

Waldzustandsbericht 2014



Vorwort



Liebe Leserin, lieber Leser,

ich freue mich, Ihnen den Waldzustandsbericht für Schleswig-Holstein 2014 vorstellen zu können. Nach unserem Beitritt zur Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt im Jahre 2011 liegen hier nun zum vierten Mal die von den Göttinger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern erhobenen Daten zum Gesundheitszustand der schleswig-holsteinischen Wälder vor.

In der Forstwirtschaft Schleswig-Holsteins geht es um viel mehr als nur die Holzbestände zu erhalten. Eine nachhaltige Forstwirtschaft bedeutet, dass die biologische Vielfalt, Produktivität, Regenerationsfähigkeit und Vitalität langfristig erhalten bleibt, ohne dass dies zu Schäden am Wald und an anderen Ökosystemen führt.

Mit 650.000 Kubikmetern ist infolge der Orkane Christian und Xaver im Herbst 2013 erheblich mehr Holz angefallen, als zunächst eingeschätzt wurde. Die Menge übersteigt damit den kompletten Jahreseinschlag in Schleswig-Holstein. Die Schleswig-Holsteinischen Landesforsten (AöR) für den Bereich des Landeswaldes und die Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein für den Bereich des Privatwaldes arbeiten sehr ehrgeizig und mit vollem Engagement an der Beseitigung dieser Sturmschäden. Die Wiederaufforstung der durch die Stürme Christian und Xaver entstandenen kahlen Waldflächen mit standortsangepassten, naturnahen, stabilen Mischwäldern und der weitere Waldumbau bleiben die zentralen Aufgaben für die nächsten Jahre und Jahrzehnte.

Ziel der jährlichen Waldzustandserhebungen ist die wissenschaftliche Analyse von Vitalitätsschwankungen der Waldbäume, die u. a. durch Schadstoffeinträge und Schäden von Insekten und Pilzen verursacht werden. Zurzeit wandeln sich die klimatischen Bedingungen, unter denen die Wälder Schleswig-Holsteins aufwachsen und sich zukünftig entwickeln. Klimaveränderungen wie die Zunahme von Sturmereignissen und längere Trockenperioden können zu einem Risiko für den Wasserhaushalt, den Bodenzustand, für den Einzelbaum und für das gesamte Waldökosystem werden. Diese Risiken und langfristigen Trends frühzeitig zu erkennen, um dann Maßnahmen zum Schutz der schleswig-holsteinischen Wälder zu entwickeln, ist im Zusammenhang mit der Bundeswaldinventur die Kernaufgabe der landesweiten Waldzustandsuntersuchungen und damit dieses Berichtes.

A handwritten signature in black ink that reads "Robert Habeck". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

Dr. Robert Habeck

Minister für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

Hauptergebnisse

Waldzustandserhebung (WZE)

Die mittlere Kronenverlichtung der Waldbäume in Schleswig-Holstein beträgt in diesem Jahr 16 %. Das Kronenverlichtungsniveau liegt seit 2012 insgesamt deutlich unter dem Wert des Jahres 2004, in dem der höchste Wert im Beobachtungszeitraum (24 %) erreicht wurde. 2014 steigt die mittlere Kronenverlichtung für die ältere Buche und die über 60-jährigen anderen Nadelhölzer im Vergleich zum Vorjahr etwas an, die älteren Eichen, Fichten, Kiefern und anderen Laubbäume zeigen eine Verbesserung.

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung belegen einen deutlichen Alterstrend: Die mittlere Kronenverlichtung der über 60-jährigen Waldbestände liegt mit 22 % mehr als doppelt so hoch wie die der jüngeren Waldbestände (9 %).

Die Baumarten reagieren unterschiedlich. Die Baumartenverteilung in der WZE-Stichprobe in Schleswig-Holstein ergibt für die Buche einen Flächenanteil von 25 %, die Eiche mit 16 %, die Fichte mit 17 % und die Kiefer mit 6 % an der WZE-Stichprobe vertreten. Die anderen Laub- und Nadelbäume nehmen zusammen einen Anteil von 36 % ein.

Bei den Laubbaumarten Buche und Eiche haben sich die Kronenverlichtungswerte im Beobachtungszeitraum deut-

lich erhöht. Die Entwicklung der Kronenverlichtung der älteren Buche ist durch starke Schwankungen gekennzeichnet, in diesem Jahr beträgt die mittlere Kronenverlichtung 27 %, Höchstwerte der Kronenverlichtung wurden 2000 und 2004 (38 %) ermittelt. Diese Entwicklung ist mit beeinflusst durch die Fruchtbildung.

Der Verlauf der mittleren Kronenverlichtung der älteren Eiche (2014: 25 %) wird mit bestimmt durch die Populationsdynamik der Eichenfraßgesellschaft.

Bei der älteren Fichte wird seit Beginn der Zeitreihe der Waldzustandserhebung ein anhaltend hoher Verlichtungsgrad festgestellt. Der höchste Wert wurde 2006 ermittelt (37 %). Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 24 % wird in diesem Jahr ein vergleichsweise niedriger Wert erreicht.

Die ältere Kiefer zeigt im Beobachtungszeitraum ebenfalls Schwankungen, 2004 waren die Verlichtungswerte am höchsten (27 %). Zurzeit sind die Verlichtungswerte niedriger (2014: 15 %).

Im Jahr 2014 liegt die mittlere Kronenverlichtung der anderen Laub- und Nadelbäume (alle Alter) bei 14 % bzw. 9 %.

Der Anteil starker Schäden für alle Baumarten und Alter (2,1 %) und die Absterberate (0,2 %) liegen im Mittel der Zeitreihe.



Foto: J. Evers

Hauptergebnisse

Witterung und Klima

Der Winter 2013/2014 und das folgende Frühjahr waren überdurchschnittlich warm, trocken und sonnenscheinreich. Viele Waldbäume reagierten auf diesen Witterungsverlauf mit einem frühen Austrieb. Der Sommer zeigte sich sehr wechselhaft mit Hitzewellen, Gewittern und starken Niederschlagsereignissen.

Sturmschäden

Die Stürme Christian und Xaver haben im Herbst und Winter 2013 ca. 1200 Hektar Wald durch Windwurf und Windbruch so stark geschädigt, dass Neuaufforstungen nötig werden. Vor allem Bestände aus Lärchen, Sitkafichten, Rotfichten und Tannen im Norden von Schleswig-Holstein waren betroffen.



Foto: N. Neuburg

Grundwasserneubildung

Die Untersuchungen zum Wasserhaushalt auf den BZE II-Standorten in Schleswig-Holstein zeigen, dass die Grundwasserneubildung von vielen standörtlichen Faktoren abhängt und kleinräumig stark variiert. Unter heutigen Klimabedingungen weisen die meisten Waldstandorte noch hohe Grundwasserneubildungsraten auf (>200 mm pro Jahr). In Zukunft muss unter der Annahme des Klimaszenarios RCP8.5 mit einer signifikanten Abnahme der Grundwasserneubildung gerechnet werden. Besonders im Osten von Schleswig-Holstein werden teilweise Grundwasserneubildungsraten von weniger als 25 mm im langjährigen Mittel erwartet. Dies würde bedeuten, dass auf diesen Standorten nur während niederschlagsreicher Perioden Grundwasser neu gebildet wird.



Foto: R. Steffens

Waldschutz

Die Eichenbestände waren in den letzten Jahren durch Witterungsextreme in Kombination mit wiederholtem, starkem Blattfraß und nachfolgendem Mehltaubbefall belastet. Seit dem letzten Jahr sind die Schäden durch die Eichenfraßgesellschaft zurückgegangen.

Für das Eschentriebsterben wird sowohl eine Zunahme der Schadfläche als auch eine Verstärkung der Schäden beobachtet.

Stoffeinträge

Seit 1989 werden auf einer Buchenfläche des Intensiven Forstlichen Monitorings in Schleswig-Holstein die Stoffeinträge erfasst. Der Sulfatschwefeleintrag ist 2013 im Vergleich zum Zeitraum 1989-1991 um 72 % zurückgegangen. Die mittlere jährliche Abnahme der Stickstoffeinträge pro Hektar unter der Buche beträgt für Nitrat-Stickstoff 0,2 kg und für Ammonium-Stickstoff 0,6 kg. Mit einem Gesamtsäureeintrag von 1,4 kmol_c im Jahr 2013 weist die Fläche Bornhöved unter den zehn Buchenflächen im Zuständigkeitsgebiet der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt die dritthöchsten Säureinträge auf.



Foto: H. Heinemann

Bodenvegetation

Mit dem im Rahmen der Bodenzustandserhebung (BZE II) erhobenen Vegetationsdatensatz wurde für Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt das Vorkommen von Waldbodenpflanzen in bestimmten Pufferbereichen statistisch fundiert abgeleitet. Die Bestimmung der Pufferbereiche über die Zeigerarten ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Ansprache der Nährstoffverfügbarkeit von Waldstandorten.



Foto: T. Ullrich

Forstliches Umweltmonitoring

Johannes Eichhorn, Uwe Paar, Henning Meeseburg,
Nils König, Jörg Weymar und Inge Dammann

Aufgaben

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

Das Forstliche Umweltmonitoring leistet dazu einen wesentlichen Beitrag. Es erfasst mittel- bis langfristig Einflüsse der Umwelt auf die Wälder wie auch deren Reaktionen, zeigt Veränderungen von Waldökosystemen auf und bewertet diese



Foto: J. Evers

auf der Grundlage von Referenzwerten. Die Forstliche Umweltkontrolle leistet Beiträge zur Daseinsvorsorge, arbeitet die Informationen bedarfsgerecht auf, erfüllt Berichtspflichten, gibt Entscheidungshilfen für die Forstpraxis und berät die Politik auf fachlicher Grundlage.

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

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

Konzept

Grundsätzlich werden im Forstlichen Umweltmonitoring waldfächenrepräsentative Übersichtserhebungen auf Rasterebene (Level I), die intensive Dauerbeobachtung ausgewählter Waldökosysteme im Rahmen verschiedener Beobachtungsprogramme (Bodendauerbeobachtungsprogramm (BDF), Level II, Waldökosystemstudie Hessen (WÖSSH)) sowie Experimentalflächen unterschieden.

Das Konzept umfasst folgende Monitoringprogramme, wobei einzelne Monitoringflächen mehreren Programmen zugeordnet sein können:

- Level I (Übersichtserhebungen)
- BDF (Bodendauerbeobachtungsprogramm)
- Level II (ICP Forests Intensive Monitoring Plots)
- Level II Core (Level II mit intensivierten Erhebungen)
- WÖSSH (Waldökosystemstudie Hessen)
- Experimentalflächen; dazu zählen:
Forsthydrologische Forschungsgebiete, Flächen zur Bodenschutzkalkung und zur Nährstoffergänzung sowie zur wasser- und stoffhaushaltsbezogenen Bewertung von Nutzungsalternativen.

An den Level I-Punkten werden folgende Erhebungen durchgeführt:

- Kronen- und Baumzustand, abiotische und biotische Faktoren (auf allen Stichprobenpunkten der Waldzustandserhebung (WZE) und der Bodenzustandserhebung (BZE)).
- Auf den BZE-Punkten werden zusätzlich Baumwachstum, Nadel-/Blatternährung, Bodenvegetation und der morphologische, physikalische und chemische Bodenzustand untersucht. Auf dem BZE-Netz erfolgt zusätzlich eine Erhebung von Daten entsprechend dem Verfahren der Bundeswaldinventur.

Forstliches Umweltmonitoring

Auf Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) werden langfristig standorts-, belastungs- und nutzungsspezifische Einflüsse auf Waldböden erfasst. BDF dienen als Eichstelle in Katastrophenlagen und der Vorsorge für rechtzeitige Maßnahmen zum Schutz von Böden in ihrer Substanz und ihren Funktionen. Das BDF-Programm umfasst für forstlich genutzte Flächen folgende Erhebungen (Höper & Meesenburg 2012):

- Chemischer und physikalischer Bodenstatus, Nadel-/Blatternahrung, Baumwachstum, Bodenvegetation, Kronen- und Baumzustand, abiotische und biotische Faktoren.

Auf Intensiv-BDF werden zusätzlich Erhebungen zum Wasser- und Stoffhaushalt von Waldböden durchgeführt:

- Deposition, Bodenlösung, Streufall, Meteorologie und Bodenhydrologie.

Auf den Flächen der Waldökosystemstudie Hessen (WÖSSH) werden auf repräsentativen Standorten Waldökosystemzustände und -prozesse beobachtet, um Veränderungen von Waldfunktionen durch Umwelteinflüsse zu detektieren. Die Erhebungen auf WÖSSH-Flächen beinhalten folgende Indikatoren:

- Deposition, Bodenlösung, Nadel-/Blatternahrung, Baumwachstum, Kronen- und Baumzustand, abiotische und biotische Faktoren, chemischer und physikalischer Bodenstatus sowie Bodenvegetation.

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

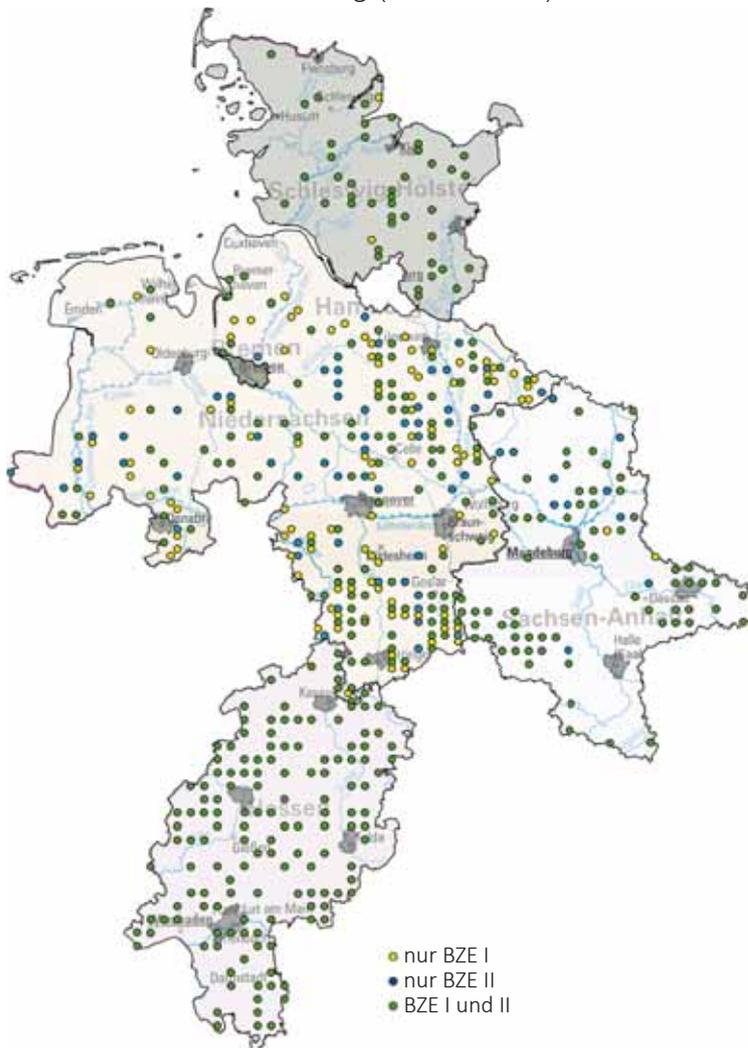
- Kronen- und Baumzustand, abiotische und biotische Faktoren, Baumwachstum, Nadel-/Blatternahrung, Bodenvegetation, Deposition, Bodenstatus.

