ausgestaltung der BZE II wurden daher möglichst viele methodische Vorgaben aus der BZE I übernommen. Dennoch mussten Anpassungen an heutige Erfordernisse umgesetzt werden. Neben der Anpassung des Erhebungsrasters an die aktuelle Waldfläche und einer Beprobung nach Tiefenstufen statt Horizonten sind z. B. Analyseverfahren modifiziert worden, um eine Vergleichbarkeit auf heutigem Standard sicherzustellen.

Ziele

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

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

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

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

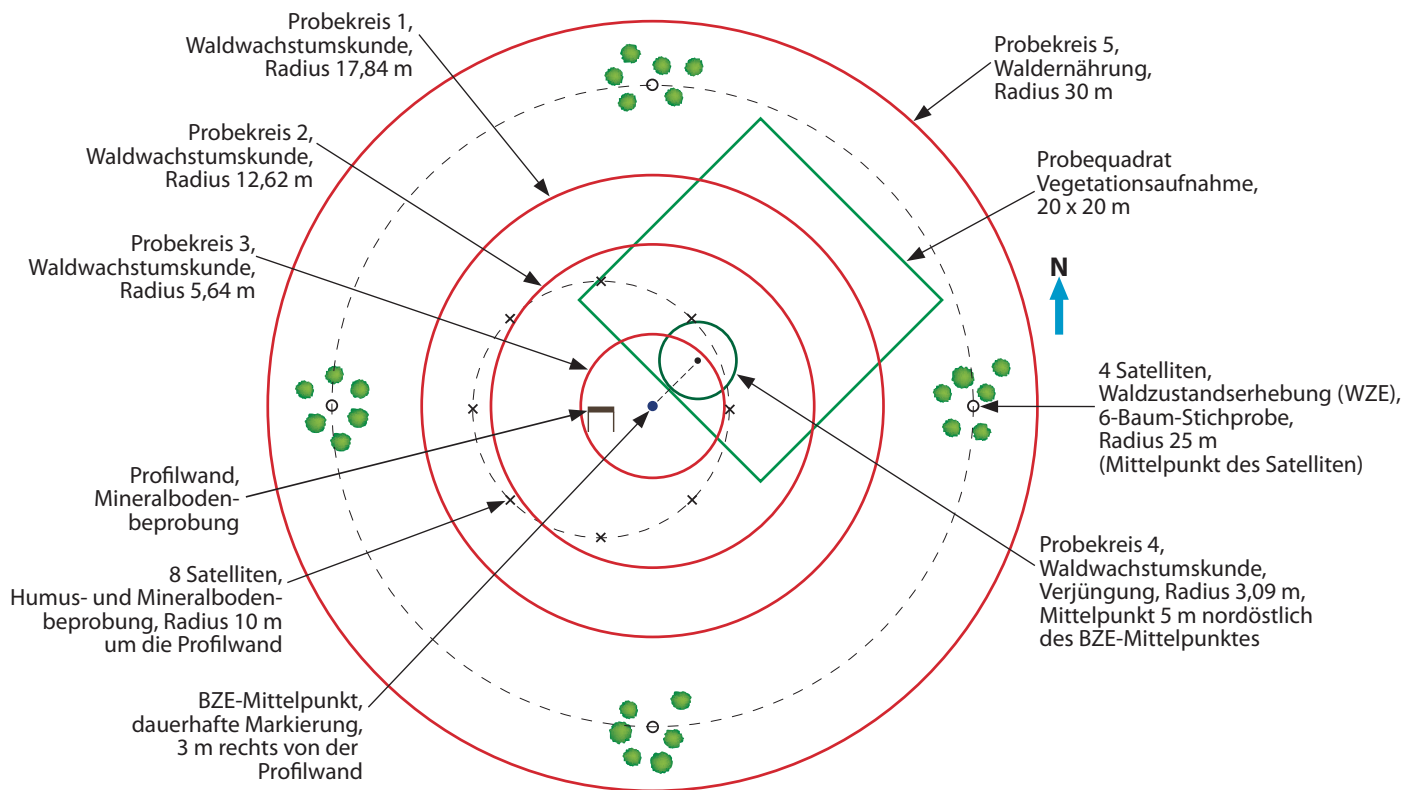
Innerhalb der vorgenannten Themen soll mit der BZE II

- ein zentrales Inventar der relevanten Bodeneigenschaften erstellt werden;
- ein Beitrag zum besseren Verständnis ökosystemarer Zusammenhänge geleistet werden, insbesondere zu den Fragen: Wie wirken verschiedene Bodeneigenschaften auf Waldernährung, Waldwachstum, Kronenzustand und Si-

Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Untersuchungsdesign eines BZE II-Plots

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



ckerwasserqualität? Welche Ursachen sind für die Eigenschaften von Waldböden verantwortlich?

- und Intensiv-Messflächen aus dem Level II- Programm sowie anderen Fallstudien die Übertragung in die Fläche mit Hilfe von Schlüsselparametern gestützt werden.

