



**SACHSEN-ANHALT**

Ministerium für  
Landwirtschaft und Umwelt

# Waldzustandsbericht 2009

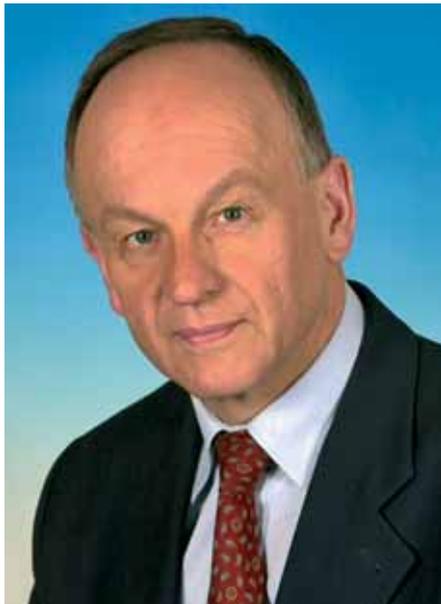


**NW-FVA**

Nordwestdeutsche  
Forstliche  
Versuchsanstalt



# Vorwort



Dr. Hermann Onko Aeikens

Minister für Landwirtschaft und Umwelt  
des Landes Sachsen-Anhalt

Wälder sind einzigartige und vielseitige Naturräume. Wald ist multifunktional. Er bietet heimischen Tier- und Pflanzenarten natürliche Lebensräume, beeinflusst das Klima sowie die Luft- und Wasserqualität und sichert somit auch die Lebensgrundlagen der Menschen. Mit dem nachwachsenden Rohstoff Holz hat er darüber hinaus eine zunehmend wirtschaftliche Bedeutung.

In Sachsen-Anhalt gehören die Kiefer, die Fichte, die Buche und die Eiche zu den häufigsten Baumarten. Deshalb wird von diesen Baumarten jährlich nach einem gleichbleibenden Raster der Kronenzustand erfasst. So erhält man einen Überblick über die Situation der Wälder. Doch auch auf klimatische Veränderungen in unserer Region reagieren Wälder äußerst sensibel. Dabei stehen neben den Luftschadstoffen und biotischen Einflüssen, wie zum Beispiel Insekten- und Pilzbefall, die Witterungsextreme als eine Folge des Klimawandels als Stressfaktoren an erster Stelle und beeinflussen so die Vitalität des Waldes.

Deshalb wird jährlich der Zustand des Waldes untersucht. Dazu wird diese terrestrische Waldzustandserhebung durchgeführt und werden die Ergebnisse dann im Waldzustandsbericht veröffentlicht.

Die Ergebnisse der diesjährigen Waldzustandserfassung machen erneut deutlich, dass weiterhin viel getan werden muss, um einen gesunden und stabilen Zustand unserer Wälder zu erhalten. Dazu bedarf es weiterer, gemeinsamer Anstrengungen von Politik, Forstverwaltung, Waldbesitzern, Naturschutzverbänden, Forstwirtschaft und jedes einzelnen Bürgers. Nur so wird nachhaltig ein gesunder, vitaler Wald erhalten bleiben und entstehen können.

# Zusammenfassung

Das Forstliche Umweltmonitoring dokumentiert und bewertet die ökologischen Bedingungen und Risiken, denen die Waldökosysteme in Sachsen-Anhalt aufgrund sich ändernder Standorts- und Klimaverhältnisse unterworfen sind.

Das Gesamtergebnis der Waldzustandserhebung 2009 weist für den Wald in Sachsen-Anhalt eine mittlere Kronenverlichtung von 15 % aus. Mit einem Kronenverlichtungswert von 9 % sind die jüngeren Waldbestände wesentlich besser belaubt als die älteren Waldbestände (20 %).

Die älteren Buchen, Eichen und Fichten zeigen weiterhin einen vergleichsweise hohen Kronenverlichtungsgrad. Im Jahr 2009 liegen sie mit einer mittleren Kronenverlichtung zwischen 30 % und 33 % etwa gleich auf. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer liegt sehr viel niedriger (14 %).

Der Anteil starker Schäden (2 %) und die Absterberate (0,2 %) liegen derzeit auf einem geringen Niveau.

Generell zeigt sich für Sachsen-Anhalt seit dem Ende der 1980er Jahre eine Erwärmungstendenz. Mit dem Klimawandel steigt das Gefährdungspotential für die Wälder, Klimaszenarien für die Periode 2041-2050 lassen eine Zunahme des Risikos für die Fichte erwarten.

Trotz der erfolgreichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung stellen Bodenversauerung und Eutrophierung auch weiterhin wesentliche Belastungen für die Waldökosysteme dar.

## Summary

The department of Forest Environmental Control assesses and evaluates effects of climate change and chemical deposition on forest ecosystems in Saxony-Anhalt.

The 2009 forest condition survey results show an average defoliation of all tree species and ages of 15 %. Young stands show much better crown conditions (9 %) than the older stands (20 %).

Defoliation of beech, oak and spruce (older trees) is clearly higher (30 % to 33 %). With a needle loss of 14 % crown condition of pine is much better.

Over the long run, the amount of severe damages (2 %) and the average annual mortality (0,2 %) remain quite low.

In general, climate conditions have changed during the last 20 years in Saxony-Anhalt. Climate change will cause multiple effects on forests, according to climate scenarios for the time period 2041-2050 an increasing risk for spruce is expected.

Despite successful measures concerning air pollution control soil acidification and eutrophication remain a significant impact for forest ecosystems.

## Résumé

Le programme de surveillance des forêts documente et évalue les facteurs écologiques et les risques auxquels les forêts en Saxe-Anhalt sont exposés en raison du changement du climat et du site écologique.

Les résultats de l'inventaire de l'état des forêts montrent pour 2009 une défoliation moyenne de 15 % pour la forêt de la Saxe-Anhalt. Les couronnes des jeunes arbres de toutes espèces se portent mieux (9 %).

La défoliation des vieux hêtres, chênes et épicéas reste sur un niveau comparativement haut et est évalué de 30 % à 33 %. La défoliation du pin sylvestre est beaucoup plus faible (14 %). Les arbres fortement endommagés (2 %) et la mortalité annuelle à long terme (0,2 %) reste à un niveau très bas.

Depuis la fin des années 80 il y a une tendance de réchauffement. En raison du changement du climat les risques pour les forêts augmenteront. Selon les prévisions climatiques pour la période 2041-2050 on s'attend à un accroissement des risques surtout pour les épicéas.

Bien que des mesures de réduction d'émission ont eu de l'effet, l'acidification et l'eutrophisation des sols restent un grand problème pour les écosystèmes forestiers.

## Resumen

El sistema eco-monitoreo forestal en Sajonia-Anhalt documenta y evalúa condiciones y riesgos para los bosques que provienen de alteraciones ecosistémicas y climáticas.

El relevamiento del bosque en el 2009 muestra en Sajonia-Anhalt una defoliación mediana de 15 %. La defoliación de la categoría de los árboles jóvenes (9 %) es mucho más baja que la de los bosques de mayor edad (20 %).

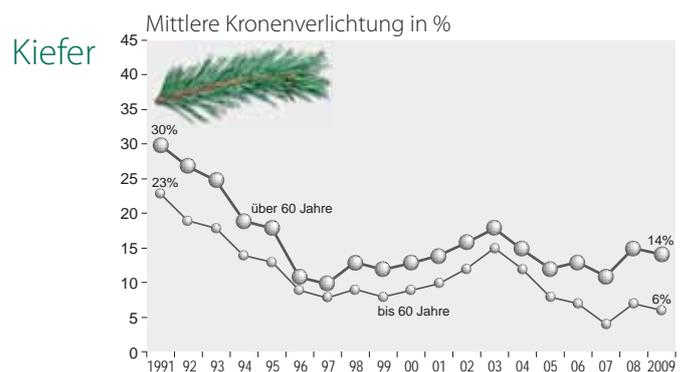
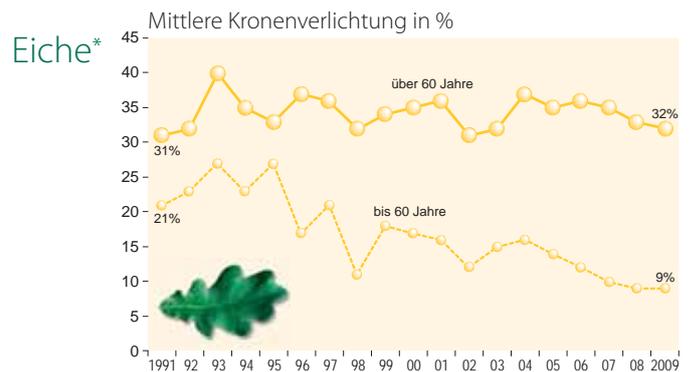
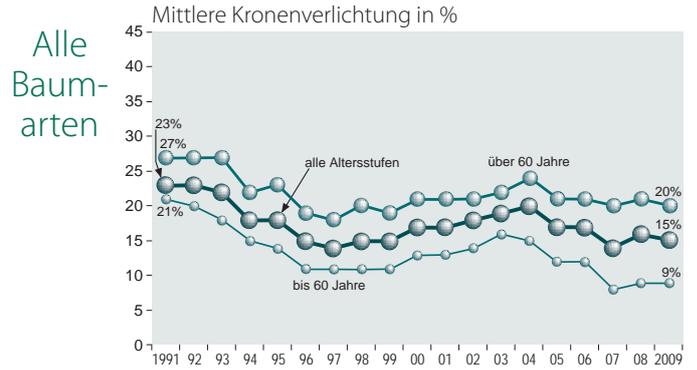
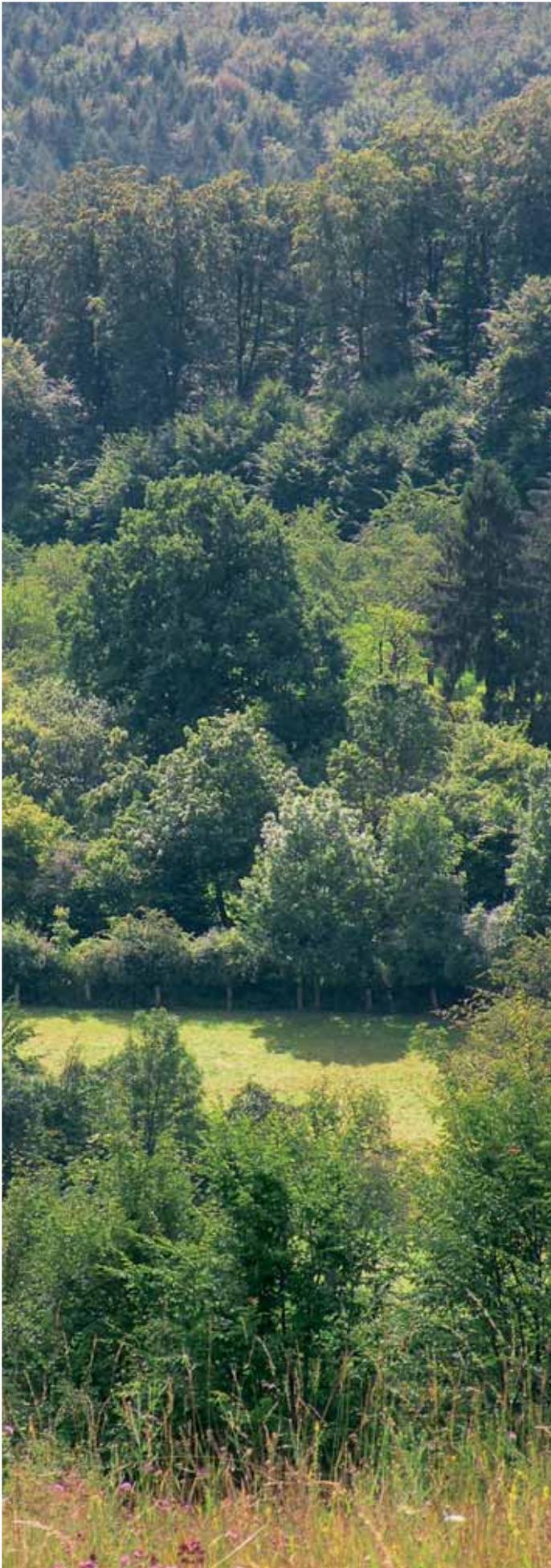
Los árboles de mayor edad de las especies haya (*Fagus sylvatica*), roble (*Quercus* spp.) y abeto rojo (*Picea abies*) siguen mostrando con 30 % - 33 % una defoliación mediana en alto nivel. La defoliación mediana de los árboles de mayor edad de los pinos (*Pinus sylvestris*) es bastante más baja (14 %).

La cuota de daños más graves (2 %) y la mortalidad anual (0,2 %) muestran en el momento un nivel bajo.

Desde los fines de los años 80 se nota en Sajonia-Anhalt una tendencia general de calentamiento en esta región. Con el cambio climático sube el potencial de peligro para los bosques. En base a las proyecciones climáticas para el periodo 2041-2050 se cuenta en varios sitios con una alza del riesgo para abeto rojo.

Aunque las medidas para la disminución de emisiones de dióxido y de azufre ya demostraron éxito, la acidificación de los suelos y la deposición de nitrógeno siguen siendo un factor perjudicial para los ecosistemas forestales.

# Hauptergebnisse



\* 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

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

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen einen deutlichen Alterstrend: Die mittlere Kronenverlichtung der über 60jährigen Waldbestände liegt mit 20 % mehr als doppelt so hoch wie die der jüngeren Waldbestände (9 %).

