

LWF

Waldforschung
aktuell

78

Bodenzustandserhebung 2006–2009

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG 




ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Das Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
und Mitgliederzeitschrift des Zentrums Wald - Forst - Holz Weihenstephan

9 Bodenvielfalt in Bayern



Von Anmoorgley bis Terra fusca – die Vielfalt der Wälder ist auch auf die Vielfalt der Böden gegründet. 21 Bodentypen in zwölf Bodenklassen finden sich in Bayerns Wäldern.

21 Bodenversauerung

Drei von vier Inventurpunkten weisen eine so hohe Basensättigung auf, dass ihnen der »Saure Regen« nur wenig anhaben kann. Luftverunreinigungen gefährden jedoch den Rest der Waldböden.

28 Biomassennutzung



Die Nutzung von Biomasse entfernt auch Nährstoffe aus dem Wald. Um die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, sind bestimmte Maßnahmen im Sinne der Nachhaltigkeit zu beachten.

Fotos: (v.o.) Landesamt für Umwelt, F. Zormaier

BODENZUSTANDSERHEBUNG

Daten für den Bodenschutz Christian Kölling, Uwe Blum, Elke Dietz, Wolfgang Falk, Alfred Schubert und Ulrich Stetter	4
Die BZE – ihre Möglichkeiten und Grenzen Christian Kölling	7
Bunte Vielfalt bayerischer Böden Christian Kölling, Elke Dietz, Alfred Schubert und Ulrich Stetter	9
Organisch gebundener Kohlenstoff im Waldboden Alfred Schubert	11
Heute reichlich, morgen knapp: Wasser im Wald Wolfgang Falk und Ulrich Stetter	15
Stickstoff – vom Mangel in den Überfluss Christian Kölling	18
Macht sauer wirklich lustig? Christian Kölling	21
Bodenschutzkalkung? Fraget die Bäume ... Ulrich Stetter	25
Maß halten Christian Kölling	28
Heavy Metal in Bayerns Wäldern Alfred Schubert	32
Bayerns Waldböden in gutem Zustand Franz Brosinger	35

WALDFORSCHUNG AKTUELL

Netzwerker und Mittler Interview mit Heinrich Förster	37
Nachrichten und Veranstaltungen	38

SAAT UND PFLANZEN

Grünerle, Wildapfel & Co. Gerhard Huber und Andreas Wurm	41
Kurzberichte	42

WALD-WISSENSCHAFT-PRAXIS

WKS-Witterungsreport: Hui und Pfui – nur andersrum Lothar Zimmermann und Stephan Raspe	45
WKS-Bodenfeuchtemessungen: Hitzesommer ließ Wälder »schwitzen« Stephan Raspe und Winfried Grimmeisen	48
Interforst 2010 Thomas Huber, Jan-Philipp Egner und Florian Zormaier	50
Weniger und dennoch genauer Hannes Lemme und Ralf Petercord	54
Weltenbummler und Luftakrobat Christine Franz	56

KURZ & BÜNDIG

Nachrichten	58
Impressum	59

Titelseite: Podsol-Boden am Heusterzbühl bei Mitterteich: Lösung, Auswaschung und Ausfällung haben die von Flüssen abgelagerten Sande und Kiese der Tertiärzeit verändert. Deutlich sind mehrere, unterschiedlich gefärbte Horizonte zu erkennen, die zapfenartig ineinander greifen.

Foto: Landesamt für Umwelt, LfU



Liebe Leserinnen und Leser,

seit langem erfreut sich der Wald steigender Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit. In aller Regel steht aber nur der Teil des Waldes im Blickfeld, der gut sichtbar ist. Der unterirdische Teil des Waldes, nämlich der Waldboden, bleibt vielfach unbeachtet. Dies wird seiner elementaren Bedeutung jedoch in keiner Weise gerecht. Denn sowohl die Existenz der Wälder als auch der Erhalt ihrer vielfältigen Funktionen sind unmittelbar von den besonderen Eigenschaften der Waldböden abhängig.

Um einen Einblick in den Stand und die Entwicklung unserer Waldböden zu erhalten, wurde – zwei Jahrzehnte nach der ersten Inventur der Waldböden – in den Jahren 2006 bis 2008 die zweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE 2) bundesweit durchgeführt. Das Vorgehen und die inhaltliche Ausrichtung wurden auf Bundes- und Europaebene abstimmt. Die Durchführung der aufwändigen Probenahmen im Gelände und die Auswertung des umfangreichen Materials in Bayern lagen in der Hand der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).

Die BZE 2 hat eine Fülle von Informationen über unsere Waldböden geliefert, die auch eine wichtige Grundlage für weitergehende Forschungen darstellen. Sie reichen von der Nährstoffausstattung und dem Wasserhaushalt bis zur Abschätzung der Kohlenstoffvorräte in unseren Waldböden. Ihre Ergebnisse können uns auch wichtige Erkenntnisse z. B. zu den Möglichkeiten für Biomassenutzung, der Schadstoffbelastung unserer Waldböden und für Strategien bei der Bodenschutzkalkung liefern. Für die Forstwirtschaft ist der Bodenschutz eine wichtige Aufgabe. Das rechtzeitige Erkennen von Gefährdungen und die rasche Einleitung von Gegenmaßnahmen sind heute wichtiger denn je, um dem Anspruch eines nachhaltigen und pfleglichen Umgangs mit unserem Wald gerecht zu werden.

Der LWF und allen, die an der Bodenzustandserfassung mitgewirkt haben, möchte ich an dieser Stelle herzlich für ihr großes Engagement und die zahlreichen interessanten Ergebnisse danken. Möge dieses Heft dazu beitragen, den Blick für diesen so wichtigen und einzigartigen Lebensraum zu schärfen!

Ihr

Franz Brosinger

Daten für den Bodenschutz

Erste Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald für Bayern

Christian Kölling, Uwe Blum, Elke Dietz, Wolfgang Falk, Alfred Schubert und Ulrich Stetter

Über mehrere Jahre hat die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE 2) die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) beschäftigt. Der Personal- und Sachmitteleinsatz war enorm, zwei Sachgebiete der LWF waren mit großen Anteilen ihrer Arbeitskapazität an dieser Bodeninventur beteiligt. Doch der Aufwand hat sich gelohnt. Eine kleine Leistungsschau steht am Anfang der Artikelreihe zur BZE.

Aktiver Bodenschutz im Wald benötigt eine ausreichende Datengrundlage. Um den aktuellen Zustand und die Gefährdungen der Waldböden in der ganzen Bundesrepublik zu erfassen und eine Datengrundlage für Bodenschutzmaßnahmen zu schaffen, wurde deshalb eine groß angelegte bundesweite Inventur durchgeführt (BMVEL 2005). Die Außenaufnahmen zur zweiten Bodenzustandserhebung (BZE 2) in Bayern begannen 2006 und wurden 2008 abgeschlossen.

Klasse durch Masse

An 372 systematisch über das Land verteilten Stichprobenpunkten der Bundeswaldinventur (BWI²) wurden mit dem Einverständnis der Grundeigentümer Bodenproben sowie Nadel- bzw. Blattproben gewonnen und daran die wichtigsten Bodeneigenschaften und Nährelementgehalte bestimmt (Abbildung 1). 14 Punkte sind zwar Waldpunkte der BWI², wurden aber nicht beprobt (Rodung, Nichtholzboden, Latschenfelder, extreme Steillagen).

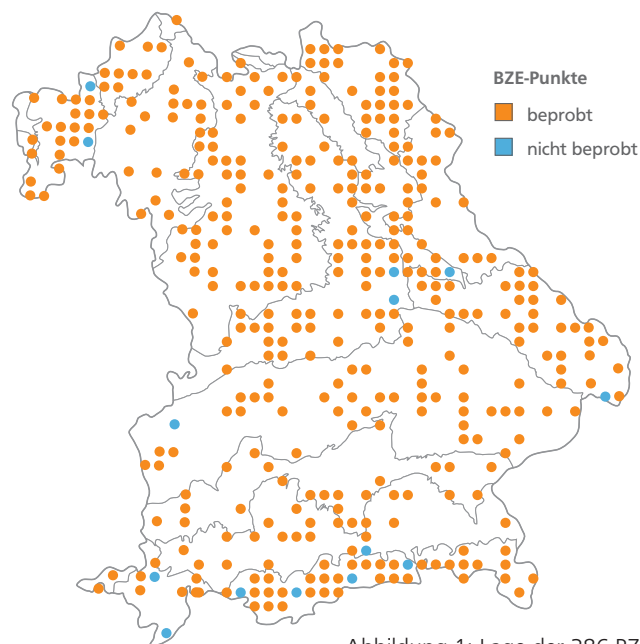


Abbildung 1: Lage der 386 BZE-Inventurpunkte in Bayern

Bodenproben

Auf Grund der buchstäblich »tiefschürfenden« Arbeit der Probenehmer im Gelände wurden viel mehr Einzelproben gewonnen als geplant. Auch in sehr steilen alpinen Lagen wurden Proben genommen. Mitarbeiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) gewannen an den 372 Inventurpunkten 3.018 Bodenproben aus unterschiedlichen Bodentiefen. 292 Punkte (78 Prozent) wurden bis zur Endteufe von 150 cm beprobt. 12.013 kg feldfrisches Bodenmaterial wurde gewonnen und zur LWF transportiert. Nach Trocknung verblieben 9.562 kg Bodenmaterial, davon nach Absieben von 1.676 kg Steinen 7.856 kg für die Analyse. Mitarbeiter der LWF bereiteten 3.018 Teilproben auf und füllten sie in Gläser ab, eine Teilprobe wurde gemahlen. Die Proben wurden danach zur Analyse gegeben und archiviert. Bei den einzelnen Analyseverfahren wurden zahlreiche chemische Elemente und physikalische Bodenfraktionen bestimmt. Insgesamt wurden circa 205.000 Einzelwerte ermittelt. Alle Verfahren der Probenahme und Analyse sind bundesweit vereinheitlicht und hervorragend dokumentiert (GAFA 2005, BMVEL 2007). Ein bundesweites, vom GAFA parallel zur BZE 2 durchgeführtes Qualitätssicherungskonzept (u.a. die Durchführung von insgesamt fünf Ringversuchen und die Mitführung einheitlicher, probenangepasster Kontrollstandards) stellt die hohe Qualität der im Labor erhobenen Daten sicher.

Nadel- und Blattproben

In den Jahren 2006 und 2007 wurden Blatt- und Nadelproben von den Baumbeständen an 369 BZE-Punkten gewonnen. Vier Punkte waren zum Stichtag unbestockt. Im normalen Gelände nahmen Baumkletterer die Proben. Sowohl freie Unternehmer als auch Spezialisten der LWF waren eingesetzt. In schlecht zu erreichenden Lagen der Alpen und des Bayerischen Waldes wurden die Zweige von einem Helikopter aus gewonnen. Eine besondere logistische Herausforderung waren die engen Zeitfenster für die Probengewinnung von lediglich vier Wochen für die Laubbäume im Juli/August und acht Wochen für die Nadelbäume im Oktober/November. Beprobt wurden obligatorisch jeweils drei Exemplare der Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche. Waren diese am Probenahmepunkt nicht vorhanden oder wuchsen nicht in der obersten Kronenschicht, wurden drei Bäume einer sonstigen

Tabelle 1: Analyseverfahren und Probenzahlen

Analyseverfahren	Probenzahlen
Bodenproben	
BaCl ₂ -Extrakt	613
BaCl ₂ -Perkolat	584
Kohlenstoff, Stickstoff	3.018
Korngrößen	2.382
Gesamt-Aufschluss	2.546
Königwasserextrakt	584
NH ₄ Cl-Perkolat	1.803
pH-Wert	3.018
Tri-BaCl ₂ -Perkolat	636
1:2 Wasserextrakt	2.038
Nadel- und Blattproben	
Kohlenstoff, Stickstoff	1.098
HNO ₃ -Druckaufschluss	1.098

herrschenden Baumart in die Probenahme einbezogen. Die Gesamtzahl belief sich auf 1.941 Probebäume. Der erste Schritt in der Probenvorbereitung umfasste das Abtrennen der ein- und zweijährigen Triebe bei den Nadelhölzern bzw. der Blätter bei den Laubbäumen. Anschließend wurde das Material getrocknet und das Nadel- bzw. Blattgewicht ermittelt. Die Mitarbeiter analysierten 3.294 Einzelproben und zählten dabei insgesamt 811.800 Nadeln und 182.400 Blätter. Anschließend wurden die Einzelproben pro Jahrgang und Punkt zu Mischproben vereinigt und gemahlen. Für die Analysen im Labor standen 1.098 Pflanzenproben zur Verfügung (Tabelle 1). Sie lieferten insgesamt 36.000 Messwerte.



Foto: A. Zipperer

Abbildung 2: Aufbereitung einer Bodenprobe im Mörser für die anstehende Siebung zur Ermittlung des Skelettanteils

Themen und Fragen

Dieses gewaltige Aufgabenpensum erforderte einen enormen Personal- und Sachmitteleinsatz. Er war jedoch auch notwendig, um die anstehenden Aufgaben des Bodenschutzes im engeren und des Umweltschutzes im weiteren Sinne bewältigen zu können. Themen, die es zu durchleuchten galt, waren u. a. Kohlenstoffspeicherung, Stickstoffsättigung, Bodenversauerung, Waldernährung, Wasserhaushalt und Schadstoffbelastung.

Kohlenstoffspeicherung

In Waldböden sind gewaltige Mengen an Kohlenstoff in Form von Humus gespeichert. Im Zusammenhang mit der Minde- rung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre werden diese Vorräte viel zu selten berücksichtigt. In der Forstwirtschaft kommt es darauf an, diese CO₂-Senke im Rahmen eines aktiven Klimaschutzes zu erhalten und möglicherweise noch zu vergrößern.

Stickstoffsättigung

Bei früheren Analysen wurde in einigen Waldböden Bayerns Stickstoffsättigung festgestellt. Diese Böden können die aus Luftverunreinigungen eingetragenen Stickstoffverbindungen nicht mehr zurückhalten, das Sickerwasser weist hohe Nitratkonzentrationen auf. Es ist zu befürchten, dass bei gleichbleibender Stickstoffimmission der Anteil gesättigter Böden stetig zunimmt und auch die Stickstoffernährung der Waldbäume ins Übermaß gesteigert wird.

Bodenversauerung

Bei der Bodenversauerung gehen den Waldböden die basischen Nährelemente Calcium, Magnesium und Kalium verloren. Auch die Auswaschung mit dem Sickerwasser, wie sie im Zusammenhang mit dem Eintrag von Luftschadstoffen (»Saurer Regen«) verstärkt auftritt, vermindert die Vorräte dieser Elemente. Die BZE trägt dazu bei, das Ausmaß der Bodenversauerung in Bayern aufzudecken. Mit der *Bodenschutzkal- kulation* kann man dem Boden verloren gegangene Elemente teilweise wieder zuführen und damit auch die Versorgung der Waldbäume verbessern. Aber auch die nach der Einführung neuer Holzerntetechniken verstärkte *Biomassenutzung* kann den Basenvorrat vermindern und die Bodenversauerung verstärken. Zur Abschätzung möglicher Folgen dieser forstlichen Maßnahmen wird eine belastbare Datengrundlage benötigt.

Waldernährung

Für die Forstwirtschaft sind nicht nur die Bodeneigenschaften als solche, sondern auch ihre Bedeutung für die Waldernährung und damit das Waldwachstum wichtig. Die Zusammenschau von Bodendaten und Nadel-/Blattspiegelwerten ermöglicht tiefere Einblicke in das ökosystemare Wirkungsgefüge des Waldes.

Wasserhaushalt und Klimaveränderung

Eines der wichtigsten Wald- und Umweltthemen der Zukunft ist die Anfälligkeit der Wälder gegenüber der rasch fortschreitenden Klimaveränderung. Als wesentliche Klimafolge für Wälder bei der vorhergesagten Erwärmung und Verminderung der Sommerniederschläge wird sich der Wasserhaushalt der Böden verändern. Entscheidend in diesem Zusammenhang ist die Frage, ob das in den Waldböden gespeicherte Wasser die Folgen von Trockenperioden abpuffern kann oder nicht.

Schadstoffbelastung (Schwermetalle)

Für zahlreiche Schadstoffe wie Schwermetalle sind Wälder gute Filter. Die Stoffe werden hier größtenteils zurückgehalten. Diese Filterfunktion kann jedoch in bestimmten Fällen bedroht sein. Auch hier schafft die BZE Klarheit.

»...Dass eine vor und vor bleibende und beharrliche Nutzung bleiben möge...«

Schon in der kursächsischen Forstordnung von 1560 wurde der Grundsatz der Nachhaltigkeit formuliert. In erster Linie dient der Bodenschutz im Wald dazu, die Funktion des Bodens als Standort der forstlichen Produktion zu bewahren. Neben dieser nutzungsmotivierten Variante des Bodenschutzes, die das Produktionskapital Boden für spätere Nutzungen erhält, ist die Forstwirtschaft aber auch der Allgemeinheit gegenüber zum Bodenschutz, wie er im Bodenschutzrecht formuliert ist, verpflichtet. Schließlich erfüllen gerade auch die Waldböden eine wichtige Funktion im Stoffhaushalt der Landschaft. Als Filter und Reaktor tragen Waldböden dazu bei, dass keine schädlichen Stoffe in die benachbarten Umweltmedien Wasser und Luft geraten. Umgekehrt ist aber auch dafür zu sorgen, dass die Belastung der Waldböden mit Luftschadstoffen die Bodenfruchtbarkeit nicht vermindert. Die BZE mit ihren Themen und Fragen hat in diesem Kontext die Aufgabe, problematische Entwicklungen zu erkennen und Lösungswege aufzuzeigen.

Literatur

Im Internet unter: www.lwf.bayern.de

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Christian.Koelling@lwf.bayern.de

Dr. Uwe Blum leitet das Sachgebiet »Labor« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Uwe.Blum@lwf.bayern.de

Dr. Elke Dietz, Wolfgang Falk, Alfred Schubert und Ulrich Stetter arbeiten im Sachgebiet »Standort und Bodenschutz«.

Elke.Dietz@lwf.bayern.de, Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de,

Alfred.Schubert@lwf.bayern.de, Ulrich.Stetter@lwf.bayern.de



Die Beteiligten

Planung, Probenahme, Probenaufbereitung und Analyse einer Landesinventur wie der BZE 2 hätten ohne den enormen Einsatz zahlreicher Beteiligter nicht durchgeführt werden können. Der Dank gilt daher allen Beteiligten an der LWF, den studentischen Hilfskräften, die bei Vorbereitung, Probenahme und Aufbereitung beteiligt waren und natürlich den engagierten Auftragsnehmern, die bei der Probenahme aktiv waren. Weiterhin gilt der Dank den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, den Bayerischen Staatsforsten und den Bundesforsten für die Unterstützung sowie allen Waldbesitzern für die Zustimmung zur Beprobung. Stellvertretend sind abgebildet das Probenahmeteam Boden (oben) die Baumkletterer der LWF (unteres Foto links) und das Team der Probenaufbereitung (unteres Foto rechts).