Merkmalsgruppen

Bei der BZE II wurden Daten zu folgenden Merkmalen erfasst:

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



Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Erste Ergebnisse zur Veränderung des chemischen Bodenzustandes

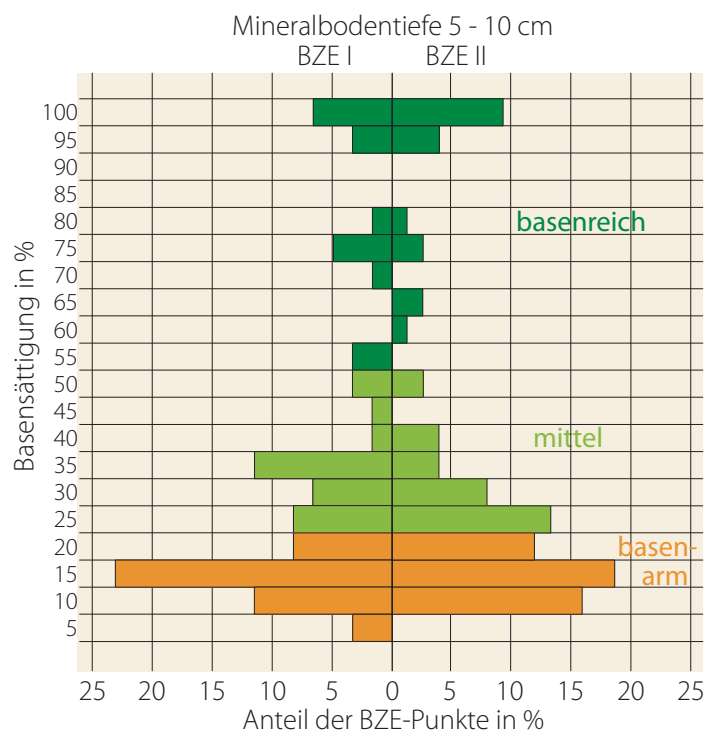
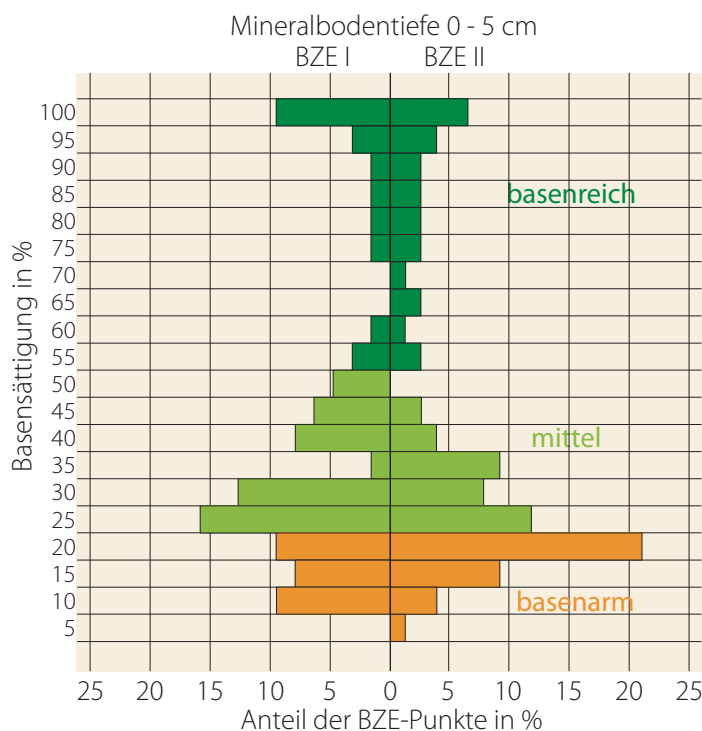
Eine wichtige Aufgabe der BZE II ist es, die Veränderungen des chemischen Bodenzustandes seit der BZE I (1992 - 1994) zu dokumentieren und zu analysieren. Die folgenden Fragen stehen im Vordergrund: Wie sauer sind die Waldböden in Sachsen-Anhalt, wie entwickelten sich die Waldböden in den letzten 15 Jahren, was bewirkten die zwar verringerten, aber immer noch anhaltenden Säureeinträge und die früher eingetragenen basischen Stäube? Die im Folgenden dargelegten ersten Ergebnisse zur BZE II konzentrieren sich auf die Befunde zur Veränderung der Basensättigung der Waldböden in Sachsen-Anhalt.