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

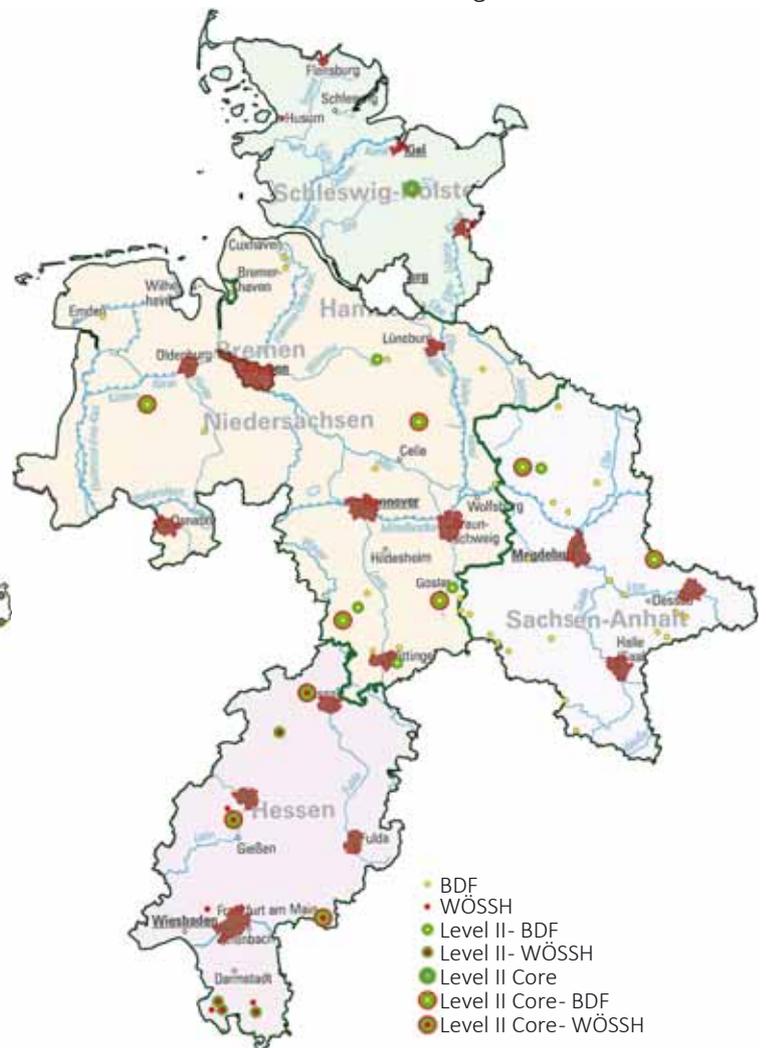
- Streufall, Baumphänologie, Baumwachstum (intensiviert), Bodenlösung, Bodenfeuchte, Luftqualität, Meteorologie.

Anhand von Übersichtserhebungen (Level I) können frühzeitig Entwicklungen und Störungen aufgezeigt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Als erfolgreiches Beispiel ist hier die Bodenschutzkalkung zu nennen, die den Waldböden wesentlich vor anthropogenen Säureeinträgen schützt und positiv zum Nährstoffhaushalt der Wälder beiträgt. Das Intensive Monitoring ermöglicht einen viel detaillierteren Blick auf die Abläufe im Ökosystem als es Übersichtserhebungen leisten könnten und trägt somit wesentlich zum Verständnis der Entwicklungen bei. Im Falle von umweltpolitischen Maßnahmen ermöglicht das Forstliche Monitoring eine wirksame Kontrolle der Erfolge.

Übersichtserhebung (Level I - BZE)



Intensives Monitoring



Forstliches Umweltmonitoring

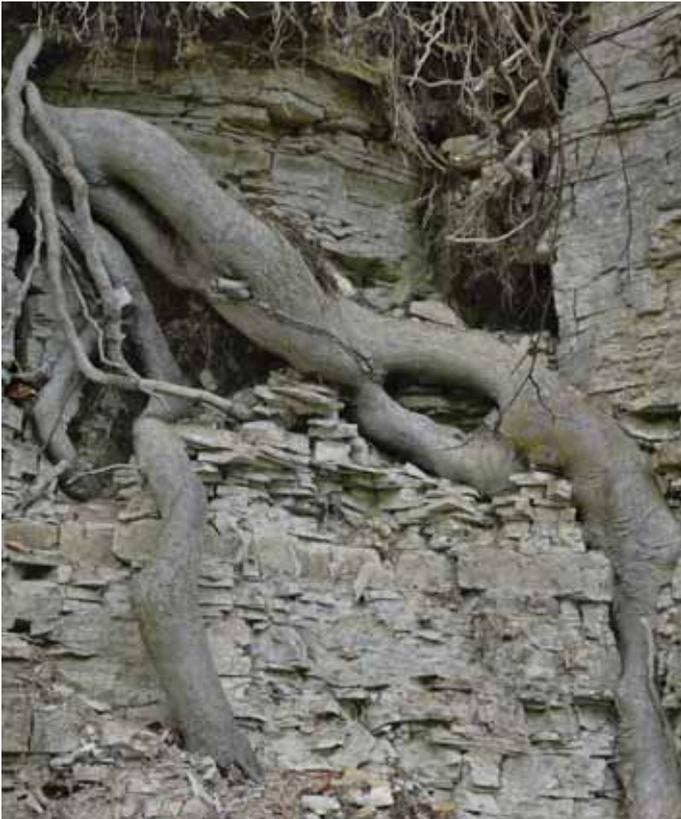


Foto: J. Evers

Die im Forstlichen Umweltmonitoring verwendeten Instrumente der Ökosystemüberwachung stehen europaweit harmonisiert nach den Grundsätzen des ICP Forests (Methoden: <http://icp-forests.net>; Manual: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>), der BDF-Arbeitsanleitung (Barth et al. 2000), der BZE-Arbeitsanleitung (Wellbrock et al. 2006) sowie dem Handbuch Forstliche Analytik (BMELV (Hrsg.) 2005) zur Verfügung. Qualitätssichernde und -prüfende Maßnahmen sind danach verbindlich vorgeschrieben. Sie bestätigen die Qualität und die Nutzbarkeit der Ergebnisse.

Das Untersuchungsdesign der Forstlichen Umweltkontrolle für die Bereiche Level I, Intensives Monitoring und Experimentalflächen für die Länder Hessen, Niedersachsen, Bremen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein zeigen die Abbildungen auf den Seiten 6 und 7 unten.

Qualitätsmanagement in der forstlichen Analytik

Seit nunmehr 25 Jahren werden im Umweltlabor der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt die chemischen Analysen von Wasser-, Boden- und Pflanzenproben aus den langjährigen Umweltmonitoring-Programmen und zahlreichen Versuchen zur Kalkung, Düngung, Bodenbearbeitung oder unterschiedlichen Nutzungsformen durchgeführt. Insbesondere bei Untersuchungen für langfristige Zeitreihen muss sichergestellt sein, dass die angewandten Untersuchungs- und Elementbestimmungsmethoden vergleichbare Ergebnisse liefern. Um dies zu gewährleisten, sind nicht nur eine umfangreiche Methodendokumentation, sondern auch eine kontinuierliche Anpassung der Methoden an die jeweils neuste Analysegeräte-Generation und ein umfangreicher Methodenvergleich bei wechselnden Methoden nötig. Aus diesem Grund hat das Labor der NW-FVA bereits sehr früh ein sogenanntes Labor-Informations- und Management-System (LIMS) entwickelt und eingeführt, das nicht nur den Laborablauf steuert und als Datenbank für alle im Labor erhobenen Daten dient, sondern auch für jeden Arbeitsschritt (Probenvorbereitung, Aufschluss- oder Extraktionsverfahren, Parameter-Messung) die angewandte Methodik eindeutig dokumentiert. In Kombination mit den bei Methodenwechseln immer durchgeführten Methodenvergleichen können so auch jahrzehntealte Untersuchungsergebnisse mit heutigen Daten verglichen und gemeinsam ausgewertet werden. Da alle seit 1989 angewandten Methoden in aktuell 15 Bänden der Berichtsreihe Waldökosystemforschung veröffentlicht worden sind, können nachträglich Untersuchungen zur Vergleichbarkeit von Daten oder Methoden durchgeführt werden.

Neben der langfristigen Datenhaltung in Datenbanken und der damit verknüpften Methodendokumentation mit einem durch den Gutachterausschuss Forstliche Analytik (GAFA) eingeführten, bundesweit einheitlichen Methoden-Code stellt ein laborinternes und -externes Qualitätskontrollsystem sicher, dass nur qualitätsgeprüfte Analyseergebnisse in die Datenbanken und an die auswertenden Wissenschaftler/-innen weitergegeben werden. Dazu wurde dem LIMS ein im Hause entwickeltes Datenprüf- und Übertragungsprogramm RELAQS vorgeschaltet, das die Messdaten der Analysegeräte nach verschiedenen Kriterien überprüft und dann an das LIMS überträgt. So werden fehlerträchtige Übertragungen von

Experimentalflächen



Forstliches Umweltmonitoring



Messungen von Wasser-, Boden- und Humusproben im Labor der NW-FVA
Foto: N. König

Analysedaten per Hand weitestgehend vermieden. Im LIMS werden weitere methodenübergreifende Qualitätsprüfungen durchgeführt. Neben den Standardmaterialprüfungen und der dazugehörigen Führung von Blindwert- und Mittelwertkontrollkarten erfolgen diverse Bilanzprüfungen (Stickstoffbilanz, Kohlenstoffbilanz, Na/Cl-Verhältnis, Ionen- und Leitfähigkeitsbilanz bei Wasserproben), pH-Wert-Plausibilitätsprüfungen und eine Kontrolle der Wiederholungsproben. Im Falle der Nichteinhaltung vorgegebener Kriterien werden automatisch Nachmessungen vom System angefordert, die dann im Labor durchgeführt werden.

Die externe Qualitätssicherung des Labors ist durch die regelmäßige Teilnahme an zahlreichen Ringanalysen sichergestellt. Neben den zweijährigen Bodenringanalysen des GAFA und den Boden-, Pflanzen- und Wasserringanalysen im Rahmen des europäischen ICP Forests-Programms beteiligt sich das Labor an den europäischen ISE- und EMEP-Ringanalysenprogrammen für Boden- bzw. Wasserringanalysen.

Für spezielle Analysenprogramme, an denen viele Labore in Deutschland oder Europa beteiligt sind, werden darüber hinaus programmbegleitende Ringanalysen und Kontrollprobenuntersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse Aussagen über die Datenvergleichbarkeit zulassen. So wurde z. B. bei der 2. Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) neben der genauen Festlegung der zu verwendenden Untersuchungs- und Analysemethoden ein sechsjähriges Kontrollprogramm mit fünf Ringanalysen und sechs von allen Labors kontinuierlich mitzumessenden Kontrollstandards durchgeführt und danach die Vergleichbarkeit der Daten ermittelt.

Ein weiteres wichtiges Element des Qualitätsmanagements ist der kontinuierliche Informationsaustausch über Methoden- und Geräteentwicklungen sowie Methodenvergleiche zwischen den Laborleiter/-innen der bundesdeutschen forstlichen Labore GAFA und in der Arbeitsgruppe Qualitätskontrolle im europäischen ICP-Forests-Programm.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich das aufwändige Qualitätsmanagement des Umweltlabors der NW-FVA bewährt hat, wie die immer wieder hervorragenden Ergebnisse des Labors bei Ringanalysen auf deutscher und europäischer Ebene zeigen.

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Die Waldzustandserhebung ist Teil des Forstlichen Umweltmonitorings in Schleswig-Holstein. 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 Schleswig-Holstein verteilten Rasternetz werden seit 1984 an jedem Erhebungspunkt 24 Stichprobenbäume begutachtet. In einseharen Beständen sind Kreuztrakte mit markierten Stichprobenbäumen angelegt. In dichten, nicht einseharen Beständen werden in Quadratrakten Stichprobenbäume ausgewählt. Für den Zeitraum 1984-2012 beträgt die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes 2x2 km, 2x4 km, 4x2 km und 4x4 km mit 148-200 Erhebungspunkten. Alle Stichprobenbäume wurden mit gleicher Gewichtung bei der Berechnung der Ergebnisse berücksichtigt. Im Vorfeld der Erhebung 2013 wurde ein landesweit einheitliches Erhebungsraster (4x2 km) mit jetzt 129 Stichprobenpunkten eingerichtet. Dabei konnten 90 bisherige Stichprobenpunkte beibehalten werden, 39 Erhebungspunkte sind 2013 zum ersten Mal erfasst worden. Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer.

2014 konnten fünf der 129 Stichprobenpunkte nicht in die Erhebung einbezogen werden, weil die Waldbestände an diesen Erhebungspunkten durch die Orkane Christian und Xaver im Herbst/Winter 2013 zerstört wurden. Für den Parameter mittlere Kronenverlichtung zeigt die Tabelle auf Seite 9 unten die 95 %-Konfidenzintervalle (Vertrauensbereiche) für die Baumarten und Altersgruppen der WZE-Stichprobe 2014. Je weiter der Vertrauensbereich, desto unschärfer sind die Aussagen. Die Weite des Ver-

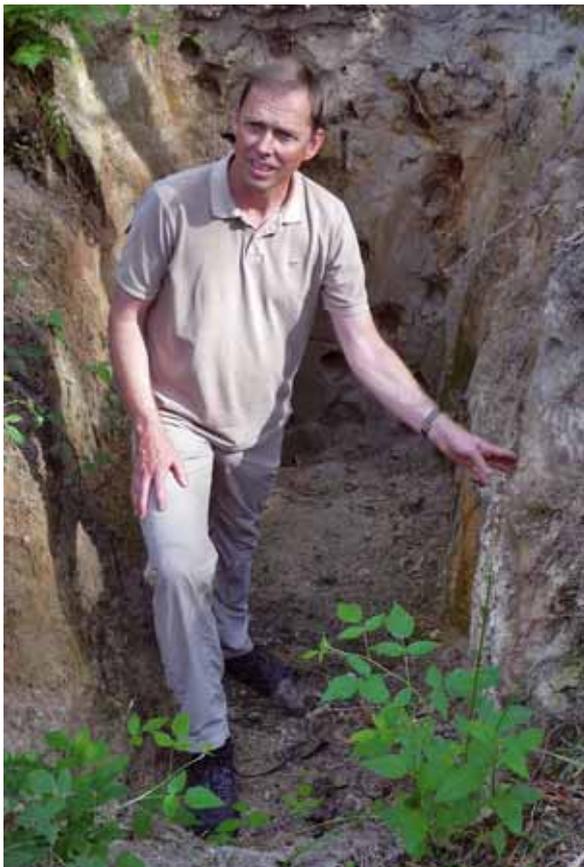
trauensbereichs

trauensbereichs



Mit Unterdruck wird Bodenlösung aus verschiedenen Bodentiefen gewonnen
Foto: NW-FVA

Forstliches Umweltmonitoring



Dr. Henning Meesenburg ist Leiter des Sachgebietes Intensives Monitoring
Foto: NW-FVA

trauensbereiches wird im Wesentlichen beeinflusst durch die Anzahl der Stichprobenpunkte in der jeweiligen Auswerteeinheit und die Streuung der Kronenverlichtungswerte. Für relativ homogene Auswerteeinheiten (z. B. Eiche bis 60 Jahre) mit relativ gering streuenden Kronenverlichtungen sind enge Konfidenzintervalle auch bei einer geringen Stichprobenanzahl sehr viel leichter zu erzielen als für heterogene Auswerteeinheiten (z. B. Eiche, alle Altersstufen), die sowohl in der Altersstruktur als auch in den Kronenverlichtungswerten ein breites Spektrum umfassen. Mit dem 4x2 km-Raster werden – mit Abstrichen bei Eiche (alle Alter, über 60 Jahre), Kiefer (bis 60 Jahre, über 60 Jahre) und bei den anderen Laubbäumen (bis 60 Jahre) – belastbare Ergebnisse für die Kronenverlichtungswerte der Baumartengruppen erzielt.

Elemente der Qualitätssicherung im Rahmen der Waldzustandserhebung an der NW-FVA sind:

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

Aufnahmeparameter

Bei der Waldzustandserhebung erfolgt eine visuelle Beurteilung des Kronenzustandes der Waldbäume, denn Bäume reagieren auf Umwelteinflüsse u. a. mit Änderungen in der Belaubungsdichte und der Verzweigungsstruktur. Wichtigstes Merkmal ist die Kronenverlichtung der Waldbäume, deren Grad in 5 %-Stufen für jeden Stichprobenbaum erfasst wird. Die Kronenverlichtung wird unabhängig von den Ursachen bewertet, lediglich mechanische Schäden (z. B. das Abbrechen von Kronenteilen durch Wind) gehen nicht in die Berechnung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung ein.