Auf Empfehlung des Kuratoriums für forstliche Forschung wurden die wissenschaftlichen Untersuchungen der Bodenzustandserhebung vom Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Forstverwaltung) mit Forschungsmitteln zusätzlich finanziell unterstützt.

Die BZE – ihre Möglichkeiten und Grenzen

Welche Informationen liefern die Daten (und welche nicht)?

Christian Kölling

Die meisten im Forstberuf Tätigen kennen die forstliche Standortkartierung. Was unterscheidet nun die BZE-Daten von den in den Standortskarten enthaltenen Bodendaten? Gibt es nicht auch noch die Waldklimastationen und Bodendauerbeobachtungsflächen? Was ist das Alleinstellungsmerkmal und die Begründung für eine Bodeninventur wie die BZE? Wie verhält sich die BZE zu den übrigen Inventuren im Wald? Welche Informationen können wir dem BZE-Datensatz entnehmen und wo sind wir auf andere Informationsquellen angewiesen?

Wenn wir im Wald Bodendaten erheben, dann verfolgen wir damit immer bestimmte Ziele. Zum einen möchten wir, wie in der Bodenzustandserhebung (BZE), die Verhältnisse im Land in ihrer Vielfalt vollständig und möglichst zutreffend beschreiben. Zum anderen ist es unser Anspruch, Bodenveränderungen, vor allem die zum Schlechteren, rechtzeitig und zusammen mit ihren Ursachen aufzudecken. Schließlich wollen wir Bodeninformationen so bereitstellen, dass sie auf der ganzen Fläche bei der Bewirtschaftung der Wälder verwendet werden können.

Ohne Statistik keine Wahrheit: Inventur

Als Inventur ist es der Hauptzweck der BZE, eine Bestandsaufnahme oder ein Inventar der Waldböden Bayerns zu erstellen. Dabei genügt eine Stichprobe, wenn man die Proben streng nach den Regeln der Stichprobentheorie zieht. Für die BZE verwendet man ein Gitternetz der Maschenweite von vier Kilometern. An den Knoten dieses Netzes liegen die 372 Inventurpunkte. Anhand der Ergebnisse lässt sich schätzen, wie sich die Bodeneigenschaften im Kollektiv der Waldböden Bayerns verteilen. Man kann daraus beantworten, wie groß die Spanne der Werte ist, welche Wertebereiche häufig und welche selten sind.

Der Veränderung auf der Spur: Dauerbeobachtung

Bei einer Inventur mit 372 über ganz Bayern verstreuten Punkten kann man aus Kostengründen nicht alles Wünschenswerte messen, sondern man muss sich auf wenige aussagekräftige und leicht zu bestimmende Größen beschränken. Genauere Arbeiten mit dem Ziel, Bodenprozesse über einen längeren Zeitraum zu beobachten, mit Umweltgrößen zu erklären und als Zeitreihe darzustellen, kann man nur an wenigen Flächen durchführen. Am Netz der *Waldklimastationen (WKS)* und der *Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF)* wer-

den Böden viel intensiver als bei der BZE erforscht, zahlreiche Zusatzdaten werden erhoben. Allerdings sind diese Ergebnisse nicht repräsentativ und können nicht auf die gesamte Waldfläche hochgerechnet werden. Dafür kann man feinsten Veränderungen im Bodenzustand nachspüren, für die das Instrumentarium der BZE viel zu grob ist. Die Dauerbeobachtungsprogramme dienen auch dazu, den aus der Analyse der BZE-Daten gewonnenen Hypothesen genauer nachzugehen.

Zeitschrift Bodenschutz

Die Zeitschrift »Bodenschutz – Erhaltung, Nutzung und Wiederherstellung von Böden« ist ein Forum für alle, die sich für den Schutz und die Nutzung der Böden interessieren und sich den Herausforderungen des Bodenschutzes stellen wollen. Der Bundesverband Boden e.V. als Herausgeber bietet mit seiner Zeitschrift eine Plattform für den Meinungsaustausch und informiert über neue Konzepte rund um Nutzung und Schutz der Böden. »Bodenschutz« enthält zusätzlich Informationen aus der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) und aus dem Bund-/Länderausschuss Bodenforschung.

red

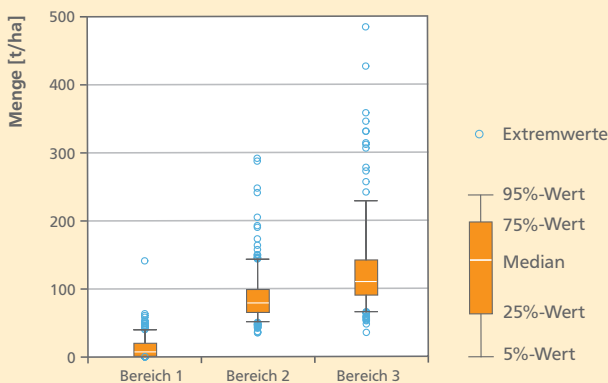


Herausgeber: Bundesverband Boden e.V. (BVB), Frankfurter Straße 46, 35037 Marburg
Umfang: circa 32 Seiten
Erscheinungsweise: vier Ausgaben jährlich, auch als eJournal mit Online-Archiv, www.bodenschutzdigital.de
ISSN: 1432-170X

Grafiken zur Bodenzustandserhebung

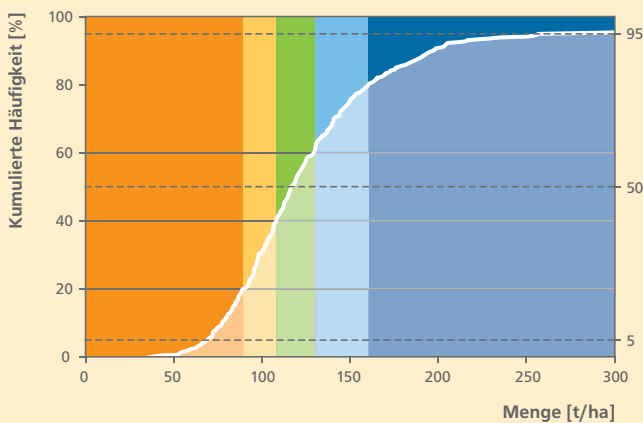
Boxplots

Manchmal ist es notwendig, den Datensatz zu unterteilen, um z. B. Unterschiede zwischen verschiedenen Baumarten oder Bodenbereichen aufzudecken. Dann kann man Boxplots als vereinfachte Darstellung der Häufigkeitsverteilung verwenden. Boxplots enthalten fünf wichtige Eckdaten der Verteilung, die 5%-, 25%-, 50%-, 75%- und 95%-Quantile. Zusätzlich sind noch einzelne Extremwerte am unteren und oberen Ende der Verteilung eingezeichnet. Mit Hilfe der Boxplots kann man hervorragend Unterschiede zwischen Teilkollektiven im Datensatz darstellen. In der Grafik oben werden die Kohlenstoffvorräte und ihre Streuung in unterschiedlichen Bodenbereichen verglichen.



Summenhäufigkeit

Die Ergebnisse der Bodenzustandserhebung schätzen die Verteilung der Bodeneigenschaften im Kollektiv der Waldböden Bayerns. Man kann daraus beantworten, wie groß die Spanne der Werte ist, welche Wertebereiche häufig und welche selten sind. Die wichtigsten Informationen lassen sich in einer Grafik der Summenhäufigkeit darstellen. Sie gibt die kumulierten Häufigkeiten über den gemessenen Wertebereich an. Dazu werden die Werte von klein nach groß sortiert und ihre Häufigkeiten aufaddiert. Am linken Ende der Grafik, dem Minimum, stehen 0 Prozent. Das rechte Ende der Grafik erreicht 100 Prozent, aus Darstellungsgründen schneiden wir jedoch bei manchen Grafiken bei 95 Prozent ab. Die Grafik ist in fünf gleich häufige Teile eingeteilt. Aus der Grafik kann man ablesen, dass z. B. 20 Prozent der Böden in Bayern Kohlenstoffvorräte unter etwa 90 t/ha haben. Die Prozentwerte der Summenhäufigkeitskurve nennt man Quantile, das 50%-Quantil heißt auch Median. An dieser Stelle wird der Datensatz in zwei gleich große Hälften geteilt. Mit Hilfe der Summenhäufigkeitskurve ist es möglich, die Bedeutung von Einzelwerten nach ihrer Häufigkeit zu bewerten. Man kann überprüfen, wie oft Schwellenwerte über- oder unterschritten werden.



Karten und mehr: Flächeninformation

Für den Praktiker vor Ort bringen die Inventurergebnisse der BZE und der Bodendauerbeobachtung allein und für sich genommen in der täglichen Arbeit wenig. Woher sollen Förster und Waldbesitzer wissen, welche der vielfältigen und differenzierten Ergebnisse auf die jeweils zur Planung anstehenden konkreten Waldbestände anzuwenden sind? Flächeninformationen über Waldböden liegen bis heute als *Forstliche Standortskarte* vor. Bei der Erstellung dieser Karten hat man den Boden vorwiegend nach sicht- und fühlbaren Eigenschaften hin eingestuft, chemische und physikalische Analysen waren sehr selten und auf Einzelfälle beschränkt. Daher genügt die in den herkömmlichen Standortskarten enthaltene Information für viele Fragestellungen nicht. Nun kommt es darauf an, die Inhalte der Standortskarten zu erweitern. Man nutzt dabei die Erkenntnisse aus BZE, Bodendauerbeobachtung und weiteren Punktinformationen (Bodenprofile und ihre Eigenschaften). Dabei kann man sich zu Nutze machen, dass viele Boden- und Geländeeigenschaften untereinander verknüpft sind und wir mittlerweile einen großen Fundus unterschiedlichster Flächendaten haben. Mit Hilfe von Berechnungsverfahren werden im LWF-Projekt »Karten für die Zukunft« neue Karten erstellt. Diese enthalten neben den bisherigen Standortinformationen weitere wichtige Angaben zum Standort und können aktuelle Fragen der Praxis möglichst flächenscharf beantworten.

BZE und mehr: Forstliche Inventuren

Die Daten für die BZE werden auf einer Teilmenge der über 8.000 Inventurpunkte der Bundeswaldinventur (BWI²) erhoben. Deshalb ist es möglich, diese Bestandesinformationen mit den Daten der BZE zu verknüpfen und Zusammenhänge zwischen Bodenqualität und Baumwachstum zu ermitteln. Identisch mit dem BZE-Netz sind die Beobachtungspunkte der Waldzustandsinventur. Dies ermöglicht Querbezüge zwischen dem Kronenzustand der Bäume und der Bodenqualität. Mit den drei Instrumenten Inventur, Dauerbeobachtung und Flächeninformation sowie mit der Verknüpfung der Netze untereinander haben wir an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft ein wirtschaftlich operierendes System, mit dem die meisten anstehenden praxisrelevanten Fragen des Bodenschutzes und der Standortkunde beantwortet werden können.

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Christian.Koelling@lwf.bayern.de

Bunte Vielfalt bayerischer Böden

BZE beschreibt die Verteilung der Bodentypen

Christian Kölling, Elke Dietz, Alfred Schubert und Ulrich Stetter

Die meisten unserer Leser werden die Bodenkunde schnell in Verbindung mit den Bodentypen bringen. Sie werden meist mit fremdartig klingenden Namen wie Rendzina, Gley oder Podsol bezeichnet. Die Bodensystematik beschreibt ihr Forschungsobjekt nach den sicht- und fühlbaren Eigenschaften mit den Methoden der Feldebodenkunde. Eine zentrale Rolle spielt darüber hinaus die Entstehungsgeschichte. Die Erhebungen der BZE zeigen uns ein buntes Bild von der Verteilung und Häufigkeit der Bodentypen im Wald.

Böden sind nicht nur elementare Bestandteile der Waldökosysteme und damit die Produktionsgrundlage der Forstwirtschaft, sie sind auch Naturschönheiten eigener Prägung. Bodenkundler begeistern sich am Farbenspiel eines Podsols oder an der Marmorierung eines Pseudogleys (Abbildungen 1 und 2). Diese optischen Auffälligkeiten, die zur Namensgebung beitragen, gehen zum Großteil auf bodenbildende Prozesse zurück. Im Falle des Podsols ist es die Verlagerung von Eisen und Humus im Profil, beim Pseudogley verursacht der Wechsel von Befeuchtung und Austrocknung das charakteristische Bild. Nach ihrer Gestalt und ihrer Entstehungsgeschichte werden die Böden in Klassen und Typen eingeteilt (BGR 2005).

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der zweithöchsten bodensystematischen Ebene, der Bodenklassen. Am häufigsten treten mit fast 60 Prozent die Braunerden auf. Dieser Bodentyp wurde früher auch als »Brauner Waldboden« bezeichnet und ist nicht nur in Bayern der Waldboden schlechthin. Die zweithäufigste Bodenklasse sind die A_h -C-Böden, die die Rendzinen dominieren. Rendzinen sind typische Böden aus Kalksteinen und daher in den Kalkalpen und im Jura besonders häufig (Abbildung 3). Auf Platz 3 liegen mit über zehn Prozent die Stauwasserböden. Dahinter verbergen sich Pseudogley und Stagnogley. Stauwasserböden liegen ebenfalls sehr häufig unter Wald, da sie seltener landwirtschaftlich genutzt werden, sind sie doch hinsichtlich der Bearbeitung und Befahrung problematisch. Zu erwähnen sind noch die Gleye, die sich an über fünf Prozent der Inventurpunkte finden. Als Grundwasserböden liegen sie häufig in Tälern und Niederungen. Alle anderen Bodenklassen erreichen nur Anteile unter fünf Prozent.

Systematik und Ökologie

Nicht immer geht die äußere Erscheinung der Böden mit einheitlichen ökologischen Eigenschaften einher. In der großen Gruppe der Braunerden sind die unterschiedlichsten bodenchemischen Eigenschaften zu finden. Dagegen prägen reichlich Humus und vor allem Kalksteine die Rendzinen als wichtigsten Typ der A_h -C-Böden. Die hohe Basizität und die geringe Fähigkeit zur Wasserspeicherung definieren damit einen recht engen chemischen und physikalischen Rahmen für den Zu-



Abbildung 1: Typischer Podsol in der Oberpfalz

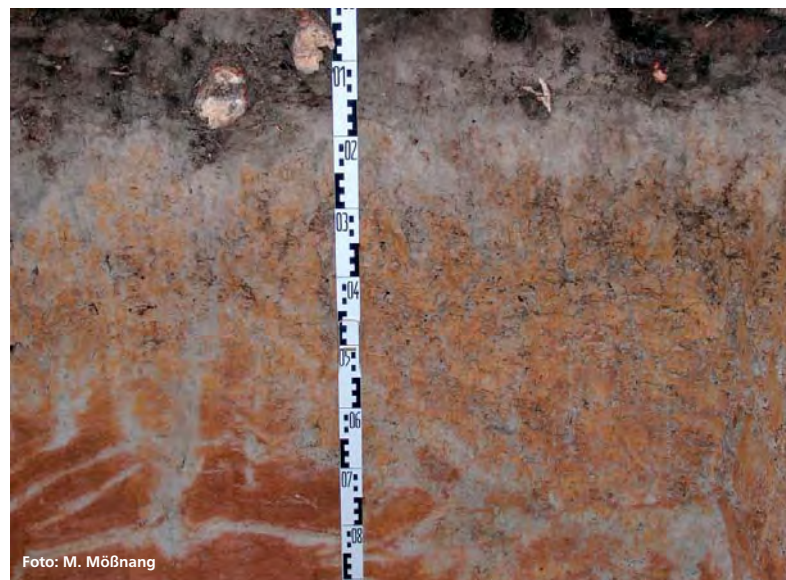
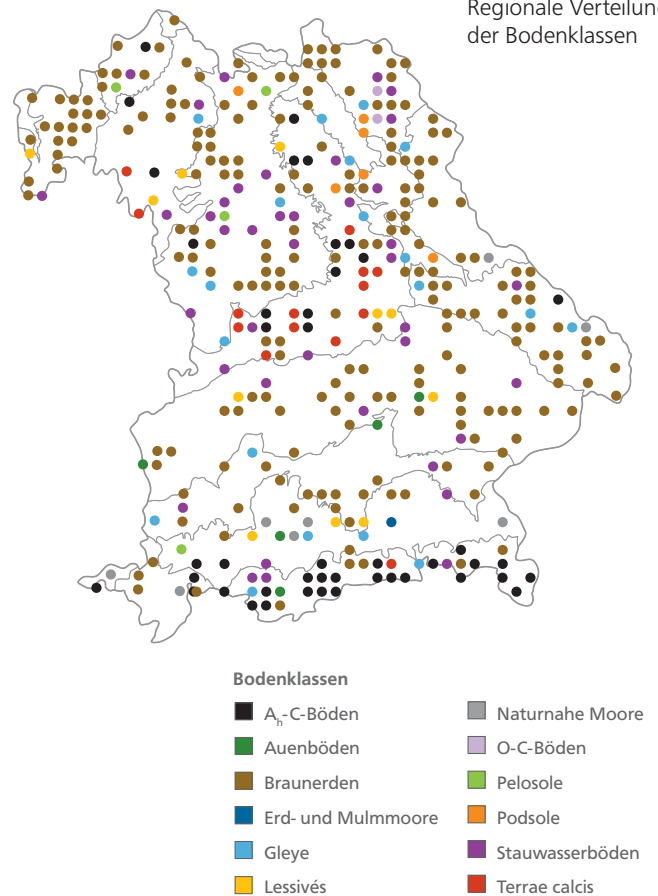


Abbildung 2: Typischer Pseudogley in Mittelfranken

Tabelle 1: Bodenklassen und -typen in der BZE-Stichprobe

Bodenklasse	Anteil [%]	Bodentyp	Anteil [%]
A _n -C-Böden	11,8	Pararendzina	1,9
		Ranker	0,5
		Regosol	0,3
		Rendzina	9,1
Auenböden	1,3	Kalkpaternia	1,3
Braunerden	58,3	Braunerde	58,3
Erd- und Mulmmoore	0,3	Erdhochmoor	0,3
Gleye	5,4	Anmoorgley	0,8
		Gley	4,3
		Moorgley	0,3
Lessivés	3,0	Parabraunerde	3,0
Naturnahe Moore	2,2	Hochmoor	0,5
		Niedermoor	1,6
O-C-Böden	0,5	Felshumusboden	0,3
		Skeletthumusboden	0,3
Pelosole	1,1	Pelosol	1,1
Podsole	1,6	Podsol	1,6
Stauwasserböden	10,8	Haftpseudogley	0,3
		Pseudogley	10,2
		Stagnogley	0,3
Terrae calcis	3,8	Terra fusca	3,8

Abbildung 3: Regionale Verteilung der Bodenklassen



stand dieser Böden. Kompakte Bodenschichten mit geringem Wasserfluss kennzeichnen die Stauwasserböden. Je nach Dichte der Stauschicht, nach dem Gefälle, den Niederschlägen und dem Wasserverbrauch der Vegetation ergeben sich im Jahresverlauf typische Nass-, Feucht- und Trockenphasen bei gegenläufigem Luftangebot. In der forstlichen Standortskunde wird dieser Wasserhaushalt auch als »Wechselfeuchte« bezeichnet. Es ist unmöglich, allein aus den Profilmerkmalen auf die Intensität der Wechselfeuchte zu schließen. Staunässe verursacht bei fast allen Waldbaumarten Probleme hinsichtlich der Tiefendurchwurzelung. Windwürfe sind hier an der Tagesordnung. Will man den Wasserhaushalt von Gleyen beurteilen, kommt es sehr darauf an, in welcher Tiefe der Grundwasserspiegel liegt und wie hoch das Wasser in den feinsten Poren aufsteigt. Für die chemische Einschätzung der Gleye kann es wichtig sein, welche Stoffe das Grundwasser antransportiert. Ohne weitere Informationen kann man daher aus der Bezeichnung »Gley« nur wenige ökologische Schlüsse ziehen.