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

Die Ergebnisse belegen für die oberste Schicht des Mineralbodens in Sachsen-Anhalt eine fortschreitende Versauerung: Lagen in der Bodenschicht 0-5 cm 1992/1994 (BZE I) 27 % aller BZE-Plots in der Bewertungstufe „basenarm“, so befinden sich zum Zeitpunkt der BZE II 36 % der Plots in dieser Kategorie, der Anteil hat sich also erhöht. Der Anteil der Plots mit einer mittleren Basensättigung hat sich dagegen von 49 %



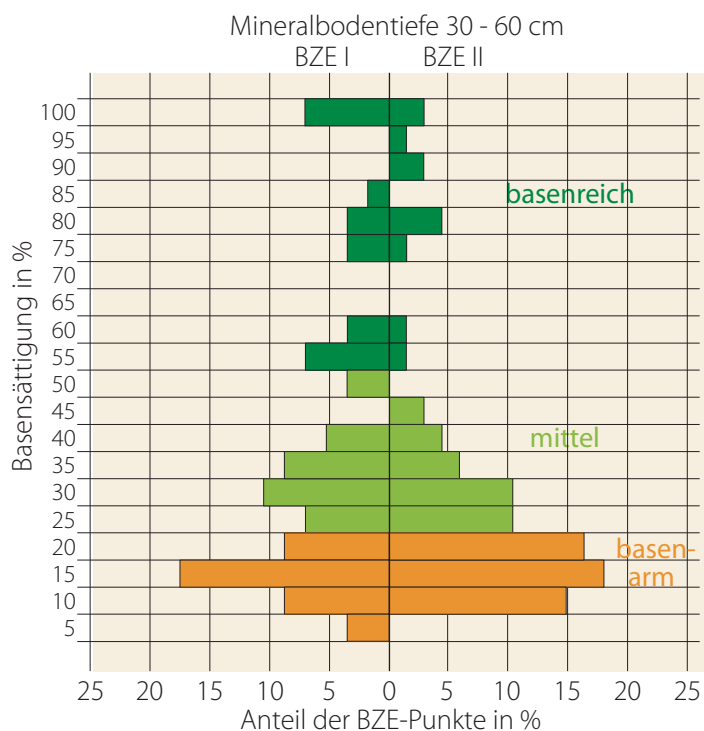
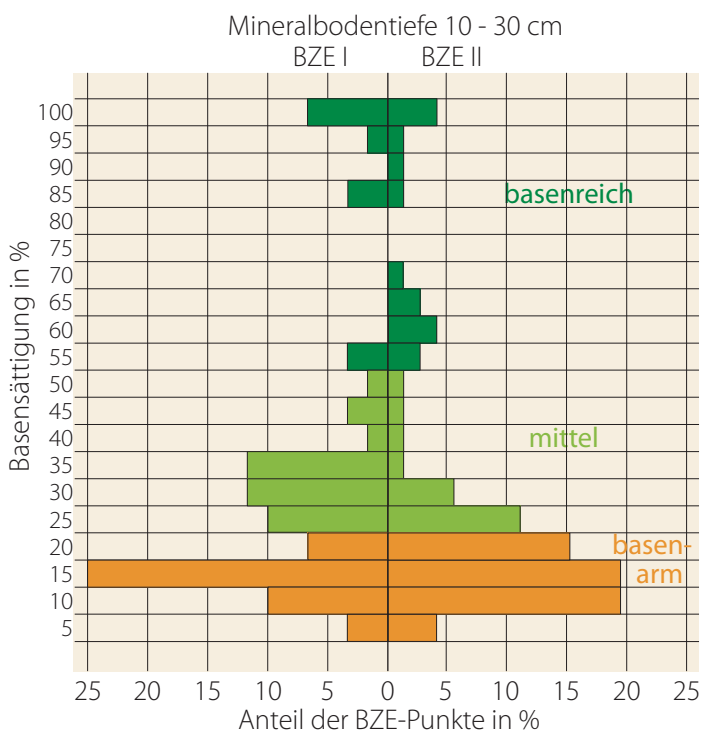
Vergleich BZE I und BZE II: Basensättigung in 5 %-Stufen - Verteilung der BZE-Punkte



Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

bei der BZE I auf nunmehr 35 % bei der BZE II deutlich verringert, der Anteil der „basenreichen“ Plots hat sich erhöht. In der nächsten Bodenschicht in 5-10 cm zeigt sich keine Veränderung zwischen den beiden Erhebungen der BZE. In 10-30 cm Bodentiefe hat sich der Anteil von Plots in der Bewertungsstufe „basenarm“ von 45 % bei der BZE I um 13 %-Punkte auf 58 % bei der BZE II erhöht, um 18 % Punkte haben die Plots in der mittleren Basensättigungsstufe abgenommen, von 40 % bei der BZE I auf 22 % bei der BZE II. Der Anteil der Plots in der „basenreichen“ Bewertungsstufe erhöhte sich von 15 % auf 20 %. Auch in der Tiefenstufe 30-60 cm gab es Verschiebungen, die Plots in den Bewertungsstufen „basenreich“ und „mittlere Basensättigung“ haben abgenommen, die mit geringer Basensättigung um 10 % Punkte deutlich zugenommen. Insgesamt ist knapp die Hälfte der BZE-Plots in dieser Tiefenstufe als „basenarm“ einzustufen.