Die Kronenverlichtung ist ein unspezifisches Merkmal, aus dem nicht unmittelbar auf die Wirkung von einzelnen Stressfaktoren geschlossen werden kann. Sie ist daher geeignet, allgemeine Belastungsfaktoren der Wälder aufzuzeigen. Bei der Bewertung der Ergebnisse stehen nicht die absoluten Verlichtungswerte im Vordergrund, sondern die mittel- und langfristigen Trends der Kronenentwicklung. Zusätzlich zur Kronenverlichtung werden weitere sichtbare Merkmale an den 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.

Starke Schäden

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

95 %-Konfidenzintervalle für die Kronenverlichtung der Baumartengruppen und Altersstufen der Waldzustandserhebung 2014 in Schleswig-Holstein. Das 95 %-Konfidenzintervall (= Vertrauensbereich) gibt den Bereich an, in dem der wahre Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt.

Baumarten-gruppe	Altersgruppe	Anzahl Bäume	Anzahl Plots	Raster	95%-Konfidenz-intervall (+-)
Buche	alle Alter	730	65	4x2 km	4,4
	bis 60 Jahre	195	22	4x2 km	2,5
	über 60 Jahre	535	45	4x2 km	3,7
Eiche	alle Alter	469	59	4x2 km	5,3
	bis 60 Jahre	173	21	4x2 km	1,5
	über 60 Jahre	296	43	4x2 km	5,1
Fichte	alle Alter	518	53	4x2 km	3,8
	bis 60 Jahre	219	24	4x2 km	3,7
	über 60 Jahre	299	29	4x2 km	4,5
Kiefer	alle Alter	184	23	4x2 km	4,3
	bis 60 Jahre	66	7	4x2 km	6,1
	über 60 Jahre	118	16	4x2 km	6,5
andere Laubbäume	alle Alter	666	67	4x2 km	3,9
	bis 60 Jahre	401	34	4x2 km	6,2
	über 60 Jahre	265	39	4x2 km	3,9
andere Nadelbäume	alle Alter	409	43	4x2 km	2,1
	bis 60 Jahre	226	22	4x2 km	2,7
	über 60 Jahre	183	22	4x2 km	2,8
alle Baumarten	alle Alter	2976	124	4x2 km	2,0
	bis 60 Jahre	1280	61	4x2 km	2,4
	über 60 Jahre	1696	78	4x2 km	2,4

WZE-Ergebnisse für alle Baumarten

Mittlere Kronenverlichtung

Die Waldzustandserhebung 2014 weist als Gesamtergebnis für die Waldbäume in Schleswig-Holstein (alle Baumarten, alle Alter) eine mittlere Kronenverlichtung von 16 % aus. Nachdem in den ersten drei Erhebungsjahren (1984-1986) relativ geringe Verlichtungswerte (11 %) ermittelt wurden, stiegen in den Folgejahren die Verlichtungswerte an, am höchsten waren sie 2004 (24 %). Die Zunahme der Kronenverlichtung im Jahr 2004 ist bei allen Baumartengruppen aufgetreten. Buche, Eiche, Kiefer und die anderen Laubbäume hatten im Anschluss an das klimatische Extremjahr 2003 die höchsten Verlichtungswerte in der Zeitreihe. Inzwischen sind die Verlichtungswerte für alle Baumartengruppen wieder zurückgegangen, am wenigsten jedoch bei der Eiche.

Einen bedeutsamen Einfluss auf das Gesamtergebnis hat die Altersstruktur der Waldbestände, denn in den jüngeren bis 60-jährigen Beständen sind Schadsymptome sehr viel weniger verbreitet als in den älteren über 60-jährigen Waldbeständen. Die mittlere Kronenverlichtung der über 60-jährigen Waldbestände liegt mit 22 % mehr als doppelt so hoch wie die der jüngeren Waldbestände (9 %). In Schleswig-Holstein entfallen zurzeit 43 % der Stichprobenbäume der Waldzustandserhebung auf die jüngere Altersstufe.

Mittlere Kronenverlichtung in %



Foto: J. Evers

Anteil starker Schäden

Für den Erhebungszeitraum (1984-2014) liegt der durchschnittliche Anteil an starken Schäden bei 2,2 %. Im Jahr 2014 werden 2,1 % der Waldfläche als stark geschädigt eingestuft. Am niedrigsten war der Anteil stark verlichteter Bäume in den Jahren 1992 und 2003 (1,1 %), am höchsten im Jahr 1996 mit 4,4 %.

In den jüngeren Beständen sind in diesem Jahr 2,4 % stark geschädigt, in den älteren Beständen 2 %.

Für die ältere Fichte, Buche und Eiche wurden im Beobachtungszeitraum zeitweise hohe Anteile an starken Schäden (bei der Buche bis 16 % im Jahr 1996) registriert, für die ältere Kiefer sind durchgehend niedrige Werte (bis 2 %) ermittelt worden.

Anteil starker Schäden, alle Baumarten, alle Alter in %

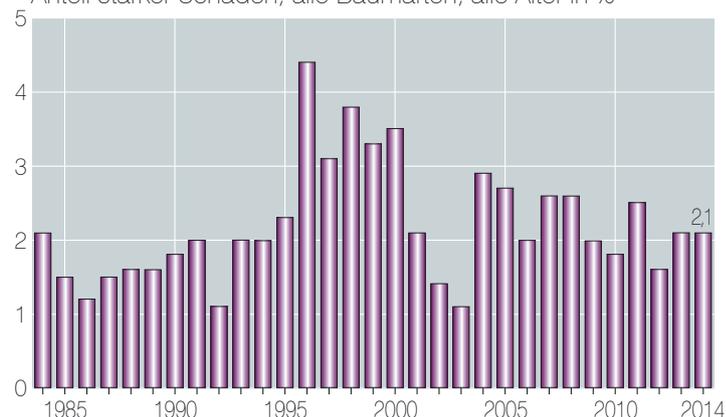


Foto: J. Evers

WZE-Ergebnisse für alle Baumarten

Absterberate

Im Mittel der Beobachtungsjahre 1984-2014 ergibt sich mit 0,2 % eine sehr geringe Absterberate. Dieser Durchschnittswert (alle Baumarten, alle Alter) wurde auch 2014 festgestellt, die Spanne bei den Baumarten reicht von 0 % (Buche) bis 0,5 % (Kiefer).

Die jährliche Absterberate ist ein wichtiger Indikator für Vitalitätsrisiken des Waldes, dies gilt besonders vor dem Hintergrund prognostizierter Klimaänderungen.

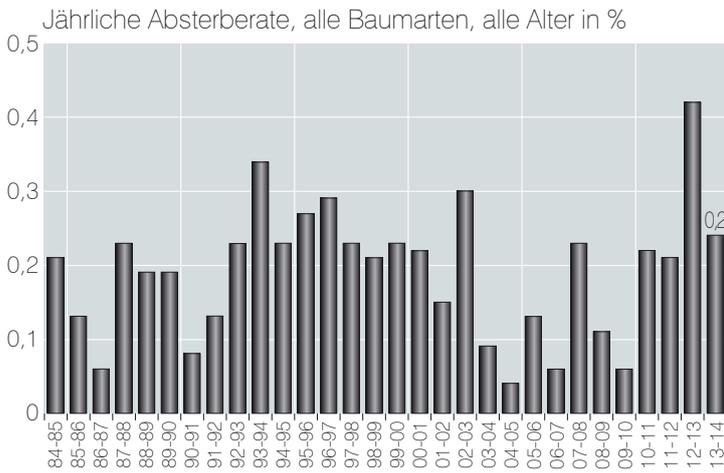


Foto: J. Evers

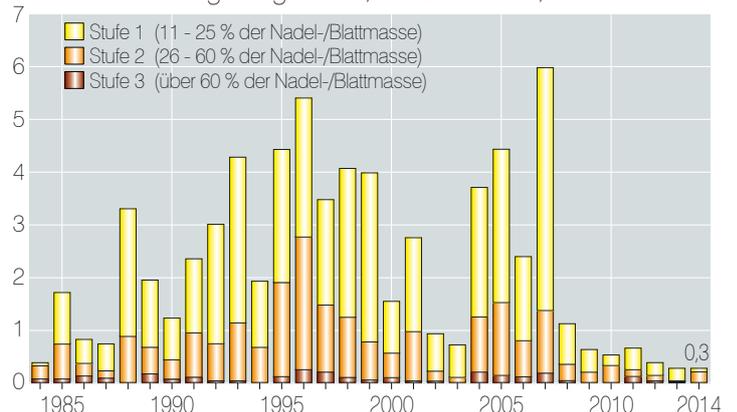


Foto: J. Evers

Vergilbungen

Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind im Beobachtungszeitraum insgesamt wenig aufgetreten. Der Anteil an Bäumen mit Vergilbungen über 10 % der Nadel- bzw. Blattmasse liegt zwischen 0,3 % und 6 %. Ein zeitlicher Trend zeichnet sich nicht ab.

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

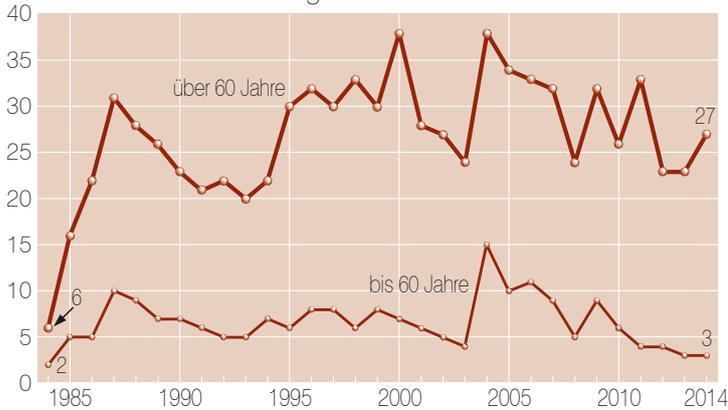


Buche

Ältere Buche

Die Kronenverlichtung der älteren Buche hat sich gegenüber dem Vorjahr von 23 auf 27 % erhöht. In den ersten beiden Erhebungsjahren war die Belaubungsdichte der Buchen vergleichsweise günstig, in den Folgejahren stiegen die Kronenverlichtungswerte sprunghaft an. Seit 1987 liegen die Verlichtungswerte der älteren Buche relativ hoch und erhebliche Schwankungen von Jahr zu Jahr sind typisch für die Zeitreihe. Eine Ursache für die zunehmende Variabilität der Verlichtungswerte ist die Intensität der Fruchtbildung. 2011 wurde die intensivste Fruchtbildung seit 1996 festgestellt, 2012 und 2013 trat kaum Fruchtbildung auf, 2014 wurde eine mittlere und starke Fruchtbildung an 56 % der älteren Buchen beobachtet.

Mittlere Kronenverlichtung in %



Anteil starker Schäden in %

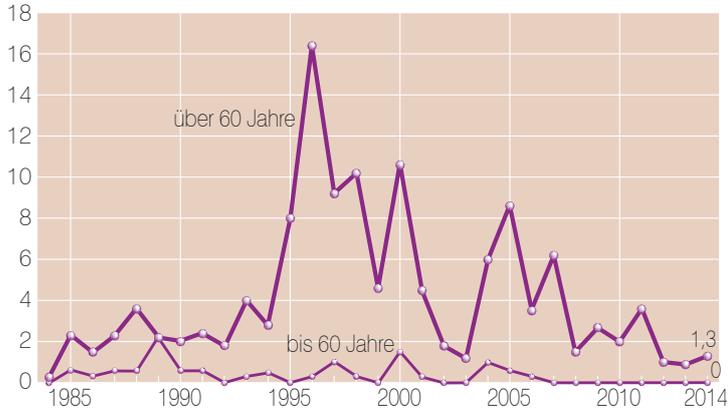


Foto: J. Evers

Jüngere Buche

Bei der Buche sind die Unterschiede in der Belaubungsdichte zwischen jüngeren und älteren Beständen besonders stark ausgeprägt. Die jüngeren Buchen weisen ein geringes Kronenverlichtungsniveau auf. Die Folgen des Trockenjahres 2003 mit erhöhten Kronenverlichtungen von 2004 bis 2007 sind inzwischen abgeklungen. Im Jahr 2014 beträgt die mittlere Kronenverlichtung 3 %. Da die Blühreife der Buche erst in einem Alter von 40 bis 60 Jahren einsetzt, wird die Kronenentwicklung der jüngeren Buchen kaum durch die Fruchtbildung beeinflusst.

Starke Schäden

Wie beim Verlauf der mittleren Kronenverlichtung der Buche, treten auch beim Anteil starker Schäden bei der älteren Buche im Beobachtungszeitraum erhebliche Schwankungen auf (zwischen 0,3 % und 16,4 %). 2014 liegt der Anteil starker Schäden mit 1,3 % unter dem langjährigen Mittel (4,2 %). Bei den jüngeren Buchen wurden seit 2007 keine starken Schäden festgestellt, der Durchschnittswert beträgt 0,4 %.

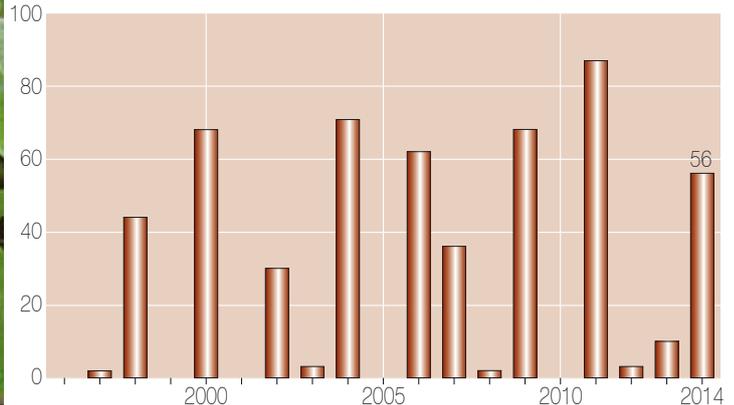
Absterberate

Obwohl die Anteile starker Schäden bei der älteren Buche in einzelnen Jahren angestiegen waren, führte dies nicht zu einer Steigerung der Absterberate. Im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten weist die Buche die niedrigste Absterberate auf. Im Mittel der Jahre 1984-2014 liegt die Absterberate der Buche bei 0,04 %. Im Jahr 2014 ist keine Buche im Stichprobenkollektiv der Waldzustandserhebung abgestorben.

Fruchtbildung

Die Ergebnisse zur Fruchtbildung im Rahmen der Waldzustandserhebung zeigen für die Buche die Tendenz, in kurzen Abständen und vielfach intensiv zu fruktifizieren. Dies steht im Zusammenhang mit einer Häufung warmer Jahre sowie einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Geht man davon aus, dass eine starke Mast erreicht wird, wenn ein Drittel der älteren Buchen mittel oder stark fruktifiziert, ergibt sich rechnerisch für den Zeitraum 1996-2014 alle 2,4 Jahre eine starke Mast. Literaturrecherchen hingegen ergaben für den Zeitraum 1839-1987 Abstände zwischen zwei starken Masten für 20-Jahresintervalle zwischen 3,3 und 7,1 Jahre.

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %



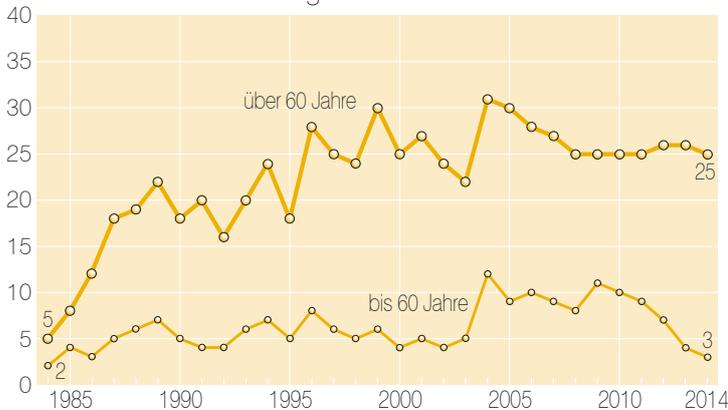
Eiche

Ältere Eiche

Die Zeitreihe der mittleren Kronenverlichtung der älteren Eiche weist zu Beginn relativ günstige Verlichtungswerte aus, es folgt ein rascher Anstieg der Verlichtung mit besonders hohen Kronenverlichtungswerten in den Jahren 1999 sowie 2004 und 2005. Seitdem sind die Werte nur leicht zurückgegangen. Ab 2008 wird ein relativ konstanter Kronenverlichtungswert (2014: 25 %) ermittelt.