Als Beschreibungseinheit werden die Bodentypen auf jeden Fall benötigt. Sie ordnen die Vielfalt der Erscheinungsformen und erleichtern die Kommunikation. Man kann jedoch nicht alle ökologische Fragen mit den Bodentypen beantworten. Bei komplexen Zusammenhängen sind zusätzlich chemische und physikalische Bodenanalysen, wie sie bei der BZE durchgeführt wurden, erforderlich.

Literatur

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Ad hoc-AG Boden (2005): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 5. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Christian.Koelling@lwf.bayern.de

Dr. Elke Dietz bearbeitet im Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« den Fachbereich »Standortserkundung/Bodeninformationssystem und Bodenchemie«. Elke.Dietz@lwf.bayern.de

Alfred Schubert bearbeitet im Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« den Fachbereich »Bodendauerbeobachtung, Bodeninventur, Bodenzustandserhebung«. Alfred.Schubert@lwf.bayern.de

Ulrich Stetter bearbeitet im Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« die Themen Waldernährung, Düngung und Bodenschutz. Ulrich.Stetter@lwf.bayern.de

Organisch gebundener Kohlenstoff im Waldboden

Die BZE 2 gibt einen Einblick in die Größenordnung des Kohlenstoffspeichers

Alfred Schubert

Die Diskussion zur Klimaänderung bezieht seit einiger Zeit auch den organischen Kohlenstoff in Böden als CO₂-Senke oder CO₂-Quelle mit ein. Da Deutschland sich verpflichtet hat, im Rahmen des Kyoto-Protokolls die Bodenvorräte des organischen Kohlenstoffs zu erheben, erfährt diese Betrachtung eine bisher nicht dagewesene Brisanz. Verlässliche Werte können hier nur mit Hilfe von Inventuren wie der BZE 2 erhoben werden. Abgesehen von dieser »neuen Fragestellung« bieten Daten zum Bodenkohlenstoff noch weitere wertvolle Informationen.

Waldböden enthalten je nach Horizont und Bodentiefe unterschiedliche Anteile von Mineralboden und Humus. In der Regel nimmt der Humusanteil von oben nach unten ab. Die bedeutendste Humusquelle sind abgefallene Blätter, Nadeln, Zweige, Äste, Früchte, Rindenteile sowie die abgestorbenen Wurzeln der Bäume im Boden. Gefallene Streu und Wurzelstreu werden im Boden zersetzt und schließlich mineralisiert. Dabei entstehen im Wesentlichen die zwei Humusformen *Nährhumus* und *Dauerhumus*, die auf die unterschiedliche Abbauresistenz der Streu-Wurzel-Bestandteile zurückzuführen sind. Der Nährhumus wird in der Regel in kurzen Zeiträumen umgesetzt (Jahre bis Jahrzehnte) und ist hauptsächlich für die Nährstoffnachlieferung verantwortlich. Dagegen wird der Dauerhumus in deutlich längeren Zeiträumen (Jahrhunderte bis Jahrtausende) abgebaut und reichert sich in den Böden an. Die Nährhumusanteile sind in den Oberbodenhorizonten deutlich höher als in den unteren Horizonten. Beim Dauerhumus ist es umgekehrt. Die Humusgehalte und -vorräte in den Waldböden sind ein Ergebnis des Zusammenspiels unterschiedlicher Standortfaktoren wie Ausgangsgestein der Bodenbildung, Zeitraum der Bodenbildung, Relief, Exposition, Klima, Vegetation und Art der Waldbewirtschaftung. Die beiden letzten Faktoren bedingen sich gegenseitig und wirken sich auf den Humus vor allem in den obersten Bodenhorizonten sehr kurzfristig und sehr dynamisch aus (Scheffer und Schachtschabel 1998). Die Relation zwischen dem ober- und unterirdischen Kohlenstoffspeicher in Wäldern umfasst eine große Spannbreite. Als mittlere Faustzahl wird in der Literatur für Europa ein Verhältnis von 1:2 angegeben (FAO 2005).

Organische Kohlenstoffvorräte in bayerischen Waldböden

Der Kohlenstoff in Böden liegt in karbonatischer (Kalk-Dolomit-Gesteine und -Mergel) und organisch gebundener (Humus) Form vor. Im Rahmen der BZE 2 wurden beide Kohlenstoffbindungsformen analytisch bestimmt. In Abbildung 2 sind alle 372 beprobten BZE-Punkte mit ihren Vorratssummen des organischen Kohlenstoffs bis 150 Zentimeter Tiefe in Form einer Summenkurve dargestellt. Die Summenkurve



Foto: R. Süß

Abbildung 1: Mit der Rammkernsonde werden Bodenproben bis aus einer Tiefe von 150 cm gewonnen.

zeigt den Wertebereich der Kohlenstoffvorräte, in dem die einzelnen BZE-Punkte aufsteigend angeordnet sind. Der niedrigste Wert aller BZE Punkte liegt bei 35, der höchste bei 1.144 Tonnen pro Hektar (t/ha). Der 50-Prozent-Wert (Median) liegt

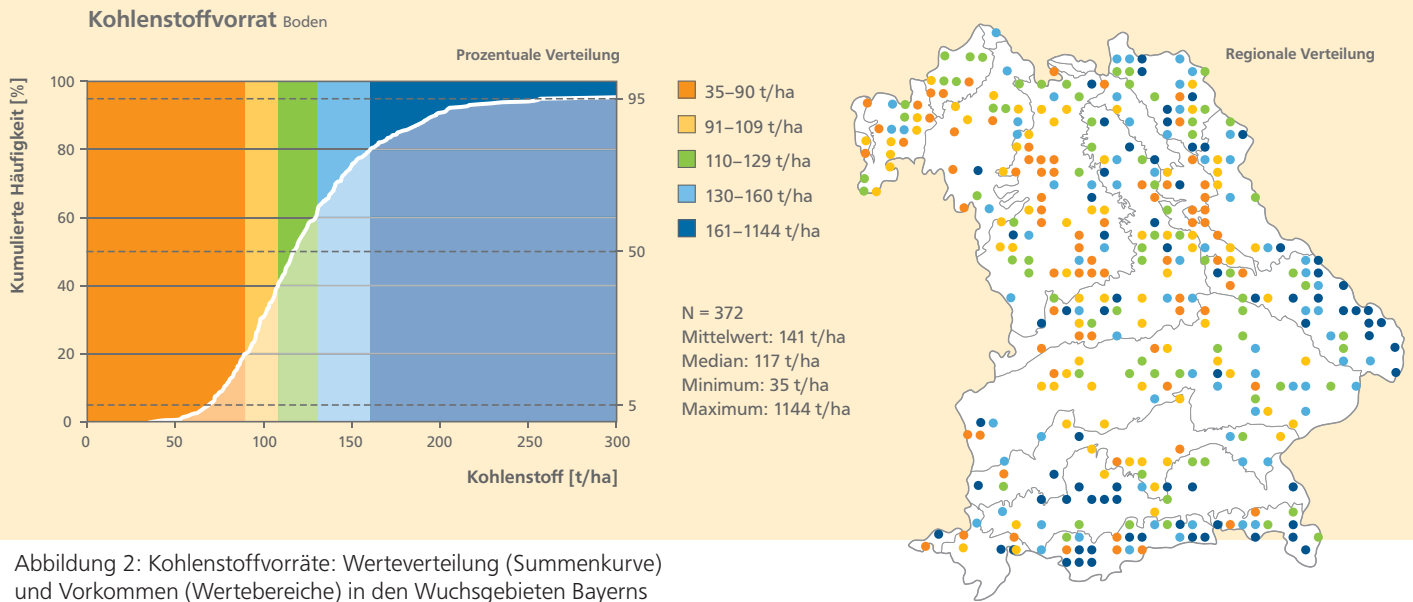


Abbildung 2: Kohlenstoffvorräte: Werteverteilung (Summenkurve) und Vorkommen (Wertebereiche) in den Wuchsgebieten Bayerns

bei 117 t/ha. Die Werteverteilung erstreckt sich über einen sehr weiten Bereich und es gibt keinen BZE-Punkt ohne Humus. Die Karte Bayerns rechts davon veranschaulicht die flächige Verteilung der Wertebereiche.

An BZE-Punkten mit sehr flachgründigen und sehr steinigen Böden findet man trotz hoher Kohlenstoffgehalte generell sehr geringe Vorräte organischen Kohlenstoffs. Extrem hohe Vorräte finden sich an Punkten ohne oder mit sehr geringem Mineralbodenanteil. Das sind in der Regel Moore und Anmoore mit sehr hohen Gehalten organischer Substanz. Schwerpunkte bei den Vorratswerten sind im Süden und Osten Bayerns zu erkennen. Dies gibt erste Hinweise auf die verantwortlichen Standortfaktoren.

Organische Kohlenstoffvorräte in unterschiedlichen Bodenbereichen

Neben Kohlenstoffvorräten des Gesamtprofils ist es auch interessant, sich einzelne ausgewählte Bodenbereiche (organische Auflagen, Auflage + 30 cm Mineralboden, Auflage + 100 cm Mineralboden) genauer auf die Vorräte hin anzusehen. Die Kohlenstoffvorräte in den *organischen Auflagen* ($L/O_f + O_h$) stehen in enger Beziehung zur Streu der aufstockenden Waldbestände und werden am stärksten von kurzfristigen Veränderungen der Standortfaktoren beeinflusst (siehe oben). Die Kohlenstoffvorräte der *Auflage und des Mineralbodens der obersten 30 Zentimeter* werden zu einem Vorratswert zusammengefasst. Wenn in der Standortskunde der Oberboden angesprochen wird, entspricht das weitgehend diesem Bodenbereich.

Abbildung 3 zeigt die drei Bodenbereiche mit ihren Vorratswerten und ihrer Streu in Form von Boxplots. Den Maximalwert bei den Auflagen repräsentiert ein BZE-Punkt mit Tangelhumus in den Bayerischen Alpen. Die Extremwerte bei den beiden anderen Bodenbereichen oberhalb 95 Prozent sind alle auf Moor- und Anmoorstandorte zurückzuführen.

Die vergleichsweise geringen Kohlenstoffvorräte in den Humusaufgaben gegenüber den anderen Bodenbereichen fallen auf. Im Vergleich zu den Mineralbodenhorizonten findet man in den Auflagen zwar die höchsten Anteile organischen Kohlenstoffs, andererseits haben die Proben ein sehr geringes spezifisches Gewicht. Diese beiden Faktoren sind in den Berechnungsverfahren für Vorräte gegenläufig. Humusformen mit deutlicher Differenzierung in mächtige O_f und O_h -Horizonte zeichnen Inventurpunkte mit gehemmtem Abbau aus (z. B. Rohhumus, rohhumusartiger Moder bis Moder). Im Oberboden sind deutlich größere Vorräte organischen Kohlenstoffs gespeichert. Das ist darauf zurückzuführen, dass die mineralischen Oberbodenhorizonte einerseits noch nennens-

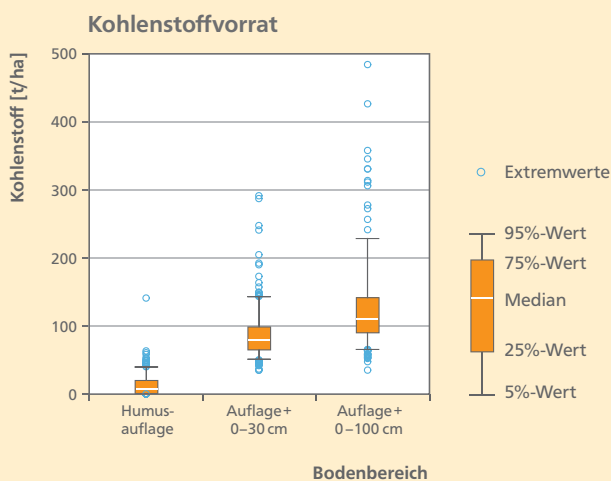


Abbildung 3: Die Kohlenstoffvorräte an den BZE-Inventurpunkten in drei unterschiedlichen Bodenbereichen. Bemerkenswert ist der vergleichsweise geringe Kohlenstoffvorrat der Humusaufgabe.

werte Kohlenstoffgehalte aufweisen, andererseits das spezifische Gewicht schon deutlich über denen der Auflagen liegt. Der dritte Bodenbereich bis einen Meter Tiefe weist zwar noch einmal einen deutlich höheren Vorrat organischen Kohlenstoffs gegenüber dem Oberbodenbereich auf, aber die zusätzlichen 70 Zentimeter im Bodenprofil tragen nur untergeordnet zum Vorrat bei. Die Kohlenstoffgehalte liegen in den Unterbodenhorizonten häufig bei einem Prozent und darunter. Andererseits ist das spezifische Gewicht des Bodens dort hoch. Steine mindern allerdings des Öfteren den Vorrat. Auf diese Weise kommen auch in diesen Bodenhorizonten nicht zu vernachlässigende Kohlenstoffvorräte zustande. Hier im Unterboden sind auch die höchsten Anteile abbauresistenter Humusfraktionen anzutreffen.

In Böden stellt sich bei konstanten Standortfaktoren über lange Zeiträume ein Gleichgewicht zwischen Anlieferung und Abbau der organischen Substanz ein (Scheffer und Schachtschabel 1998). Ein wesentlicher Faktor, der schon in einem Zeitraum von Jahrhunderten den Vorrat organischen Kohlenstoffs beeinflusst, ist die unterschiedlich intensive anthropogene Nutzung organischer Substanz. Organischer Kohlenstoff kann zu einer CO₂-Senke werden, wenn dem Boden mehr organische Substanz zugeführt wird als die Bodenlebewesen mineralisieren und veratmen und dem Boden nicht zu viel Kohlenstoff, beispielsweise auf Grund von Übernutzung, entzogen wird.

Die Daten der BZE 2 geben nicht nur Aufschluss über den aktuellen Zustand der Waldböden. Es ist auch möglich, sich Vorstellungen über die Veränderungen in der Zukunft zu machen – vor allem im Zuge des Klimawandels. Die zu erwartende Temperaturerhöhung steht dabei im Mittelpunkt der Betrachtungen.

Organische Kohlenstoffvorräte in Abhängigkeit von klimatischen Größen

Die mittlere Jahrestemperatur, die Jahresniederschlagssumme, die Seehöhe und der Fichten-/Kiefernanteil beeinflussen den Kohlenstoffvorrat, der an den BZE-Punkten bestimmt wurde. In die folgenden Betrachtungen beziehen wir die bereits genannten drei Waldbodenbereiche *organische Auflage*, *Oberboden* (Auflage und Mineralboden 0–30 cm) und den *Bodenbereich bis einen Meter Tiefe* (Auflage und 0–100 cm) ein.

Für die *organischen Auflagen* zeigen die berechneten Korrelationen zu den Vorräten des organisch gebundenen Kohlenstoffes keine Abhängigkeiten von Niederschlag und Höhenlage, vernachlässigbar geringe bei Temperatur (schwach signifikant) und einzig deutlichere vom Fichten-/Kiefernanteil (hoch signifikant).

Betrachtet man nur die *Oberböden*, zeigen sich folgende Abhängigkeiten: Fichten-/Kiefernanteil – signifikant; Temperatur, Niederschlag und Höhe – jeweils hoch signifikant.

Kulturlandschaft »Almen und Alpen«

Das Werk ist die erste alpenweite, länderübergreifende Monographie der Höhenkulturlandschaft der Alpen. Die Publikation

- porträtiert die natürlichen Grundlagen der Almen und Alpen im Alpenraum,
- würdigt die Arbeit der Alm- und Alpbauern und
- zeigt, wie dort über Jahrtausende eine zweite Natur entstanden ist.

Der Biologe Alfred Ringler richtet in seinem »Almbuch« das Augenmerk auf die Grenzen der Belastbarkeit der alpinen Kulturlandschaft und benennt Leitplanken für eine ökologisch verträgliche Nutzungsweise. Das Werk ist ein wissenschaftlicher Beitrag für die Umsetzung von Natura 2000 und der Alpenkonvention. Es bietet Daten für das Alpenbeobachtungs- und Informationssystem ABIS der Alpenkonvention und ihren nächsten Alpenzustandsbericht. Darüber hinaus formuliert es Handlungsvorschläge für die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der EU nach 2013.

vzsb

Das »Almbuch« liegt wegen seines großen Umfangs (1.448 S.) nur auf CD vor, der eine gedruckte, reich bebilderte »Kurzfassung« (134 S.) beiliegt.

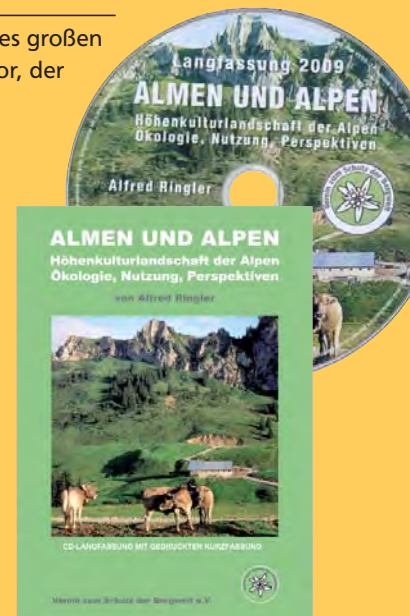
Alfred Ringler (2009)

Almen und Alpen

Höhenkulturlandschaft der Alpen. Ökologie, Nutzung, Perspektiven

Herausgeber: Verein zum Schutz der Bergwelt, München
ISBN 978-3-00-029057-2

Bestellung: info@vzsb.de
40.– EURO zzgl. Versandkosten



Für den *Bodenbereich bis einen Meter* Tiefe zeigt sich ein Einfluss von Temperatur, Niederschlag und Höhe (jeweils hoch signifikant), jedoch kein Einfluss des Fichten-Kiefern-Anteils.