Die Zunahme von Plots in der Bewertungsstufe „basenarm“ in den Tiefenstufen 0-5, 10-30 und 30-60 cm ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Versauerung in den Waldböden Sachsen-Anhalts in den letzten 15 Jahren messbar vorangeschritten und teilweise kritische Zustände erreicht hat. Aus bodenchemischer Sicht ist es für bestimmte Standorte ratsam, durch Kalkungsmaßnahmen der fortschreitenden Versauerung entgegenzuwirken.



Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Erste Ergebnisse zur Waldernährung

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

Die im Rahmen der BZE II durchgeführten Analysen von Nadeln und Blättern liefern einen Überblick über die Ernährungssituation der Hauptbaumarten in Sachsen-Anhalt. An 70 Inventurpunkten der BZE II wurden Nadeln und Blätter aus der Oberkrone von drei Probestäumen je Baumart als Mischprobe chemisch analysiert. Die Beprobung der Laubbäume fand im August 2007 statt, die Nadelbäume wurden im November/Dezember 2007 beprobt.

Nachfolgend werden für die Baumarten Kiefer und Buche erste Ergebnisse zur Stickstoff- und Magnesiumernährung vorgestellt. Bei der Kiefer wurden die Elementgehalte (mg/g Trockensubstanz) des jüngsten Nadeljahrgangs verwendet, weil dieser die aktuelle Versorgungslage am besten repräsentiert, bei der Buche die voll ausgereiften Blätter. Der Ernährungszustand wurde anhand der fünf-stufigen Klassifizierung (Arbeitskreis Standortkartierung, 2003) bewertet.

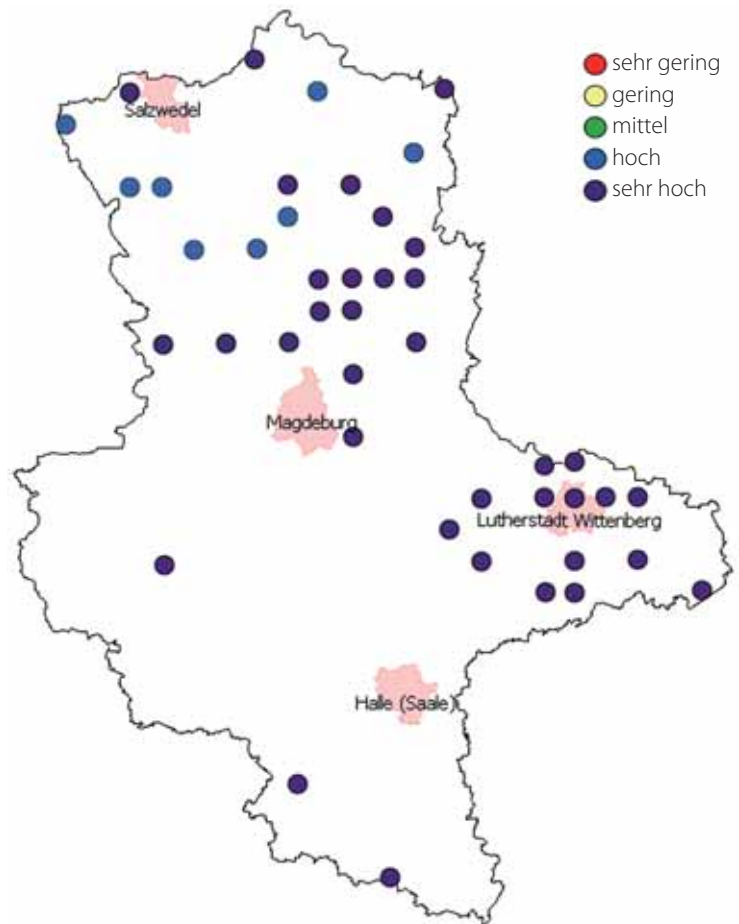
Stickstoff ist ein essenzieller Nährstoff für das Wachstum von Pflanzen, da er insbesondere zum Aufbau von Proteinen und Nukleinsäuren benötigt wird. In der Vergangenheit hat Stickstoffmangel das Wachstum von Waldbeständen häufig begrenzt. Aufgrund atmosphärischer N-Einträge hat sich dieses Bild in den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

Die anhaltend hohen N-Einträge in den Wald spiegeln sich in der N-Versorgung von Kiefer und Buche an den BZE II-Punkten wider. Bei der Kiefer befinden sich 100 % im Bereich hoher und sehr hoher N-Versorgung. Bei der Buche zeigt sich etwas abgeschwächt ein ähnliches Bild: bei neun der elf Buchen-Inventurpunkte war die N-Versorgung hoch bis sehr hoch, an einem Buchenpunkt zeigte sich eine geringe N-Versorgung. Die überwiegend hohen bis sehr hohen N-Gehalte in den Kiefernadeln und Buchenblättern machen deutlich, dass die Stickstoff-Einträge in die Wälder zu hoch sind.