Die Entwicklung des Kronenzustandes der Eiche wird stark durch Insekten- und Pilzbefall beeinflusst. Das Ausbleiben von mehrjährigen Erholungsphasen (d. h. ohne Witterungsextreme, Blattfraß oder Pilzbefall) trägt zur schlechten Belaubungssituation der Eichen bei. Im Vorjahr zeigten 25 % der älteren Eichen mittlere und starke Fraßschäden, verursacht durch die Raupen der sogenannten Eichenfraßgesellschaft, im Jahr 2014 waren die Fraßschäden geringer (4 %).

Mittlere Kronenverlichtung in %



Anteil starker Schäden in %

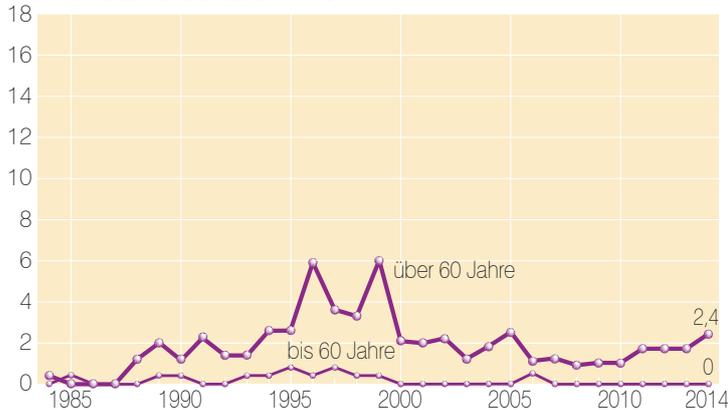


Foto: T. Ullrich



Foto: J. Evers

Jüngere Eiche

Die Kronenentwicklung der Eichen in der Altersstufe bis 60 Jahre zeigt einen sehr viel günstigeren Verlauf als die Entwicklung der älteren Eichen. Von 1984 bis 2003 wurden Verlichtungswerte zwischen 2 und 8 % ermittelt, ab 2004 lag die mittlere Kronenverlichtung höher (8 bis 12 %), derzeit werden wieder niedrigere Verlichtungswerte festgestellt (2014: 3 %).

Starke Schäden

Der Mittelwert der Zeitreihe liegt für die älteren Eichen bei 1,9 %. Eine Phase mit erhöhten Anteilen starker Schäden (bis 6 %) wird für die älteren Eichen im Zeitraum 1996 bis 1999 in Verbindung mit intensivem Insektenfraß verzeichnet. Anschließend sind die starken Schäden wieder zurückgegangen, 2014 liegt der Anteil bei 2,4 %. Bei den jüngeren Eichen sind in den letzten Jahren keine starken Schäden aufgetreten.

Absterberate

Die Absterberate der Eiche liegt im Mittel der Jahre 1984-2014 bei 0,1 %. Überdurchschnittliche Absterberaten wurden vor allem im Anschluss an starken Insektenfraß ermittelt, am höchsten war die Absterberate 1997 (0,5 %) und 2013 (0,4 %). 2014 beträgt die Absterberate 0,2 %.



Foto: J. Evers

Fichte

Ältere Fichte

Im gesamten Beobachtungszeitraum werden für die ältere Fichte anhaltend hohe Kronenverlichtungswerte bis zu 37 % (2006) festgestellt. Seit 2012 ist ein deutlicher Rückgang der mittleren Kronenverlichtung auf jetzt 24 % zu verzeichnen, zusammen mit 1992 dem niedrigsten Verlichtungswert in der Zeitreihe.

Jüngere Fichte

Für die Fichte ist ein deutlicher Alterstrend festzustellen. Die jüngeren Fichten liegen mit einer mittleren Kronenverlichtung von aktuell 12 % weit unter den Werten der älteren Fichten. Der höchste Wert in der Zeitreihe wurde 2008 ermittelt (18 %).

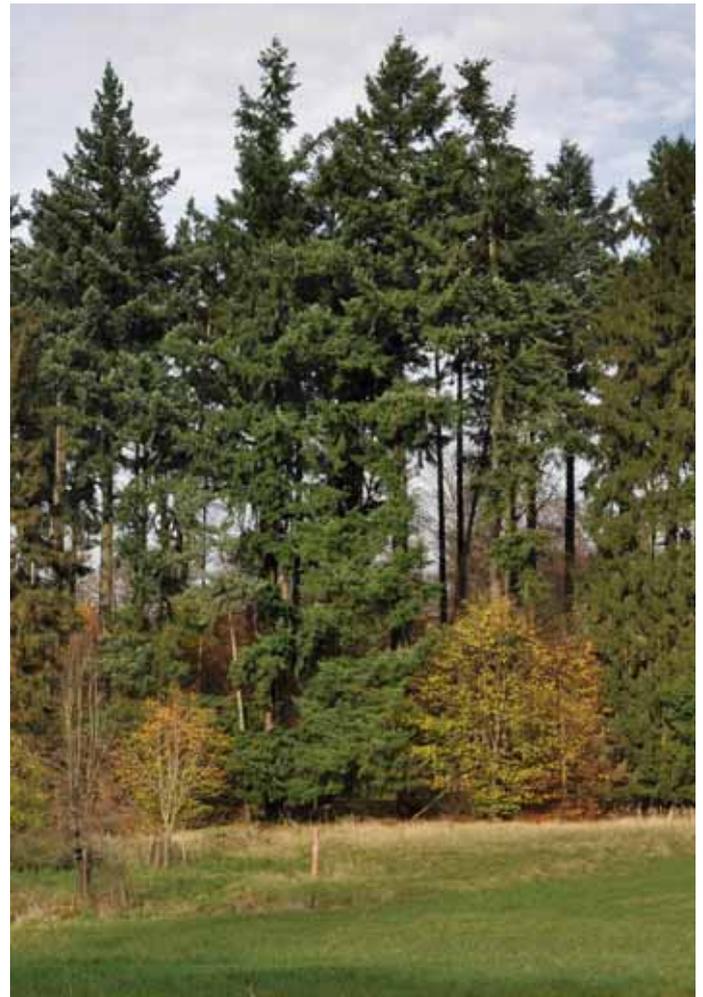
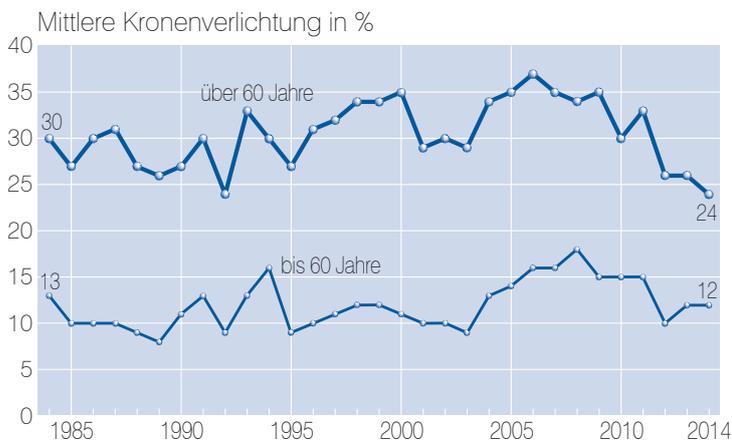


Foto: J. Evers

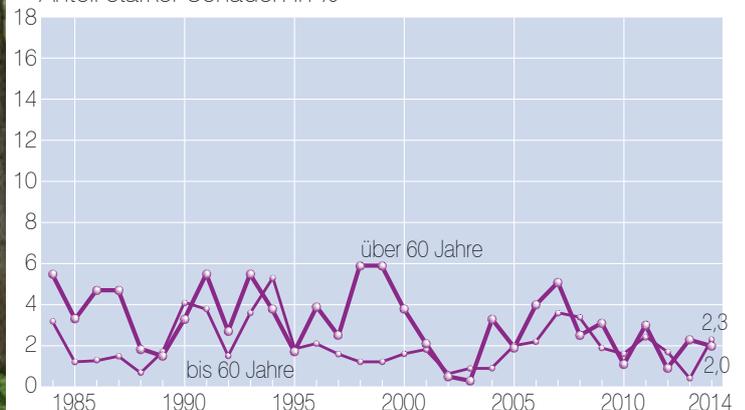


Foto: J. Evers

Starke Schäden

Für die Fichte (alle Alter) ergibt sich im Mittel aller Erhebungsjahre ein durchschnittlicher Anteil an starken Schäden von 2,5 %. Unterschiede in den Altersstufen sind in den letzten Jahren nicht aufgetreten. 2014 sind 2,3 % der jüngeren und 2,0 % der älteren Fichten stark geschädigt. Die Werte (Fichte, alle Alter) schwanken im Erhebungszeitraum ohne zeitlichen Trend zwischen 0,6 und 4,7 %.

Anteil starker Schäden in %



Absterberate

Die Absterberate der Fichte liegt im Mittel der Jahre 1984-2014 bei 0,2 %. Im Jahr 1994 wurde für die Fichte die höchste Absterberate (1 %) ermittelt. Im Jahr 2014 entspricht die Absterberate dem Durchschnittswert.

Kiefer

Ältere Kiefer

Die Kiefer ist 2014 unter den Hauptbaumarten die Baumart mit den niedrigsten Kronenverlichtungswerten. Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer beträgt in diesem Jahr 15 %. Seit 1998 werden erhöhte Werte festgestellt, der Höchstwert in der Zeitreihe mit 27 % wurde 2004 ermittelt.

Jüngere Kiefer

Im Gegensatz zu Buche, Fichte und Eiche sind bei der Kiefer die Unterschiede im Kronenverlichtungsgrad zwischen den Altersgruppen sehr viel weniger ausgeprägt. Die Entwicklung jüngerer und älterer Kiefern verläuft weitgehend parallel. Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefer beträgt in diesem Jahr 9 %.

Mittlere Kronenverlichtung in %

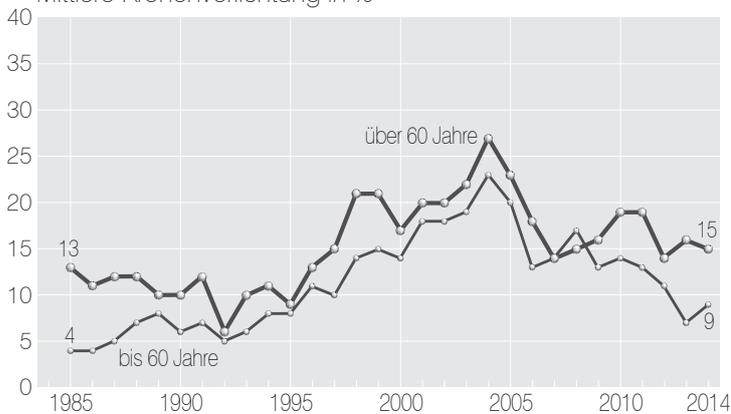


Foto: E. Langer

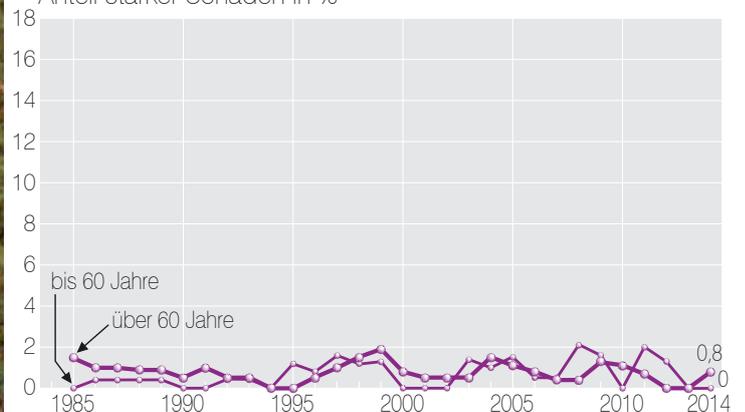


Foto: J. Evers

Starke Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt bei der Kiefer (alle Alter) im langjährigen Mittel der Erhebungsjahre bei 0,7 %. Im Vergleich der Baumarten zeigt die Kiefer auffallend geringe Anteile an starken Schäden. Im Erhebungszeitraum treten kaum Schwankungen auf. Im Jahr 2014 wurden 0,5 % der Kiefern (alle Alter) als stark geschädigt eingestuft.

Anteil starker Schäden in %



Absterberate

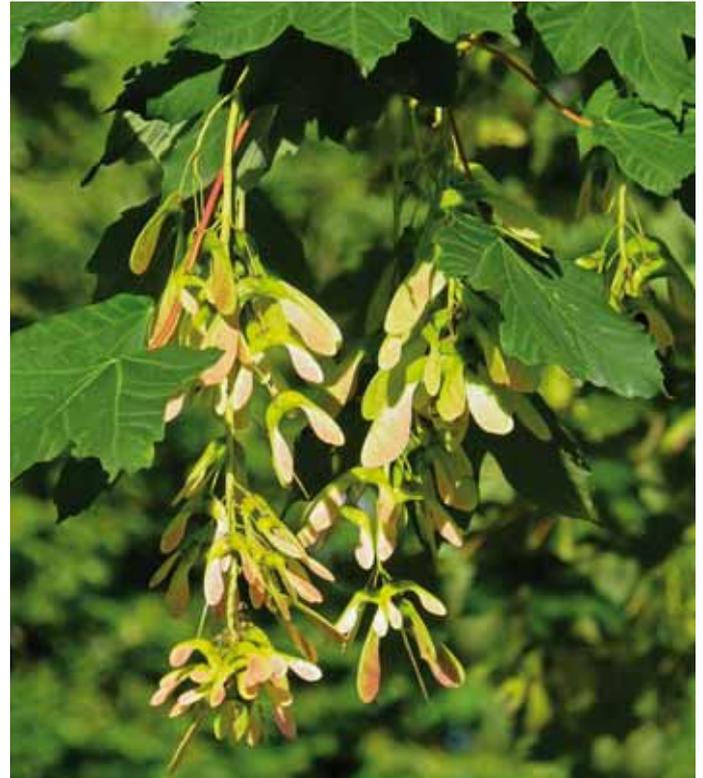
Die Absterberate der Kiefer schwankt im Erhebungszeitraum zwischen 0 und 0,7 %, im Mittel der Zeitreihe liegt sie bei 0,2 %. In diesem Jahr ist die Absterberate der Kiefer überdurchschnittlich (0,5 %).

Andere Laub- und Nadelbäume

In Schleswig-Holstein werden bei der Waldzustandserhebung als landesweite flächendeckende Stichprobeninventur 29 Baumarten erfasst. Neben den Hauptbaumarten Kiefer, Fichte, Buche und Eiche kommt in den Wäldern Schleswig-Holsteins eine Vielzahl weiterer Baumarten vor, die insgesamt 36 % der Stichprobenbäume der Waldzustandserhebung ausmachen. Jede Baumart für sich genommen ist in der Stichprobe der Waldzustandserhebung allerdings zahlenmäßig so gering vertreten, dass allenfalls Trendergebnisse zur Kronenentwicklung möglich sind. Bei der Darstellung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung werden sie daher in den Gruppen andere Laubbäume und andere Nadelbäume zusammengefasst. In der Baumartenverteilung der Waldzustandserhebung beträgt der Anteil der anderen Laubbäume zurzeit 22 %, die anderen Nadelbäume nehmen 14 % des Stichprobenkollektivs ein.

Zu den anderen Laubbäumen gehören u. a. Ahorn, Linde und Hainbuche. Am stärksten vertreten ist die Birke, gefolgt von der Esche und der Erle. Die Kronenverlichtungswerte sind ausgehend von einem geringen Niveau 1984 (alle Alter: 5 %) im Laufe der Jahre angestiegen, der Höchstwert wurde 2004 (alle Alter: 23 %) erreicht. Anschließend waren die Verlichtungswerte wieder rückläufig. Im Jahr 2014 beträgt die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) 14 %. Die Verlichtungswerte der Esche heben sich hiervon deutlich ab, mitverursacht durch das Eschentriebsterben liegt die mittlere Kronenverlichtung der Esche bei 25 %.