Der Befund der statistischen Auswertung deutet darauf hin, dass die Klimaparameter die Vorräte organischen Kohlenstoffes umso mehr beeinflussen, je mehr man auch die tieferen Bodenhorizonte einbezieht. Die Humusfraktionen in größerer Bodentiefe bestehen zu einem nicht zu vernachlässigenden Anteil aus sehr alten Humusbestandteilen. Diese sehr alten Humusfragmente spiegeln den kontinuierlichen Klimaeinfluss vieler Jahrhunderte wider. In den obersten Bodenhorizonten wird dagegen der Einfluss der Baumartenzusammensetzung wichtiger. Er wirkt schon vergleichsweise kurzfristig auf die Humusform und damit auf die Humusverteilung im Oberboden.

Kohlenstoff und Temperatur

Die Temperaturspanne der Waldstandorte Bayerns reicht von 3,0 °C bis 9,0 °C. Drei Viertel aller BZE-2-Punkte liegen zwischen 7,0 °C und 9,0 °C. In Abbildung 4 sind die Kohlenstoffvorräte von Auflage und Oberboden der einzelnen Temperaturklassen als Boxplots dargestellt. Die Mediane der Boxplots nehmen von den kalten hin zu den warmen Temperaturklassen ab. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Temperaturbereiche 3–4 °C, 4–5 °C und 9–10 °C nur mit sehr wenigen Probenahmepunkten repräsentiert sind (zusammen nur 3,8 Prozent aller Punkte). Betrachtet man nur den Oberboden, findet man die oben beschriebene Reihung annähernd wieder, jedoch mit der Einschränkung, dass die Vorratswerte des organischen Kohlenstoffs in der Temperaturspanne 3–4 °C gegenüber 4–5 °C zurückgehen. Bei den Auflagen hingegen finden sich die höchsten Vorräte im Temperaturbereich 6–7 °C und nehmen von dort aus beidseitig ab. Dies ist auch der Grund, warum fast keine statistisch belegbaren Zusammenhänge bestehen.

Diese ersten Auswertungen zeigen, dass im Zusammenwirken der Standortfaktoren auf den Vorrat der organischen Substanz bayerischer Waldböden die Klimaverhältnisse einen mehr oder weniger deutlichen Einfluss ausüben. Daneben zeigt sich noch die Wirkung der vorherrschenden Baumart. In Sonderfällen spielt auch der Faktor Landschaftsgenese eine Rolle. Beispielhaft stehen dafür die Moorstandorte, die die höchsten Vorratswerte aufweisen, aber in warmem Klima liegen und sich bis auf wenige Ausnahmen alle im Wuchsgebiet 14 (Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge) konzentrieren. In diesem Fall beeinflusst die geomorphologische Formung der Landschaft während der letzten Eiszeit die Moorbildung und damit die Akkumulation der organischen Substanz.

LABO: Bund/Länder-AG zum Bodenschutz

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) ist ein Arbeitsgremium der Umweltministerkonferenz (UMK), in dem die für den Bodenschutz zuständigen obersten Behörden der Länder und des Bundes zusammenarbeiten, um Fragen ihres Aufgabenkreises zu erörtern, Lösungen auszuarbeiten und Empfehlungen auszusprechen. Die LABO begleitet die Entwicklung des Bodenschutzes und des Bodenschutzrechts und unterstützt den Erfahrungsaustausch zwischen dem Bund und den Ländern. Die Arbeitsgemeinschaft strebt insbesondere einen einheitlichen Vollzug des Bodenschutzrechts an und unterbreitet Vorschläge für eine einheitliche Weiterentwicklung. Zu ihrem Aufgabenbereich zählt die Beratung der UMK und der Konferenz der Amtschefs der Umweltministerien des Bundes und der Länder (ACK).

Den Vorsitz des LABO-Leitungsgremiums nimmt 2009 und 2010 das Land Nordrhein-Westfalen wahr. Anschließend geht der Vorsitz turnusmäßig auf das Land Rheinland-Pfalz über.

red

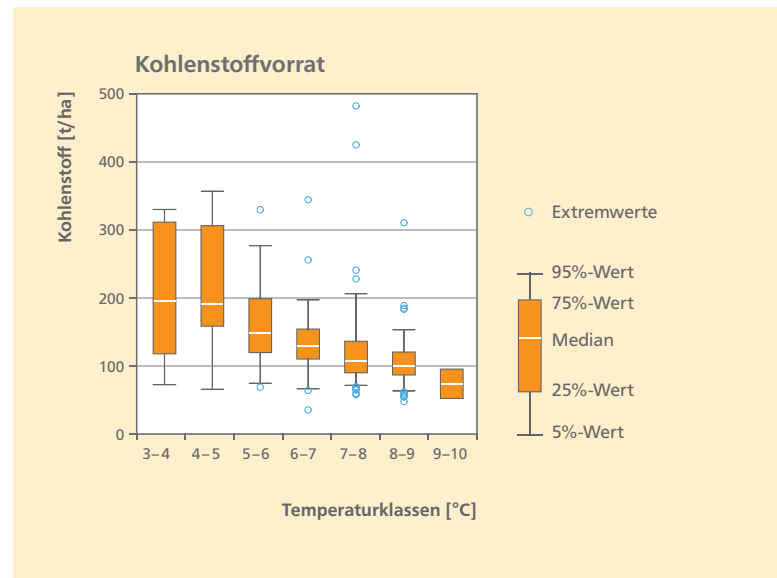


Abbildung 4: Kohlenstoffvorräte Bayerns nach Temperaturklassen

Insgesamt handelt es sich bei den Vorräten organischen Kohlenstoffs in bayerischen Waldböden um eine robuste Größe gegenüber kurzfristigen Veränderungen.

Gefahr für den organischen Kohlenstoff geht von einer Klimaerwärmung aus, auch wenn bisher klimawandelbedingte Bodenveränderungen noch nicht gemessen werden konnten. Der Klimawandel wirkt auf die Kohlenstoffvorräte ein, indem auf Grund höherer Temperaturen bei ausreichender Feuchtigkeit der Kohlenstoff beschleunigt abgebaut wird. Am stärksten von klimatischen Änderungen und Nutzungen betroffen wären die Vorräte in den humosen Auflagen und etwas abgeschwächt die der Oberböden bis 30 Zentimeter Tiefe. Kurz- bis mittelfristige Veränderungen werden sich hier wohl am schnellsten nachweisen lassen. Dagegen werden die Vorräte in den unteren Bodenhorizonten erst mittel- bis langfristig auf diese Veränderungen reagieren. Deshalb wird es spannend, die Frage zu klären, ob die Vorräte organisch gebundenen Kohlenstoffs in den Waldböden derzeit eine Senke oder künftig eine Quelle für atmosphärischen Kohlenstoff darstellen.

Literatur

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Global Forest Resources Assessment (2005): *Total carbon stock in forests: Figure of the total carbon stock in forest 2005 by region, split on the following carbon pools*. biomass, dead wood, litter and soil

Scheffer, F.; Schachtschabel, P. (Hrsg.) (1998): *Lehrbuch der Bodenkunde*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 14. Auflage

Alfred Schubert bearbeitet im Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« den Fachbereich »Bodendauerbeobachtung, Bodeninventur, Bodenzustandserhebung (BZE 2)«. Alfred.Schubert@lwf.bayern.de

Heute reichlich, morgen knapp: Wasser im Wald

Wasser ist der wichtigste Standortsfaktor für das Gedeihen des Waldes

Christian Kölling und Wolfgang Falk

Die Bedeutung des Wassers als Standortsfaktor kann man gar nicht hoch genug einschätzen. Was für ganze menschliche Gesellschaften gilt, hat auch im Wald seine Richtigkeit: Vom Wasser hängen sowohl die Existenzmöglichkeiten vieler Baumarten als auch besonders die Produktivität der Wälder ab. In der forstlichen Standortserkundung wurde daher viel Energie in die Erfassung des Wasserhaushalts investiert. Mit dem Klimawandel wird eine Entwicklung eingeleitet, die den Wasserhaushalt der Wälder empfindlich zum Schlechten verändern wird.

Den Wasserhaushalt von Waldböden beeinflussen drei Größen. Am wichtigsten ist der fallende *Niederschlag* als Einnahme. Dann folgen der große Posten *Transpiration* (Verdunstung durch Pflanzen) und der viel kleinere Posten *Verdunstung* direkt von der Bodenoberfläche als Ausgabe. Beide werden im Wesentlichen über Temperatur und Einstrahlung gesteuert. Dazwischen steht der *Boden als Speichermedium*. Für die Bestimmung des Wasserhaushalts ist es unerlässlich, die drei Einflussgrößen erstens so gut wie möglich zu erfassen und zweitens auf eine sinnvolle Weise zu verknüpfen. Bleibt in der Bilanz von Niederschlagseinnahmen, Bodenspeicherung und Verdunstungsausgaben noch Wasser übrig, dann kann es versickern und Grundwasser bilden.

Der Klimawandel wird – davon ist auszugehen – den Wasserhaushalt der Wälder verschlechtern. Die zweite Bodenzustandserhebung (BZE 2) erlaubt eine Beschreibung heutiger, aber auch möglicher zukünftiger Verhältnisse in Bayern.

Niederschlag

Oft übersieht man die große Abhängigkeit des Wasserhaushalts vom fallenden Niederschlag. Man spricht vom »frischen Boden« so, als ob der Boden die Quelle des Wassers wäre. Tatsächlich hat nur der kleine Teil der Grundwasserböden eine eigene Zusatzversorgung aus der Nachbarschaft (seitlicher Zufluss) oder aus dem Untergrund (kapillarer Aufstieg). Der Großteil der Böden erhält sein Wasser aber ausschließlich über Niederschläge. Aus den neuen Klimakarten der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (Zimmermann et al. 2007) kann man mittlerweile räumlich hochaufgelöst die Niederschlagssummen für jeden BZE-Punkt abgreifen. Die zukünftige Entwicklung schätzen wir anhand des regionalen Klimamodells WETTREG nach dem Szenario B1 (Spekat et al. 2007). Gegenüber den gegenwärtigen Verhältnissen wird sich die Jahresniederschlagssumme in 100 Jahren über ganz Bayern gemittelt nur geringfügig verringern. Die charakteristische Umverteilung vom Sommer auf den Winter wird jedoch für den Wasserhaushalt von größter Bedeutung sein.

Wasserspeicher Boden

Da in unseren Breiten die Niederschläge nicht gleichmäßig fallen, sondern immer wieder Trockenperioden eingeschaltet sind, ist der Boden ein wichtiges Ausgleichsmedium, das dazu beiträgt, das Wasserangebot zu verstetigen. Die Bodenwasserspeicherung hängt wesentlich von der Bodenart ab. Am höchsten ist sie bei Lehmen und Schluffen, am geringsten bei groben Sanden und strengen Tönen. Das größte Hindernis für die Wasserspeicherung aber sind die Steine, die in flachgründigen Böden oft bis an die Bodenoberfläche reichen. Bei der BZE hat man sowohl die Bodenart bestimmt als auch den Skelettgehalt gemessen. Damit wurde eine Datenlücke geschlossen, die sonst die exakte Bestimmung des Wasserhaushalts verhindern würde. Das Speichervermögen des Bodens wird als Nutzbare Feldkapazität bezeichnet. Man meint damit die Wassermenge, die der Boden gegen die Schwerkraft festhalten kann und die nur so fest gebunden ist, dass sie die Bäume aufnehmen können. In Abbildung 2 ist die Verteilung der Nutzbaren Feldkapazität an den BZE-Punkten dargestellt.



Abbildung 1: Für unsere Wälder ist Wasser das Lebenselixier.

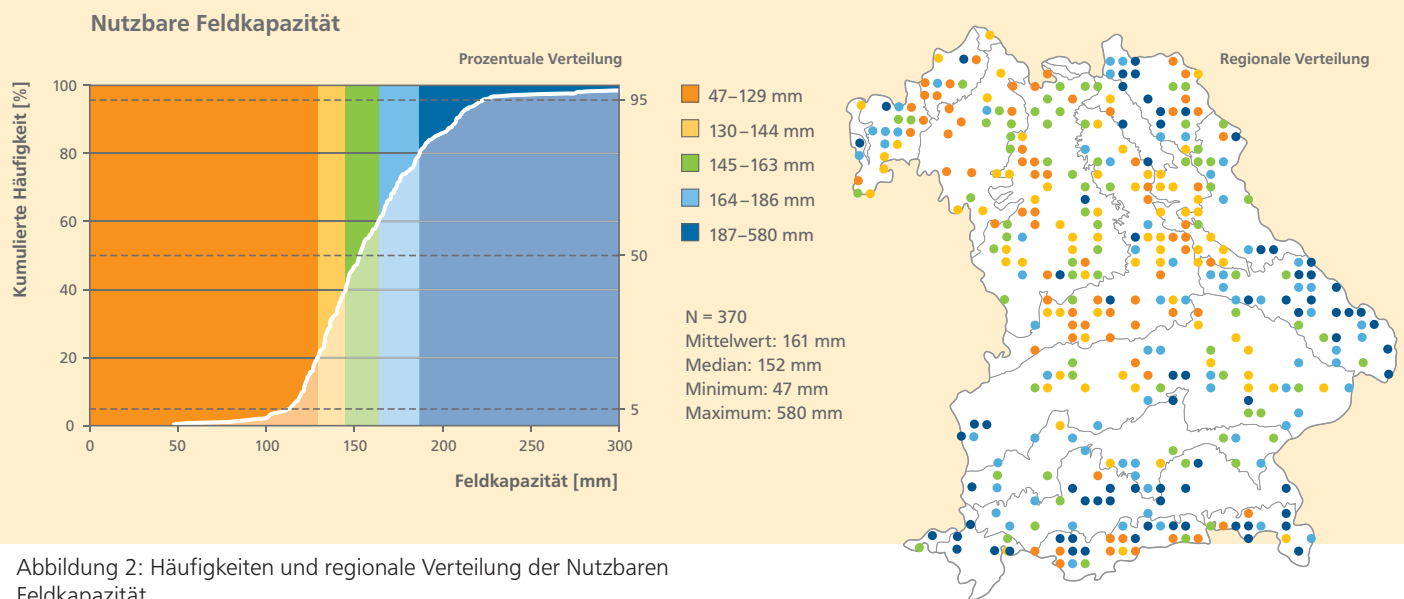


Abbildung 2: Häufigkeiten und regionale Verteilung der Nutzbaren Feldkapazität

Ein mittlerer Boden kann etwa 150 Millimeter speichern. Regionen mit tiefgründigen Lehmen weisen die höchsten Werte auf, die niedrigeren Werte beruhen auf steinigen, sandigen oder tonigen Substraten.

Transpiration

Das Wasser, das die Bäume aus dem Boden aufnehmen, transpirieren sie über ihre Blätter und Nadeln. Die Höhe der Transpiration hängt wesentlich von der Temperatur und von der Einstrahlung ab. In kühlem Klima ist sie geringer als in warmem, an steilen Südhängen höher als an flachen Nordhängen. Daneben ist aber auch der Wassergehalt des Bodens entscheidend. Wenn im Boden kein Wasser mehr vorhanden ist, kommt auch die Transpiration zum Erliegen. Da die Assimilation an die Transpiration gekoppelt ist, ruht in Trockenperioden ohne Transpiration auch die Holzproduktion. Die an den BZE-Inventurpunkten herrschenden Temperaturen entnehmen wir wieder den neuen Klimakarten der LWF. Die Strahlung ergibt sich aus der Geländeform, die aus dem Digitalen Geländemodell (DGM) errechnet werden kann. Die Erhöhung der Temperatur ist das wichtigste Kennzeichen des Klimawandels. Sie schätzen wir analog zur Veränderung des Niederschlags nach dem regionalen Klimamodell WETTREG. Allein die Erhöhung der Temperatur führt bei gleicher Niederschlagsmenge zu einer Anspannung des Wasserhaushalts.

Zusammenspiel der Kräfte: Wasserhaushalt

Die drei Komponenten des Wasserhaushalts am konkreten Standort korrekt zu verknüpfen, stellt eine intellektuelle Herausforderung dar. Generationen von Standortserkundern machten sich darüber vor Ort Gedanken und trugen das Er-

gebnis ihrer Überlegungen als Wasserhaushaltsstufe in die Standortskarten ein. Im Zeitalter des Computers kann man den Wasserhaushalt aber auch berechnen, sofern alle notwendigen Eingangsgrößen zur Verfügung stehen. Im Grunde geht es darum, das Zusammenspiel von Niederschlag, Wasserspeicherung und Transpiration möglichst realitätsnah abzubilden. Das an der LWF dazu verwendete Verfahren ist bei Schultze et al. (2005) und Falk et al. (2008) beschrieben. Als Maß für den Wasserhaushalt und als Ausgabegröße der Modelle wird die Transpirationsdifferenz (T_{diff}) verwendet. Diese Größe gibt an, wie sehr zeitweiliger Wassermangel die Transpiration (und damit auch die Assimilation) einschränkt. Dieses objektive Wassermangelkriterium kann man den bekannten Wasserhaushaltsstufen zuordnen. Abbildung 3 zeigt die Häufigkeiten der auf diese Weise für 370 BZE-Punkte ermittelten Wasserhaushaltsstufen, wie sie sich unter gegenwärtigen Klimabedingungen ergeben. Fast drei Viertel der Waldstandorte Bayerns fallen demnach in der Gegenwart in die Wasserhaushaltsstufen »mäßig frisch« und besser. Auf dem auf großer Fläche günstigen Wasserhaushalt beruhen die guten Produktionsbedingungen für die bayerische Forstwirtschaft. Deutlich erkennt man in der zugeordneten Punktkarte die Gunst der Gebirgslagen und des niederschlagsreichen Alpenvorlandes.