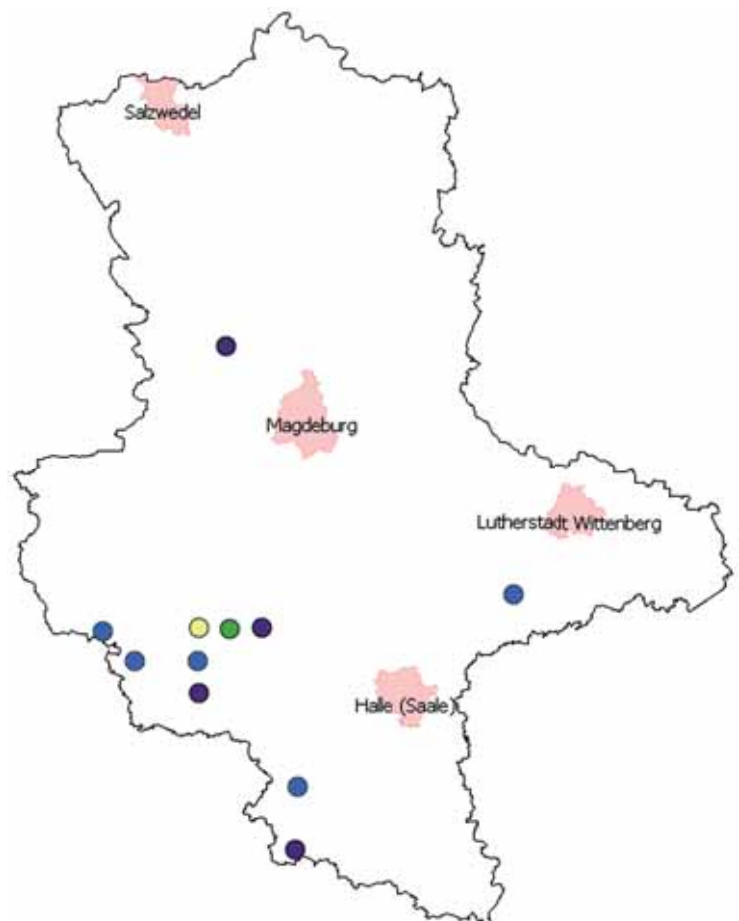
Die Stickstoff-Versorgung der Bäume wurde unter dem Einfluss hoher N-Einträge nivelliert.

Im Gegensatz dazu erweist sich die Magnesium (Mg)-Ernährung der Waldbäume als sehr heterogen. An 71 % der Kiefernpunkte ist eine schlechte (sehr geringe bis geringe) Mg-Versorgung festzustellen, 27 % der Kiefernpunk-