Die Gruppe der anderen Nadelbäume setzt sich vorwiegend aus Lärche und Sitkafichte zusammen. Auch hier ist ein Anstieg der Kronenverlichtung im Erhebungszeitraum zu beobachten. Der Höchstwert der mittleren Kronenverlichtung (alle Alter) liegt 2008 bei 24 %. In den letzten Jahren ist eine erhebliche Verbesserung eingetreten. Die mittlere Kronenverlichtung (alle Alter) liegt in diesem Jahr bei 9 %.



Bergahorn mit Fruchtbildung

Foto: T. Ullrich

Starke Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt für die Gruppe der anderen Laubbäume im Erhebungszeitraum im Mittel bei 2,6 %. 2014 ist der Anteil etwa doppelt so hoch (5,1 %). Besonders hoch ist der Anteil starker Schäden bei der Esche (12 %). Für die anderen Nadelbäume sind seit 1984 Werte zwischen 0,3 und 7,2 % aufgetreten, im Mittel beträgt der Anteil 1,5 %. 2014 liegt hier der Anteil starker Schäden bei 1,2 %.

Absterberate

Die Absterberate der anderen Laubbäume entspricht 2014 mit 0,4 % dem Mittelwert im Beobachtungszeitraum. Die Absterberate der anderen Laubbäume ist doppelt so hoch wie der Mittelwert für alle Baumarten (0,2 %). Bei den anderen Nadelbäumen bleibt die Absterberate 2014 (0,2 %) auf einem geringen Niveau.



Junge vitale Lärche

Foto: J. Evers



Weidenblüte

Foto: NW-FVA

Witterung und Klima

Inge Dammann und Olaf Schwerdtfeger

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

Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Seit 1988 wird eine gegenüber der Referenzperiode (1961-1990) erhöhte Temperatur sowohl in der Vegetationszeit (Mai bis September) als auch in der Nichtvegetationszeit (Oktober bis April) gemessen. In der Vegetationszeit wurde seit 1988 in 24 von 27 Jahren der Durchschnittswert überschritten, in der Nichtvegetationszeit war dies in 21 von 27 Jahren der Fall. Die Vegetationsperioden 1992, 2002, 2003 und 2006 und die Nichtvegetationszeit 2006/2007 waren die wärmsten.

Bei den Niederschlagswerten bestehen zwischen den einzelnen Jahren zum Teil starke Schwankungen. Besonders niederschlagsreich war die Vegetationsperiode 2001, 2002, 2007 und 2011, besonders trocken war die Nichtvegetationsperiode 1995/1996. Auffällig ist die unterdurchschnittliche Niederschlagsmenge in den letzten sechs Wintern.

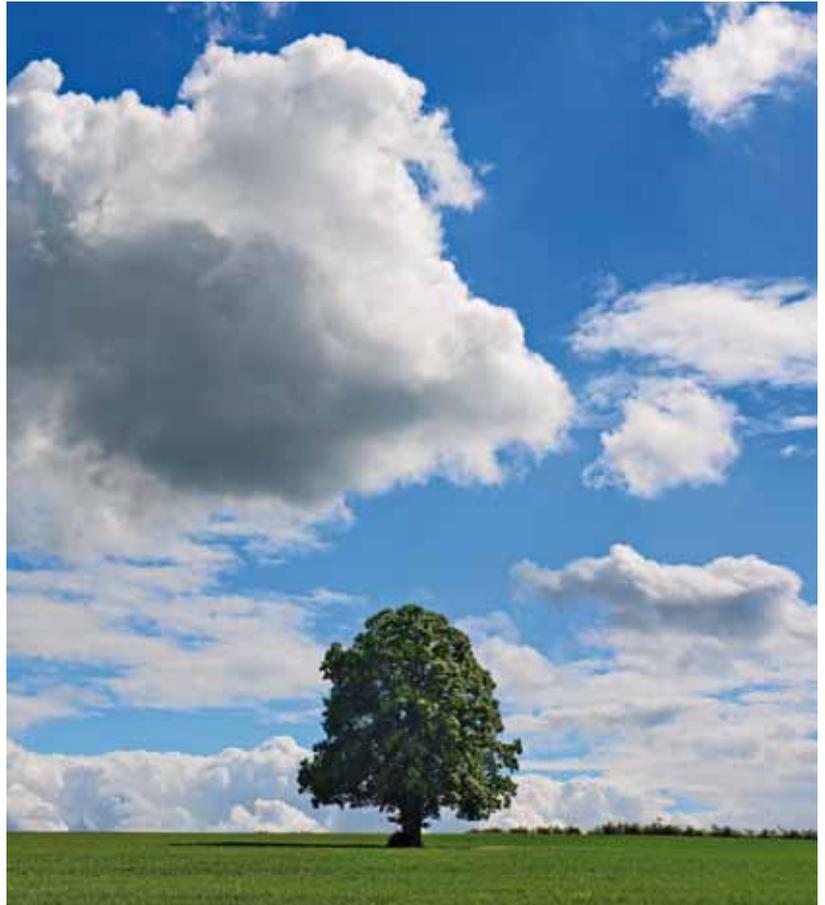


Foto: H. Heinemann

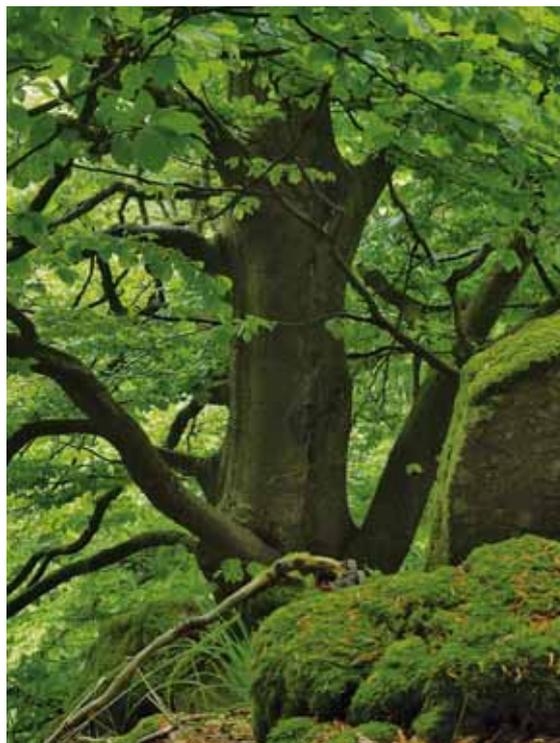
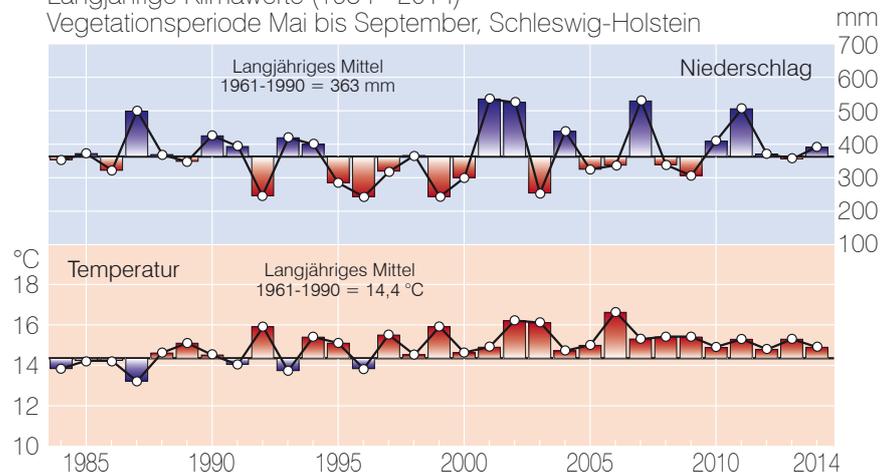


Foto: R. Steffens

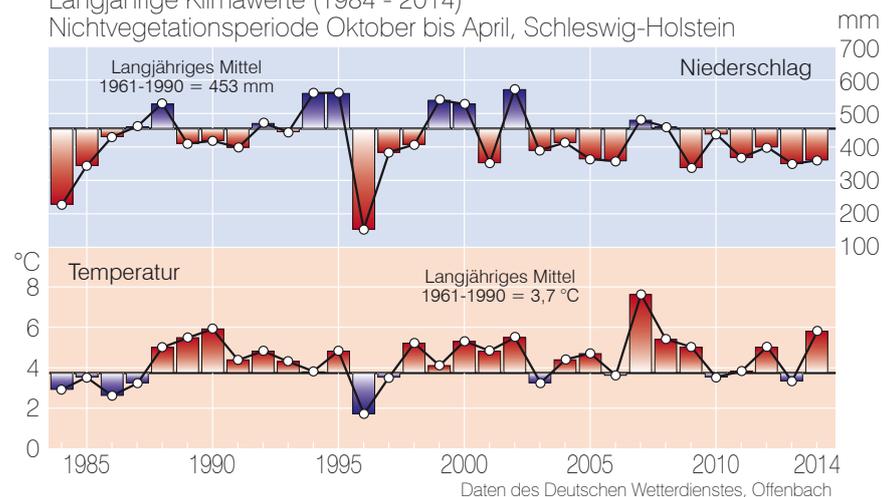
Langjährige Klimawerte (1984 - 2014)

Vegetationsperiode Mai bis September, Schleswig-Holstein



Langjährige Klimawerte (1984 - 2014)

Nichtvegetationsperiode Oktober bis April, Schleswig-Holstein



Witterung und Klima



Foto: J. Evers

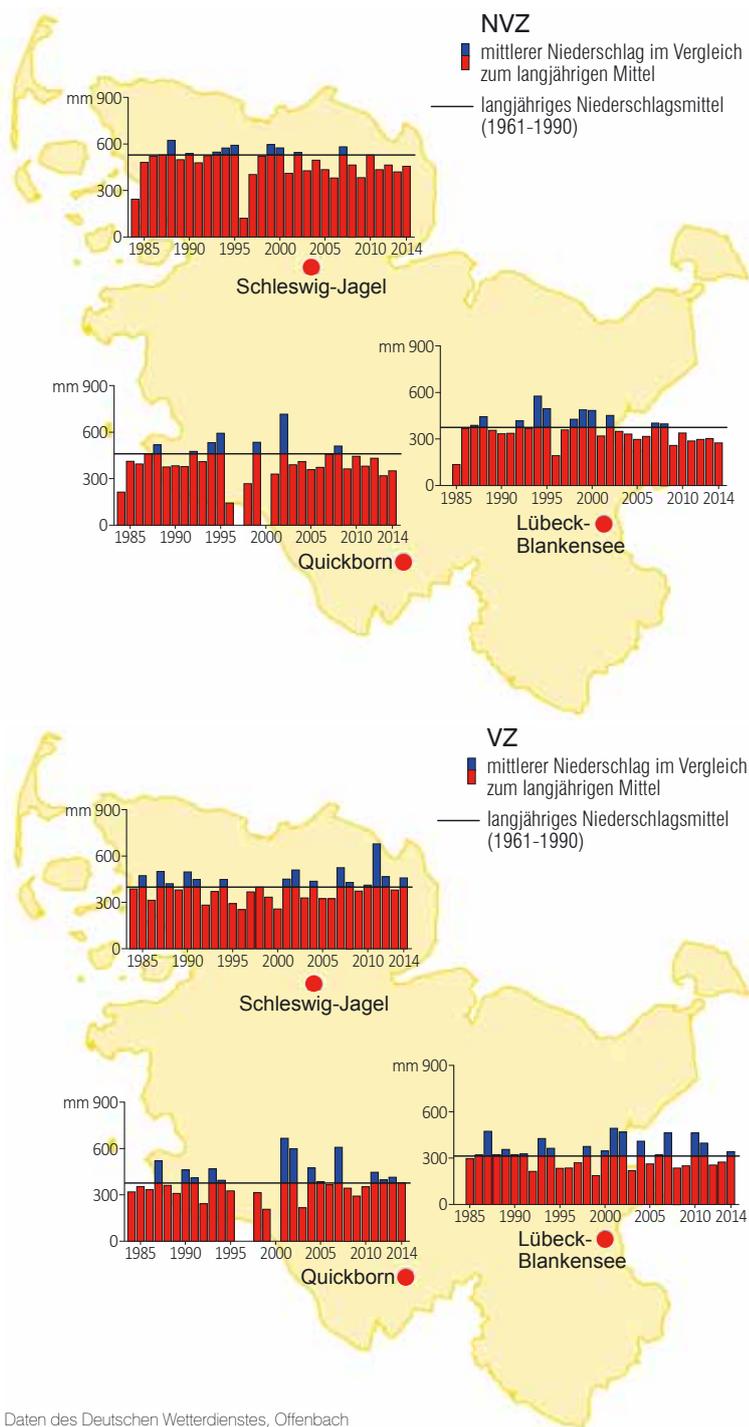
Witterungsverlauf von Oktober 2013 bis September 2014

In der Nichtvegetationszeit 2013/2014 (Oktober bis April) war es durchgehend mild. Die Abweichungen gegenüber der Referenzperiode (1961-1990) waren im Februar (+4,4 °C über dem langjährigen Mittel) besonders groß.

Die Niederschlagsmengen lagen im Oktober 2013 leicht über dem Durchschnittswert 1961-1990, in den folgenden Monaten blieb der Niederschlag unterdurchschnittlich, am geringsten war der Niederschlag im März mit 45 % des langjährigen Mittelwertes. Im April war es dann überdurchschnittlich nass (145 %). An den Wetterstationen waren die Niederschlagsmengen nicht gleichmäßig verteilt. Beispielsweise waren die Niederschläge im April in Quickborn durchschnittlich, betragen aber in Lübeck-Blankensee 193 % der Referenzwerte.

Die Vegetationszeit 2014 (Mai bis September) startete mit einem nassen Mai (168 %). Der Juni, Juli und der September 2014 waren zu trocken (49 bis 68 % des langjährigen Mittels). Der August war durchschnittlich. Auch 2014 fielen die Niederschläge häufig in Verbindung mit heftigen Gewittern und örtlichen Starkregenereignissen. In der Vegetationszeit war es wärmer als in der Referenzperiode (im Juli +3,8 °C), nur im August war es etwas kälter (-0,1 °C). Der August 2014 war der erste Monat mit unterdurchschnittlichen Temperaturen nach 16 überdurchschnittlich warmen Monaten.