Gefahr im Verzug: Klimawandel

Hält man Wasserspeicherung und Strahlung konstant und nimmt für Niederschlag und Temperatur Zukunftswerte, kann man für die BZE-Punkte den Wasserhaushalt der Zukunft berechnen. Es versteht sich von selbst, dass dabei genau die gleichen Rechenvorschriften benutzt werden wie bei der Berechnung des gegenwärtigen Wasserhaushalts. Abbildung 4 zeigt das Ergebnis dieser erneuten Schätzung unter den Vorzeichen des auf Grund des Klimawandels veränderten Niederschlags-

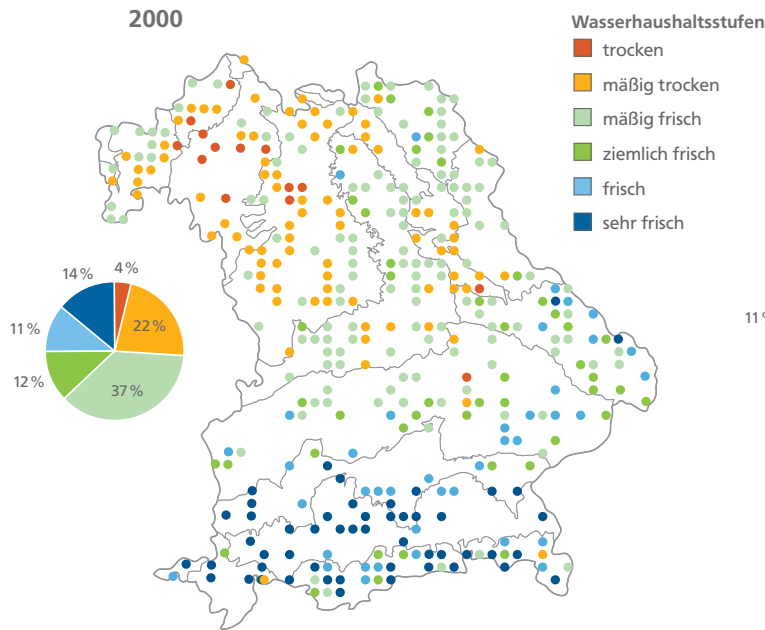


Abbildung 3: Anteile der berechneten Wasserhaushaltsstufen für gegenwärtige Klimabedingungen

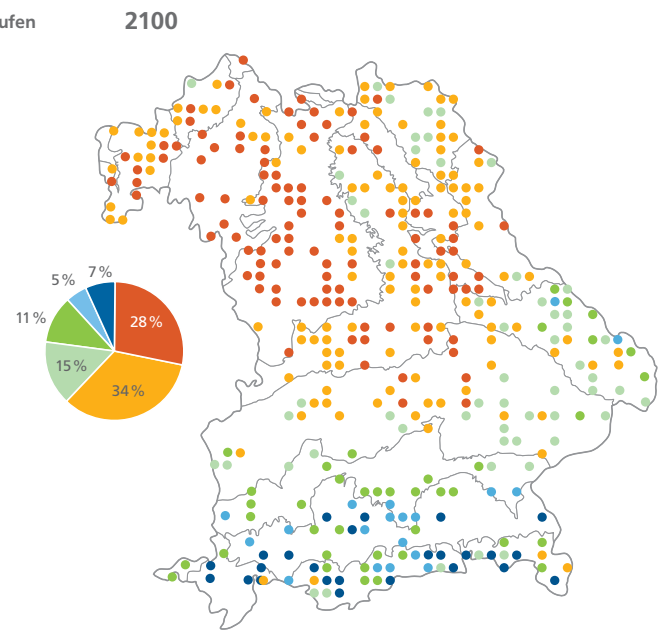


Abbildung 4: Anteile der berechneten Wasserhaushaltsstufen für zukünftige Klimabedingungen Szenario B1, WETTREG-Regionalisierung

und Temperaturregimes. Der Anteil der günstigen Wasserhaushaltsstufen von »mäßig frisch« aufwärts ist gegenüber der Gegenwart von unter 70 auf unter 40 Prozent zurückgegangen. Wie sich dieser Rückgang auf das Produktionspotential der Standorte auswirken wird, muss noch ermittelt werden. Eine erste Schätzung erhält man, wenn man sich die Wuchsleistung an den Punkten betrachtet, die heute schon zu den vier Prozent trockene Standorte zählen. In weiteren Auswertungen der BZE werden wir anhand der Zusammenschau der Wasserhaushaltswerte mit den Wuchsleistungen der aufstockenden Bestände die ins Haus stehenden Produktionsrückgänge ermitteln. Mit dem klimagerechten Waldumbau und dem damit verbundenen Wechsel der Baumart versucht man, das Produktionspotential der Standorte besser auszunutzen (Kölling et al. 2010). Wo das Wasser knapp wird, sollte man künftig eher wassersparende und trockenheitsangepasste Baumarten verwenden.

Literatur

Falk, W.; Dietz, E.; Grünert, S.; Schultze, B.; Kölling, C. (2008): *Wo hat die Fichte genügend Wasser? Neue überregional gültige Karten des Wasserhaushalts von Fichtenbeständen verbessern die Anbauentscheidung.* LWF aktuell 66, S. 21–25

Kölling, C.; Beinhofer, B.; Hahn, A.; Knoke, T. (2010): *»Wer streut, rutscht nicht« – Wie soll die Forstwirtschaft auf neue Risiken im Klimawandel reagieren?* AFZ/DerWald 5, S. 18–22

Schultze, B.; Kölling, C.; Dittmar, C.; Rötzer, T.; Elling, W. (2005): *Konzept für ein neues quantitatives Verfahren zur Kennzeichnung des Wasserhaushalts von Waldböden in Bayern: Modellierung – Regression – Regionalisierung.* Forstarchiv 76, S. 155–163

Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp, F. (2007): *Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarien mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG 2005 auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI – OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES – Szenarien B1, A1B und A2.* Projektbericht im Rahmen des F+E-Vorhabens 204 41 138 »Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland«, Publikationen des Umweltbundesamtes, 149 S.

Zimmermann, L.; Rötzer, T.; Hera, U.; Maier, H.; Schulz, C.; Kölling, C. (2007): *Konzept für die Erstellung neuer hochaufgelöster Klimakarten für die Wälder Bayerns als Bestandteil eines forstlichen Standortinformationssystems.* Andreas Matzarakis und Helmut Mayer (Hrsg.): *Proceedings zur 6. Fachtagung BIOMET des Fachausschusses Biometeorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V., Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg 16, S. 153–159*

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Christian.Koelling@lwf.bayern.de
 Wolfgang Falk bearbeitet im Sachgebiet Standort und Bodenschutz den Fachbereich »Bodenwasserhaushalt, Bodenschutz und Standortserkundung«. Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de

Stickstoff – vom Mangel in den Überfluss

Ein Teil der Waldstandorte kann keinen zusätzlichen Stickstoff mehr speichern

Wolfgang Falk und Ulrich Stetter

Informationen über Waldböden und Baumbestände zusammenzubringen, ist ein wesentliches Ziel der BZE 2. Den Nitrat-Konzentrationen im Boden wird deshalb die Stickstoffernährung der häufigsten Waldbaumart Fichte gegenübergestellt. In der Zusammenschau ergibt sich ein Bild über den aktuellen Zustand und mögliche Entwicklungen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Stickstoffproblematik trotz anderer heiß diskutierter Umweltthemen nicht aus dem Blickfeld verschwinden darf.

Wegen der anhaltend hohen atmosphärischen Stickstoffeinträge geraten immer mehr Waldökosysteme in den Zustand einer Stickstoffsättigung (Aber et al. 1989). Ist die Nitrat-Konzentration im Bodenwasser größer als der Bedarf der Pflanzen und Mikroorganismen, verliert das gesättigte System Nitrat mit dem Sickerwasser und belastet damit Grund- und Oberflächenwasser. Stickstoff hat sich deshalb auf vielen Standorten in der Beurteilung vom Nähr- hin zum Problemstoff entwickelt. Die Schwierigkeiten reichen von Ernährungsungleichgewichten im Baum bis zu Versauerung und Basenverlusten auf Grund von Auswaschung sowie Trinkwasserbelastung.

Nitrat im Boden

Üblicherweise versucht man, das Nitrat *unterhalb* des Hauptwurzelraumes zu bestimmen. In dieser Tiefe wird es von den Pflanzen nicht mehr aufgenommen. Es kann daher in das Grundwasser ausgewaschen werden und wird dort zum Problem. Für die Auswertung wird die jeweils unterste beprobte Tiefenstufe

betrachtet, sofern mindestens 80 cm erreicht wurden. Insgesamt können 310 BZE-Punkte dargestellt werden. 17 Prozent der Punkte weisen Nitrat-Konzentrationen unter 2,5 Milligramm/Liter (mg/l) auf. Diese Standorte sind vermutlich nicht stickstoffgesättigt und liefern entsprechend kaum belastetes Sickerwasser. 56 Prozent der BZE-Punkte hingegen zeigen mit Konzentrationen von 2,5 bis 10,0 mg/l schon leicht erhöhte Stickstoff-Gehalte. Weitere 18 Prozent der beprobten Flächen weisen Werte zwischen 10,0 und 25 mg/l auf. Diese Punkte und die zehn Prozent mit Werten über 25 mg/l (ein Drittel davon über 50 mg/l), die oberhalb des ehemaligen EU-Richtwertes für Trinkwasser (25 mg/l) oder des Grenzwertes der Trinkwasserschutzverordnung (50 mg/l) liegen, sind der »Finger in der Nitratwunde«. Wenn das Rückhaltevermögen der Böden für Nitrat auf einem beträchtlichem Teil der Waldfläche überschritten zu sein scheint und der Boden damit seine natürliche Schutzfunktion im Sinne des Bundesbodenschutzgesetzes § 2 Abs. 2 nicht mehr erfüllen kann, unterstreicht dies erneut die Dringlichkeit, die Stickstoff-Emissionen zu verringern. Die Verteilung der Nitrat-Konzentrationen in den Waldböden Bayerns zeigt Abbildung 1.

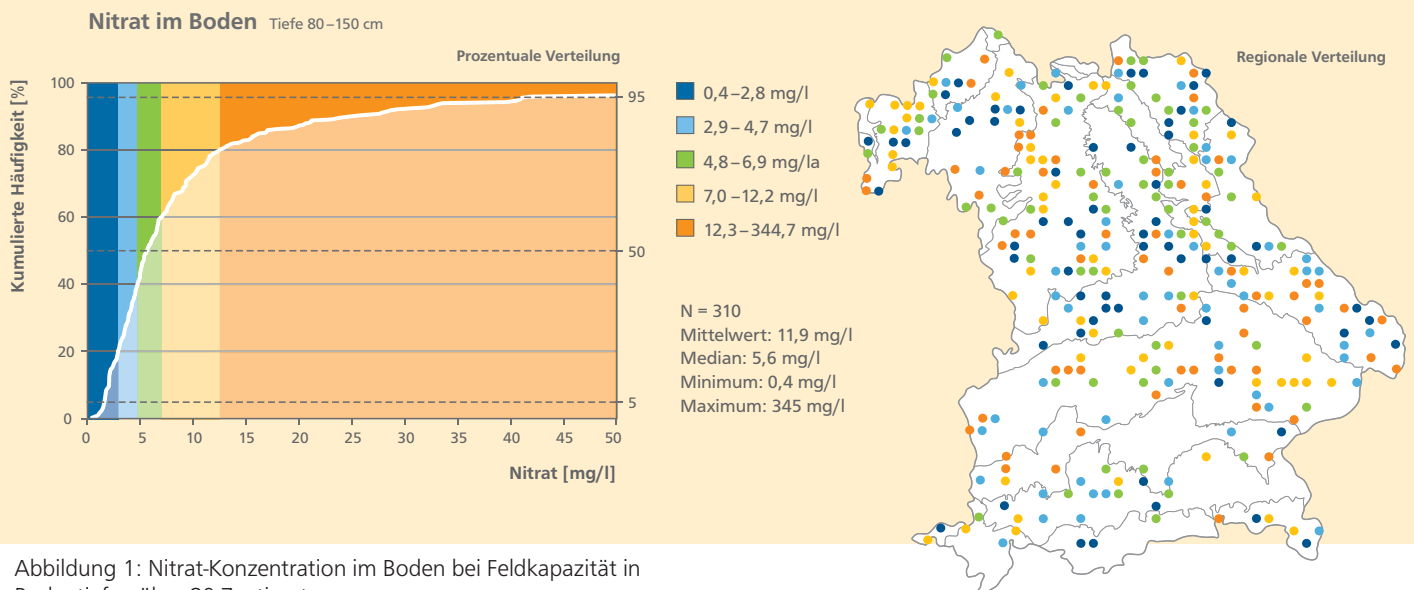


Abbildung 1: Nitrat-Konzentration im Boden bei Feldkapazität in Bodentiefen über 80 Zentimeter

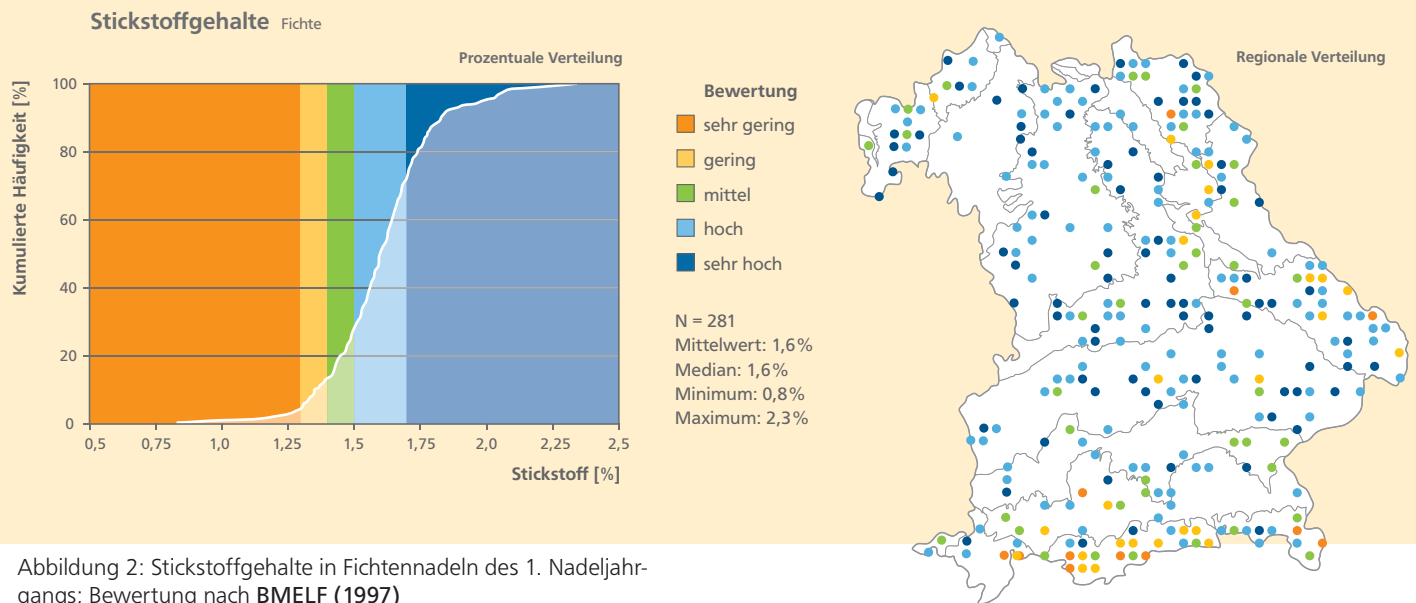


Abbildung 2: Stickstoffgehalte in Fichtennadeln des 1. Nadeljahrgangs; Bewertung nach BMELF (1997)

Die Ergebnisse der BZE 2 bestätigen im Wesentlichen die Erkenntnisse aus der *Nitratinventur Bayern* der Jahre 2001 und 2002 (Mellert et al. 2005) und zeigen, dass es in den letzten Jahren keine deutlichen Veränderungen bei den Nitrat-Konzentrationen im Boden gegeben hat.

Stickstoffernährung der Fichte

Neben der Frage des möglichen Nitrataustrags mit dem Sickerwasser sind natürlich auch die Auswirkungen der unterschiedlichen Nitrat-Konzentrationen im Boden auf den Wald selbst von großem Interesse für die Forstwirtschaft. Da im Rahmen der BZE 2 auch der Ernährungszustand der Wälder über Nadel- und Blattprobenahmen analysiert wurde, können die Stickstoffgehalte in den Bäumen dem Nitrat im Boden gegenübergestellt werden. Exemplarisch wird die Fichte herangezogen, da sie an drei Vierteln aller Inventurpunkte beprobt wurden. Beerntet wurden Bäume jeden Alters; ausgenommen waren nicht geschlossene Kulturen und Verjüngungen. Abbildung 2 zeigt die Stickstoffgehalte des ersten Nadeljahrgangs, also den prozentualen Anteil des Stickstoffs an der Nadel trockenmasse. Dieser Wert ist ein guter Indikator für die aktuelle Versorgungslage der Bäume. Die Spannweite zwischen kleinstem und größtem Gehalt reicht von 0,83 bis 2,34 Prozent. Der mittlere Stickstoff-Nadelspiegelwert der Fichten, die bei der BZE im Jahr 2007 in Bayern beprobt wurden, beträgt 1,6 Prozent.

Zur besseren Übersichtlichkeit werden die Stickstoffgehalte einer Bewertung unterzogen (BMELF 1997). Diese Versorgungsstufen sind in der Häufigkeits-Summenkurve und in der Bayernkarte der Abbildung 2 farblich gekennzeichnet. Die Stickstoffernährung der Fichte lässt sich folgendermaßen beurteilen: Stickstoffmangel tritt selten auf (Stufe *sehr gering*: 4 % aller Punkte) und ist dann meist auf besondere Standort-

bedingungen zurückzuführen. Im Wesentlichen handelt es sich um Moorflächen mit stark gehemmter Stickstoffumsetzung und Fichtenbestände auf flachgründigen Böden der Kalkalpen mit bodenbedingt schwacher Stickstoffversorgung (Baier 2004). Ein knappes Viertel der Bestände ist ausreichend (Stufe: *gering*, 9 %) bis optimal (Stufe: *mittel*, 14,5 %) mit Stickstoff versorgt. Die meisten Fichten jedoch (45 %) weisen in ihren Nadeln hohe Stickstoffgehalte auf. Dies zeigt den Übergang von optimaler Ernährung zur Überversorgung an. Eine Stickstoffüberernährung (Stufe: *sehr hoch*) ist an 27,5 Prozent der Inventurpunkte festzustellen. Die meisten Extremwerte ($N > 2 \%$) stammen allerdings von jungen Fichten, die bekanntermaßen höhere Stickstoffgehalte aufweisen als ältere Bäume (Schmidt-Vogt 1991). Lediglich die Konzentration der Mangelbestände in den Alpen bildet einen regionalen Schwerpunkt.

Bei der Beurteilung einer einmaligen Aufnahme wie bei der BZE 2 sollte aber beachtet werden, dass die Nährelementgehalte in den Nadeln oder Blättern der Waldbäume auf Grund physiologischer (z. B. Blüte, Fruktifikation) und weiterer Einflussfaktoren (z. B. Witterungsverlauf) von Jahr zu Jahr schwanken können (Schmidt-Vogt 1991). Im Jahr der Probenahme 2007 waren diese Faktoren in Bayern allerdings nicht außergewöhnlich. Da knapp drei Viertel der beprobten Fichtenbestände in die Bewertungsstufe *hoch* bis *sehr hoch* fallen, weist dies insgesamt deutlich auf eine erhöhte Stickstoffversorgung der Wälder in den größten Teilen Bayerns hin – mit allen Problemen, die sich daraus ergeben können. Eine einseitig überbetonte Stickstoffversorgung bewirkt, um nur ein Beispiel zu nennen, unausgewogene Nährelement-Verhältnisse bis hin zu induzierten Nährelementmängeln (Kazda 1990).