Stickstoff-Gehalte in Kiefernadeln

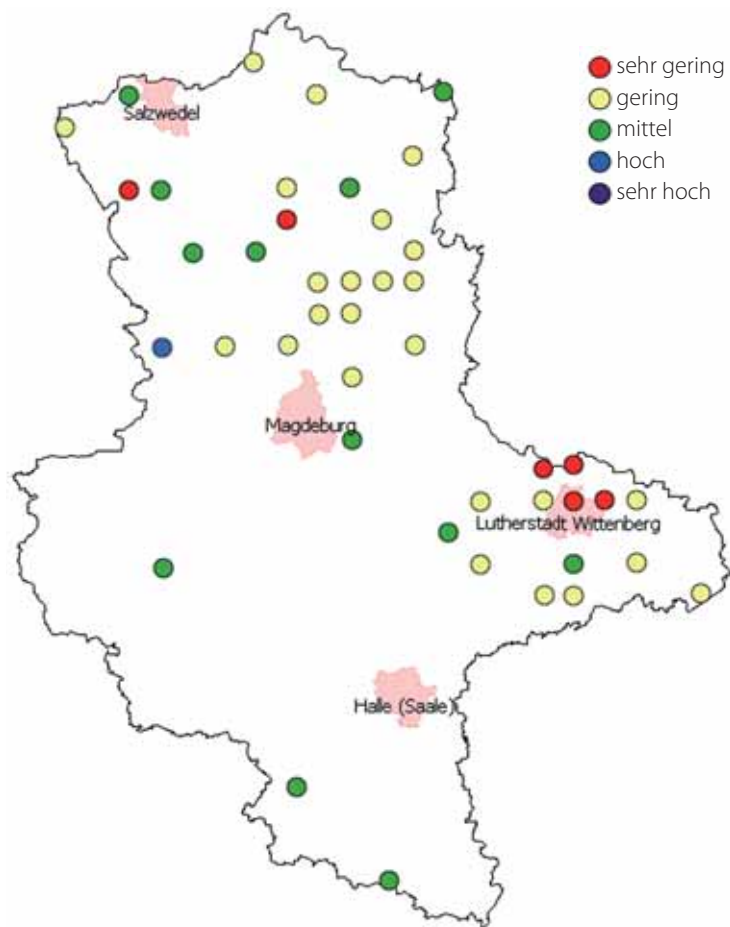


Stickstoff-Gehalte in Buchenblättern

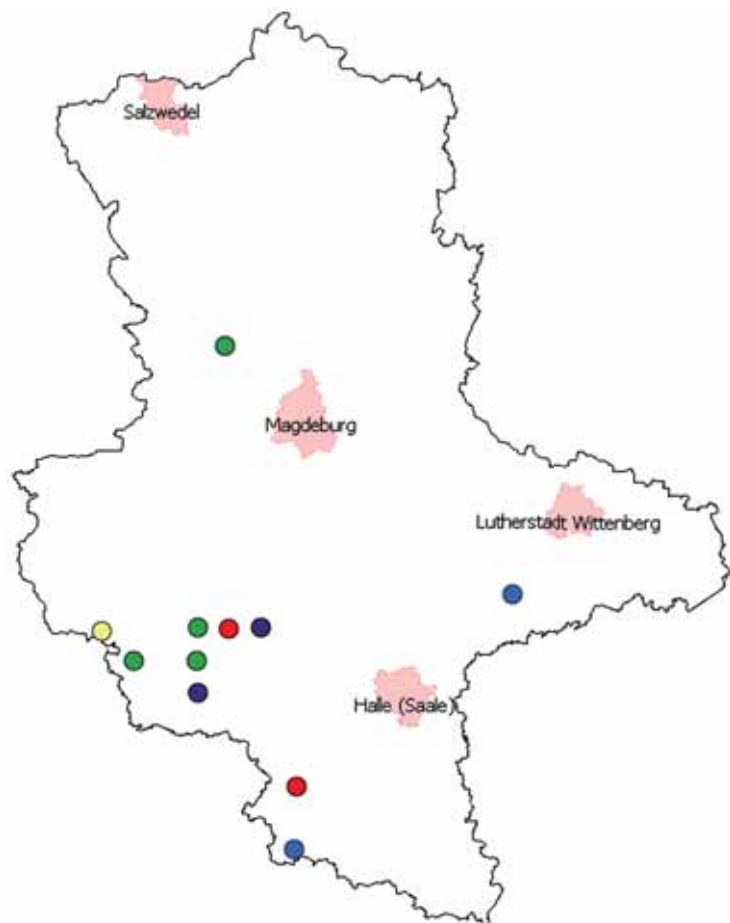


Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Magnesium-Gehalte in Kiefernadeln



Magnesium-Gehalte in Buchenblättern



te weisen mittlere Mg-Werte auf, hohe Mg-Gehalte sind selten (2 %). Bei der Buche waren 27 % der Punkte nicht ausreichend (sehr gering bis gering) mit Mg versorgt, an 36 % wurden die Mg-Gehalte als hoch bis sehr hoch eingestuft.

Die dargelegte Variation der Mg-Versorgung hat mehrere Ursachen. Unterschiede sind ganz wesentlich durch die unterschiedliche Ausstattung des Ausgangsgesteins mit Mg bedingt, denn eine Hauptquelle für pflanzenverfügbares Mg ist die Verwitterung von Gesteinen. Außerdem haben die Säure bildende Stoffeinträge (z. B. N-Einträge) die Auswaschung von basischen Nährstoffen bewirkt, dies hat auf vielen Standorten zu Mg-Mangel geführt.

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



Waldkalkung

Ergebnisse aus Langzeituntersuchungen

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

Mit der fortschreitenden Bodenversauerung, wie sie in der Bodenzustandserhebung ausgewiesen wurde, wird die Frage der Kalkung aufgeworfen. Die wissenschaftlichen Grundlagen für Kalkungsmaßnahmen werden in Versuchen erarbeitet, wie sie z. B. im Zuständigkeitsbereich der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt seit Beginn der 1980-er Jahre betrieben werden. In diesen Versuchen werden unter vergleichbaren Standortverhältnissen in zeitlich höherer Auflösung auf direkt benachbarten gekalkten und ungekalkten Parzellen Daten zur Bodenchemie, Bodenphysik, zur Waldernährung und zum Waldwachstum erhoben. Die Kalkmengen auf den gekalkten Flächen werden dabei variiert. Dieser Versuchsansatz ermöglicht eine genaue Analyse von Kalkungseffekten. Die Befunde aus experimentellen Untersuchungen stehen im Einklang mit vergleichenden Ergebnissen der BZE II.