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



Witterung und Klima

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

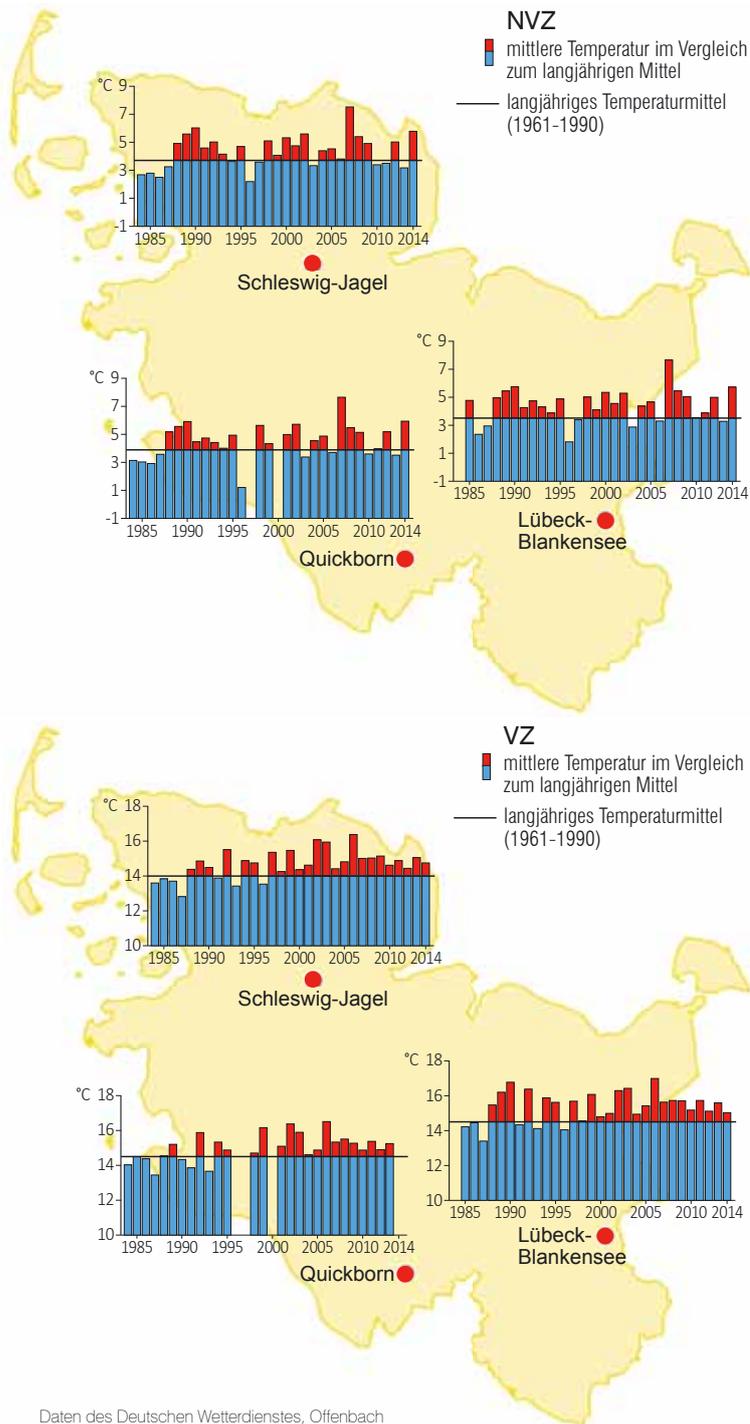


Foto: H. Heinemann

Einige Besonderheiten im Witterungsgeschehen der letzten 12 Monate:

- Der Winter 2013/2014 wird vom Deutschen Wetterdienst als durchweg mild, relativ trocken und ziemlich sonnig eingestuft. Der letzte Winter (Dezember 2013 bis Februar 2014) war der viertwärmste seit 1881.
- Der März 2014 war zu warm (zusammen mit dem März 2012 der drittwärmste März in Deutschland seit 1881), trocken (Rang fünf seit 1881) und sonnenscheinreich (Rang drei seit 1951).
- Die warme Witterung hielt auch im April 2014 an, er zählt zu den wärmsten (Rang vier) seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.
- Der Juli 2014 fiel deutlich zu warm (achtwärmster Juli seit 1881) und zu nass (zehntnassester Juli seit 1881) aus.

Die warme, sonnenscheinreiche Frühjahrswitterung 2014 bewirkte bei vielen Baumarten einen frühen Austrieb. Die Blattentfaltung der Buche beispielsweise setzte ca. zehn Tage früher ein, als aufgrund langjähriger Mittelwerte zu erwarten war.



Foto: J. Evers

Witterung und Klima

Auswirkungen der Stürme Christian und Xaver auf den Wald in Schleswig-Holstein

Hans-Jürgen Sturies¹, Volker Weiß², Roland von Kampen³ und Inge Dammann

¹ Landwirtschaftskammer Schleswig Holstein

² Schleswig-Holsteinische Landesforsten

³ Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

Am 28.10.2013 hat das Orkantief Christian erhebliche Schäden in den Wäldern Schleswig-Holsteins verursacht. Vom 5. bis 6. Dezember 2013 kamen Schäden durch Xaver hinzu.

Auswirkungen auf den Gesamtwald

Insgesamt ist rund 650.000 Festmeter Schadholz bei beiden Stürmen angefallen.

Hauptsächlich betroffen sind alle Kreise nördlich des Nord-Ostsee-Kanals mit Schwerpunkt im Kreis Nordfriesland. Vor allem Bestände aus Lärchen, Sitkafichten, Rotfichten und Tannen waren betroffen. Häufig handelte es sich in Nordfriesland um Waldbestände, die in den 1950er Jahren im Rahmen des "Programm Nord" aufgeforstet worden waren. Die Inseln Föhr und Amrum hat es besonders stark getroffen.

Hier sind insgesamt 10.000 Festmeter Schwarzkiefer durch die Stürme angefallen und müssen aufgearbeitet und auf das Festland abtransportiert werden. Laubholzbestände sind weitaus weniger betroffen als die reinen Nadelholzbestände. Die sonst sehr sturmfeste Lärche hatte bei Christian noch Nadeln und ist daher stärker betroffen.

Insgesamt sind ca. 2.200 Hektar Wald, davon 1.000 Hektar im Bereich der Landwirtschaftskammer und 1.200 Hektar im Bereich der Schleswig-Holsteinischen Landesforsten (SHLF) so stark betroffen, dass Neuaufforstungen nötig sind. Die SHLF werden Ende 2014 bereits 250 Hektar durch Nachanbau oder Voranbau wieder aufgeforstet haben. Die Landwirtschaftskammer hat seit den Stürmen 900 Waldbesitzer beraten und sie bei der Beseitigung der Schäden unterstützt.

Nördlich des Nord-Ostsee-Kanals zeigte sich in 2014 keine Gradation der Borkenkäfer ab. Südlich des Kanals traten in den Flächen der SHLF deutliche Borkenkäferschäden auf, deren Ausmaß sich erst im Frühwinter einschätzen lassen wird.

Es wird in den nächsten Jahren mit erheblichen Randschäden durch Sonnenbrand und Nachwurf zu rechnen sein, da viele Bestände angerissen sind. Eine Luftbildauswertung der SHLF nach Christian zeigte, dass die durchschnittliche



Foto: N. Neuburg

Witterung und Klima



Foto: N. Neuburg

Windwurffläche kleiner als ein Hektar ist und damit viele anfällige Ränder entstanden sind. Die SHLF setzen darauf, dass sich die intensive Voranbautätigkeit der letzten Jahre zu mehr Mischwald auszahlt und sich die angerissenen Bestände mit vorhandenem Nachwuchs aus Buche und anderen Mischbaumarten stabilisieren können.

Die Weiterführung der Wiederaufforstungen, besonders im Privatwald, wird eine große Herausforderung werden. Aufgrund der Vielzahl der betroffenen, oft kleinen Flächen und des ohnehin knappen Angebots an Pflanzmaterial in den Baumschulen, wird die Wiederaufforstung sicherlich noch das gesamte Jahr 2015 in Anspruch nehmen.

Restkulissen und verbliebene Ränder sind in den nächsten Jahren ebenso hinsichtlich der Forstschutzsituation zu beobachten, wie auch hinsichtlich der Ausbreitung der Spätblühenden Traubenkirsche auf den ehemaligen "Programm Nord"-Flächen. Hier bietet das Internetportal Waldschutzmeldewesen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt die Möglichkeit einer rationellen Erfassung, Weiterleitung und Auswertung der im Rahmen des Waldschutzmeldewesens erhobenen Informationen.

Auswirkungen auf die Untersuchungsflächen des Forstlichen Umweltmonitorings

Fünf von 129 WZE-Stichprobenpunkten sind infolge der Sturmwürfe ausgefallen. Hierbei handelte es sich um einen Erhebungspunkt in einem Mischbestand aus Laubbäumen, zwei Erhebungspunkte waren mit Sitkafichte und je ein Erhebungspunkt mit Lärche und Tanne bestockt. Zusätzlich wurden 2 % der Stichprobenbäume durch die Stürme umgeworfen oder abgebrochen. Nach den objektiven Vorgaben der Waldzustandserhebung erfolgte der Ersatz der ausgefallenen Bäume, indem die unmittelbar nächststehenden Bäume in die Stichprobe aufgenommen wurden.

Die östlich von Neumünster gelegene Buchenfläche des Intensiven Monitorings Bornhöved blieb unversehrt.



Foto: N. Neuburg

Grundwasserneubildungsraten unter BZE-Punkten

Johannes Suttmöller

Der Grundwasserhaushalt ist Bestandteil des Wasserhaushaltes und bildet damit eine wesentliche Lebensgrundlage für viele Ökosysteme. Das Grundwasser stellt in Deutschland die wichtigste Ressource für die Trinkwassergewinnung dar. In Norddeutschland werden nahezu 100 % des Trinkwasserbedarfs aus dem Grundwasser gedeckt. Weiterhin wird für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen und in der industriellen Produktion häufig Trinkwasser verwendet, das aus Grundwasser gewonnen wird. In der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft (EG-WRRL) aus dem Jahr 2000 haben sich alle Mitglieder der EU dazu verpflichtet, langfristig einen "mengenmäßig guten Zustand" der Grundwasservorkommen zu gewährleisten und eine Verschlechterung des Grundwasserzustandes zu verhindern ("Verschlechterungsverbot"). Vor diesem Hintergrund ist die Grundwasserneubildung eine wichtige Kenngröße, um das aktuelle Grundwasservorkommen sowie dessen langfristige Veränderungen abschätzen zu können. Viele Brunnen werden in Waldgebieten errichtet, da sie im Vergleich zu landwirtschaftlichen Flächen qualitativ hochwertiges Trinkwasser liefern, so dass der Abschätzung der Grundwasserneubildung unter Waldflächen eine besondere Bedeutung zukommt.

Grundwasser wird überwiegend aus Niederschlag gebildet, der in den Boden infiltriert und über die Tiefensickerung in den Grundwasserkörper abgeführt wird. Weiterhin kann durch die Infiltration aus oberirdischen Gewässern in den Untergrund und künstliche Neubildungsbeiträge durch Grundwasseranreicherungen oder Beregnungen das Grundwasser aufge-

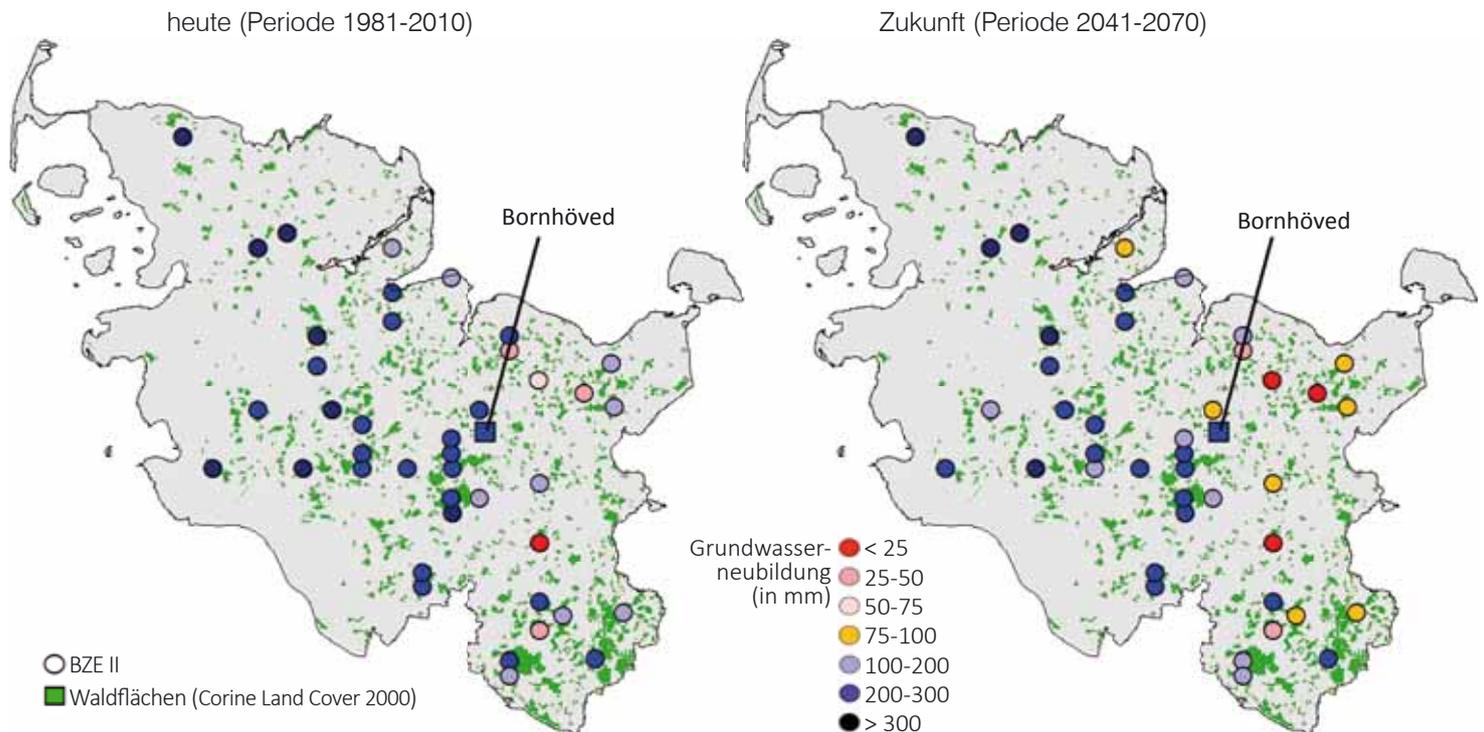
füllt werden. Die Grundwasserneubildung wird durch viele standörtliche Faktoren beeinflusst. Neben den klimatischen Verhältnissen bestimmen die Landnutzung, der Boden und die Geländeform (Hangneigung) die Höhe der Grundwasserneubildung. Unter mitteleuropäischen Klimabedingungen wird das Grundwasser hauptsächlich im Winterhalbjahr aufgefüllt, da zu dieser Jahreszeit die Verdunstung der Vegetation am geringsten ist. Allerdings gibt es zwischen den Landnutzungen und auch zwischen den Baumarten deutliche Unterschiede. So ist die Grundwasserneubildung unter Nadelwald aufgrund der höheren Interzeption (Auffangen von Niederschlagswasser durch die Nadeln und dessen Verdunstung) im Winter signifikant geringer als unter Laubwald. Neben der Baumart beeinflussen auch die Bestandesdichte und das Vorhandensein einer Begleitvegetation (Gras-, Kraut-, Strauchvegetation) die Grundwasserneubildungsrate. Da die Auffüllung des Grundwasserspeichers überwiegend aus dem Sickerwasser des Bodens erfolgt, steuern die Bodeneigenschaften maßgeblich die Höhe der Grundwasserneubildung. Das Wasserspeichervermögen ist dabei auf Sandböden am geringsten, so dass hier die größten Grundwasserneubildungsraten im Verhältnis zum Niederschlagsangebot zu erwarten sind, während Schluff- und Tonböden aufgrund der hohen Wasserhaltefähigkeit unter sonst gleichen Standortsbedingungen die geringsten Grundwasserneubildungsraten aufweisen. Sind Böden wassergesättigt, kann aufgrund der hohen hydraulischen Leitfähigkeit mehr Bodenwasser versickern als unter trockenen Bodenverhältnissen. Schließlich beeinflusst das Relief eines Standortes den Wasserhaushalt, indem bei einem Niederschlagsereignis auf Hangstandorten Wasser ober-



Trinkwasser-Probeentnahmestelle

Grundwasserneubildungsraten unter BZE-Punkten

Simulierte Grundwasserneubildung auf den BZE II-Punkten und der Intensiv-Monitoringfläche Bornhöved
Mittlere jährliche Grundwasserneubildung



flächenhaft oder im Boden als Zwischenabfluss abgeführt wird und damit nicht zur Grundwasserneubildung beiträgt. In Tallagen und auf wenig geneigten Standorten wird das Wasser dagegen in der Fläche zurückgehalten, so dass fast das gesamte Niederschlagswasser in den Boden infiltriert und abzüglich des Verdunstungsverlustes als Sickerwasser in das Grundwasser abgeführt wird.

Die Höhe der Grundwasserneubildung hängt von vielen Standortfaktoren und deren Zusammenspiel ab. Dies verdeutlicht die Auswertung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), die flächendeckend für Deutschland die mittlere jährliche Grundwasserneubildung für die Klimanormalperiode 1961 bis 1990 berechnet hat (veröffentlicht im Hydrologischen Atlas für Deutschland). Demnach weist das Land Schleswig-Holstein mit im Flächenmittel mehr als 150 mm Grundwasserneubildungsmenge im Jahr mit die höchsten Werte im gesamten Bundesgebiet auf. In den zentralen Gebieten des Geest- und Hügellandes werden sogar häufig deutlich mehr als 200 mm im langjährigen Mittel dem Grundwasser zugeführt, während die küstennahen Bereiche (Westküstenmarschen und Fehmarn) auch Grundwasserneubildungsraten von weniger als 100 mm aufweisen.