## Die Baumarten im Einzelnen

Der Kronenzustand der Baumarten hat sich im Beobachtungszeitraum sehr unterschiedlich entwickelt. 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.

Der weitgehend stabile Verlauf der mittleren Kronenverlichtung für den Gesamtwald wird ganz wesentlich durch die Kiefer geprägt, die als häufigste Baumart in Sachsen-Anhalt maßgeblich das Gesamtergebnis beeinflusst. Bei den Nadelbäumen mit mehreren Nadeljährgängen sind jährliche Schwankungen in der Benadelungsdichte sehr viel seltener als bei den Laubbäumen, die in jedem Jahr ihre Belaubung komplett neu ausbilden.

Eine bedeutsame Einflussgröße auf das Gesamtergebnis ist die Altersstruktur der Waldbestände, denn in den jüngeren (bis 60 Jahre alten) Beständen sind Schadsymptome sehr viel weniger verbreitet als in den älteren Waldbeständen. In Sachsen-Anhalt nehmen beide Altersstufen jeweils etwa die Hälfte der Waldfläche 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 14 % 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 2009 liegt die mittlere Kronenverlichtung der älteren Fichte bei 30 %.

Bei der älteren Eiche werden seit der ersten Erhebung vergleichsweise hohe Verlichtungswerte festgestellt. Die mittlere Kronenverlichtung beträgt in diesem Jahr 32 %.

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. Die aktuelle mittlere Kronenverlichtung von 33 % liegt oberhalb des Vorjahreswertes (30 %).

Bei den anderen Laubbäumen ging die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) auf 17 % zurück (2008: 19 %). In der Zeitreihe des 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 Insektenbefall 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) wie im Vorjahr 0,2 % und liegt damit etwas unter dem Durchschnittswert für den Erhebungszeitraum.

## Einflussfaktoren

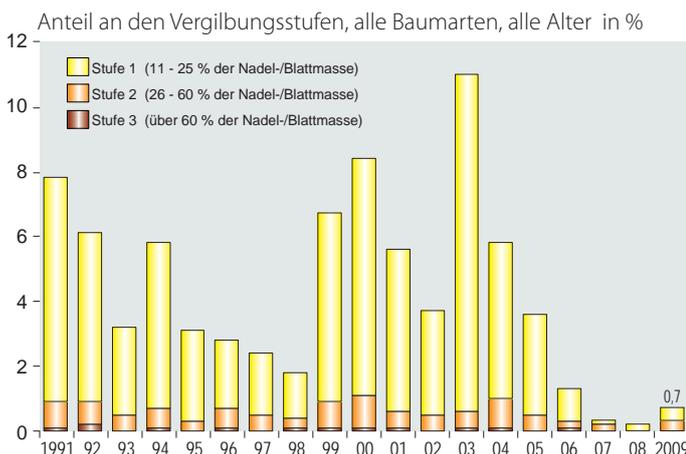
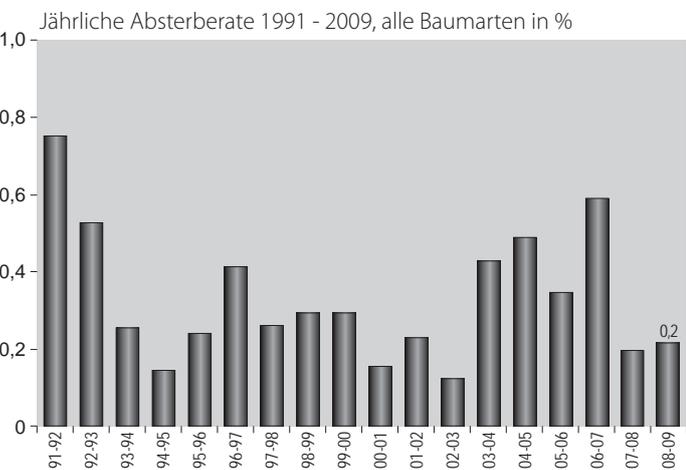
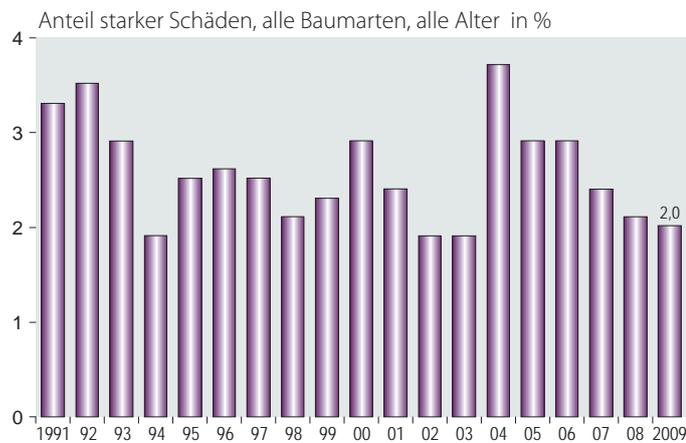
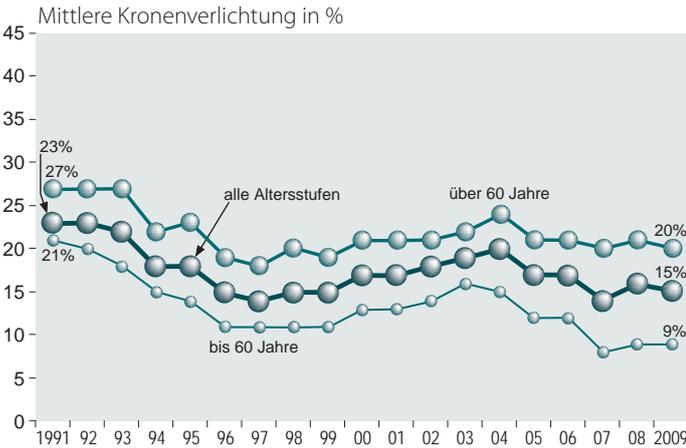
Insgesamt zeigt sich in Sachsen-Anhalt seit dem Ende der 1980er Jahre eine Erwärmungstendenz sowohl im Sommer- als auch im Winterhalbjahr. Auch im Jahr 2009 wurden im Vergleich zum langjährigen Mittel erhöhte Temperaturen festgestellt. Die Niederschläge waren im Winter unterdurchschnittlich, im Sommer entsprachen die Niederschläge insgesamt dem langjährigen Mittel, waren aber regional sehr unterschiedlich verteilt, dies führte örtlich zu einer angespannten Wasserhaushaltssituation.

Schäden durch Insekten und Pilze wurden bei der Waldzustandserhebung 2009 nur im geringen Umfang festgestellt.

Auffällig war die häufige und intensive Fruchtbildung der Bäume in diesem Jahr. 77 % der Stichprobenbäume im Alter über 60 Jahre bildeten Früchte aus, bei 41 % wurde die Fruchtbildung als mittel bzw. stark eingestuft. Bei der Buche hat die Fruchtbildung zu einer Erhöhung der Kronenverlichtung beigetragen.

Durch die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung haben sich die Säureeinträge in den Wald verringert. Der Gesamtsäureeintrag an den Kiefernmesstationen reduzierte sich 2008 im Vergleich zum Zeitraum 1998-2002 um 12 %, die aktuellen Stoffeinträge übersteigen aber nach wie vor das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte.

# Alle Baumarten



## Mittlere Kronenverlichtung

Die Waldzustandserhebung 2009 weist als Gesamtergebnis für die Waldbäume in Sachsen-Anhalt (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 15 % (2008: 16 %) aus.

Diese leichte Verbesserung des Kronenzustandes resultiert aus einer gegenüber dem Vorjahr leicht verringerten (1-2 %) Kronenverlichtung bei der Kiefer, Eiche, Fichte und bei den anderen Laubbäumen. Bei der Buche 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 (2009: 15 %).

## Anteil starker Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt mit 2 % in diesem Jahr unterhalb des Mittelwertes der Zeitreihe (2,6 %). 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.

Im Jahr 2009 nehmen die Anteile starker Schäden bei der älteren Buche 8 %, bei der älteren Eiche und Fichte 6 % bzw. 5 % ein.

## 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. In den Jahren 2008 und 2009 liegt die Absterberate unter dem Durchschnittswert der Zeitreihe, der Mittelwert aller Baumarten beträgt in diesem Jahr 0,2 %. Die Spanne zwischen den Baumarten reicht von 0 % (Buche und Fichte) bis 1,0 % (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 0,7 % wird in diesem Jahr erneut ein niedriger Wert ermittelt.



# Forstliches Umweltmonitoring

Das forstliche Umweltmonitoring erfasst und bewertet die ökologischen Bedingungen, denen die Waldökosysteme aufgrund einer sich ändernden Umwelt unterworfen sind. Besondere Bedeutung hat die Informationsvermittlung in die Praxis, wodurch Entscheidungsprozesse in der Forstwirtschaft und in der Umweltpolitik unterstützt werden. Hierzu wird eng mit einer Vielzahl von Partnern zusammengearbeitet.

## Wald und Klima

Ein zentraler Schwerpunkt der künftigen Arbeit in der Umweltkontrolle für Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt sind Beiträge zu der Fragestellung *Wald und Klima*. Dies bezieht sich einerseits auf die Bewertung alternativer Projektionen der Klimaentwicklung für das 21. Jahrhundert und andererseits auf Arbeiten zu Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen.

## Forstliche Hydrologie

Das Forstliche Umweltmonitoring beinhaltet zahlenmäßige Informationen zu Wasserhaushalt und Meteorologie. Diese sehr aktuellen Zeitreihen werden fortgeführt, Messungen und Auswertungen weiter entwickelt.

## Stoffhaushalt

Zu den Kernaufgaben des Forstlichen Umweltmonitorings gehören des Weiteren: Untersuchungen zu Bodenschutz und Humuszustand etwa im Rahmen der Bodenzustandserhebung (BZE II), Wasserqualität, Stoffhaushalt und kritische Belastungsgrenzen durch Immissionen (Critical Loads); Bewertung der Dynamik forstlicher Standorte (insbesondere hinsichtlich Klimaveränderung, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor und Kalium) sowie Fragen der Waldernährung und des Nährstoffhaushalts.

## Biologische Stabilität/Biodiversität

Die qualitätsgesicherten Daten der Waldzustandserhebung ermöglichen integrierende Ansätze zur Frage von Vitalität und Stabilität der Wälder.

## Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Die Waldzustandserhebung ist Teil des forstlichen Umweltmonitorings in Sachsen-Anhalt. Die jährliche Waldzustandserhebung 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. Der 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 eingewertet, lediglich mechanische Schäden (z. B. das Abbrechen von Kronenteilen durch Wind) gehen nicht in die Berechnung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung ein. Die Kronenverlichtung ist ein unspezifisches Merkmal, aus dem nicht unmittelbar auf die Wirkung von einzelnen Stressfaktoren geschlossen werden kann. Sie ist aber geeignet, allgemeine Belastungsfaktoren der Wälder aufzuzeigen. Bei



# Forstliches Umweltmonitoring

der Bewertung der Ergebnisse stehen nicht die absoluten Verlichtungswerte im Vordergrund, sondern die mittel- und langfristigen Trends der Kronenentwicklung. Zusätzlich zur Kronenverlichtung werden weitere sichtbare Merkmale an den Probestämmen wie der Vergilbungsgrad der Nadeln und Blätter, die aktuelle Fruchtbildung sowie Insekten- und Pilzbefall erfasst.

## Mittlere Kronenverlichtung

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

## Qualitätssicherung

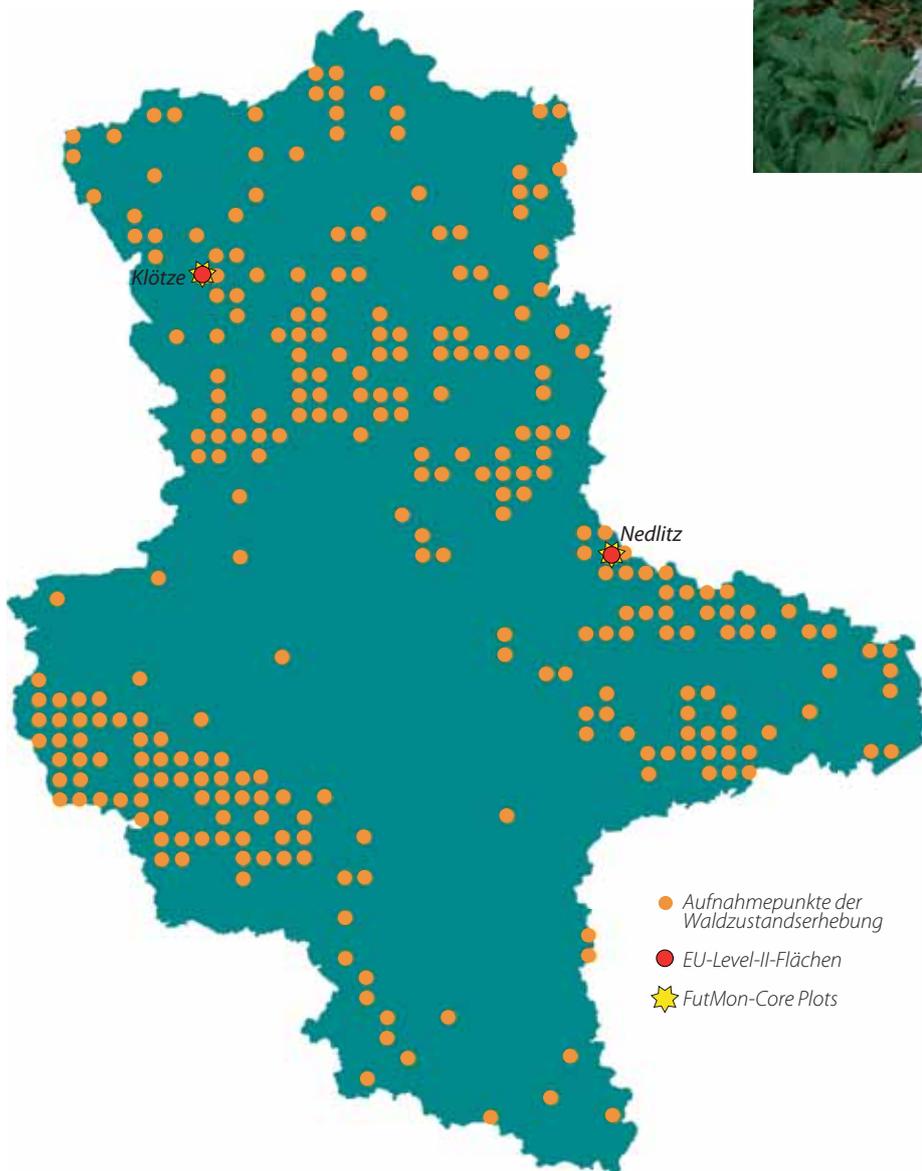
Seit 1991 besteht eine methodisch einheitliche Zeitreihe der Waldzustandserhebung in Sachsen-Anhalt. Die Einheitlichkeit der Erhebung wird durch den Einsatz langjährig erfahrenen Fachpersonals gewährleistet. Zur Standardisierung in räumlicher und zeitlicher Hinsicht dienen bundesweit erarbeitete Bilderserien,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



Länder Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt statt. Plausibilitätsanalysen sowie Kontrollbonituren sichern die Ergebnisse der Waldzustandserhebung ab.