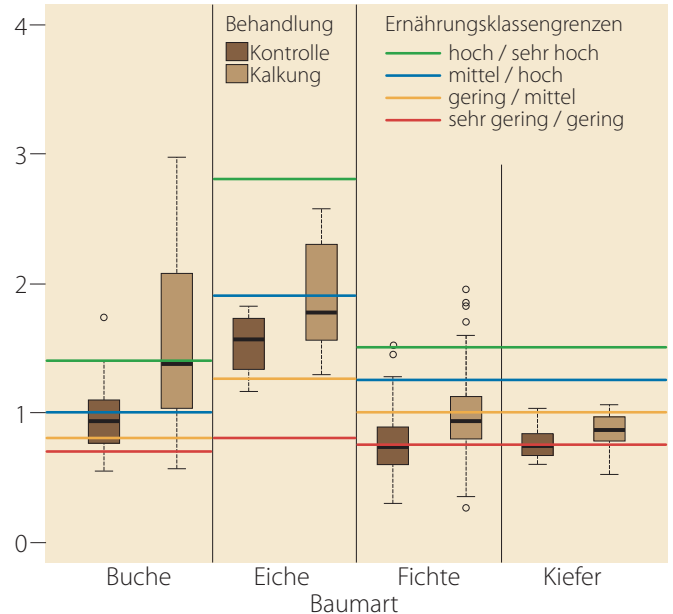
Im Folgenden werden Ergebnisse zur Waldernährung und zur Bodenchemie aus langjährigen Dauerbeobachtungen dargestellt.

Die Blatt- und Nadelanalysen hessischer, niedersächsischer und schleswig-holsteinischer Untersuchungsflächen zeigen signifikant erhöhte Calcium- und Magnesiumgehalte nach der Kalkung bei Buche, Eiche und Fichte. Die Nadelgehalte der Kiefer änderten sich dagegen nur geringfügig. Die Wirkung der Kalkung auf die Ernährung war besonders bei der Buche sehr ausgeprägt. Die Calcium- und Magnesiumgehalte der Buchenblätter stiegen um ca. 1,5 Ernährungsklassen (Bewertung in Ernährungsklassen nach Arbeitskreis Standortkartierung, 2003).

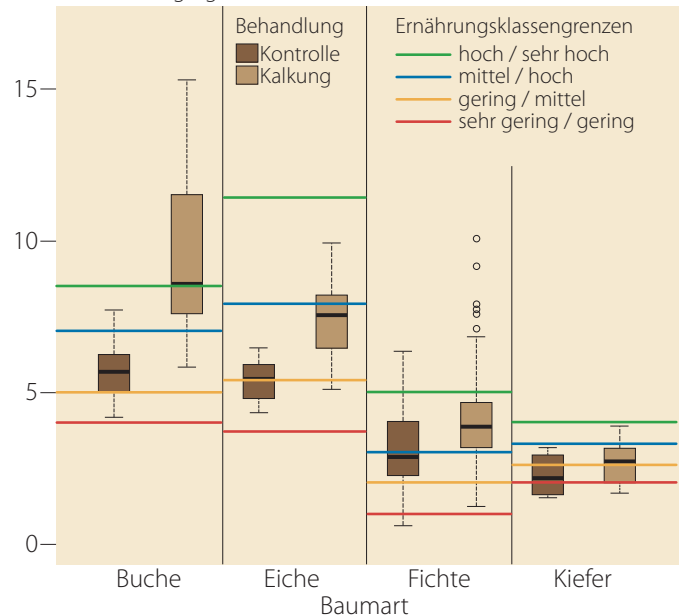
Die bodenchemische Auswertung belegt, dass im Mittel ca. 70 % des mit dem Kalk zugeführten Calciums im Boden bis 40 cm Tiefe gespeichert wurden. Die Kalkung führte zu einer Erhöhung der Calciumvorräte in der Auflage und im Mineralboden bis 40 bzw. 60 cm. Dabei nahmen die Differenzen zwischen den Calciumvorräten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

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

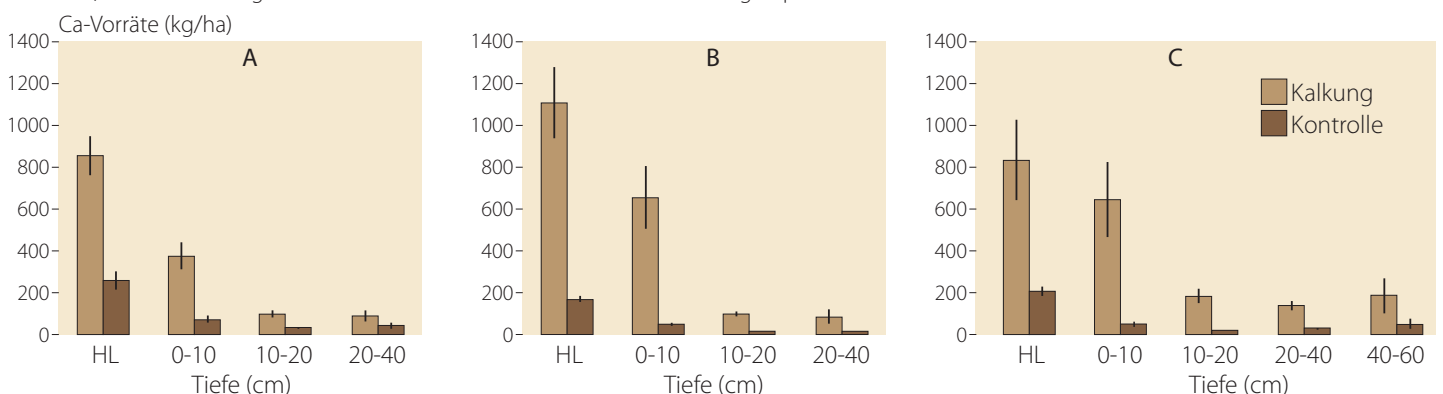
Mg-Gehalte (g/kg) in Nadeln und Blättern



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



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



Waldkalkung

sensättigung in größeren Tiefen weiter zu erhöhen, müssen weitere Kalkungsmaßnahmen erfolgen. Zudem ist die weitere Tiefenverlagerung des Kalkes im Zeitverlauf und dessen Auswirkungen weiterhin zu beobachten.