Um die Grundwasserneubildungsraten unter Waldflächen abschätzen zu können, wurde der Wasserhaushalt mit einem hydrologischen Modell nachgebildet. Stützstellen für die Modellierung sind Intensiv-Monitoringflächen im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA, wie beispielsweise die Level II-Fläche Bornhöved im Bundesforstbetrieb Trave. Das hydrologische Modell wurde an weiteren Intensiv-Monitoringflächen mit unterschiedlichen Standortbedingungen (Baumbestand, Boden, Klima) kalibriert und konnte damit auf die Aufnahmepunkte der Bodenzustandserhebung (BZE II) übertragen werden. Die BZE II ist eine bun-

desweit systematische Stichprobenerhebung im Wald, die ein umfassendes und flächenrepräsentatives Bild wichtiger Boden- und Bestandesparameter hinsichtlich des aktuellen Zustandes erfasst. In Schleswig-Holstein wurden an insgesamt 41 BZE II-Punkten Kenngrößen zum Boden (z. B. Bodenart und Skelettgehalt) und zum Bestand (z. B. Baumart, Alter, Bestandesdichte) erhoben.

Die Wasserhaushaltssimulation der BZE II-Punkte ergibt für viele Standorte unter den heutigen Klimabedingungen der Periode 1981 bis 2010 Grundwasserneubildungsraten von vielfach mehr als 200 mm im Jahr (Abbildung oben, linkes Bild). Besonders die Geest- und Hügellandstandorte weisen eine hohe Grundwasserneubildung auf. Nur auf einigen BZE II-Standorten im Osten von Schleswig-Holstein treten Grundwasserneubildungsraten von weniger als 100 mm auf. Im Mittel aller BZE II-Punkte beträgt die Grundwasserneubildung für die Periode 1981 bis 2010 rund 220 mm im Jahr. Um die Auswirkungen des erwarteten (und bereits messbaren) Klimawandels auf die Grundwasserneubildung der Waldstandorte in Schleswig-Holstein zu untersuchen, wurde das Wasserhaushaltsmodell mit den Klimadaten des auf den aktuellen Szenarienvorgaben des Weltklimarates (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) basierenden Szenarios RCP8.5 angetrieben. Die Daten wurden vom Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH (CEC) bereitgestellt und lösen das in der Vergangenheit häufig verwendete Szenario A1B ab. Dieses Klimaszenario unterstellt für das Land Schleswig-Holstein einen Anstieg der Jahresmitteltemperatur bis zum Jahr 2070 von 2,5 bis 3 °C im Vergleich zur Klimanormalperiode. Die Niederschlagsmenge unterliegt in der Jahressumme keiner signifikanten Veränderung, allerdings muss mit einer Verschiebung der Niederschläge vom Sommer- in das Winterhalbjahr gerechnet werden. Legt man bei der Wasserhaushaltssimulation

Grundwasserneubildungsraten unter BZE-Punkten

die Bestände der BZE II zugrunde, so ergibt sich aus dem Klimasignal des RCP8.5-Szenarios ein Rückgang der Grundwasserneubildungsrate auf im Mittel 185 mm (-15 %). Insbesondere die Waldstandorte im Osten von Schleswig-Holstein würden in Zukunft im Mittel der Jahre 2041 bis 2070 eine deutlich geringere Grundwasserneubildung aufweisen (Abbildung Seite 23, rechtes Bild). Die Wälder des zentralen Geest- und Hügellandes sind auch in Zukunft durch hohe Grundwasserneubildungsraten gekennzeichnet. Es fällt auf, dass einige Standorte mit einer sehr geringen Grundwasserneubildung von weniger als 25 mm auftreten. Eigene Messungen der Sickerwasserrate mit einem Groblysimeter im nördlichen Sachsen-Anhalt (Standort Colbitz, Altmark) legen die Vermutung nahe, dass es auf diesen Standorten in Zukunft nur noch während niederschlagsreicher Perioden zu einer Grundwasserneubildung kommt (siehe auch Waldzustandsbericht 2014 Sachsen-Anhalt).

Anhand der Intensiv-Monitoringfläche Bornhöved (109-jähriger Buchenbestand, Bestockungsgrad 0,8, schluffiger Sand) wurde mit dem Wasserhaushaltsmodell untersucht, welchen Einfluss die Waldbewirtschaftung (Durchforstung und Nutzung) auf die Grundwasserneubildung hat. Es wurden drei Szenarien miteinander verglichen. Zunächst wurde der Wasserhaushalt auf dem Standort mit dem statischen Bestand (ohne Waldentwicklung) der letzten Aufnahme (2013; status quo) bis zum Jahr 2070 simuliert. In den beiden Waldentwicklungsszenarien wurde der Bestand mit einem Waldwachstumsmodell bis zum Jahr 2070 dynamisch weiterentwickelt, wobei ein Szenario ohne Durchforstung gerechnet wurde und das zweite Szenario mit Durchforstungsmaßnahmen und Zielstärkennutzung. In der Tabelle oben sind die Ergebnisse der Wasserhaushaltssimulationen für die Periode 2041 bis 2070 dargestellt. Zum Vergleich sind die Werte der Periode 1981 bis 2010, die ebenfalls mit dem status quo-Bestand statisch gerechnet wurden, mit aufgeführt. Durch den erwarteten Klimawandel würde im Vergleich zu heute der Buchenbestand auf der Fläche Bornhöved knapp 40 mm weniger Grundwasserneubildung aufweisen. Dies wird dadurch verursacht, dass infolge der Temperatur-

Mittlere Grundwasserneubildung für verschiedene Waldentwicklungsszenarien

Bornhöved	Periode 1981 bis 2010	Periode 2041 bis 2070		
	statischer Bestand status quo	statischer Bestand status quo	ohne Durchforstung	mit Durchforstung
Niederschlag [mm]	900	885	885	885
Verdunstung [mm]	620	640	665	555
Grundwasserneubildung [mm]	280	245	220	330

erhöhung der Verdunstungsanspruch der Wälder steigt und das Niederschlagsangebot insbesondere in der Vegetationsperiode abnimmt. Würde der Bestand ohne menschliche Eingriffe bis zum Jahr 2070 weiterwachsen, wäre mit einem weiteren Rückgang der Grundwasserneubildung auf 220 mm zu rechnen. Mit Hilfe von Durchforstungsmaßnahmen und einer Zielstärkennutzung der Buche ließe sich die Grundwasserneubildung deutlich erhöhen. Da der Buchenbestand im verwendeten Waldentwicklungsszenario ab dem Jahr 2020 in die Endnutzung überführt wird, kann aufgrund der Auflichtung des Bestandes deutlich mehr Grundwasser neu gebildet werden. Mit dem Ende der Nutzungsperiode zu Beginn der 2040er Jahre hat sich ein Buchenverjüngungsbestand etabliert, dessen Verdunstungsanspruch nicht mit einem Altbestand vergleichbar ist. Folglich liegt die mittlere Grundwasserneubildung für die Periode 2041 bis 2070 bei 330 mm und damit erheblich über den Werten des derzeitigen Bestandes unter heutigen Klimabedingungen.

Fazit

Die Untersuchungen zum Wasserhaushalt auf den BZE II-Standorten in Schleswig-Holstein zeigen, dass die Grundwasserneubildung von vielen standörtlichen Faktoren abhängt und kleinräumig stark variiert. Unter heutigen Klimabedingungen weisen die meisten Waldstandorte noch hohe Grundwasserneubildungsraten auf (>200 mm pro Jahr). In Zukunft muss unter der Annahme des Klimaszenarios RCP8.5 mit einer signifikanten Abnahme der Grundwasserneubildung gerechnet werden. Besonders im Osten von Schleswig-Holstein werden teilweise Grundwasserneubildungsraten von weniger als 25 mm im langjährigen Mittel erwartet. Dies würde bedeuten, dass auf diesen Standorten nur während niederschlagsreicher Perioden Grundwasser neu gebildet wird. Ob im Kontext der WRRL durch forstliche Maßnahmen (Durchforstung, Nutzung, Waldumbau) die Grundwasserneubildung auf den Waldflächen in Schleswig-Holstein langfristig stabilisiert werden kann, ist fraglich und sollte nur unter Einbeziehung abiotischer (Trockenstress) und biotischer (Schadinsekten) Risiken erfolgen. Eine teilweise Kompensation des klimawandelbedingten Rückgangs der Grundwasserneubildung scheint jedoch möglich. Hierzu bedarf es jedoch weiterer (Feld-)Untersuchungen.



Foto: J. Evers

Insekten und Pilze

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

Witterung

Von Dezember 2013 bis April 2014 gab es in weiten Teilen des Zuständigkeitsgebietes der NW-FVA erhebliche Niederschlagsdefizite bei überwiegend deutlich zu hohen Temperaturen. Zudem war die Vegetation im März 2014, als die Trockenheit besonders zu spüren war, ihrer Zeit um mehrere Wochen voraus. Der Mai brachte dann erhebliche Niederschläge und feuchtes, den Pilzbefall förderndes Wetter. Es ist davon auszugehen, dass diese speziellen Witterungsbedingungen erheblichen Einfluss auf die Entstehung und Entwicklung verschiedener Schadbilder insbesondere im Frühjahr und Fröhsommer hatten.

Borkenkäfer

Ab Juli 2013 konnte nach mehreren ruhigen Käferjahren zunehmend beobachtet werden, dass die bis dahin meist nur in geringen Dichten vorhandenen Buchdrucker die einsetzende sehr warme Sommerwitterung 2013 nutzten. Das ungewöhnlich zeitig einsetzende Frühjahr 2014 ermöglichte einen besonders frühen Start der Borkenkäferaktivitäten. Aufgrund der Wärme in der Flugzeit der Käfer trat Befall stellenweise nicht nur an besonnten Bestandesrändern, sondern unüblich für das Frühjahr teilweise auch schon im Bestandesinneren auf.

Eichenkomplexerkrankung

Die Eichenfraßgesellschaft trat 2014 nur noch punktuell in höheren Dichten auf. Örtlich setzen sich auffällige Absterbeprozesse in Alteichenbeständen fort. Nach einem Erkrankungsschub in den Jahren 2011/2012 sind in den vergangenen Monaten erneut Eichen meist unter Beteiligung von Hallimasch- und teilweise auch Prachtkäfer-Befall abgestorben. Dies geht einher mit entsprechenden Auflichtungen und ungünstigen Veränderungen des Bestandesinnenklimas (mehr Wärme, stärkere Besonnung von Stämmen). Eine schwache Belaubung fördert zusätzlich die Erwärmung im Bestand und damit u. a. die Gefahr des Prachtkäferbefalls.



Eschentriebsterben

Foto: NW-FVA, Abt.B

Eschentriebsterben

Bezogen auf das Eschentriebsterben (pilzlicher Erreger: *Hymenoscyphus fraxineus/Chalara fraxinea*) wird 2014 in vielen Regionen sowohl eine Zunahme der Schadflächen als auch eine Verstärkung der Schäden vor Ort beobachtet. Starke Schädigungen führten teilweise schon bis zur Auflösung von Bestandesteilen.

Die sogenannten "Stammfußnekrosen" gehören vielerorts (insbesondere in Schleswig-Holstein) ebenfalls zum Schadbild. Dies wird auch zunehmend von anderen Bundesländern und Nachbarstaaten bestätigt. Das Auftreten von Eschenbastkäfern im Zuge stärkeren Eschentriebsterbens wird als sekundär gewertet.



Geschädigter Eichenbestand

Foto: NW-FVA, Abt.B



Hallimasch an absterbender Eiche
Foto: NW-FVA, Abt.B



Schadbild des Prachtkäfers an Eiche
Foto: NW-FVA, Abt.B

Stoffeinträge

Birte Scheler

Wald filtert durch seine große Kronenoberfläche gas- und partikelförmige Stoffe aus der Luft. Aufgrund dieses Filtereffektes sind Wälder stärker als andere Landnutzungsformen durch anthropogen verursachte Stoffeinträge insbesondere von Schwefel und Stickstoff (Nitrat und Ammonium) belastet. Um die Wirkungen dieser erhöhten Stoffeinträge sowie die damit verbundenen Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme zu untersuchen, wird in Schleswig-Holstein seit 1989 der Stoffeintrag in einem 109-jährigen Buchenbestand des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings in Bornhöved erfasst.

Die Höhe der Stoffeinträge wird maßgeblich durch verschiedene Faktoren wie Niederschlagsmenge, Baumart, Bestandeshöhe, Kronenrauigkeit bzw. lokale Emittenten bestimmt. Aus diesem Grund sind die Stoffeinträge in niederschlagsärmeren Gebieten in der Regel niedriger als in niederschlagsreichen Gegenden und aufgrund des Laubabwurfs unter Buche geringer als unter Fichte. 2013 betrug der Bestandesniederschlag (Kronentraufe und Stammablauf) in Bornhöved 627 mm und entsprach damit dem langjährigen Mittel. Im Vergleich zu 2012 war der Bestandesniederschlag um 58 mm bzw. 10 % erhöht. Der im Vergleich zum Vorjahr geringfügig erhöhte Schwefel- und Ammoniumstickstoffeintrag ist vermutlich hierdurch begründet.

Durch Maßnahmen wie Rauchgasentschwefelung bei Großfeuerungsanlagen oder die Einführung von schwefelarmen Kraftstoffen ging die Schwefeldioxidkonzentration der Luft extrem zurück. Hierdurch nahmen die Sulfateinträge in die Wälder deutlich ab. 2013 betrug der Sulfatschwefeleintrag pro Hektar 6,4 kg unter Buche und 3,4 kg im Freiland. Im Vergleich zum Zeitraum 1989-1991 ist er damit sowohl im Freiland als auch unter Buche um 72 % zurückgegangen. Dies entspricht einer mittleren jährlichen Abnahme pro Hektar um 0,7 kg unter Buche und 0,4 kg im Freiland.

Stickstoff ist der Pflanzennährstoff, der das Wachstum unter natürlichen Umständen am stärksten limitiert, da der Stickstoffgehalt der Ausgangsgesteine der Böden sehr gering ist. Durch anthropogene Stoffeinträge sowohl in gasförmiger als auch in gelöster Form mit dem Niederschlag ist Stickstoff jedoch im Wald zu einem Überflussfaktor geworden. Dies hat gravierende Konsequenzen für den Wald selbst sowie angrenzende Ökosysteme wie Fließgewässer und das Grundwasser. Zu nennen sind z. B. eine Verschiebung des Artengefüges der Wälder, veränderte Spross-Wurzel-Verhältnisse der Bäume und erhöhte Nitratausträge mit dem Sickerwasser. Letztere verursachen den Verlust



Probenahme von Bodensickerwasser

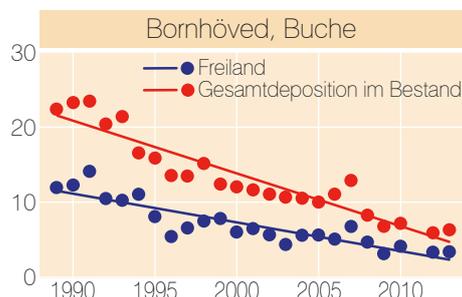
Foto: O. Schwerdtfeger

von Nährstoffen wie Calcium und Magnesium aus den ohnehin eher nährstoffarmen Waldböden und können zu einer Gefährdung für das Grundwasser werden.