## Ersatzbaumauswahl

Die Erfassung des Kronenzustandes der Waldbäume wird – soweit möglich – immer an denselben markierten Bäumen vorgenommen. Da die Waldbestände, in denen sich die Erhebungspunkte der Waldzustandserhebung befinden, der normalen Waldbewirtschaftung unterliegen, scheidet von einem Aufnahmejahr zum nächsten ein Teil der Stichprobenbäume aus dem Aufnahmekollektiv aus. Der häufigste Grund für das Ausscheiden von Stichprobenbäumen ist seit Beginn der Erhebungen die Entnahme aufgrund planmäßiger Holznutzung. Der Ausfall kann aber auch durch Kronenbruch oder Sturmwurf bedingt sein. Außerdem werden Bäume aus der Stichprobe herausgenommen, die durch Nachbarbäume überwachsen werden. Ausgeschiedene Stichprobenbäume werden nach einem festgeschriebenen systematischen Verfahren durch benachbarte Bäume ersetzt. Dies ist nötig, damit die Ergebnisse der Inventur immer den aktuellen Waldzustand darstellen.



# 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 2009 beträgt 14 %.

## Jüngere Kiefer

Auch bei den jüngeren Kiefern verringerte sich die Kronenverlichtung geringfügig gegenüber dem Vorjahr. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefer beträgt in diesem Jahr 6 % (2008: 7 %).

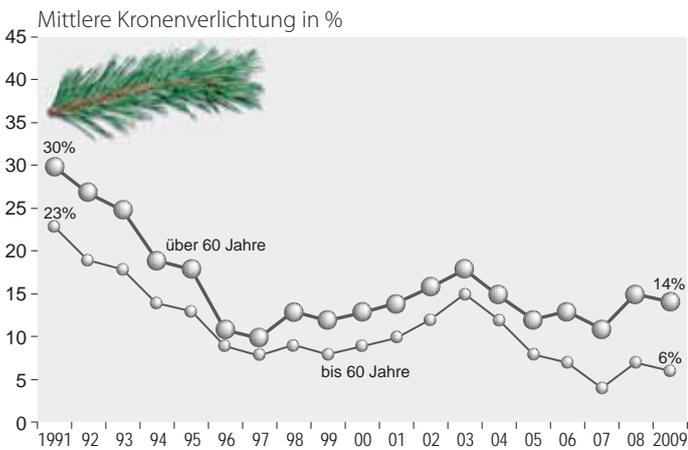
Im Gegensatz zu Buche, Fichte und Eiche sind bei der Kiefer die Unterschiede im Kronenverlichtungsgrad zwischen den Altersgruppen sehr viel weniger ausgeprägt. Die Entwicklung der Kronenverlichtung jüngerer und älterer Kiefern läuft weitgehend parallel.

## Starke Schäden

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

## Absterberate

Die Absterberate der Kiefer liegt im Mittel der Jahre 1991-2009 bei 0,2 %. Nur in den ersten beiden Erhebungsjahren wurden erhöhte Absterberaten (bis 0,8 %) festgestellt. Im Jahr 2009 liegt die Absterberate bei 0,1 %.



# Fichte

## Ältere Fichte

Bei der älteren Fichte werden im gesamten Beobachtungszeitraum vergleichsweise hohe Kronenverlichtungswerte registriert. Nach dem Rekordsommer 2003 haben sich die Kronenverlichtungswerte erhöht, auch im Jahr 2009 wird dies Niveau mit einer mittleren Kronenverlichtung von 30 % beibehalten.

## Jüngere Fichte

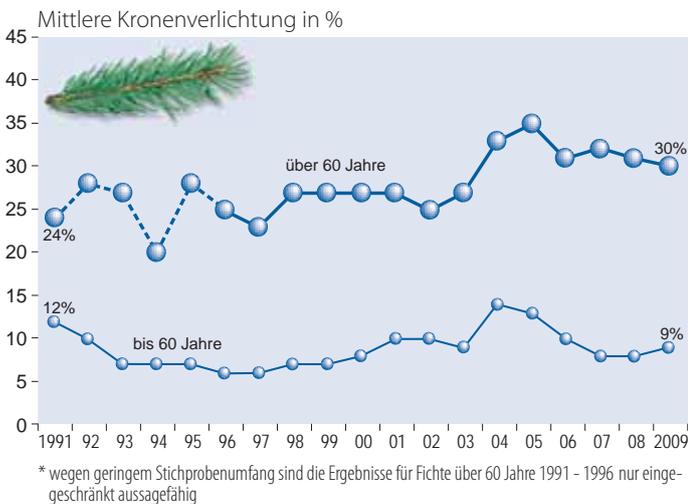
Für die Fichte ist ein deutlicher Alterstrend festzustellen. Die jüngeren Fichten liegen mit einer mittleren Kronenverlichtung von 9 % weit unter den Werten der älteren Fichten. Die Auswirkungen des Trockenjahres 2003 und Schäden durch Borkenkäfer hatten auch bei der jüngeren Fichte zu einer Erhöhung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

## Starke Schäden

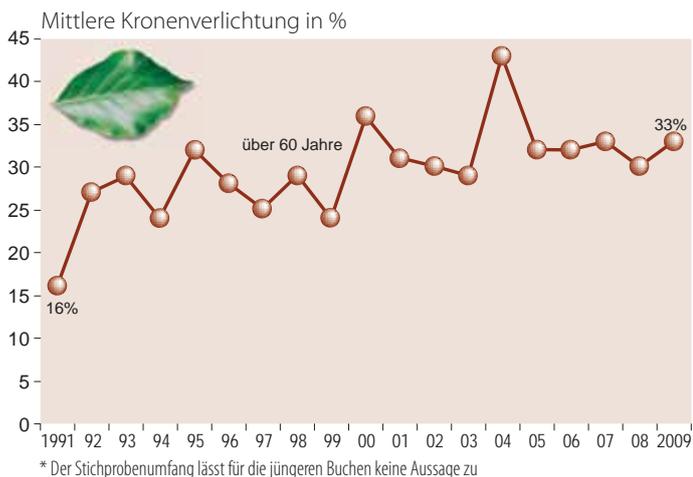
Bis zum Jahr 2003 wurden bei der Fichte durchgehend niedrige Anteile starker Schäden verzeichnet, ab 2004 stiegen die Anteile bei der älteren Fichte bis auf 8 % an, seither treten Schwankungen auf, der Mittelwert der Zeitreihe liegt bei 3 %. Im Jahr 2009 beträgt der Anteil stark geschädigter älterer Fichten 5 %.

## Absterberate

Für die Fichte ergibt sich im Mittel aller Erhebungsjahre eine durchschnittliche Absterberate von 0,3 %. Bis zum Jahr 2003 waren die Absterberaten überwiegend gering, anschließend wurden infolge von Trockenstress und Borkenkäferbefall erhöhte Absterberaten (bis 1,3 %) ermittelt. Im Jahr 2009 war im Stichprobenkollektiv keine Fichte frisch abgestorben.



# Buche



## Ältere Buche

Bei der älteren Buche erhöhte sich die mittlere Kronenverlichtung in diesem Jahr um 3 % und erreicht 33 %. Der Höchstwert in der Zeitreihe wurde im Jahr 2004 (43 %) ermittelt.

Zu Beginn der Zeitreihe waren für die Buche vergleichsweise gute 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 Variabilität der Verlichtungswerte ist die Intensität der Fruchtbildung. Bei der diesjährigen Erhebung wurde an 67 % der älteren Buchen eine mittlere bis starke Fruchtbildung festgestellt. Im Vorjahr hatten nur wenige Bäume Früchte ausgebildet. Besonders zahlreich und üppig hatten die älteren Buchen im Jahr 2004 gefruchtet (76 % mittlere und starke Fruktifikation), der diesjährige Wert ist der zweithöchste in der Zeitreihe.

## 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 8 % in diesem Jahr das langjährige Mittel (5 %).



## Absterberate

Obwohl die Anteile starker Schäden bei der älteren Buche in einzelnen Jahren bis auf 13 % anstiegen, führte dies nicht zu einer Steigerung bei der Absterberate. Im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten weist die Buche die niedrigste Absterberate auf. Im Mittel der Jahre 1991-2009 liegt die Absterberate der Buche unter 0,1 %. Im Jahr 2009 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.

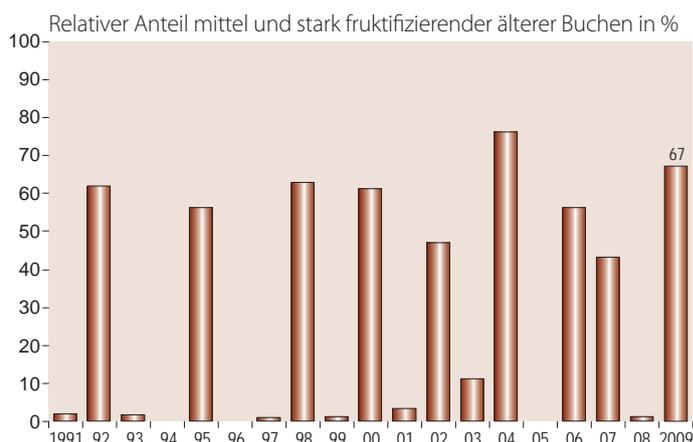
Seit 1991 wird die Fruktifikationsintensität der Buche in Sachsen-Anhalt methodisch vergleichbar eingestuft.

## Häufigkeit und Intensität der Fruchtbildung an der Buche

Im Jahr 2009 hat die Buche in der Altersstufe über 60 Jahre üppig geblüht und Früchte ausgebildet: 67 % der älteren Buchen zeigten eine intensive Fruchtbildung (53 % mittel und 14 % stark). Nur im Jahr 2004 war der Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen höher (76 %).

Die Ergebnisse zeigen die Tendenz, dass die Buche derzeit in kürzeren Abständen und vielfach stärker fruktifiziert, als 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.





# Eiche

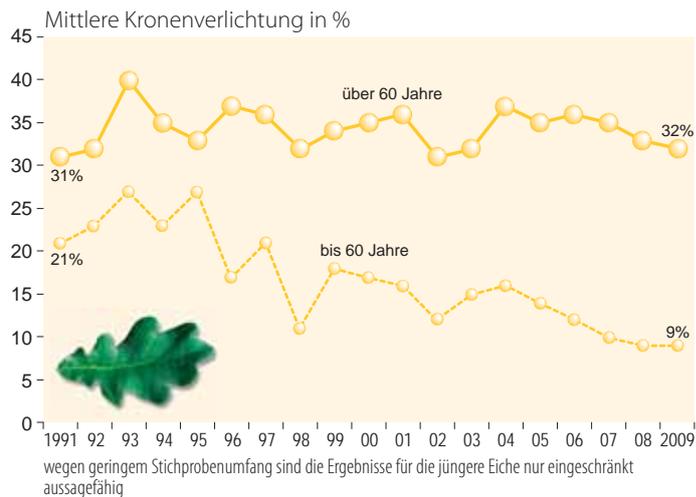
## Ältere Eiche

Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Eiche ist gegenüber dem Vorjahr leicht zurückgegangen. Sie beträgt in diesem Jahr 32 %.