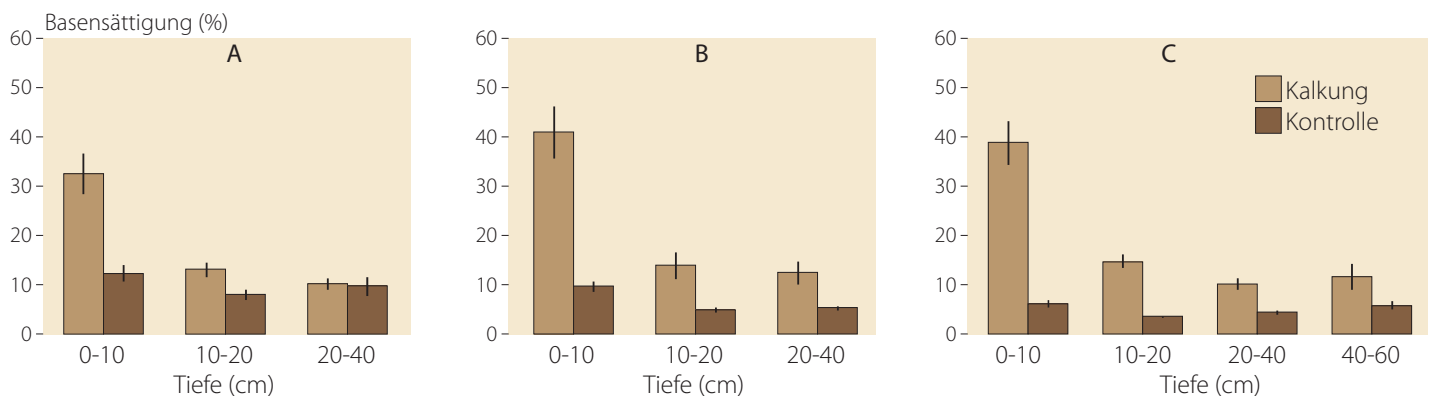
Mittels mathematischer Modelle wurde versucht, die Haupteinflussfaktoren auf die Erhöhung der Calciumvorräte und der Basensättigung in 20-40 cm Bodentiefen zu identifizieren. Es zeigte sich, dass die Speicherung von Calcium in dieser Tiefe geringer ist in Böden mit geringer Kationenaustauschkapazität.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

Für die Erhöhung der Basensättigung spielt der jeweilige Ausgangswert der Basensättigung eine entscheidende Rolle. Je geringer dieser ist, desto stärker ist der Effekt der Kalkung. Die Erhöhung der Calciumvorräte und der Basensättigung wird zudem von der Anzahl der Kalkungen beeinflusst, welche die Kalkmengen und die Einwirkzeit widerspiegelt.

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



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





SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Landwirtschaft und Umwelt

Impressum:

Ansprechpartner

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Abteilung Umweltkontrolle

Sachgebiet Waldzustand und Boden

Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen

Tel.: 0551/69401-0

Fax: 0551/69401-160

Zentrale@nw-fva.de

www.nw-fva.de

Bearbeitung

Dammann, I.; Paar, U.; Schmidt, W.; Wendland, J.; Weymar, J.
und Eichhorn, J.

mit Beiträgen von:

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

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

Witterung: Schwertfeger, O.; Dammann, I.

Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder Sachsen-Anhalts:
Meeseburg, H.; Fiebiger, C.

Stoffeinträge: Scheler, B.; Meeseburg, H.

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

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

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

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

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

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

Herstellung:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Druck:

Printec Offset Kassel

Der Waldzustandsbericht 2010 ist abrufbar unter
www.nw-fva.de und
www.mlu.sachsen-anhalt.de

Hauptverantwortliche

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

Prof. Dr. Johannes Eichhorn
Abteilungsleiter
Umweltkontrolle



Dr. Uwe Paar
Sachgebietsleiter Waldzustand
und Boden, Redaktion



Inge Dammann
Leiterin der Außenaufnahmen,
Auswertung, Redaktion



Dr. Egbert Schönfelder
Auswertung



Andreas Schulze
Datenbank



Jörg Weymar
Außenaufnahmen und Kontrollen



Jürgen Wendland
Außenaufnahmen und Kontrollen



Wolfgang Schmidt
Außenaufnahmen und Kontrollen



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