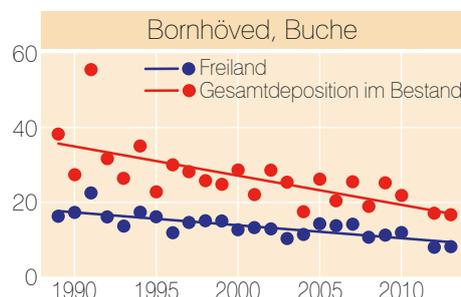
Aufgrund rückläufiger Emissionen haben der Nitrat- und der Ammoniumeintrag sowohl im Freiland als auch mit der Gesamtdosition unter Buche signifikant abgenommen. 2013 betrug der Nitratstickstoffeintrag pro Hektar 6,5 kg unter Buche und 3,3 kg im Freiland. Im Vergleich zum Mittel der Jahre 1989-1991 entspricht dies sowohl im Freiland als auch mit der Gesamtdosition einem Rückgang von 56 %. Die mittlere jährliche Abnahme pro Hektar betrug 0,2 kg unter Buche und 0,1 kg im Freiland.

Der Ammonium-Stickstoffeintrag pro Hektar betrug im Jahr 2013 unter Buche 10,2 kg und 5,1 kg im Freiland. Die mittlere jährliche Abnahme pro Hektar betrug 0,6 kg mit der Gesamtdosition und 0,3 kg im Freiland. Das Verhältnis von Ammoniumstickstoff zu Nitratstickstoff beträgt im lang-

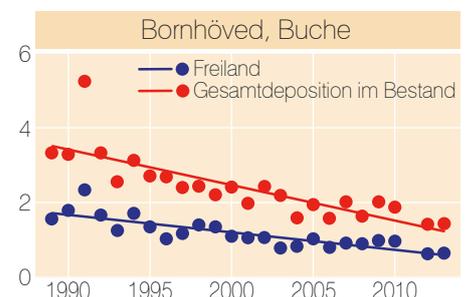
Schwefel-Eintrag ($\text{SO}_4\text{-S}$)
in kg je Hektar und Jahr



Stickstoff-Eintrag ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$)
in kg je Hektar und Jahr



Gesamtsäure-Eintrag
in kmol_c je Hektar und Jahr



Stoffeinträge



Erfassung der Niederschlagsmenge

Foto: O. Schwerdtfeger

jährigen Mittel sowohl unter Buche als auch im Freiland rund 60:40. Hierin zeigt sich eine überproportionale Belastung des Ökosystems durch Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft, die für 95 % der Emissionen von Ammoniak und damit seines Umwandlungsprodukts Ammonium verantwortlich ist.

Trotz des Rückgangs überschreiten die atmosphärischen Stickstoffeinträge nach wie vor den Bedarf des untersuchten Bestandes für das Baumwachstum erheblich.

Der aktuelle Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtd deposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der mit dem Niederschlag eingebrachten Basen Calcium, Magnesium und Kalium (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile; Gauger et al., 2002).

2013 betrug der Gesamtsäureeintrag pro Hektar im Freiland 0,7 kmol_c und 1,4 kmol_c unter Buche. Im Vergleich zum Mittel der Jahre 1989-1991 ist er im Freiland um 66 % und unter Buche um 64 % zurückgegangen. Im Vergleich mit neun weiteren im Zuständigkeitsgebiet der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt untersuchten Buchenbeständen in den Bundesländern Niedersachsen und Hessen weist die Fläche in Bornhöved nach den Beständen im Solling (Niedersachsen) und in Zierenberg (Nordhessen) die dritthöchsten Säureinträge auf. Trotz des deutlichen Rückgangs übersteigt der Gesamtsäureeintrag aufgrund der geringen Nährstoffvorräte im Boden des untersuchten Bestandes das nachhaltige Puffervermögen dieses Standorts. Zum Schutz der Waldböden und ihrer Filterfunktion ist daher eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung empfehlenswert.

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



Intensiv-Monitoringfläche Bornhöved

Foto O. Schwerdtfeger

Gefäßpflanzen und Moose als Indikatoren von Bodeneigenschaften

Marcus Schmidt, Egbert Schönfelder, Uwe Paar und Jan Evers

Im Zuge der Bodenzustandserhebung (BZE) II wurde in den Bundesländern Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Bremen erstmalig die Waldvegetation auf der Grundlage einer systematischen, repräsentativen Stichprobe großräumig und vollständig erfasst. Dabei wurden für alle BZE-Punkte in den Vegetationsperioden 2006 bis 2008 auf 400 Quadratmeter großen, dauerhaft markierten Flächen nach einheitlicher Methodik Vegetationsaufnahmen erstellt. Erfasst wurden die Arten der Baum-, Strauch- und Krautschicht mit ihrem Deckungsgrad. Darüber hinaus wurden die Arten der Mooschicht (Moose, Flechten) ohne Deckungsgradangaben notiert. Insgesamt 388 Vegetationsaufnahmen wurden in den Bundesländern Niedersachsen (169), Hessen (139), Sachsen-Anhalt (76) und Bremen (4) im Rahmen der BZE II durchgeführt.



Rotstengelmoos, Besenheide und Vogelbeere sind charakteristische Arten des Eisen- und Aluminium-Pufferbereichs. Fotos: M. Schmidt

Pufferbereiche (nach Ulrich 1981, verändert)

[Kohlensäure/Calcium-]Karbonat (pH H₂O >6,2)

Vorherrschende Pufferreaktion über Kalkauflösung, Humusform Mull, rasche Streuumsetzung, Auswaschung von Calcium, Bodenbildungsprozess Entkalkung, stabiles Bodengefüge, evtl. ungünstiges Ca/K-Verhältnis, keine Behinderung des Wurzelwachstums oder der Zersetzeraktivität aufgrund bodenchemischer Bedingungen, gute Wachstumsbedingungen seitens der Bodenchemie

[Kohlensäure-]Silikat (pH H₂O zwischen 6,2 und 5,0)

Vorherrschende Pufferreaktion Verwitterung der primären Silikate unter Freisetzung von Nährstoffkationen, Bodenbildungsprozess Verbraunung und Tonverlagerung, Humusform Mull und mullartiger Moder, optimale Nährstoffverfügbarkeit und ökologisches Optimum aus bodenchemischer Sicht

Austauscher (pH H₂O zwischen 5,0 und 4,2)

Vorherrschende Pufferreaktion weitere Verwitterung der Restgitter primärer Silikate und Freisetzung von Al-Ionen aus Tonmineralen, Entstehung polymerer Aluminium-Hydroxo-Kationen und Verdrängung von Calcium, Magnesium sowie Kalium vom Austauscher und Auswaschung mit der Bodenlösung, Rückgang der Austauschkapazität und der biologischen Aktivität, Verbraunung des Bodens, Humusform mullartiger Moder und Moder, Konkurrenzkräft anspruchsvoller Pflanzenarten geht zurück

Aluminium (pH H₂O zwischen 4,2 und 3,8)

Pufferung über die Auflösung der Aluminium-Hydroxo-Kationen und sekundärer Tonminerale, Tonmineralzerstörung, Freisetzung von Aluminium-Ionen und Protonen in die Bodenlösung, Podsoligkeit, zunehmende Einschränkung der Wachstumsleistung durch den bodenchemischen Zustand, geringe Basensättigung, Humusform Moder und Rohhumus

Eisen (pH H₂O <3,8)

Pufferung über die Auflösung von Eisenhydroxiden und Aluminium-Hydroxo-Kationen, Mobilisierung von Eisen und Huminstoffen, höhere Anteile von Aluminium, Eisen und Protonen in der Bodenlösung, zunehmender Säurestress, sehr geringe Basensättigung am Austauscher, stärkere bis starke Podsoligkeit, Wachstumsstörungen der Bäume, schlechte Moderhumusformen, Rohhumus

Gefäßpflanzen und Moose als Indikatoren von Bodeneigenschaften



Wald-veilchen und Goldnessel kommen gemeinsam im Austausch- und Silikat-Pufferbereich vor.
Foto: M. Schmidt



Dominanzbestände von Weißmoos, hier zusammen mit Heidelbeere und Draht-Schmiere, weisen darauf hin, dass sich der Oberboden des betreffenden Waldbestandes im Eisen-Pufferbereich befindet.

Foto: J. Evers

Die direkte Verbindung der dabei gewonnenen Vegetationsdaten mit den erfassten bodenchemischen Kenngrößen ermöglicht Aussagen zu den Zusammenhängen zwischen der Artenzusammensetzung der Waldbestände und dem Bodenzustand. Am Beispiel des pH-Wertes von Waldböden sollen im Folgenden Auswertungsmöglichkeiten der Kombination von Vegetations- und Bodendaten sowie deren Nutzung für die waldökologische Praxis gezeigt werden.

Der pH-Wert eines Bodens, die sogenannte Bodenreaktion, ergibt sich aus der Wasserstoff-Ionen-Aktivität in der Bodenlösung. Er hat Einfluss auf zahlreiche chemische und biologische Prozesse im Boden und ist eine der wichtigsten bodenökologischen Kenngrößen, aus der sich viele für das Pflanzenwachstum bedeutsame Bodeneigenschaften, wie die Basen- und Nährstoffversorgung, ableiten lassen. So ergeben sich aus dem pH-Wert einerseits sehr gute Hinweise auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen (z. B. Magnesium oder Calcium) und andererseits auf toxisch wirkende Kon-



Der Vorkommensschwerpunkt des Wald-Ehrenpreises liegt im Aluminium-Pufferbereich.
Foto: M. Schmidt



Das Wald-Bingelkraut kennzeichnet den Silikat- und Karbonat-Pufferbereich.
Foto: M. Schmidt

Gefäßpflanzen und Moose als Indikatoren von Bodeneigenschaften

Auf der Grundlage der BZE II entwickeltes Trennschema zur Ansprache der Pufferbereiche von Waldböden

Eisen	Aluminium	Austauscher	Silikat	Karbonat
Aderfarn, Einseitwendiges Kleingabelzahnmoos, Gewelltblättriges Gabelzahnmoos, Weißmoos				
Besenförmiges Gabelzahnmoos, Besenheide, Breitblättriger Dornfarn, Draht-Schmiele, Echtes Schlafmoos, Europäischer Siebenstern, Faulbaum, Gewöhnlicher Dornfarn, Harzer Labkraut, Heidelbeere, Pfeifengras, Rankender Lerchensporn, Rotstengelmoos, Sand-Segge, Späte Trauben-Kirsche, Vogelbeere, Wald-Frauenhaar				
		<p>Flatter-Binse, Pillen-Segge, Roter Fingerhut, Rotes Straußgras, Salbei-Gamander, Schmalblättriges Weidenröschen, Wald-Ehrenpreis, Wald-Geißblatt, Wolliges Honiggras</p>		
		Behaarte Hainsimse, Hasenfuß-Segge		
		Brennnessel, Flattergras, Gewelltes Katharinenmoos, Goldnessel, Großes Springkraut, Hain-Rispengras, Knotige Braunwurz, Rasen-Schmiele, Schwarzer Holunder, Tüpfel-Johanniskraut, Wurmfarn, Zwiebel-Zahnwurz		
		Berg-Ahorn, Busch-Windröschen, Einblütiges Perlgras, Große Sternmiere, Scharbockskraut, Waldmeister, Wald-Segge, Wald-Veilchen		
		Eichenfarn, Gewöhnliches Hexenkraut, Winkel-Segge		
		Feld-Ahorn, Esche, Gewöhnliche Nelkenwurz, Knoblauchsrauke, Rainkohl, Vogel-Kirsche, Süß-Kirsche, Wald-Bingelkraut, Waldgerste, Wald-Ziest, Wald-Zwenke, Zaun-Wicke		
		Gestreiftes Schönschnabelmoos, Hasel, Spitz-Ahorn, Stink-Storchschnabel, Wald-Erdbeere		

Gefäßpflanzen und Moose als Indikatoren von Bodeneigenschaften



Das Busch-Windröschen fehlt nur im Eisen- und im Aluminium-Pufferbereich. Auf allen basenreicheren Waldböden ist die Art weit verbreitet.
Foto: J. Evers

zentrationen von Elementen wie Aluminium oder Mangan. Dementsprechend ist die Bindung vieler Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften an bestimmte pH-Bereiche (auch als Pufferbereiche bezeichnet) unter einheitlichen klimatischen Bedingungen sehr eng.

In der Forstlichen Standortskartierung geben Bodenmerkmale wie die Humusform (Mull, Moder, Rohhumus) oder Podsolierungserscheinungen (Bleichung im Oberboden infolge einer Versauerung) Hinweise auf den Pufferbereich, in dem sich ein Waldboden befindet. Darüber hinaus können aber auch Waldbodenpflanzen als Indikatoren für bestimmte pH-Bereiche dienen. Um diese Indikatoreigenschaften vieler Waldpflanzen optimal nutzen zu können, muss die Spannweite der pH-Werte bekannt sein, bei denen die Arten im Wald auftreten. Mit dem im Rahmen der Bodenzustandserhebung II erhobenen Vegetationsdatensatz liegt eine einzigartige Datengrundlage vor, aus der für die un-



Der Waldmeister tritt im Austausch-, Silikat- und Karbonat-Pufferbereich auf.
Foto: M. Schmidt

tersuchten Bundesländer das Vorkommen vieler häufiger Waldbodenpflanzen in bestimmten Pufferbereichen (pH gemessen in H₂O für 0-5 cm Bodentiefe) statistisch fundiert abgeleitet werden kann.

Nur wenige Gefäßpflanzen- oder Moosarten sind dabei in ihrem Vorkommen auf nur einen Pufferbereich beschränkt, doch lässt sich für die meisten Arten erkennen, in welchen Pufferbereichen ihr Auftreten sehr wahrscheinlich, eher selten oder nahezu ausgeschlossen ist. Um die Indikatoreigenschaften der Waldpflanzenarten beispielsweise im Rahmen eines Kartierverfahrens für eine sichere Ansprache des Pufferbereichs zu nutzen, ist eine möglichst große Zahl von Indikatorarten notwendig. Zusätzlich kann auch das Fehlen anderer Arten(-gruppen) Hinweise zur Bestimmung des Pufferbereichs geben. Das auf Seite 30 abgebildete Trennschemata kann hierbei Anwendung finden. Die einzelnen Kästen decken einen oder mehrere Pufferbereiche ab, in denen die in ihnen aufgeführten Pflanzenarten nach den Ergebnissen der BZE II den Schwerpunkt ihres Vorkommens haben. Erkennbar ist hier, dass die schärfste floristische Grenze zwischen dem Aluminium- und dem Austausch-Pufferbereich verläuft. Dies entspricht etwa der bodenökologischen Grenze zwischen den natürlichen Waldgesellschaften Hainsimsen-Buchenwald (Eisen- oder Aluminium-Pufferbereich) und Waldmeister-Buchenwald (Austauscher-Pufferbereich). Auf Böden mit höheren pH-Werten schließt sich ökologisch der Waldgersten-Buchenwald an, dessen kennzeichnende Arten ihren Schwerpunkt im Silikat- und/oder Karbonat-Pufferbereich haben. Die Bestimmung der Pufferbereiche über die aufgeführten Zeigerarten ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Ansprache der Trophie (Nährstoffverfügbarkeit) von Waldstandorten.



Das Scharbockskraut kennzeichnet den Austausch-, Silikat- und Karbonat-Pufferbereich.
Foto: M. Schmidt

Impressum:

Ansprechpartner

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Abteilung Umweltkontrolle

Sachgebiet Wald- und Bodenzustand

Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen

Tel.: 0551/69401-0

Fax: 0551/69401-160

Zentrale@nw-fva.de

www.nw-fva.de

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

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

Titelfoto: Heinemann, H.

Graphik und Layout: Paar, E.

Herstellung: Nordwestdeutsche
 Forstliche Versuchsanstalt

Druck: Printec Offset Kassel

Der Waldzustandsbericht 2014
 ist abrufbar unter
www.nw-fva.de und
[www.schleswig-holstein.de/
 UmweltLandwirtschaft](http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft)

Prof. Dr. Johannes Eichhorn
 Abteilungsleiter
 Umweltkontrolle



Dr. Uwe Paar
 Sachgebietsleiter Wald- und
 Bodenzustand, Redaktion



Inge Dammann
 Leiterin der Außenaufnahmen,
 Auswertung, Redaktion



Dr. Jan Evers
 Bodenzustandserhebung



Andreas Schulze
 Datenbank



Jörg Weymar
 Außenaufnahmen und Kontrollen



Michael Spielmann
 Außenaufnahmen und Kontrollen



Thomas Winter
 Außenaufnahmen und Kontrollen



Dr. Bernd Westphal
 Außenaufnahmen und Kontrollen