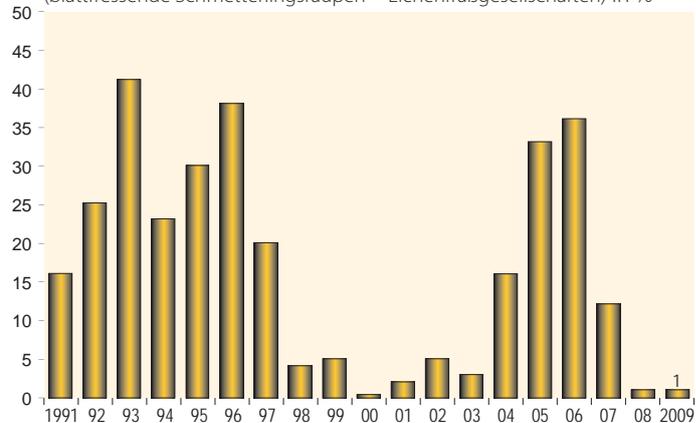
Zur Interpretation der Entwicklung des Kronenzustandes der Eiche kommt einer Beobachtung des Pilz- und Insektenbefalls auf dem für Sachsen-Anhalt repräsentativen Netz der Waldzustandserfassung (Erfassungszeitpunkt: Juli/August) besondere Bedeutung zu. Die periodisch auftretende Vermehrung von Schmetterlingsraupen 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. Ab 2004 folgte eine weitere Periode mit Fraßschäden, diese Gradation der Eichenfraßgesellschaft ist seit dem letzten Jahr abgeklungen.

Im Jahr 2009 waren ausgeprägte Fraßschäden zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung nur selten sichtbar. Belaubungsdefizite durch mittlere oder starke Fraßschäden wurden an 1 % der älteren Eichen registriert.

Die jährliche Dauerbeobachtung der Wälder unterstützt zeitnah die Erkenntnisse über Schadinsekten und Pilze in den sachsen-anhaltischen Wäldern.



Anteil mittlerer und starker Fraßschäden an älteren Eichen (blattfressende Schmetterlingsraupen = Eichenfraßgesellschaften) in %



## 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 9 % wird der Vorjahreswert erreicht.

Mittlere und starke Fraßschäden sind in der jüngeren Altersgruppe nicht aufgetreten.

## 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 waren 14 % bzw. 12 % der älteren Eichen stark geschädigt. 2004 betrug der Anteil starker Schäden bei der älteren Eiche 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 2009 beträgt sie 1,0 %.



# 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-anhaltischen Wäldern eine Vielzahl von anderen Baumarten vor, die zusammengenommen einen Anteil von 24 % an der Waldfläche in Sachsen-Anhalt einnehmen.

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.

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 mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) beträgt in diesem Jahr 17 %, 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 1991-2009 bei 5 % und damit höher als der langjährige Durchschnitt für alle Baumarten (2,6 %). Im Jahr 2009 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 2009 beträgt die Absterberate 0,3 %.



# 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:

## 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.

## 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 zum Beispiel 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.

## 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.

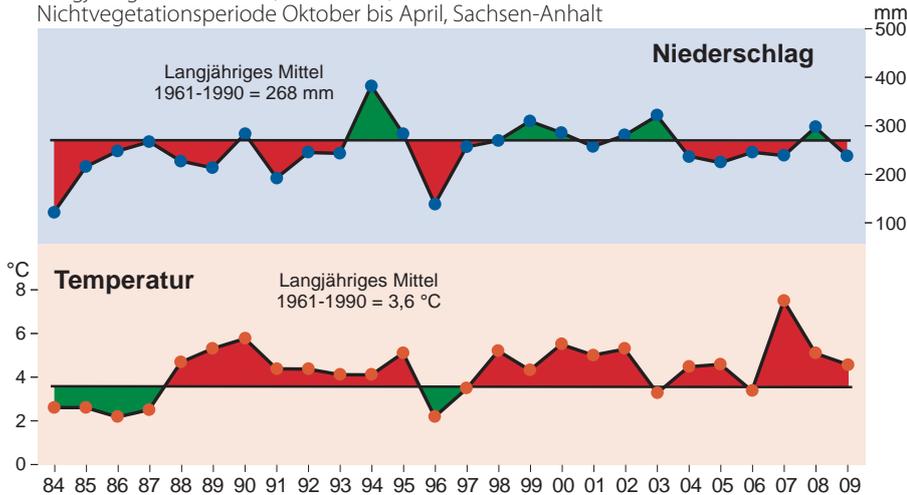
Bei einer Betrachtung von Ursache-Wirkungszusammenhängen in Waldökosystemen ist zu berücksichtigen, dass

- 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.

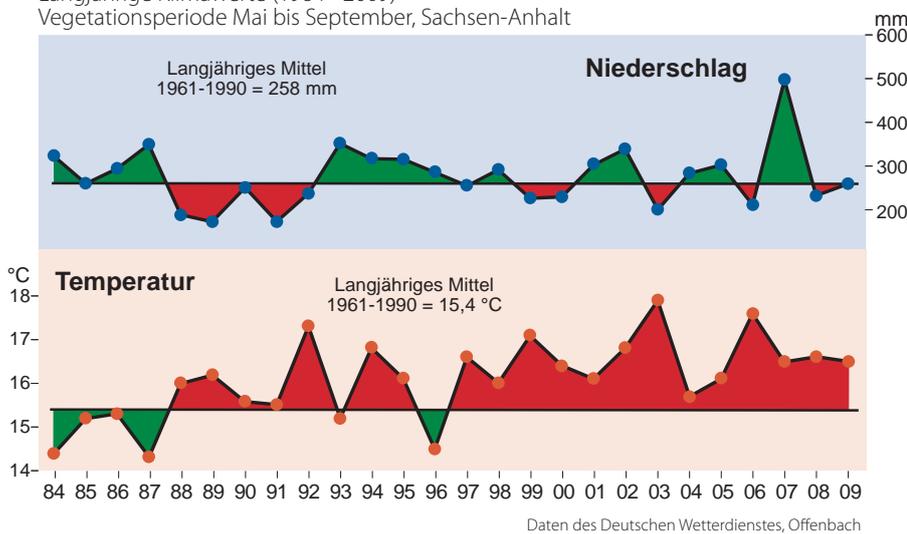


# Witterung und Klima

Langjährige Klimawerte (1984 - 2009)  
Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Sachsen-Anhalt



Langjährige Klimawerte (1984 - 2009)  
Vegetationsperiode Mai bis September, Sachsen-Anhalt



Neben Luftschadstoffen und biotischen Einflüssen (z. B. Insekten, Pilze) gehört die Witterung zu den wesentlichen Einflussfaktoren auf den Waldzustand. Sie kann sich direkt auswirken oder die anderen genannten Faktoren abschwächen bzw. verstärken.

Im Folgenden wird die Witterung (Temperatur und Niederschlag) für Sachsen-Anhalt im langjährigen Verlauf (1984-2009) und während der Messperiode 2009 beschrieben. Dargestellt sind jeweils die Abweichungen vom Mittel der Jahre 1961-1990 für ausgewählte Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes.

## Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

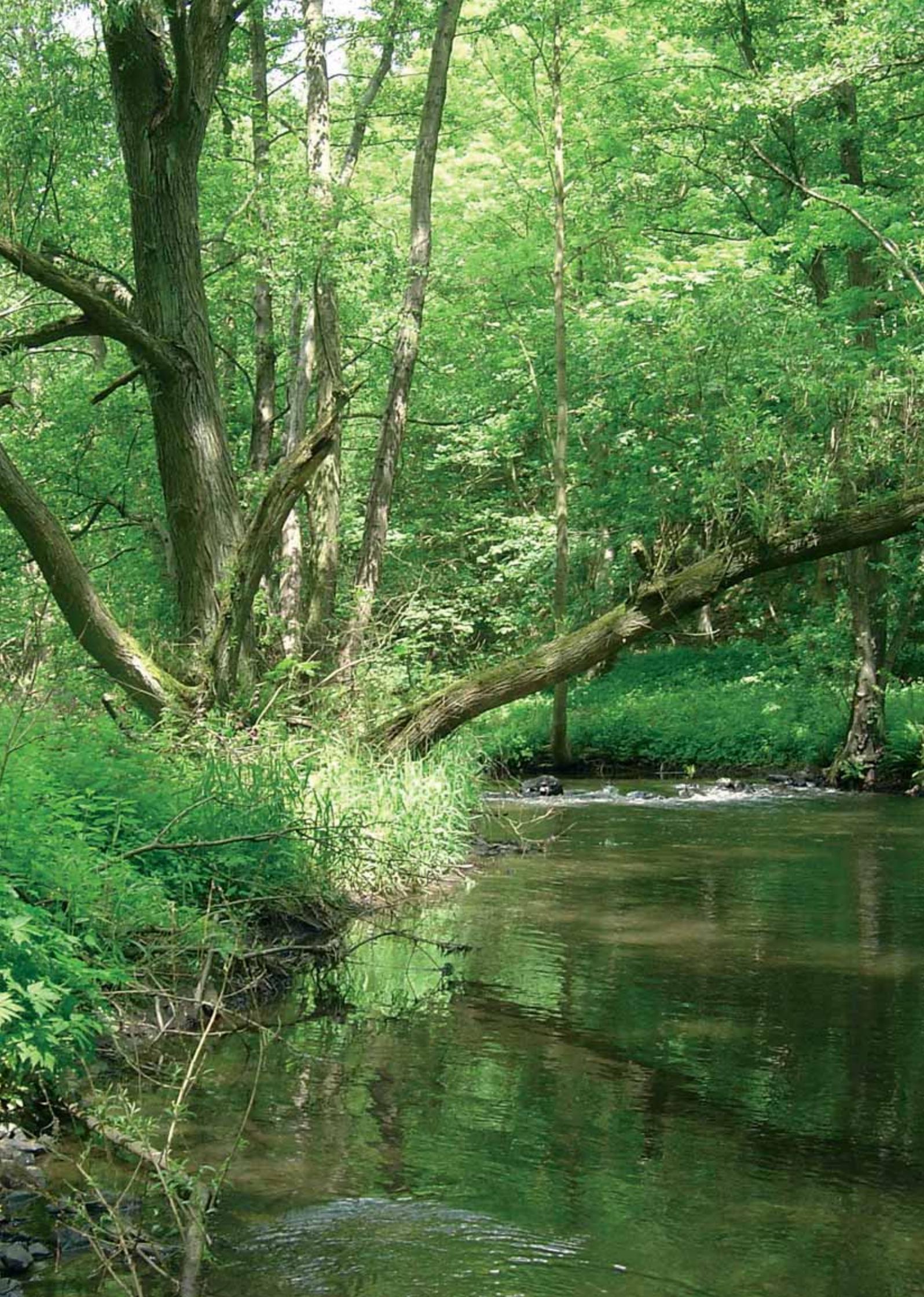
Die Messdaten belegen für den Zeitraum von 1988 bis 2009 eine Temperaturerhöhung, die in den meisten Jahren sowohl während der Vegetationszeit (Mai bis September) als auch während der Nicht-Vegetationszeit (Oktober bis April) beobachtet werden kann. Mit Abweichungen vom langjährigen Mittel zwischen +2,0 °C und +2,5 °C waren die Vegetationsperioden 1992, 2003 und 2006 und mit +4,0 °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 1988-2009 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 Sommermonaten und einem deutlichen Niederschlagsanstieg in den Wintermonaten ist für den Bereich der ausgewerteten Klimastationen bislang nicht zu erkennen. Besonders niederschlagsreich war die Vegetationsperiode 2007, 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.





# Witterung und Klima

## Witterungsverlauf in der Messperiode 2009

Die Nichtvegetationszeit 2008/2009 lag - wie die meisten Jahre seit 1988 - hinsichtlich der Temperatur über dem langjährigen Mittel. Nur im Januar war es an allen dargestellten Wetterstationen zu kühl, der Monat April war deutlich zu warm (+4,8 °C). Bei den Niederschlagsmengen ergaben sich über den Zeitraum von Oktober bis April monatliche Schwankungen und regionale Unterschiede, insgesamt lag die Niederschlagsmenge unter dem Durchschnittswert.

In der Vegetationsperiode 2009 war es nur im Juni kühl, in den übrigen Monaten traten Temperaturabweichung gegenüber dem langjährigen Mittel zwischen +1,4 °C und +2,4 °C auf. Auch im Sommer fielen die insgesamt durchschnittlichen Niederschlagsmengen nicht gleichmäßig verteilt: An der Station Artern waren die Niederschlagsmengen gegenüber der Referenzperiode erhöht, an den Stationen Gardelegen und Wittenberg wurden unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen gemessen.