Zusammenschau: Nitrat und Waldernährung

Den Zusammenhang zwischen Nitrat im Boden und der Stickstoffernährung der Fichte zeigt Abbildung 3. Sie stellt 214 Inventurpunkte dar, die sowohl unterhalb des Hauptwurzelraumes beprobt wurden also auch ältere Fichten mit einem Brusthöhendurchmesser größer zehn Zentimeter tragen. Die Diagrammfläche ist in fünf Felder aufgeteilt. In diesen Feldern sind Gruppen von Punkten mit bestimmten Kombinationen aus Nitrat-Konzentrationen und Versorgungsstufen zusammengefasst. Demnach kommt bei noch niedrigem Nitrat-Niveau (< 10 mg/l) nur an einem Fünftel der untersuchten Waldstandorte eine sehr geringe bis mittlere Stickstoffversorgung vor (grünes Feld). Auf gut der Hälfte aller Inventur-Punkte wachsen dagegen bei relativ geringen Nitrat-Konzentrationen Fichten mit hohen und sehr hohen Stickstoff-Gehalten in den Nadeln (gelbes Feld). Die Paarung aus mehr oder weniger starker Überversorgung der Fichte und höheren Nitrat-Konzentrationen im Boden (10–50 mg/l) findet sich immerhin bei 22 Prozent der BZE-Punkte (orangefeld). Die Extremkombination aus sehr hohen Nitrat-Konzentrationen und hohen bis sehr hohen Stickstoff-Nadelspiegelwerten tritt nur in einigen wenigen Fällen auf (rotes Feld). Kaum verwirklicht ist naturgemäß die Kombination aus moderater Stickstoff-Ernährung der Fichte und hohen Nitrat-Werten im Boden (weißes Feld).

Die Ergebnisse können folgendermaßen interpretiert werden: Im Boden wird bereits so viel Stickstoff angeboten, dass die Stickstoffversorgung der Bäume schon überwiegend in den hohen bis sehr hohen Bereich verschoben ist. Dies symbolisiert der durchgehende Pfeil in Abbildung 3. Allerdings sind das Nitrat-Niveau und damit das Austragsrisiko im Wesentlichen noch gering, da vermutlich die Vegetation den Stickstoff noch weitgehend aufnehmen kann. Noch liegt der überwiegende Teil der Punkte in einem Bereich unter 10 mg/l Nitrat.

Man kann aber bereits eine Drift der Standorte in den Bereich eines höheren Austragsrisikos unterstellen. Dies zeigt der gestrichelte Pfeil in das orange und rote Feld an. Ein besonderes Risiko stellen daher die 51 Prozent der Punkte im gelben Feld dar. Mit zunehmenden Stickstoffeinträgen oder nicht mehr zu steigender Stickstoffaufnahme in die Biomasse ist bei diesen Standorten mit einem steigenden Nitratniveau und erhöhtem Nitrataustrag zu rechnen. Zurzeit kann man zwar für etwa 90 Prozent der Waldfläche das Sickerwasser noch als wenig belastet beurteilen. Insgesamt ist aber ein wachsendes Auge auf den Stickstoffhaushalt der Waldökosysteme – vor allem auf die Eintragssituation – dringend geboten.

Literatur

Aber, J.D.; Nadelhoffer, K.J.; Steudler, P.; Melillo, J.M. (1989): *Nitrogen saturation in northern forest ecosystems*. Bioscience 39, 6, S. 378–386

Baier, R. (2004): *Ernährungszustand und mögliche Anpassungsmechanismen der Fichte (Picea abies (L.) Karst) auf Dolomitstandorten der Kalkalpen*. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen 155, 9, S. 387–391

BMELF - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1997): *Deutscher Waldbodenbericht 1996*

Kazda, M. (1990): *Indications of unbalanced nitrogen nutrition of Norway spruce stands*. Plant and Soil 128, 1, S. 97–101

Mellert, K.H.; Gensior, A.; Kölling, C. (2005): *Verbreitete Nitratbelastung des Waldsickerwassers*. AFZ/Der Wald, 4, S. 168–171

Schmidt-Vogt, H. (1991): *Die Fichte*. Bd. II/3, Parey Verlag

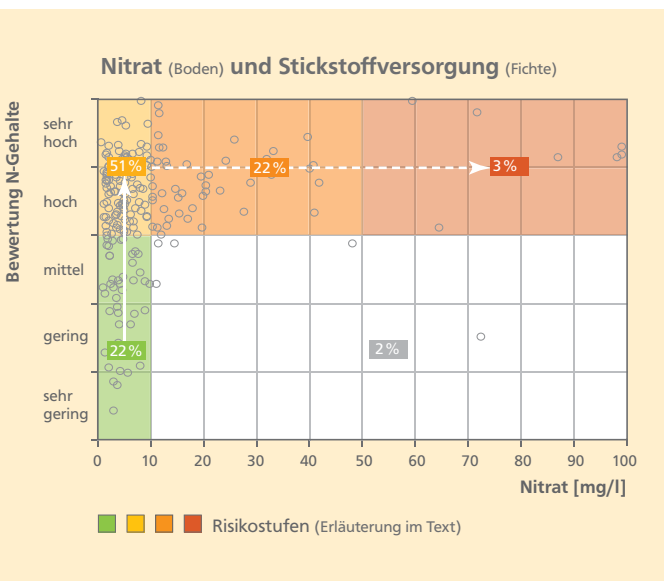


Abbildung 3: Nitrat-Konzentrationen im Boden (> 80 cm Tiefe) bei Feldkapazität und Stickstoffernährung der Fichte (1. Nadeljahrgang, BHD > 10 cm), bewertet nach BMELF (1997)

Wolfgang Falk bearbeitet im Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« den Fachbereich Bodenwasserhaushalt, Bodenschutz und Standortserkundung. Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de
Ulrich Stetter ist im gleichen Sachgebiet für die Themen Waldernährung, Düngung und Bodenschutz zuständig und bearbeitet innerhalb der BZE 2 das Modul Waldernährung. Ulrich.Stetter@lwf.bayern.de

Macht sauer wirklich lustig?

Drei Viertel der Waldböden Bayerns sind kaum versauert, aber das restliche Viertel lässt Probleme erwarten

Christian Kölling

Bodenversauerung war eines der großen Themen der letzten zwei Jahrzehnte des letzten Jahrhunderts. Im Zusammenhang mit den neuartigen Waldschäden wurde oft auch der »Saure Regen« als Ursache genannt. Luftverunreinigungen belasten die Wälder bis heute mit Schwefel- und Stickstoffverbindungen. Wie sauer sind unsere Waldböden wirklich? Wie werden sich die Böden weiter entwickeln?

Wohl jeder bringt mit dem Begriff »Säure« den pH-Wert in Verbindung. Schon im Chemieunterricht lernt man, dass die Säurekonzentration von Lösungen mit dem pH-Wert ausgedrückt wird. Bei Böden ist es einigermaßen aufwendig, die Bodenlösung von der Bodenfestphase zu trennen und darin direkt den pH-Wert zu bestimmen. Die ersatzweise mögliche Bestimmung des pH-Wertes in einer Aufschwemmung von Boden mit einer Lösung (Suspension) hat andere Nachteile. Überdies hat sich gezeigt, dass das Gedeihen der Waldbäume nicht so sehr vom Säuregrad (pH-Wert) der Bodenlösung, sondern vielmehr von den darin enthaltenen Nährelementen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium abhängt. Diese Elemente werden im Fachjargon auch als »Basenkationen« bezeichnet, die Basenvorräte, bezogen auf einen Hektar, werden in Kilomol Ionenäquivalente pro Hektar (kmol_c/ha) angegeben. Je höher der Anteil dieser Kationen und je geringer der Anteil der »Säurekationen« Aluminium, Eisen, Mangan und Protonen in der Bodenlösung ist, desto besser ist die Baumernährung gewährleistet. Weil die Gewinnung der Bodenlösung aufwendig ist, behilft man sich mit einem Bodenextrakt und bestimmt darin die Kationenanteile. Damit erfasst man die Belegung der negativ geladenen Partikeloberflächen des Austauscherkomplexes mit positiv geladenen Kationen. In Abbildung 1 ist die Belegung des Austauscherkomplexes eines typischen Waldbodens im Niederbayerischen Tertiärhügelland dargestellt. Man erkennt die unterschiedlichen Anteile der einzelnen Kationen, die sich zusammen auf 100 Prozent summieren. Aus der Veränderung der Anteile mit zunehmender Bodentiefe ergibt sich ein charakteristisches Tiefenprofil. Die Basenkationen Calcium und Magnesium nehmen mit der Tiefe zu, die Anteile der Säurekationen Aluminium und Protonen gehen zurück.

Basensättigung

Dieses komplexe Bild kann man vereinfachen, indem nicht alle acht einzelnen Kationenanteile betrachtet werden, sondern nur die Summe des Anteils der vier Basenkationen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium. Dieser Prozentwert wird auch als *Basensättigung* bezeichnet. Im Beispiel in der Abbildung 1 beträgt die Basensättigung in 30 Zentimeter Bodentiefe elf Prozent, in 60 Zentimeter steigt sie auf 60 Prozent und

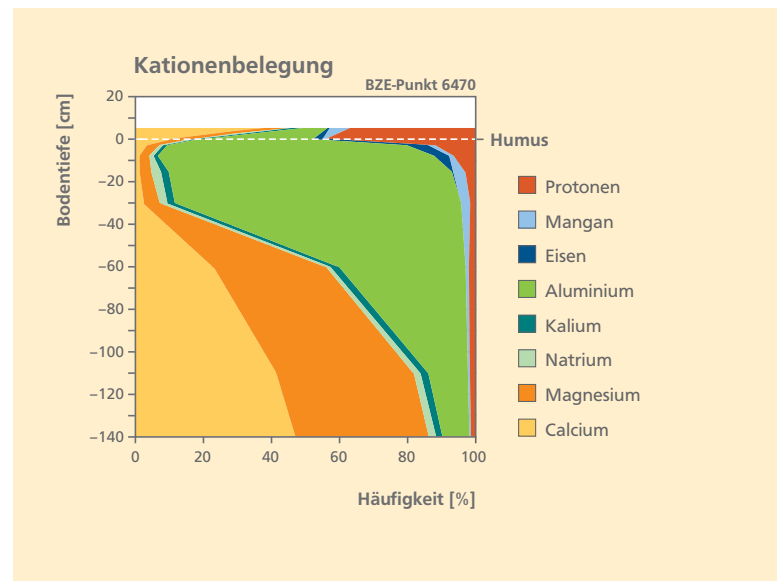
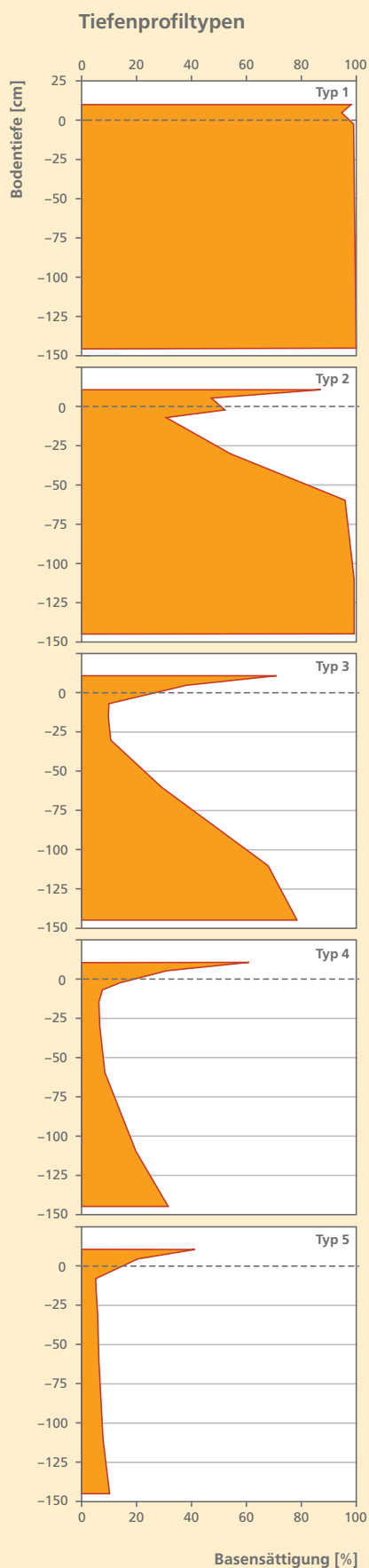


Abbildung 1: Kationenbelegung des Bodenaustauscherkomplexes am BZE-Punkt 6470 in Abhängigkeit von der Bodentiefe

bei 110 Zentimetern werden 86 Prozent erreicht. In der Vergangenheit liegende Versauerungsprozesse haben dazu geführt, dass der Oberboden mehr Basenkationen verloren hat als der Unterboden. Der Verlust an Basenkationen kann verschiedene Ursachen haben, vor allem sind dafür der Angriff der Kohlensäure (Matzner und Davis 1996) und der Bestandteile des Sauren Regens verantwortlich (Kölling 1999b), daneben aber auch die übermäßige Nutzung von Biomasse (Glatzel 1991). Mit dem Sickerwasser oder auf Grund von Biomasseexport verliert der Boden Basenkationen und an ihrer Stelle treten Säurekationen wie Aluminium. Den Verlust von Basenkationen vom Austauscherkomplex des Bodens nennt man Bodenversauerung. Sie drückt sich stets in einer Abnahme der Basensättigung aus.



Tiefenprofile

Unser Beispielsboden auf Abbildung 1 ist in einer sehr charakteristischen Weise versauert: Weisen die Humusauflagen noch Basensättigungen von über 20 Prozent auf, gehen die Werte im oberen Mineralboden auf unter zehn Prozent zurück. Im tieferen Mineralboden steigt die Basensättigung dann auf über 80 Prozent. Was bedeutet dies für das Gedeihen der Waldbäume? Ein junger Baum muss mit seinen Wurzeln in den ersten Jahren das saure Milieu des Oberbodens durchstoßen. Hier kann er wenig Calcium und Magnesium aus der Bodenlösung aufnehmen und muss stattdessen hohe Aluminiumkonzentrationen erdulden. Erst mit zunehmendem Tiefenwachstum erreichen die Wurzeln die basenreichen Horizonte des Unterbodens. Anspruchsvolle Baumarten wie Esche und Feldahorn werden ihre liebe Not mit einem solchen Boden haben, während säuretolerantere und weniger basenbedürftige Arten wie die Rotbuche ohne Probleme wachsen können. In unserem Beispiel ist ein typischer Verlauf der Basensättigung mit der Profiltiefe verwirklicht. Oben basenarm, unten basenreich, so könnte man die Verhältnisse am besten beschreiben.

Es gibt aber noch andere Verlaufsformen der Basensättigung im Bodenprofil. Man kann diese ohne Zwang fünf Typen zuweisen (Abbildung 2; Kölling et al. 1996; Kölling 1999a; Kölling und v. Wilpert 2000). Im einen Extrem ist das ganze Bodenprofil hoch basengesättigt (Typ 1), im anderen Extrem ist es durchgehend basenarm (Typ 5). Dazwischen liegen drei Übergangsformen, die sich anhand unterschiedlich mächtig versauerter Oberböden unterscheiden. Abbildung 2 zeigt die fünf Verlaufstypen für den gesamten BZE-Datensatz dargestellt. Nur 4 von 372 Böden können keinem Verlaufstyp zugeordnet werden, da es sich um Sonderfälle (Hochmoore, Felsböden) handelt.

Typ 1

27 Prozent der Waldböden Bayerns gehören zum Typ 1 (Abbildung 3). Gleichmäßig hohe Basensättigung von über 80 Prozent im gesamten Profil kennzeichnen den Typ 1. Er ist vor allem in den Kalkgebieten Bayerns wie der Fränkischen Platte, dem Jura und den Kalkalpen weitverbreitet. Böden dieses Typs setzen der Bodenversauerung einen nahezu unüberwindlichen Widerstand entgegen. Allerdings ist das Elementangebot für die Baumernährung einseitig von Calcium und Magnesium geprägt, die Ernährung mit Spurenelementen (Eisen und Mangan), Kalium sowie Phosphor kann auf diesen Standorten schnell problematisch werden. Basenbedürftige Baumarten wie Esche und Feldahorn finden auf Böden des Typs 1 optimale bodenchemische Bedingungen vor. Die Basenvorräte sind sehr hoch, 75 Prozent der Böden des Typs 1 besitzen Basenvorräte über 1.000 kmol_c/ha (Abbildung 4).

Abbildung 2: Fünf Tiefenprofiltypen der Basensättigung (Medianwerte) des BZE-Datensatzes

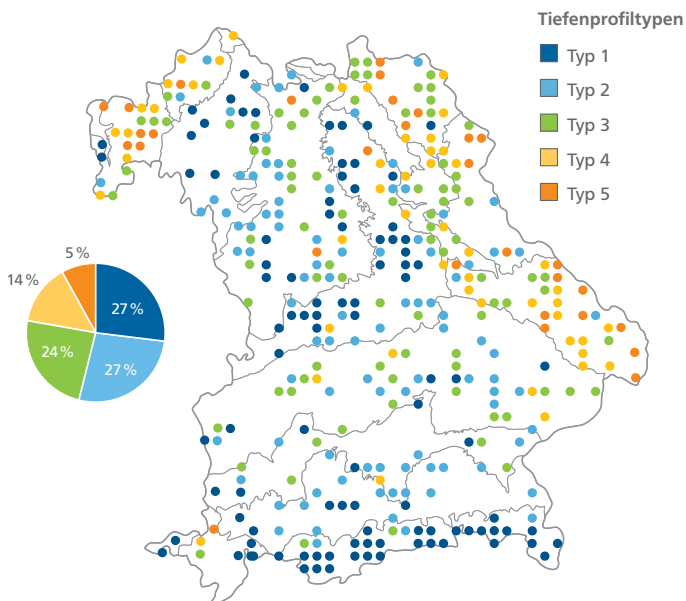


Abbildung 3: Häufigkeit und räumliche Verteilung der Tiefenprofiltypen 1 bis 5 im BZE-Datensatz

Typ 2

Ebenfalls 27 Prozent beträgt der Anteil des Typs 2, der häufig mit Typ 1 vergesellschaftet auftritt. Er besitzt alle Vorteile des Typs 1, Spurenelement-, Kalium- und Phosphormängel treten jedoch viel seltener auf. Die leichte Versauerung im Oberboden beruht häufig auf einer Überdeckung von Kalksubstraten mit einer lehmigen Deckschicht. Bodenchemisch sind auf diesen Standorten paradiesische Zustände verwirklicht. Nahezu alle Baumarten können ihren Bedarf an Nährstoffen ohne Einschränkung decken. Die Basenvorräte sind ähnlich hoch wie bei Typ 1, 75 Prozent der Böden des Typs 2 weisen Basenvorräte über $680 \text{ kmol}_c/\text{ha}$ auf (Abbildung 4).