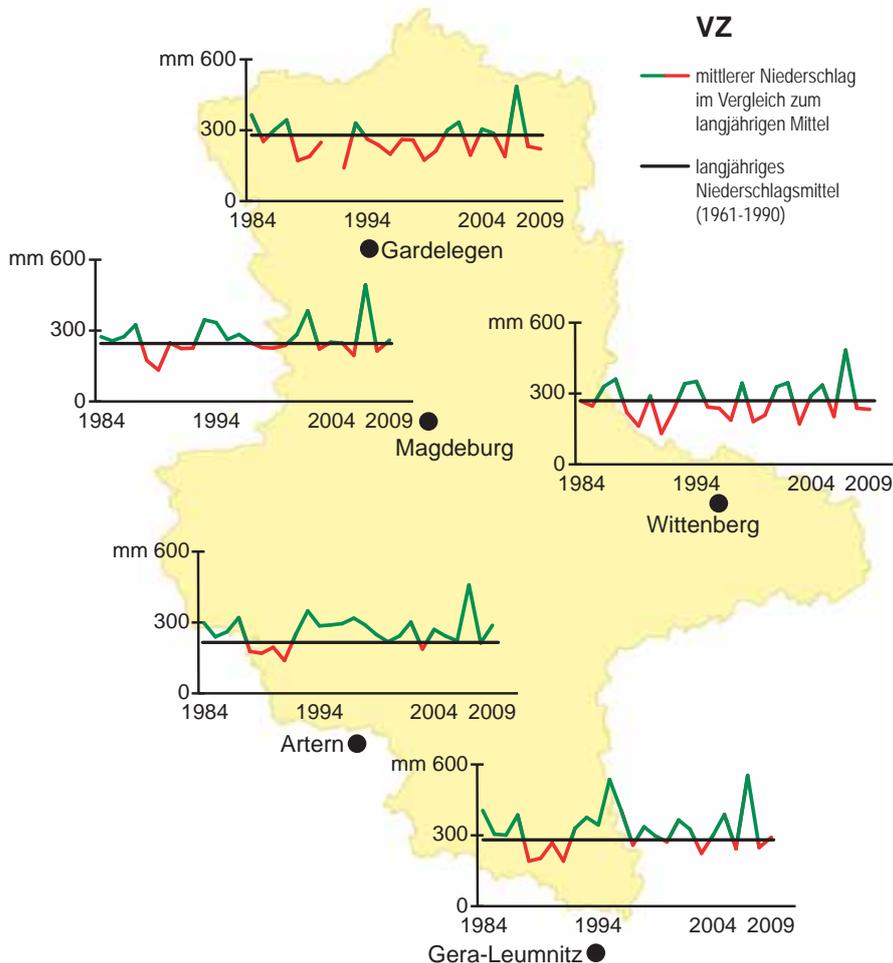
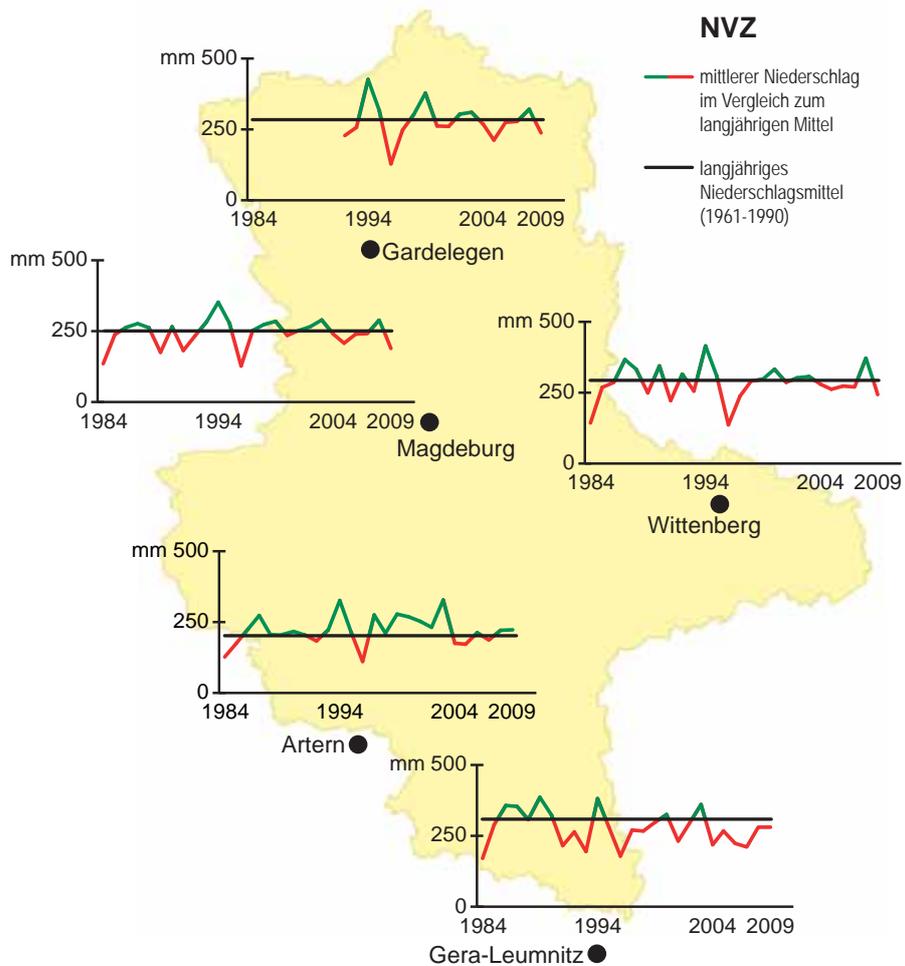
Mit den unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen im Winter 2008/2009 konnten die Bodenwasserspeicher nicht aufgefüllt werden. In Verbindung mit den erhöhten Temperaturen sowohl im Winter als auch im Sommer ergab sich vielerorts eine ungünstige Wasserhaushaltssituation für die Vegetationszeit 2009.

## Frühzeitige Laubverfärbung und Blattfall an Buche

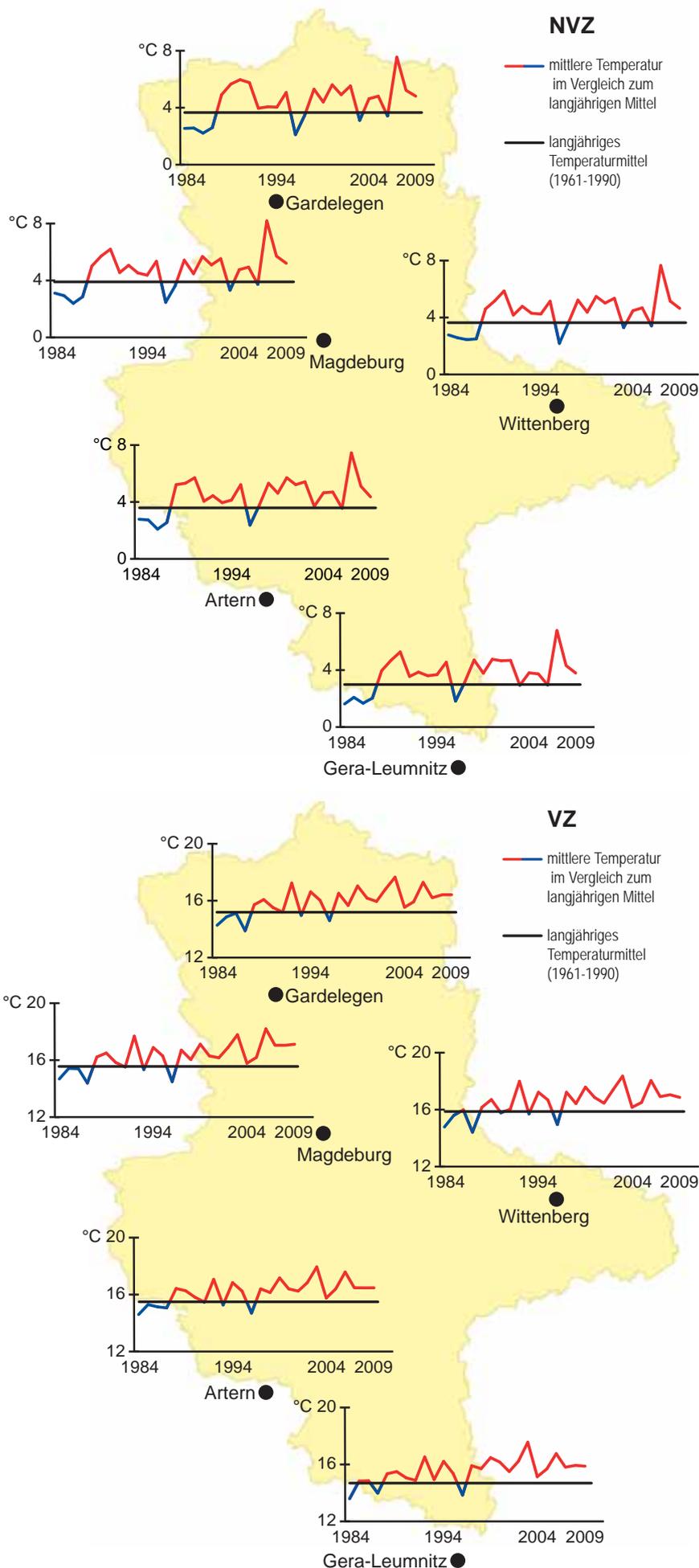
Vorzeitige Laubverfärbungen an Buchen und bereits frühzeitig einsetzende Laubfall wurden seit Anfang August in unterschiedlichen Gebieten beobachtet. Besonders betroffen waren oftmals Randbuchen, freistehende Buchen und mit der Oberkrone aus dem Kronendach herausragende Bäume. In der Regel trugen diese Bäume auch einen starken Fruchtanhang.

Untersuchungen von Probezweigen haben ergeben, dass die Zweige beim Anschnitt bis zur Triebspitze hin zwar grün, aber verhältnismäßig trocken waren. An Zweigen, Blättern und Blattstielen werden keine relevanten biotischen Ursachen (Pilze, Insekten) festgestellt, die diese vorzeitige Blattverfärbung und den Blattabwurf ausgelöst haben könnten. Auffallend war die rasche Verfärbung der Blätter von grün nach dunkelbraun, ohne die sonst zu beobachtenden zahlreichen Farbvariationen, die bei normaler Herbstverfärbung erkennbar sind. Die wenigen noch anhaftenden grünen Blätter waren ledrig und oft auch schon relativ trocken, die Knospen hingegen vital.

Nach derzeitiger Einschätzung scheint dieses Phänomen mit der Witterung bzw. der Physiologie der Buche zusammenzuhängen. Das Frühjahr



# Witterung und Klima



2009 war das dritte zu trockene Frühjahr in Folge mit teilweise hochsommerlichen Temperaturen im April. In Kombination mit der sehr starken Fruktifikation, die auch eine starke physiologische Belastung für den Baum bedeutet, und lokalen Strahlungs- und Temperaturspitzen im Hochsommer sind Feuchtigkeitsdefizite sehr wahrscheinlich, die offensichtlich ähnlich wie nach sehr trockenen Sommern zu verfrühtem Blattfall führen. Die frühzeitige Laubverfärbung und der Blattabfall war bei der Buche besonders prägnant, wurde örtlich aber auch an anderen Baumarten (z. B. Bergahorn) beobachtet.

## Abschätzung des Anbau- risikos für die Fichte

Es bestehen kaum noch Zweifel, dass die globale Erwärmung bereits eingesetzt hat. Unsicherheit besteht allerdings noch über das Ausmaß der erwarteten Veränderungen und ihre regionale Ausprägung. Dies findet Ausdruck in den verschiedenen Klimaszenarien, die von den globalen Klimamodellen gerechnet werden.

Die Klimaprojektionen lassen für Deutschland einen deutlichen Temperaturanstieg bei gleichzeitig veränderter Niederschlagsverteilung erwarten. Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961 bis 1990 werden die Wintermonate feuchter und deutlich wärmer, während die Sommermonate trockener und moderat wärmer ausfallen sollen. Da in Sachsen-Anhalt mit Ausnahme des Harzes die Niederschläge während der Vegetationsperiode bereits unter heutigen Klimabedingungen sehr niedrig sind, ist zu erwarten, dass in Zukunft auf vielen Standorten mit einer weiteren Verschärfung in der Wasserversorgung der Bestände gerechnet werden muss.

Der prognostizierte Klimawandel wird sich vielfältig auf die Wälder auswirken. Die klimatische Wasserbilanz (KWB) ist eine einfache Methode, um die Wasserversorgung der Pflanzen unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen abzuschätzen. Die KWB ist die Differenz aus dem gefallenen Niederschlag und der Wassermenge, die die Pflanze bei uneingeschränkter Wasserverfügbarkeit verdunsten kann (potentielle Verdunstung). Dabei wird eine einheitliche Bedeckung der Landoberfläche mit einer Grasvegetation angenommen (Grasreferenzverdunstung). Um das pflanzenverfügbare Bodenwasser (nutzbare Feldkapazität, nFK) bei der Risikoabschätzung zu berücksichtigen, wurde die nFK aus der Bodenübersichtskarte (Quelle: Vorläufige Bodenkarte 1:50.000, Sachsen-Anhalt, LABG 2009) in einem zweiten Arbeitsschritt mit der KWB verrechnet. Dabei wird die Annahme getroffen, dass der Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationsperiode vollständig gefüllt ist und den Pflanzen als zusätzlicher Wasservorrat (zum Niederschlag) zur Verfügung steht.

# Witterung und Klima

In den vorliegenden Klimaszenarien sind insbesondere die Prognosen für die Niederschlagsentwicklung mit großen Unsicherheiten behaftet. Bei der Abschätzung des Anbau Risikos flossen deshalb Schätzungen mit vergleichsweise hohen Niederschlägen und eher geringen Niederschlägen (feuchte und trockene Variante) gleichgewichtig in die Standortsbewertung ein. Für die Risikoabschätzung wurde das A1B-Szenario als derzeit wahrscheinlicheres Klimaszenario verwendet. Alle Auswertungen beziehen sich auf die Vegetationsperiode (Ende April bis Anfang Oktober), wobei eine Verlängerung der Vegetationsperiode für die Dekade 2041-2050 berücksichtigt wurde.

Bei der Abschätzung des Anbau Risikos für die Fichte wurden auf der Grundlage bisheriger Anbauerfahrungen drei Hauptklassen ausgewiesen. Ein sehr geringes Risiko (Klasse 1) besteht demnach auf Standorten ohne Wasserbilanzdefizit in der Vegetationszeit. Hier kann der Bodenwasservorrat das Wasserbilanzdefizit aus der KWB in der Regel ausgleichen. Bei einem Defizit von bis zu 150 mm können nur wasserreiche Böden die Fichte während längerer Trockenphasen ausreichend mit Wasser versorgen. Diese Standorte erhielten deshalb eine mittlere Risikoeinstufung (Klasse 3) und sollten nur in Abhängigkeit von weiteren Standortfaktoren für den Fichtenanbau in Erwägung gezogen werden. Ein hohes Risikopotential (Klasse 5) wurde den Flächen mit einem Defizit von über 150 mm während der Vegetationsperiode zugewiesen. Ein erfolgreicher Fichtenanbau über einen vollen Produktionszyklus ist auf diesen Standorten mehr als fraglich. Die Unsicherheiten der klimatischen Entwicklung müssen in der Ausprägung der Risikoklassifizierung berücksichtigt werden. Belegt man beide Varianten (trocken und feucht) des Klimaszenarios A1B mit der vorgestellten Klassifizierung, so resultieren aus der Verschneidung der Karten zwei Übergangsklassen (Klasse 2 und 4). Die Klasse 2 wird auf

Flächen ausgewiesen, die bei der feuchten Variante die Risiko-klasse 1 und bei der trockenen Variante die Klasse 3 erhalten. Das Risiko wird hier insgesamt noch als gering für den Fichtenanbau eingestuft. Die Klasse 4 weist dagegen auf ein erhöhtes Anbau Risiko hin und wird an Standorten mit der Klasse 3 (feuchte Variante) und Klasse 5 (trockene Variante) vergeben.

In Sachsen-Anhalt stellt die Trockenheit ein wesentliches Risiko für die Waldbestände dar. Hohe Wasserbilanzdefizite während der Vegetationsperiode können nur bedingt durch das pflanzenverfügbare Bodenwasser ausgeglichen werden. Der Vergleich der Wasserbilanzen für die Vegetationsperioden 1961 bis 1990 und 2041 bis 2050 zeigt, dass in Zukunft mit einer deutlich verschärften Belastung der Bestände durch Wassermangelsituationen zu rechnen ist. Auf der Grundlage bisheriger Anbauerfahrungen kann für die Fichte eine erste Annäherung bezüglich der Risikoabschätzung getroffen werden.

Auf Grundlage der vorgestellten Risikoklassifizierung werden bis zum Jahr 2050 die unkritischen Fichtenanbauggebiete auf die höheren Lagen des Harzes und im Tiefland auf Standorte mit hohen Bodenwasservorräten sowie größere Flußtäler zurückgedrängt. Der gesamte Tieflandbereich ist mit einem erhöhten bzw. hohen Anbau Risiko behaftet. Aber auch unter den klimatischen Bedingungen der Referenzperiode ist bereits über die Hälfte der Landesfläche für die Fichte ungeeignet. Dies betrifft den Norden und Osten des Landes Sachsen-Anhalt. Das Harzvorland und die südlichen Landesteile erhalten überwiegend ein mittleres Anbau Risiko.

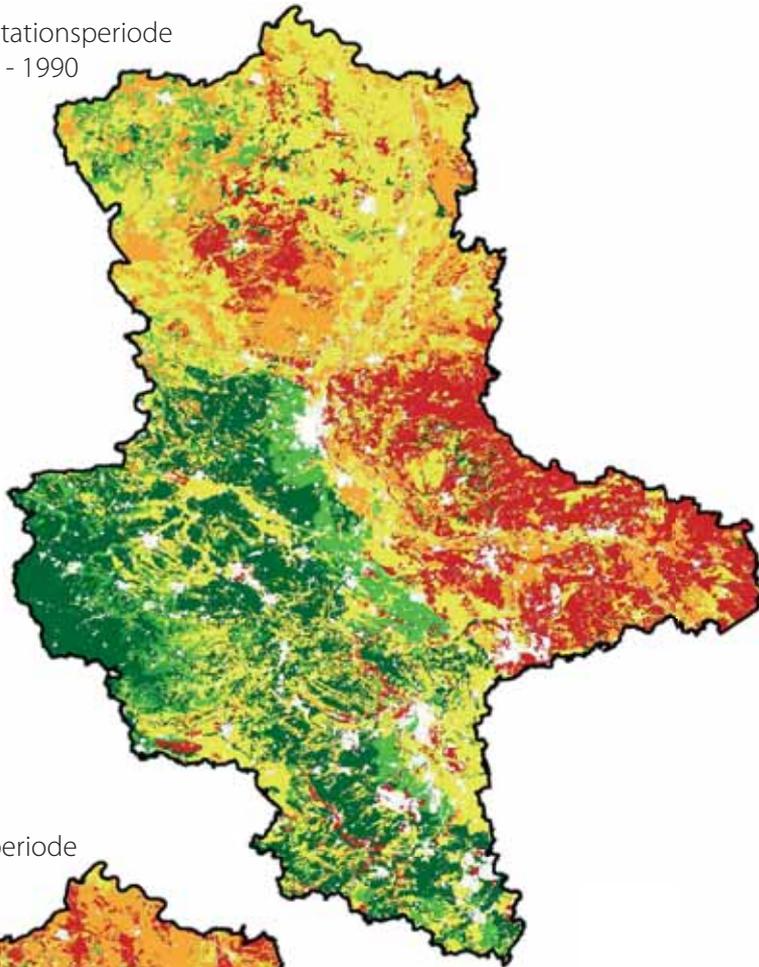
Daraus ergibt sich, dass das Anbau Risiko für die Fichte in Zukunft zwar deutlich zunehmen wird, aber unter Berücksichtigung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers auch im Tiefland auf gut wasserversorgten Standorten sowie im Harzvorland und einigen größeren Flusstälern möglich sein wird.



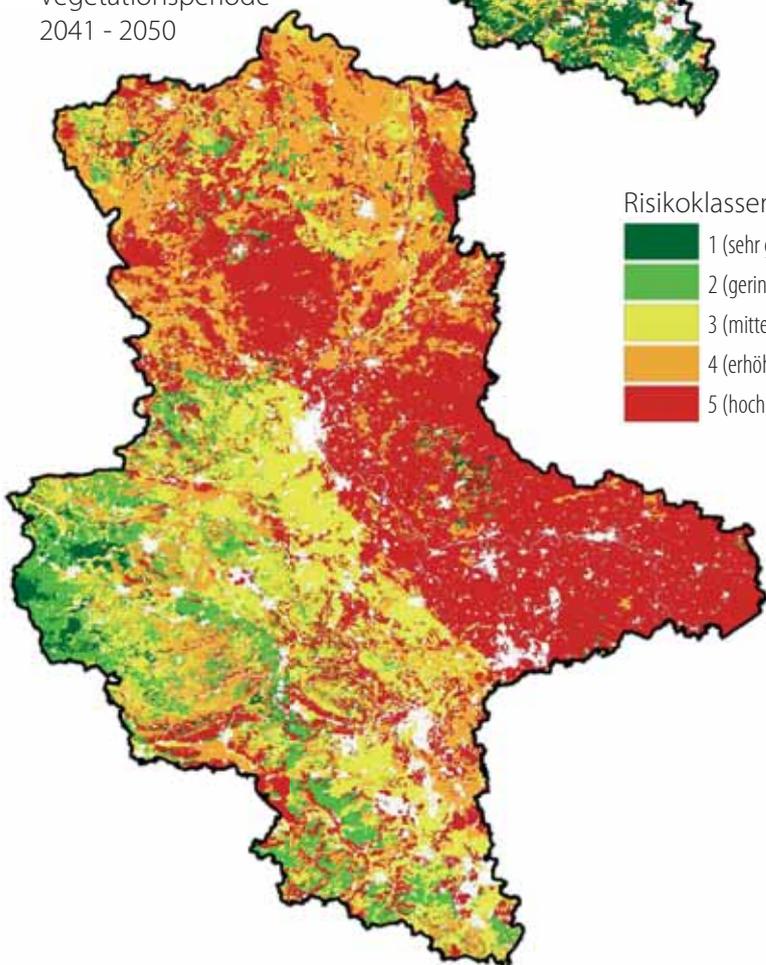
# Witterung und Klima

Abschätzung des Anbaurisikos für die Fichte auf Grundlage der Klimatischen Wasserbilanz (KWB) und des pflanzenverfügbaren Bodenwassers (nutzbare Feldkapazität nFK)

Vegetationsperiode  
1961 - 1990



Vegetationsperiode  
2041 - 2050



# Insekten und Pilze

## Eiche

### Eichenfraßgesellschaft

Im Rahmen der Beobachtungen zur Eichenvitalität wurden Anfang Juni 2009 erneut Fraßbonituren (Eichenfraßgesellschaft) durchgeführt. Fraß fand im Frühjahr 2009 in den Beobachtungsflächen nur in sehr geringem Umfang statt, die Blattverluste durch Fraß betragen meist nur 0-5 %.



### Eichen-Prozessionsspinner

Im nördlichen Sachsen-Anhalt kam es zu einer erheblichen Zunahme der Populationen des Eichenprozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*) mit der Folge starker Fraßereignisse, bis hin zum flächigen Kahlfraß. Die Eichenprozessionsspinnerraupen wurden unter Hubschraubereinsatz im Raum der Verwaltungsgemeinschaft Seehausen auf ca. 550 ha bekämpft.

## Kiefer

### Diplodia-Triebsterben der Kiefer

Der Wärme liebende Pilz *Sphaeropsis sapinea* tritt seit einigen Jahren verstärkt in Kiefernbeständen im nord- und nordostdeutschen Raum auf. Er verursacht das Absterben junger Triebe. Der Erreger wurde auch schon an jüngeren Douglasien und an anderen Nadelbäumen gefunden. Der Pilz konnte auch 2009 in zahlreichen Kiefernbaumhölzern nachgewiesen werden. Es traten aber auch Schädigungen an den frischen Austrieben von Kiefernkultur- und Naturverjüngungspflanzen auf.

## Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini*)

Im nördlichen Sachsen-Anhalt wurden ca. 7.500 ha Fraßfläche gemeldet. Vor allem die im Frühsommer vorgeschädigten Bestände sind inzwischen vollständig kahl gefressen. Allerdings verfügen die Bäume über Knospenanlagen, die für den Wiederaustrieb in 2010 zur Verfügung stehen.



## Eschentriebsterben

Das Eschentriebsterben entwickelt sich zu einer ernsthaften Gefährdung dieser Baumart. Nach vorläufiger Einschätzung führt eine Pilzinfektion (*Hymenoscyphus albidus/Chalara fraxinea*) zur Erkrankung. Es kommt zum Welken von Blättern und Absterben von jungen Trieben. Mit fortgeschrittener Erkrankung entstehen an Eschenstämmchen auch auffällige, lang gestreckte, schildartige Rindennekrosen.

Fortlaufend werden neue Fälle dieser neuartigen Erkrankung im Zuständigkeitsgebiet der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt gemeldet. Im Frühjahr 2009 war eine auffällige Zunahme des Befalls festzustellen.

# Stoffeinträge

Wälder sind auf Grund der großen Kronenoberfläche und der damit verbundenen auskämmenden Wirkung stärker als andere Landnutzungsformen durch anthropogene Stoffeinträge in Form von Sulfatschwefel und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) belastet. Bei gleichen Verhältnissen hinsichtlich Niederschlagshöhe und Luftchemie sind die Stoffeinträge unter Kiefer geringer als unter Fichte, auf Grund der ganzjährigen Benadelung jedoch i. d. R. höher als unter Buche und Eiche.

Seit 1998 werden in Sachsen-Anhalt die Stoffeinträge mit der Kronentraufe in zwei Kiefernbestände in Klötze und Nedlitz im Rahmen des europäischen Forstlichen Umweltmonitorings erfasst.

Durch umfassende Maßnahmen zur Luftreinhaltung konnte der Schwefeleintrag in beispielhafter Weise gesenkt werden. Nach Untersuchungen von Simon et al. (1991) betrug der Sulfatschwefeleintrag im Mittel der Jahre 1986-1988 im Freiland bei Colbitz 30 kg/(ha \* Jahr) und 66 kg/(ha \* Jahr) mit der Kronentraufe unter Kiefer. 2008 betrug der Sulfatschwefeleintrag mit der Kronentraufe unter Kiefer 4,5 kg/ha (Nedlitz) bzw. 3,9 kg/ha (Klötze) und war so gering wie noch nie im bisher 11jährigen Untersuchungszeitraum.

Stickstoff wird in Form von Nitrat (Quellen sind Verbrennungsprozesse in den Bereichen Verkehr, Industrie und Gebäudeheizung) und Ammonium (landwirtschaftliche Quellen) in das Ökosystem eingetragen.

2008 betrug der Nitratstickstoffeintrag mit der Kronentraufe der Kiefer 6,7 kg/ha in Nedlitz und 5,5 kg/ha in Klötze sowie 3,4 kg/ha (Nedlitz) bzw. 3,2 kg/ha (Klötze) im Freiland. Sowohl mit der Kronentraufe als auch im Freiland lag der Stoffeintrag damit auf dem Niveau der jeweiligen langjährigen Flächenmittelwerte.

Beim Ammoniumeintrag deutet sich in Klötze im Freiland und unter Kiefer sowie im Freiland in Nedlitz bei jährlichen Schwankungen ein insgesamt abnehmender Trend an.