Typ 3

Auf knapp einem Viertel der Waldfläche ist Typ 3 verwirklicht (vgl. auch Abbildung 1). Ihn zeichnet stärkere Oberbodenversauerung aus. Sie resultiert häufig aus mächtigeren Deckschichten. Im Unterboden werden bei karbonatfreiem Substrat 100 Prozent Basensättigung nicht mehr erreicht. Die bodenchemischen Bedingungen sind ähnlich paradiesisch wie bei Typ 2, jedoch liegt der basenreiche Unterboden unter einer ziemlich mächtigen versauerten Decke verborgen. In ihrer Jugend haben daher manche Baumarten Schwierigkeiten, ihren Bedarf an Calcium und Magnesium zu decken. Alte und tiefwurzelnde Bäume können jedoch auch die Basenvorräte des Unterbodens nutzen. Die Basenvorräte sind zumeist hoch, über 75 Prozent der Böden des Typs 3 verfügen über Basenvorräte von mehr als $175 \text{ kmol}_c/\text{ha}$ (Abbildung 4). Für basenbedürftige Baumarten wie Esche und Feldahorn reicht die bodenchemische Qualität jedoch meistens nicht aus, zu lang ist in der Jugend die »Durststrecke« bis zum Erreichen des basenreichen Unterbodens.

Typ 4

Dieser Typ kommt auf 14 Prozent der Waldfläche vor. Ihn charakterisiert eine tief reichende Bodenversauerung. Erst in über einem Meter Tiefe steigt die Basensättigung auf über 20 Prozent. Die in solch großer Tiefe schlummernden Basenvorräte können nur alte und tiefwurzelnde Bäume nutzen. Mit der Streu gelangen die Basen dann im Laufe der Jahre auf die Bodenoberfläche und werden dort Teil des Auflagehumus. Von dort sind sie dann leicht auch für junge Bäume zu erreichen. Auf diesen als »Basenpumpe« bezeichneten Mechanismus sind Bäume auf den Böden des Typs 4 besonders angewiesen. Anspruchslose Baumarten finden auf den Böden des Typs 4 recht gut ein Auskommen. Wichtig aber ist, dass eine pflegliche Forstwirtschaft die knappen Vorräte schont und die Basenpumpwirkung nicht über längere Zeit unterbrochen wird, z.B. nach Kahlhieb. Bei 75 Prozent der Böden des Typs 4 bleiben die Basenvorräte unter $100 \text{ kmol}_c/\text{ha}$ (Abbildung 4).

Typ 5

Der basenärmste Typ 5 nimmt glücklicherweise nur acht Prozent der Waldfläche ein. Er ist auf die Silikatgebiete wie z. B. Spessart, Rhön, Odenwald und die ostbayerischen Grenzgebirge beschränkt. Auch in großer Bodentiefe gibt es für die Bäume wenig Calcium und Magnesium zu holen. 75 Prozent

Das Weltknäuel Mensch



Das Buch beschreibt die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Natur, ein Verhältnis, das so innig gedacht werden muss, dass der Autor – studierter Philosoph und Forstmann in einem – vom »Weltknäuel Mensch« spricht. Immer wieder stehen der Wald und der Umgang mit ihm im Mittelpunkt. In einem eigenen Kapitel widmet sich der Philosoph sogar speziell dem Förster.

»Das Weltknäuel Mensch« ist keineswegs eine trockene wissenschaftliche Abhandlung, sondern ein kurzweiliger Text voller bildreicher Metaphern, indem sich alles darum dreht, wie der Mensch sich und die Natur versteht. So entsteht eine faszinierende und auch literarisch wertvolle Reise, auf der der Leser den Autor begleiten darf. Besonders für die, die den Umgang mit der Natur zu ihrem Beruf gemacht haben und ihr Metier auch einmal philosophisch durchleuchten wollen, ist das Buch ein Gewinn.

johann seidl

Günter Dobler (2010)

Das Weltknäuel Mensch

Über den Zusammenhang von Mensch und Natur

BOD Norderstedt; ISBN 978-3-8391-6421-1, € 12,90

Leseproben unter www.weltknaeuel-mensch.de

der Böden des Typs 5 besitzen Basenvorräte unter $40 \text{ kmol}_c/\text{ha}$ (Abbildung 4). Für anspruchslose Baumarten reicht in den meisten Fällen die Basenversorgung aus. In bestimmten Fällen können jedoch besonders bei Typ 5 Mangelerscheinungen auftreten. Maßnahmen wie die Bodenschutzkalkung oder Restriktionen bei der Biomassenutzung können hier helfen, die besonders ungünstigen chemischen Verhältnisse zu stabilisieren.

Vertreibung aus dem Paradies?

Die Analysen der BZE ergeben ein rosiges Bild der bodenchemischen Verhältnisse auf einem Großteil der Waldfläche. Über 75 Prozent nehmen derzeit die Typen 1, 2 und 3 ein. Bis auf wenige Ausnahmen kommen die Waldbaumarten mit der hier gebotenen Basenausstattung gut zurecht. Mit geschickter Baumartenwahl lassen sich Nachteile wie Spurenelementschwächen einerseits und niedrige Basensättigung im Oberboden andererseits gut bewältigen. Die bodenchemischen Sorgenkinder Typ 4 und Typ 5 verlangen größere Aufmerksamkeit. Hier kann in einigen Fällen eine Bodenschutzkalkung erforderlich werden (Stetter, S. 25–27 in diesem Heft) oder es ist Zurückhaltung bei der Nutzung, z. B. Belassen der Ernterückstände im Bestand, angeraten (Kölling, S. 28–31 in diesem Heft).

Sind die geschilderten komfortablen bodenchemischen Bedingungen nur eine Momentaufnahme der BZE und droht über fortschreitende Bodenversauerung den Waldböden Bayerns eine Verschlechterung? Um diese Frage zu beantworten, hilft eine einfache überschlägige Rechnung. Dank der jahrzehntelangen Umweltbeobachtung an den Waldklimastationen wissen wir, dass die atmosphärischen jährlichen Netto-säureeinträge in Bayern gegenwärtig höchstens bei $1 \text{ kmol}_c/\text{ha}$ liegen. Bei den hohen Vorratswerten in den Tiefenprofiltypen 1, 2 und 3, wie sie aus Abbildung 5 hervorgehen, würde es bei drei Vierteln der Waldböden 100 bis über 1.000 Jahre dauern, bis sie sich auf Grund der anthropogenen Versauerung zu den ungünstigen Typen 4 und 5 weiterentwickeln. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, dass die Böden im Zuge der Verwitterung aus dem Gestein laufend neue Basen gewinnen und außerdem ein Teil der sauren Niederschläge zumindest vorübergehend in den Böden gespeichert wird. Am ehesten erscheinen die gering bevorrateten Böden des Typs 3 gefährdet zu sein. Nur zehn Prozent der Böden des Typs 3 weisen allerdings Basenvorräte unter $100 \text{ kmol}_c/\text{ha}$ auf. In diesem Kollektiv befinden sich neben einigen Sonderfällen (flachgründige Böden, Grundwasserböden) einige wenige »Kandidaten« für eine Bodenveränderung hin zu den ungünstigen Typen 4 und 5. In diesen seltenen Fällen würde der Säureangriff die Grenzlinie zwischen niedriger und hoher Basensättigung, die »Versauerungsfront«, im Profil nach unten verschieben, sofern nicht die Gesteinsverwitterung die sauren Niederschläge ausgleicht. Bei den gegenwärtig schon sauren Böden der Typen 4 und 5 hat ein weiterer Säureangriff hingegen schwerwiegendere Folgen. Werden die ohnehin schon grenzwertig geringen Basenvorräte weiter geschmälert, reichen sie bald für den Bedarf der Bäume nicht mehr aus. Den Typen 4 und 5 gilt daher besondere

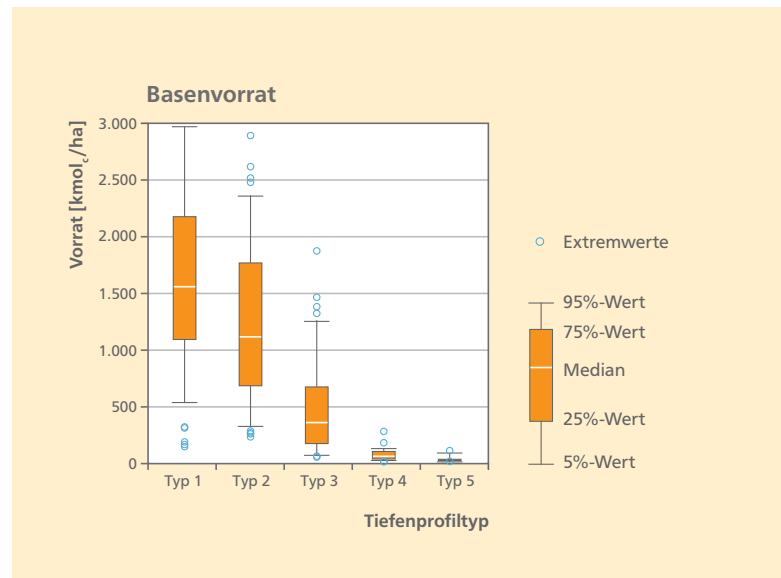


Abbildung 4: Basenvorräte und wichtige Kennwerte der Tiefenprofiltypen 1 bis 5

Aufmerksamkeit in Fragen der Luftreinhaltung, Waldernährung und Biomassenutzung. Die gute Nachricht der BZE der ausreichenden und wenig gefährdeten Basenausstattung betrifft drei Viertel der Waldfläche. Sie darf aber nicht davon ablenken, dass der Rest nach wie vor der Gefahr der Bodenversauerung auf Grund von Luftverunreinigungen und übermäßiger Nutzung ausgesetzt ist. Hier muss die Bodenversauerung weiter beobachtet werden und man wird fallweise Vorsorgemaßnahmen (z. B. Kalkung, Nutzungsregulierung) ergreifen müssen.

Literatur

- Glatzel, G (1991): *The impact of historic land use and modern forestry on nutrient relations of Central European forest ecosystems*. Fertilizer Research 27, S. 1–8
- Kölling, C. (1999a): *Ordination von Waldökosystemen nach Stoffkonzentrationen der Lösungsphase und bodenchemischen Tiefengradienten*. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 162, S. 89–95
- Kölling, C. (1999b): *Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen auf die Wälder Bayerns*. Berichte aus der LWF 22, S. 1–46
- Kölling, C.; v. Wilpert, K. (2000): *Kennwerte zum Säurestatus der Bodenlösung*. Forstarchiv 71, S. 49–54
- Kölling, C.; Hoffmann, M.; Gulder, H. J. (1996): *Bodenchemische Vertikalgradienten als charakteristische Zustandsgrößen von Waldökosystemen*. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 159, S. 69–77
- Matzner, E.; Davis, M. (1996): *Chemical soil conditions in pristine Nothofagus forests of New Zealand as compared to German Forests*. Plant and Soil 186, S. 285–291

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Christian.Koelling@lwf.bayern.de

Bodenschutzkalkung? Fraget die Bäume ...

Umfangreiche Daten zur Waldernährung eröffnen einen anderen Blickwinkel auf das Thema Kalkung

Ulrich Stetter

Wird über »Neuartige Waldschäden« und Bodenversauerung gesprochen, folgt immer auch die Diskussion über Kalkung und Düngung im Wald. Ob diese Maßnahmen wirklich greifen, ist durchaus umstritten. Aufbauend auf aktuellen Bodeninformatio- nen hat die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft eine Kalkungskulisse für Bayern erstellt. In dieser Karte wird die Kalkungsfähigkeit der Waldböden entsprechend der Tiefenfunktion der Basensättigung festgelegt.

Seit zu Beginn der 1980er Jahre »Waldsterben« und »Saurer Regen« in den Blickpunkt der Öffentlichkeit gerieten, wird dabei immer auch das Thema Düngung und Kalkung von Wäldern diskutiert. Die Erfolgchancen der Düngung im Zusammenhang mit den Neuartigen Waldschäden werden aber in der wissenschaftlichen Literatur sehr unterschiedlich bewertet. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, welchen Anteil Ernährungsstörungen an diesem Phänomen haben. Unter der Voraussetzung, dass Erscheinungen des Waldsterbens regelmäßig mit einer unzureichenden Waldernährung zusammenhängen, könnte mit Hilfe gezielter Düngemaßnahmen eine schnelle und dauerhafte Vitalisierung geschädigter Bestände erreicht werden (Hüttl 1989). Sollten aber Nährstoffmängel nur bei einzelnen Erkrankungstypen des gesamten Schadkomplexes auftreten, würden sich die Einsatzmöglichkeiten einer Düngung nur auf begrenzte Flächen reduzieren, z. B. jene mit der Magnesium-Mangel-Erkrankung der Fichte auf sauren Böden in höheren Mittelgebirgslagen (Rehfuess 1995).

Die Notwendigkeit von Kalkungen im Zusammenhang mit der Bodenversauerung wurde ebenfalls immer wieder kontrovers diskutiert. Ausgehend von der Erkenntnis, dass die zu hohen Säureeinträge aus atmosphärischer Deposition die Pufferfähigkeit der Böden übersteigen, war es erklärtes Ziel der Bodenschutzkalkung, die weitere anthropogene chemische Degradation der Waldböden zu stoppen, der Trinkwasserversauerung entgegenzuwirken und Magnesium-Mängel der Waldbestände über magnesiumreiche Kalke zu beheben (Bee-se und Meiwes 1995). Aber wie bei allem im Leben gibt es zwei Seiten der Medaille. Mögliche Risiken und Nebenwirkungen der Kalkung sind z. B. Humusverluste, Nitrat-Auswaschung und eine Verflachung des Wurzelsystems (Kreutzer 1995).

Vor diesem Hintergrund wurde die Kalkungspraxis in den Bundesländern unterschiedlich gehandhabt. In Bayern zog man ein nach Standort und Bestand differenziertes Handeln der großflächigen Bodenschutzkalkung vor (Biermayer 1998). Allerdings ist es auf Grund der geologischen Ausgangssituation in großen Teilen Bayerns auch zu keiner tiefreichenden Bodenversauerung gekommen. Auf drei Vierteln der Waldfläche ist aktuell zumindest im Unterboden eine ausreichend hohe Basensättigung vorhanden (Kölling, S. 21–24 in diesem Heft).

Kalkungskulisse für Bayern

Die intensivierete Umweltbeobachtung der letzten Jahrzehnte führte im Bereich der Umweltdaten zu einem großen Informationsgewinn. Dieser findet seinen Ausdruck unter anderem in verbesserten Datengrundlagen zur Nährstoffausstattung der Waldböden und zum Ernährungszustand der Waldbestände. Deutliche Fortschritte konnten auch bei der Gewinnung von bodenkundlichen Geodaten und deren Verarbeitung und Darstellung mit Hilfe Geografischer Informationssysteme erzielt werden. Daher wurden die entscheidenden Informationen zusammengeführt und in Form einer auf bodenchemischen Daten basierenden *Kalkungskulisse* präsentiert. Diese steht den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für eine differenzierte Beratung zur Verfügung. Zukünftig ist es möglich, Schwerpunkte der Kalkung in Bayerns Wäldern auf einer objektiveren Grundlage zu identifizieren. Fördermittel können dann gezielter als bisher in Regionen gelenkt werden, in denen die hinsichtlich Bodenchemie und Waldernährung

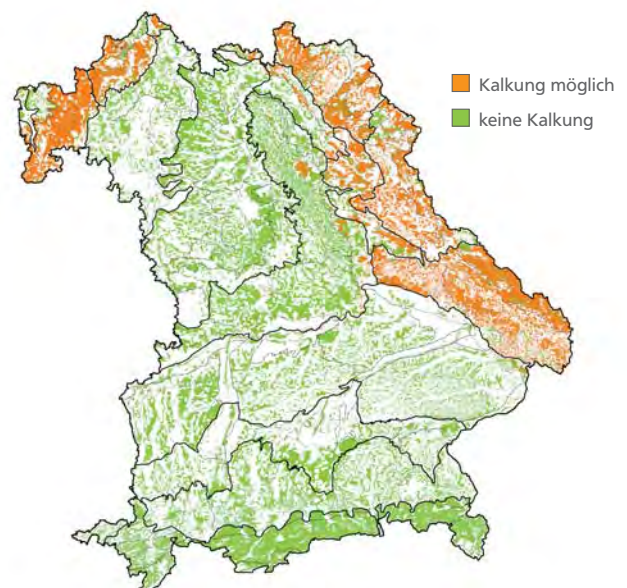


Abbildung 1: Kalkungskulisse für die Waldfläche Bayerns

schwierigen Standorte konzentriert sind. Die Kalkungskulisse stellt dabei einen ersten Filter und wichtigen Baustein dar, ersetzt allerdings nicht den lokalen Kalkungsplan. Auch innerhalb der Kalkungskulisse ist nach wie vor eine Einzelfallprüfung durch das zuständige Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten notwendig.

Die Kalkungskulisse (Abbildung 1) unterteilt die Waldfläche Bayerns in die Kategorien »Kalkung möglich« (orange) und »keine Kalkung« (grün). Die Einteilung erfolgte auf Grund der unterschiedlichen Tiefenverläufe der Basensättigung im Mineralboden (Typen). Die Basensättigung ist ein wichtiges Entscheidungskriterium für die Frage: Kalkung ja oder nein? Der bodenchemische Wert spiegelt einerseits den Versauerungszustand des Bodens und andererseits die Verfügbarkeit von Calcium und Magnesium im Wurzelraum der Waldbäume wider. In den grünen Bereichen (Typen 1–3, Kölling, S. 21–24 in diesem Heft), die circa 75 Prozent der Waldfläche Bayerns ausmachen, kann man davon ausgehen, dass eine ausreichend hohe Basenversorgung gegeben ist, die eine Kalkung, d. h. die Zufuhr von Calcium und Magnesium, nicht notwendig macht. In den restlichen roten Bereichen sind die Böden dagegen so tiefgründig versauert (Typen 4 und 5), dass sie als kalkungsfähig eingestuft werden (Kudernatsch et al. 2010).