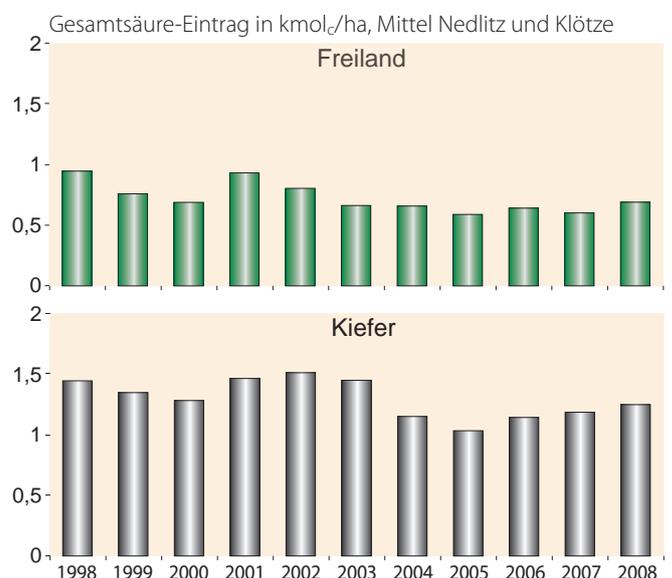
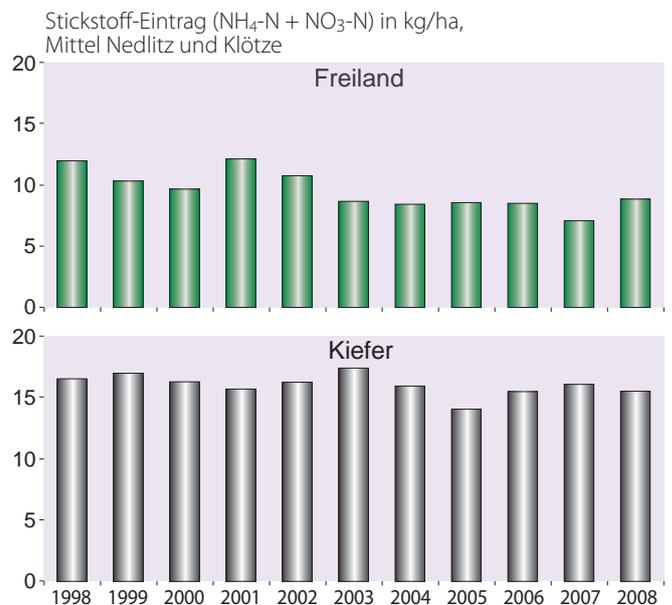
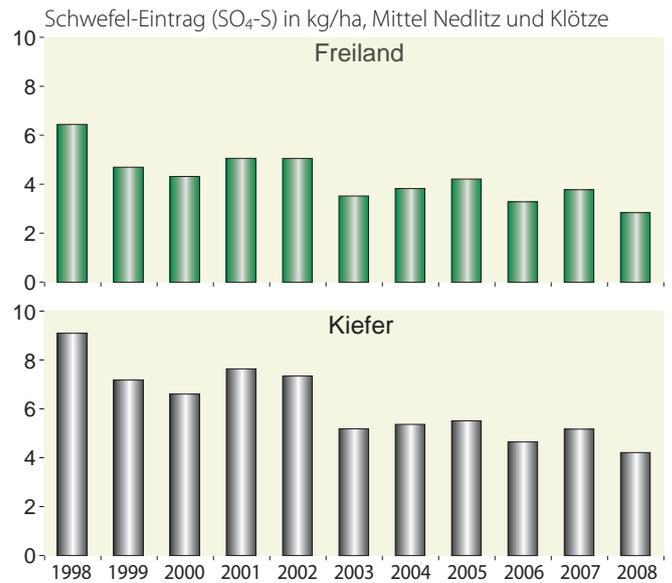
Der Ammoniumstickstoffeintrag betrug 2008 in Nedlitz unter Kiefer 11,0 kg/ha und in Klötze 7,8 kg/ha und im Freiland 6,8 kg (Nedlitz) bzw. 4,2 kg (Klötze).

Im Mittel der letzten 10 Jahre wurden in den Kiefernbestand in Klötze 15,1 kg/(ha \* Jahr) und in Nedlitz 16,8 kg/(ha \* Jahr) anorganischer Stickstoff mit der Kronentraufe eingetragen. Im Freiland betrug der Eintrag im selben Zeitraum 8,2 kg/(ha \* Jahr) in Klötze und 10,3 kg/(ha \* Jahr) in Nedlitz.

Der aktuelle Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdespositen von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der mit dem Niederschlag eingetragenen Basen Calcium, Magnesium und Kalium.

2008 betrug der Gesamtsäureeintrag unter Kiefer in Nedlitz 1,5 kmol<sub>c</sub>/ha und in Klötze 1,0 kmol<sub>c</sub>/ha und übersteigt damit nach wie vor das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte.

*kmol<sub>c</sub> = 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<sub>c</sub>/ha.*





## Further Development and Implementation of an EU-Level Forest Monitoring System

Das von der Europäischen Kommission kofinanzierte FutMon-Projekt sichert 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 Aufnahme des Kronenzustandes sowie die Bestimmung von biotischen Schäden jährlich auf einem 16 km x 16 km - Raster. In Sachsen-Anhalt wird diese Aufnahme mit Hilfe von FutMon auf 19 Flächen gefördert.

Das Untersuchungsprogramm des intensiven Monitorings umfasst neben den Erhebungen zum Zustand der Wald-Ökosysteme umfangreiche Messungen der Wasser- und Stoffflüsse in Wäldern, die Aufschluss über wichtige Abläufe in Wäldern geben. In Sachsen-Anhalt werden zwei intensive Messstationen (Klötze, Nedlitz) durch das FutMon-Projekt finanziell unterstützt. Das basis-intensive Monitoring stellt Daten für die Bereiche Baumvitalität, Zuwachs, Blatt-/ Nadelanalyse, Bodenvegetation, Deposition, Luftschadstoffe (O<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>), Bodeninventuren (5-jährig) sowie meteorologische Kennwerte zur Verfügung.

Zusätzlich werden Untersuchungen in Demonstrationsprojekten durchgeführt.

Das Demonstrationsprojekt zur *Baumvitalität* umfasst intensive Untersuchungen zur Baumvitalität, kontinuierlichen Zuwachsmessung, Streufall, Phänologie sowie zum Blattflächenindex.

In dem Demonstrationsprojekt *Nährstoffkreisläufe* und *Critical Loads* werden zusätzlich untersucht: Bodenlösung und Nährstoffgehalt der Bodenvegetation.

Das dritte Demonstrationsprojekt zum *Wasserhaushalt* ergänzt die Erhebungen um bodenphysikalische und bodenhydrologische Parameter.

Die Abteilung Umweltkontrolle der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt ist für die Koordinierung des Demonstrationsprojektes zur *Baumvitalität* und für zusätzliche Qualitätssicherungsmaßnahmen für beteiligte europäische Labore verantwortlich.

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.



# Aktuelle Arbeiten aus dem Bereich Umweltbeobachtung

## Buchenvitalität Trockenheitstoleranz der Buche

Eichhorn et al. 2008; Beiträge aus der NW-FVA, Band 3, S. 109-134  
Ansprechpartner: Johannes.Eichhorn@nw-fva.de

Nach dem extrem warm-trockenen Sommer 2003 zeigt die Buche im nachfolgenden Jahr einen Rückgang an Zuwachs im Derbholz, dagegen in gleichem Umfang eine Mehrproduktion an Früchten, Knospen und Fruchtschalen. Da die in Streufangbehältern gemessene Biomasse an Blättern unverändert bleibt, ergeben sich für die Gesamt-Kohlenstoffproduktion der Buche vor 2003 als auch danach vergleichbare Werte. Das Ergebnis wird als Umsteuerung der Baumstrategie von Raumeroberung und baumindividueller Stabilität hin zu Mast und Arterhaltung interpretiert. Die Buche ist in Hessen, Niedersachsen und Sachsen Anhalt zwischen 1984 und 2007 im Vergleich die Baumart mit der geringsten annualen Mortalität.



## Klimawandel und Buche

Sutmöller et al. 2008; Beiträge aus der NW-FVA, Band 3, S. 135-158  
Ansprechpartner: Johannes.Sutmoeller@nw-fva.de

Klimaprojektionen der kommenden Dekaden lassen einen deutlichen Temperaturanstieg sowie trockenere Sommermonate erwarten. Dies wird sich auf die Wasserversorgung der Bäume auswirken. Für die Buche wird in Deutschland auch in Zukunft ein bedeutender Flächenanteil erwartet. Es werden jedoch nicht die gleichen Standorte wie heute sein. Kritisch für die Buche können Bereiche des ost- und nordostdeutschen Tieflandes werden, die bereits heute selten mit Buche bestockt sind, aber auch Gebiete im norddeutschen Tiefland, (z. B. Lüneburger Heide) möglicherweise auch in tieferen Lagen Südwest-Deutschlands (z. B. Rhein-Main-Gebiet). Als gefährdete Standorte kommen die wechselfeuchten und wechselfeuchten Standorte hinzu. Dagegen können die höheren Lagen der Mittelgebirge potenziell als Buchenstandorte an Bedeutung gewinnen.

## Wasserhaushalt – Vergleich zwischen Winter und Sommer

Raspe, S. und Meeseburg, H. 2008; Land und Forst 30, S. 43-44  
Ansprechpartner: Henning.Meeseburg@nw-fva.de

Die Klimaerwärmung macht auch vor dem Winter nicht Halt und beeinflusst wesentlich den Wasserhaushalt der Wälder. Geringe Niederschläge im Winter verhindern den Aufbau von Wasserreserven für die Verdunstung der Bäume im nächsten Sommer. Das Winterhalbjahr ist daher so etwas wie der Regenerationsschlaf des Wasserhaushalts. Dabei spielt auch der spezifische Wasserverbrauch verschiedener Baumarten eine Rolle. Generell ist im Winter der Wasserverbrauch immergrüner Nadelbäume wie der Fichte höher als der Verbrauch der winterkahlen Laubbäume. Folgt nach einem vergleichsweise niederschlagsarmen und warmen Winter wie 2006/2007 ein feuchter Sommer, können die Bäume gut von dem Regen des Sommers leben. Bei einem Trockensommer sähe die Situation anders aus, Bäume stünden von Mai bis September unter starkem Trockenstress.



## Energieholz aus dem Wald

Meiwe, K. J. 2009; Forst- und Holz, S. 18-21  
Ansprechpartner: Karl-Josef.Meiwes@nw-fva.de

Zu den Indikatoren einer standörtlich nachhaltigen Energieholznutzung zählen Stoffbilanzen, der Ernährungszustand der Bestände und die Nährstoffvorräte im Boden im Vergleich zum Entzug durch die Holzernte. Während in der Standortskartierung der Boden als konstant beschrieben wird, können mit Simulationsmodellen Nährstoffbilanzen gerechnet und in ihrer zeitlichen Veränderung dargestellt werden. Diese Modelle stellen eine Dynamisierung der Standortskartierung dar. Obwohl die dazu notwendigen Informationen noch lückenhaft sind, können vorläufige Empfehlungen ausgesprochen werden: Auf gut versorgten Standorten sollte man in den nächsten 20 Jahren nicht mehr als zwei Energieholznutzungen planen; auf dem Gros der mittleren Standorte nicht mehr als eine. Aufgrund der oft schwachen Phosphornährung und

# Aktuelle Arbeiten aus dem Bereich Umweltbeobachtung

der häufig negativen Calcium- und Phosphorbilanzen sollten Reisig sowie Nadeln/Blätter im Bestand bleiben. Auf stärker versauerten Standorten wird mindestens eine Bodenschutzkalkung empfohlen. Wichtig ist es, die entnommene Energieholzmenge gut zu dokumentieren.



## Nachhaltigkeit und Vollbaumnutzung: Der Nährstoffzugsindex

Stüber et al. 2008; Forst und Holz, S. 28-33  
Ansprechpartner: Volker.Stueber@nfp.niedersachsen.de

Die Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Durch Vollbaumnutzung werden hierdurch dem Ökosystem erheblich mehr Nährstoffe entzogen als bei konventioneller Derbholznutzung. Zur Sicherung einer nachhaltigen Holzproduktion ist die pflanzenverfügbare Nährstoffausstattung verschiedener Standorte mit den Nährstoffzügen bei unterschiedlichen Nutzungsarten für verschiedene Baumarten zu vergleichen. Es wird ein „Nährstoffzugsindex“ vorgeschlagen, der helfen kann, die Nachhaltigkeit der Holznutzung zu sichern und standortsbezogene Nutzungsempfehlungen zu erarbeiten.

## Nutzungsszenarien und Basensättigung der Waldböden

Ahrens et al. 2008; Forst- und Holz, S. 32-36  
Ansprechpartner: Henning.Meesenburg@nw-fva.de

Um die Wirkungen verschiedener Formen einer forstlichen Nutzung auf den Ernährungs- und Stoffhaushalt besser einordnen zu können, wurden modellhafte Simulationen vorgenommen. Als Zielgröße findet die Basensättigung im Wurzelraum der Waldböden Verwendung. Die Basensättigung fasst die Ausstattung der Waldböden an Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium zusammen. Als Beispiel fanden Einzugsgebiete um die Lange Bramke (Harz) Verwendung. Obwohl die Genauigkeit einzelner Modellannahmen noch zu verbessern

ist, bestätigen die Ergebnisse die grundsätzliche Vorgehensweise. Die wesentlichen Größen des Stoffhaushaltes (Deposition, Nutzungsintensität, Verwitterung, Sickerwasseraustrag und Kalkung) sind danach flächenbezogen bilanzierbar. Auf basenarmen Böden können, bedingt durch langjährig hohe Säureeinträge, schon geringere Nutzungsintensitäten zu kritischen Situationen hinsichtlich der Baumernährung führen. Eine Fortführung der Bodenschutzkalkung wird empfohlen.

## Phosphor und seine Bedeutung für die Energieholznutzung

Rumpf et al. 2008; Forst- und Holz, S. 37-40  
Ansprechpartnerin: Sabine.Rumpf@nw-fva.de

Die Nutzung von Energieholz – insbesondere in Form der Vollbaumnutzung – erfordert eine spezielle Beachtung des Nährstoffbedarfes der Waldbäume. Unter den Hauptnährstoffen gilt dies insbesondere für Phosphor, da davon auszugehen ist, dass sich die Phosphor-Versorgung durch lang anhaltende Säure- und Stickstoffeinträge in die Wälder verändert hat. Eine Auswertung der Daten der ersten Bodenzustandserhebung ergab in Nadeln und Blättern vielerorts eine geringe Versorgung mit Phosphor. Unterstrichen wird dieser Befund durch abnehmende Trends in Kiefern- und Fichtenbeständen. Für Fragen der Nutzungsintensität in Wäldern ist eine Differenzierung der Standorte hinsichtlich der Phosphorernährung erforderlich.

## Nährstoffhaushalt von Buchenbeständen auf Kalk-, Basalt- und Buntsandsteinstandorten

Meesenburg et al. 2008; Beiträge aus der NW-FVA, Band 3, S. 1-19  
Ansprechpartner: Henning.Meesenburg@nw-fva.de

Bei vergleichbaren chemischen Inhaltsstoffen im Niederschlag bestimmen die Böden der Buchenbestände Göttinger Wald, Zierenberg und Solling völlig unterschiedliche Reaktionsmuster im Nährstoffkreislauf der Wälder. Während im Bestand Zierenberg Verluste an organischer Substanz aus dem



# Aktuelle Arbeiten aus dem Bereich Umweltbeobachtung

Mineralboden festzustellen sind, reichert sich im Solling der Humusvorrat in der organischen Auflage deutlich an. Für den Solling bestätigen Verluste an Calcium die Notwendigkeit einer Bodenschutzkalkung. Für alle drei Flächen liegt der Stickstoffeintrag weit über dem derzeitigen Bedarf der Bestände.

## Versorgung der Bestände mit Kalium, Calcium und Magnesium

Dammann et al. 2008; Forst- und Holz, S. 41-44  
Ansprechpartnerin: Inge.Dammann@nw-fva.de

Der Elementgehalt in Nadeln und Blättern ist ein wichtiger Hinweis für den Ernährungsstatus der Waldbäume. Dargestellt sind für Fichte, Kiefer, Buche und Eiche jeweils Werte von Mitte der 90er Jahre bis heute. Für alle Baumarten ergibt sich eine vergleichsweise gute Kaliumernährung. Fichte und Kiefer zeigen eine angespannte Magnesiumernährung. Dagegen sind die Magnesiumwerte bei Buche und Eiche vielfach als „normal“ zu bezeichnen. Die ermittelten Trends zeigen, dass ohne Zufuhr von Magnesium nicht mit einer Verbesserung der Ernährungssituation zu rechnen ist. Die mit einer Bodenschutzkalkung zugeführten magnesiumhaltigen Kalke erweitern die Möglichkeiten einer Biomassennutzung erheblich.

## Auswirkungen von Bodenschutzkalkungen auf Buchenwälder

Evers et al. 2008; Beiträge aus der NW-FVA, Band 3, S. 21-50  
Ansprechpartner: Jan.Evers@nw-fva.de

Bodenschutzkalkungen wirken sich positiv auf das Höhenwachstum, den Kronenzustand sowie auf die Nährstoffversorgung von Buchen aus. Zusätzlich wurde das Nährstoffangebot

im Mineralboden deutlich verbessert und die Stoffumsätze im Auflagehumus aktiviert. Unter den gekalkten Parzellen ist verstärkt Kohlenstoff im Mineralboden gespeichert. Danach kann die Bodenschutzkalkung als geeignet angesehen werden, die Vitalität von Buchenbeständen und die Stabilität von Waldböden zu erhöhen.

## Stickstoffeintrag und löslicher Kohlenstoff im Boden

Evans et al. 2008; Biogeochemistry, S. 13-35  
Ansprechpartner: Henning.Meesenburg@nw-fva.de

Haben die anhaltend hohen Stickstoffeinträge einen Einfluss auf die Kohlenstoffspeicherung in Waldböden? Zu dieser Frage werden Ergebnisse von dreizehn langjährigen Fallstudien in Europa und Nordamerika verglichen, darunter die Buchenfläche der NW-FVA im Solling.

Wird den Waldböden Stickstoff zugeführt, so ist zwischen einer versauernden Wirkung durch Ammonium-N und einer entsauernden Wirkung von Nitrat-N zu unterscheiden. Veränderungen der Austräge von löslichem Kohlenstoff aus Waldböden sind eher auf Veränderungen im Säurehaushalt als auf die düngende Wirkung von Stickstoff zurückzuführen. Eine Zunahme an löslichem Kohlenstoff in Oberflächengewässern dürfte daher in Zusammenhang mit einer abnehmenden Säurebelastung durch rückläufige Schwefel- und Stickstoffdeposition stehen.



# Sonderthema: Nutzung von Waldrestholz zur Gewinnung von Energie

Holz gehört zu den erneuerbaren Energieträgern. Die Sonnenenergie wird bei der Photosynthese unter Verwendung von Kohlendioxid und Wasser von den Bäumen in chemische Energie umgewandelt, die beispielsweise in der Zellulose oder anderen Inhaltsstoffen der Bäume gespeichert wird. Dabei wird der Atmosphäre Kohlendioxid entzogen, das bei der späteren Verbrennung des Holzes wieder frei wird. Netto kommt es bei diesem Kreislauf in dem Zeitraum, der die Lebenszeit des Holzes umfasst, zu keiner Anreicherung von Kohlendioxid in der Atmosphäre. Dem gegenüber wird bei der Verbrennung von z. B. Kohle Kohlendioxid frei, das vor Millionen Jahren aus der damaligen Atmosphäre entzogen wurde. Dieses heute aus der Kohle frei gesetzte Kohlendioxid führt zu einer Erhöhung der Kohlendioxidkonzentrationen in der heutigen Atmosphäre. Dies ist eine wesentliche Ursache für die heutige Klimaänderung.



Die Brennholzwerbung beschränkte sich im ländlichen Raum in der jüngeren Vergangenheit hauptsächlich auf private Selbstversorger. Aufgrund der niedrigen Öl- und Gaspreise war der Umfang der Selbstwerbung von Brennholz verhältnismäßig gering.

Die gestiegenen Energiepreise sowie Probleme der Klimaveränderungen durch hohen CO<sub>2</sub>-Ausstoß haben zu einer Wende in der Holznutzung geführt: Es wird mehr Holz zur Gewinnung von Energie eingesetzt. Neben dem klassischen Scheitholz werden neue Formen des Energieholzes wie Pellets oder Hackschnitzel angeboten, die sowohl neue Verbrennungstechniken wie auch Herstellungs- und Bereitstellungsverfahren erfordern. Es ist ein ganzer Markt rund um das Energieholz im Entstehen. Darüber hinaus werden Verfahren zur Herstellung von flüssigen Brennstoffen aus fester Biomasse, auch aus der Baumbiomasse, entwickelt.

Die Holznutzung aus nachhaltig bewirtschafteten, heimischen Wäldern bietet Vorteile für den Klimaschutz und für den Wald. Mit dem wachsenden Interesse an der Nutzung von Biomasse aus dem Wald gewinnt die Frage der standörtlichen Nachhaltigkeit stärker an Gewicht. Wieviel Biomasse kann dem Wald entnommen werden, ohne dass die Bodenfruchtbarkeit der forstlichen Standorte darunter leidet und die Waldökosysteme an Stabilität verlieren? Mit dem nährstoffreichen Schwachholz werden dem Standort Nährstoffe und

Kohlenstoff entnommen, die für das Wachstum der Bäume, die Stoffumsätze im Waldökosystem und die Humusbildung wichtig sind. So wird bei der Vollbaumnutzung (Derbholz + Rinde + Kronenmaterial) im Vergleich zur herkömmlichen Derbholznutzung mit Rinde der Biomasseentzug um ca. 20 % gesteigert, der Nährstoffentzug wird jedoch je nach Nährelement um 50 % (Calcium) bis 190 % (Phosphor) erhöht.

Es geht heute also darum, einerseits die Möglichkeiten einer standörtlich nachhaltigen Energieholznutzung auszuschöpfen und andererseits die Grenzen, die sich aus der Forderung nach einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung ergeben, einzuhalten. Letzteres ist mittel- und langfristig von großer Bedeutung, denn nur intakte Standorte bilden die Grundlage einer wirtschaftlich nachhaltigen Entwicklung der Forstbetriebe.

Gegenwärtig wird zu dieser Fragestellung an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt intensiv gearbeitet. Dabei geht es um die Ermittlung der verwertbaren Restholzmengen sowie um die Bestimmung der Nährstoffmengen, die unter Einhaltung des Nachhaltigkeitsprinzips dem Wald entnommen werden können. Diese ergeben sich aus den Nährstoffbilanzen (Nährstoffeintrag durch luftbürtigen Eintrag plus Verwitterung, Nährstoffaustrag durch Sickerwasserverluste plus Holzernte). Der Nährstoffentzug durch die Holzernte darf nicht größer sein als der Eintrag minus Austrag mit dem Sickerwasser. Weitere Kriterien zur Bewertung der Standorte sind unter anderem die pflanzenverfügbaren Nährstoffmengen im Boden im Vergleich zu den Nährstoffentzügen oder der Ernährungszustand der Waldbestände.

Hinsichtlich der Höhe des Bedarfs des Waldes an einzelnen Nährstoffen lässt sich folgende Reihenfolge aufstellen: Stickstoff > Calcium > Kalium > Magnesium > Phosphor. Je nach Nutzungsintensität und Standortgüte können unterschiedliche Nährstoffe ins Minimum geraten. Die Nutzung begrenzend ist immer der Nährstoff, der sich im Minimum befindet.



# Sonderthema: Nutzung von Waldrestholz zur Gewinnung von Energie



Der Nährstoffbedarf der Bäume ist für das Element Stickstoff am höchsten. Durch den Lufteintrag ist Stickstoff zurzeit in den meisten Beständen in großen Mengen vorhanden. Der Bedarf an Calcium wird in der Regel auf den reichen und kräftigen Standorten aus der Verwitterung der Bodenminerale gedeckt. Auf den mittleren bis armen Standorten, insbesondere, wenn diese stark versauert sind, spielt der luftbürtige Eintrag sowie die Waldkalkung eine wichtige Rolle bei der Versorgung der Waldbestände. Auf den stark versauerten mittleren bis armen

Standorten ist die Magnesiumversorgung nicht gesichert, es sei denn, sie werden gekalkt. Die Phosphor- und Kaliumverfügbarkeit ist auf den diesen Standorten mäßig bis gering.

Bei der Unterteilung der Standorte in die Nährkraftstufen reich, kräftig, mittel, ziemlich arm und arm sollte man die ziemlich armen und armen Standorte von der Restholznutzung ausschließen. Auf den mittleren Standorten sollte das nährstoffreiche Restholz nur eingeschränkt geerntet werden; wenn die Standorte sehr sauer sind, nur dann, wenn sie gekalkt worden sind bzw. wenn eine Kalkung vorgesehen ist. Auf den reichen Standorten sind weniger Einschränkungen erforderlich, um der Nachhaltigkeit gerecht zu werden. Hier muss wie bei den mittleren Standorten darauf geachtet werden, dass genügend Kohlenstoff zur Humusbildung im Ökosystem verbleibt.

Das Beachten der Grenzen der Nachhaltigkeit ist nicht nur eine ökologische Forderung, sondern hat auch eine ökonomische Dimension. Untersuchungen zur Wirkung der Vollbaumnutzung zeigen, dass diese mit erheblichen Minderzuwächsen verbunden sein kann. In Durchforstungsversuchen in Skandinavien fand man bei Vollbaumnutzungen im Vergleich zu konventionellen Nutzungen Minderzuwächse von 0 – 15 %, in Österreich in Fichtenbeständen bis zu 24 %. Für die Endnutzung liegen die wenigen Literaturangaben zu Minderzuwächsen nach Vollbaumnutzung im Vergleich zu konventioneller Nutzung zwischen 13 und 30 %. In Deutschland gibt es keine diesbezüglichen Versuchsergebnisse. Die Untersuchungsergebnisse aus anderen Ländern lassen es jedoch geraten erscheinen, beim Einstieg in die Nutzung von Restholz zur Energieerzeugung behutsam vorzugehen bzw. die Verfügbarkeit von Restholz unter dem Gesichtspunkt der standörtlichen Nachhaltigkeit sorgfältig zu prüfen.





# 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.; Wendland, J.; Weymar, J. und Eichhorn, J.

## mit Beiträgen von:

Witterung und Klima: Schwerdtfeger, O.; Suttmöller, J.

Stoffeinträge: Scheler, B.; Meesenburg, H.

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

FutMon, Aktuelle Arbeiten aus dem Bereich Umweltbeobachtung: Eichhorn, J.; Albrecht, M.

Energieholznutzung: Meiwes, K.-J.

Fotos: Ullrich, T. (Titelbild); Evers, J.; Heile, H.; Schmidt, M.; Schmidt, W.; Steffens, R.; Weymar, J.; Abt. Waldschutz, Hessen-Forst

Graphik und Layout: Paar, E.; Sambo, G.; Schwerdtfeger, O.; Suttmöller, J.

## Herstellung:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

## Druck:

Printec Offset Kassel

Der Waldzustandsbericht 2009 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.