Basensättigung und Waldernährung

Die Kalkungskulisse stellt anhand eines in der zeitlichen Entwicklung relativ stabilen bodenchemischen Parameters die Kalkungsfähigkeit der Böden im Überblick dar. Sie kann aber die Frage nach der aktuellen Notwendigkeit z. B. aus Sicht der Waldernährung und damit auch nach dem konkreten Ort innerhalb der großräumigen Kulisse nicht vollständig beantworten. Mit den Ergebnissen aus über 1.000 Nadel- und Blattanalysen von knapp 2.000 beprobten Bäumen stellt die BZE 2 einen umfangreichen und aktuellen Datensatz zur Verfügung, um dem Zusammenhang von Waldernährung und entsprechenden Bodendaten nachzugehen.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Magnesium- und Calciumgehalte in Buchenblättern bzw. in Fichtennadeln des 1. Jahrgangs in Abhängigkeit von den Basensättigungstypen des Bodens. Buche und Fichte wurden als flächenmäßig wichtigste Laub- bzw. Nadelbaumart beispielhaft ausgewählt. Nicht ausgewertet wurden sehr junge Bestände, da diese wegen ihrer geringeren Wurzeltiefe das Standortspotential noch nicht voll widerspiegeln. Insgesamt werden 79 Prozent aller BZE-Punkte dargestellt. Die Spannen der Elementgehalte für eine optimale Ernährung sind in beiden Abbildungen mit einem grauen Feld hervorgehoben. Nadel-/Blattspiegelwerte unterhalb des Optimums zeigen eine Mangelernährung an. Oberhalb der Optimalbereiche liegen sehr hohe Gehalte vor. Die Bewertung erfolgt nach BMELF (1997).

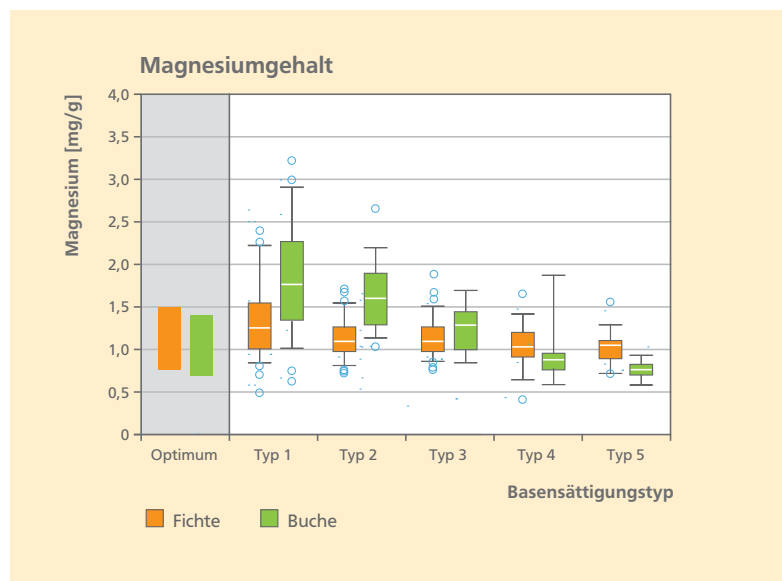


Abbildung 2: Magnesium-Blatt-/Nadelspiegelwerte von Buche und Fichte sowie Tiefenfunktion der Basensättigung

Magnesium

Die Magnesiumgehalte zeigen bei der Buche einen deutlichen Zusammenhang mit dem Tiefenverlauf der Basensättigung (Abbildung 2). Bäume, die auf Standorten des Typs 1 bis 3 stocken, sind fast ausnahmslos optimal mit Magnesium versorgt. Bei höchster Basensättigung, also auf carbonathaltigen Böden, liegen überwiegend sehr hohe Werte vor, die eine Überernährung anzeigen. Je größer das Bodenvolumen mit niedriger Basensättigung ist, desto geringer sind im Mittel die Magnesiumgehalte in den Blättern. Der Mittelwert für den Typ 5 liegt nur noch knapp über der Mangelgrenze. Bei den Typen 4 und 5 weisen die Buchen an sechs Punkten Magnesiummangel auf. Die Fichte zeigt den für die Buche beschriebenen Zusammenhang nicht so deutlich. Die durchschnittliche Magnesiumversorgung ist bei allen Typen zwar ebenfalls optimal, nimmt aber mit geringer werdender Basensättigung im Tiefenverlauf weniger stark ab. Bei den Typen 4 und 5 treten fünf Fälle von Magnesiummangelernährung auf. Im ersten Moment erstaunlich erscheint eine in Einzelfällen geringe oder sogar mangelhafte Magnesiumversorgung von Fichte und Buche bei höchster Basensättigung im Boden. Diese Bestände stocken auf Böden, die sich aus reinen, also magnesiumarmen Kalken entwickelt haben. Die Folge ist zwar eine sehr hohe Basensättigung, die aber fast vollständige vom Calcium gebildet wird, während nur sehr wenig austauschbares und damit pflanzenverfügbares Magnesium vorhanden ist. Eine Düngemaßnahme ist in solchen Fällen wenig sinnvoll. Die Baumartenwahl spielt hier die entscheidende Rolle.

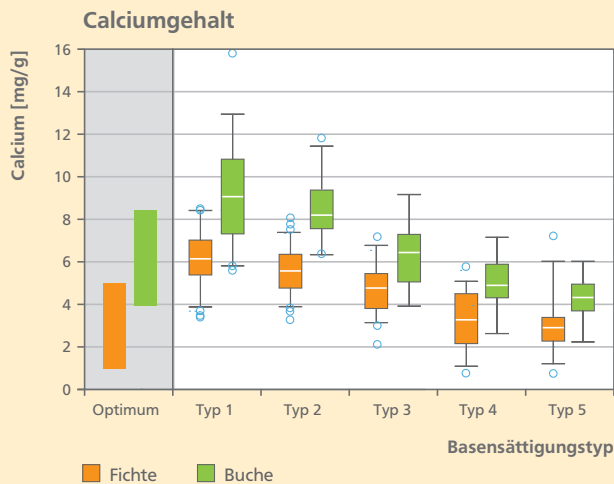


Abbildung 3: Calcium-Blatt-/Nadelspiegelwerte von Buche und Fichte sowie Tiefenfunktion der Basensättigung

Calcium

Die Calciumgehalte zeigen für beide Baumarten einen deutlichen Zusammenhang mit dem Tiefenverlauf der Basensättigung (Abbildung 3). Das Ernährungsniveau von Buche und Fichte unterscheidet sich aber. Die Calciumversorgung der Fichte geht von einer deutlichen Überernährung bei Typ 1 auf immer noch optimale Werte bei niedriger Basensättigung zurück. Nur zwei Bestände mit Calciummangel sind vorhanden. Die Buche dagegen zeigt keinen so hohen Anteil von Überernährung bei guter Basenausstattung des Bodens und einen Median nur knapp über der Mangelgrenze bei Typ 5. Insgesamt acht Mal tritt eine mangelhafte Versorgung bei Typ 4 und 5 auf.

Bewertungsrahmen

Bei der Versorgung mit den beiden betrachteten Elementen scheint die Fichte weniger anspruchsvoll zu sein als die Buche, da sie auch bei ungünstigeren bodenchemischen Bedingungen eine überwiegend ausreichende Ernährung aufweist. Allerdings birgt diese Bewertung des Ernährungszustandes eine gewisse Unsicherheit in sich, da die Definition von Grenzwerten für mangelhafte, optimale und zu hohe Nährelementgehalte unterschiedlich vorgenommen werden kann. Neben der von uns gewählten, gängigen Einteilung finden sich in der Literatur auch andere Bewertungsrahmen, z. B. Krauß und Heinsdorf 2005. Für die verwendeten BZE-Punkte wurde nicht zwischen gekalkt und nicht gekalkt unterschieden, da dazu keine genauen Informationen vorliegen. Von der gesamten Waldfläche Bayerns dürften aber in den letzten 20 Jahren schätzungsweise nicht mehr als fünf Prozent gekalkt worden sein. Der Einfluss auf die vorliegende Auswertung ist daher allenfalls untergeordnet.

Potentielle Kalkungsfläche

Die gemeinsame Betrachtung von Waldernährungs- und Bodendaten bestätigt die gewählte Vorgehensweise, für die Kalkungskulisse mit Hilfe der verschiedenen Tiefenfunktionen der Basensättigung eine Einteilung vorzunehmen. Die Calcium- und Magnesiumversorgung von Fichte und Buche ist bei Böden des Typs 1 bis 3 bis auf wenige Sonderfälle optimal. An Punkten mit den Typen 4 und 5 ist sie im Mittel zumindest ausreichend, es treten aber gehäuft Ernährungsmängel auf. Eine überschlägige Berechnung für beide Baumarten und beide betrachtete Elemente kommt zu dem Ergebnis, dass sich auf ungefähr fünf Prozent der Holzbodenfläche in Bayern eine Mangelernährung potentiell diagnostizieren lässt. Bei einer tatsächlichen Kalkungsplanung wären davon noch entsprechende Ausschlussbereiche wegen rechtlicher, standörtlicher oder waldbaulicher Gründe abzuziehen.

Zusammenfassend betrachtet definiert die neue Kalkungskulisse für Bayern also einen Raum mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für eine mangelhafte Calcium- und/oder Magnesiumernährung auf tiefgründig versauerten Böden. Aber nur auf einem kleinen Teil der Fläche sind Ernährungsstörungen aktuell tatsächlich vorhanden. Aus Sicht der Waldernährung ist also keine flächendeckende Kalkung oder Düngung notwendig. Diese Maßnahmen sollen nur gezielt in betroffenen Beständen mit entsprechenden Mangelsymptomen durchgeführt werden. Insgesamt bestätigen die dargestellten Ableitungen aus den Ergebnissen der BZE 2 die differenzierte Art des Vorgehens, wie sie bereits seit Jahrzehnten in Bayern in der Frage der Kalkung üblich ist.

Literatur

- Beese, F.; Meiwes, K.-J. (1995): *Stand und Perspektiven*. Allgemeine Forstzeitschrift 17, S. 946–949
- Biermayer, G. (1998): *Braucht der Wald Kalk?* Forstinfo 6, S. 1–2
- BMELF - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1997): *Deutscher Waldbodenbericht 1996*
- Hüttel, R. F. (1989): *Liming and Fertilization as Mitigation Tools in declining forest ecosystems*. Water, Air and Soil Pollution 44, S. 93–118
- Krauß, H.-H.; Heinsdorf, D. (2005): *Ernährungsstufen für wichtige Wirtschaftsbaumarten*. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 39, 4, S. 172–179
- Kreutzer, K. (1995): *Effect of forest liming on soil processes*. Plant and Soil 168-169, S. 447–470
- Kudernatsch, T.; Stetter, U.; Kölling, C. (2010): *Ein Viertel der Wälder ist sauer*. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 17, S. 54–55
- Rehfuess, K. E. (1995): *Was kann Düngung bei den »neuartigen« Wald-erkrankungen leisten?* Allgemeine Forstzeitschrift 20, S. 1.090–1.093

Ulrich Stetter ist im Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft für die Themen Waldernährung, Düngung und Bodenschutz zuständig.
Ulrich.Stetter@lwf.bayern.de

Maß halten

Biomassenutzung kann Produktionskapital verzehren

Christian Kölling

Mit Holz und Biomasse werden bei der forstwirtschaftlichen Nutzung nicht nur die begehrten Verbindungen des Kohlenstoffs, sondern auch beigemischte Nährstoffe aus dem Wald entfernt. Aus den Erfahrungen der Vergangenheit wissen wir, dass übermäßige Nutzung die Bodenfruchtbarkeit empfindlich verringert. Es gibt daher einiges zu beachten, will man in den Zeiten verstärkten Nutzungswillens die Leistungsfähigkeit des Produktionskapitals Waldboden erhalten.

Es gibt gute ökonomische wie auch ökologische Gründe, möglichst viel Stammholz stofflich und andere Biomasse aus dem Wald thermisch zu nutzen. Hinzu kommt in vielen Fällen die Notwendigkeit, mit der Abfuhr bruttauglicher Kronen den Brutraum für Borkenkäfer zu verringern. Tatsächlich hat in den letzten Jahren die Nutzung von Biomasse im Wald stark zugenommen. Aber auch hier gibt es eine Kehrseite der Medaille. Die Biomasse, die den Wald verlässt, enthält nicht nur reine Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die rückstandsfrei zu CO₂ und Wasser verbrennen. Vielmehr sind die genutzten Waldprodukte unterschiedlich stark angereichert mit Mineralstoffen, die im verbauten Holz schlummern oder nach der Verbrennung als Asche im Ofen zurückbleiben.

Im ungenutzten und ungestörten Urwald befinden sich alle Nährstoffe im Kreislauf (Abbildung 2, links). Belastungen mit Luftschadstoffen, aber auch Holznutzungen brechen die normalerweise weitgehend geschlossenen Kreisläufe auf. Diese zusätzlichen Ein- und Austräge beeinflussen den Gesamthaushalt der Waldböden (Abbildung 2, rechts). In der Forstwirtschaft kommt es darauf an, die Ernteentzüge so zu steuern, dass die Nährstoffausgaben langfristig nicht über den Einnahmen liegen. Dies ist eine altbekannte und gut erforschte Tatsache (Kreutzer 1979; Ulrich 1981).

Grenzen des Zumutbaren – Kritische Werte für Basen und Phosphor

Von besonderer Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit ist der Basenhaushalt (Kölling, S. 21–24 in diesem Heft). Im Boden sollte stets ein ausreichender Vorrat austauschbaren Calciums, Magnesiums, Kaliums und Natriums vorhanden sein, um die Ernährung des aufstockenden Bestandes zu gewährleisten. Die bei der BZE ermittelten Basenvorräte reichen von wenigen Kilomol Ionenäquivalenten (kmol_c/ha) bis weit über 1.000 kmol_c/ha (Abbildung 4, Seite 24 in diesem Heft). Am schlechtesten sind flachgründige, steinige Böden und solche aus sauren silikatischen Ausgangsgesteinen bevorratet, die höchsten Werte finden wir auf tiefgründigen und basenreichen Standorten aus carbonatischen Substraten.



Abbildung 1: Mit einem Rückewagen wird Kronenmaterial aus dem Wald abtransportiert; eine besonders intensive Nutzungsform, die durchaus nicht jeder Standort verträgt.

Die entscheidende Frage ist nun, wie man die jeweiligen Basenvorräte im Blick auf die Intensität der Nutzung bewertet und welche Schwellenwerte man definiert. Nach einem Vorschlag des Arbeitskreises Standortserkundung (2003) haben Meiwes et al. (2008) den Quotienten des in der gesamten oberirdischen Biomasse gespeicherten Basenvorrats (Ca, Mg, Na und K) und der Gesamtsumme des austauschbaren Basenvorrats bis in einen Meter Tiefe zuzüglich des oberirdischen Biomassevorrats als Beurteilungskriterium vorgeschlagen. Als Schwellenwerte schlagen die Autoren 50 und 25 Prozent vor (siehe Kasten).

Im gesamten Kollektiv der BZE entfallen 71 Prozent auf Standorte mit einem Biomasse-Quotienten unter 25 Prozent, 16 Prozent liegen zwischen 25 und 50 Prozent und 13 Prozent der BZE-Inventurpunkte liegen über dem 50-Prozent-Schwellenwert (Abbildung 3). Wie zu erwarten ist, liegen die problematischen Standorte mit hohen Quotienten vorwiegend in den von Natur aus armen Silikatgebirgen (Spessart, Vorrhön, Odenwald und ostbayerische Grenzgebirge).

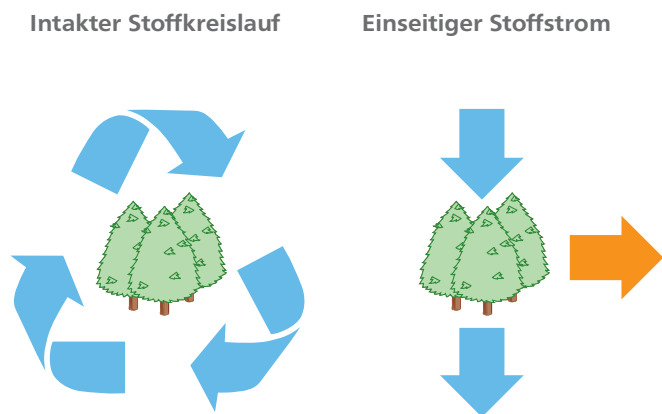


Abbildung 2: Zwei Extreme: Geschlossener, selbstregulierter Stoffkreislauf (links) und einseitiger, extern von Stoffeinträgen und Nutzungen bestimmter Stoffstrom (rechts)

Berechnung des Biomasse-Quotienten

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Vorrat Bestand} & & \text{Vorrat Bestand} \\
 + \text{Vorrat Boden} & \rightarrow & \text{Gesamter Vorrat} \\
 \hline
 = \text{Gesamter Vorrat} & & = \text{Biomasse-Quotient}
 \end{array}$$

Umso größer der Biomasse-Quotient ist, umso größer ist das Risiko, dass die Biomassennutzung die Bodenfruchtbarkeit gefährdet. Als mittleren Vorrat des Bestandes verwendeten wir in den Berechnungen des Biomasse-Quotienten »Basen« den Wert von 60 kmolc/ha (Glatzel 1991), für den Biomasse-Quotienten »Phosphor« einen mittleren Phosphorvorrat von 30 kg/ha (Meiwes et al 2008).

Biomasse-Quotient »Basen«

- < 25 %: geringes Risiko von Übernutzungen
- 25 bis 50 %: mittleres Risiko von Übernutzungen
- > 50 %: erhöhtes Risiko von Übernutzungen

Biomasse-Quotient »Phosphor«

- < 1 %: geringes Risiko von Übernutzungen
- 1 % bis 10 %: mittleres Risiko von Übernutzungen
- > 10 %: erhöhtes Risiko von Übernutzungen

Neben den Basen spielt auch der Nährstoff Phosphor in Wäldern eine wichtige Rolle. Daher haben wir vergleichbar zu den Überlegungen zum »Biomasse-Quotient Basen« auch einen »Biomasse-Quotient Phosphor« ermittelt. Von Meiwes et al. (2008) übernahmen wir den Schwellenwert von zehn Prozent, bewerteten ihn neu und ergänzten ihn mit einer weiteren Schwelle von einem Prozent (siehe Kasten). Wie bei Meiwes et al. (2008) liegen dabei die Gesamtgehalte an Phosphor zu Grunde. Wenn man die genannten Schwellenwerte auf den BZE-Datensatz anwendet, fallen ungefähr zwei Drittel der Waldböden Bayerns in die Kategorie unter einem Prozent, etwa ein Drittel in die Kategorie zwischen einem und zehn Prozent und lediglich zwei Prozent in die Kategorie über zehn Prozent (Abbildung 4). In den Berechnungen ist nach Meiwes

et al. (2008) ein Wert von 30 Kilogramm pro Hektar als Phosphorvorrat in der Biomasse eingesetzt. Weitere Analysen sind notwendig, um diese vorläufigen Schwellenwerte abzusichern. Als problematisch erweist sich, dass in Waldböden der größte Teil der im Gesamtaufschluss ermittelten Phosphorvorräte in immobilen Fraktionen vorliegt, die die Pflanzen kaum erreichen können. Ein schärferes Bild ergäbe sich vermutlich, wenn wir anstelle der Gesamtgehalte z. B. die zitronensäure-lösliche Fraktion des Phosphors verwenden würden, da sie die nachlieferbare Phosphormenge besser widerspiegelt. Die dafür nötigen Aufschlüsse sind aber bisher nicht im Programm der BZE enthalten.

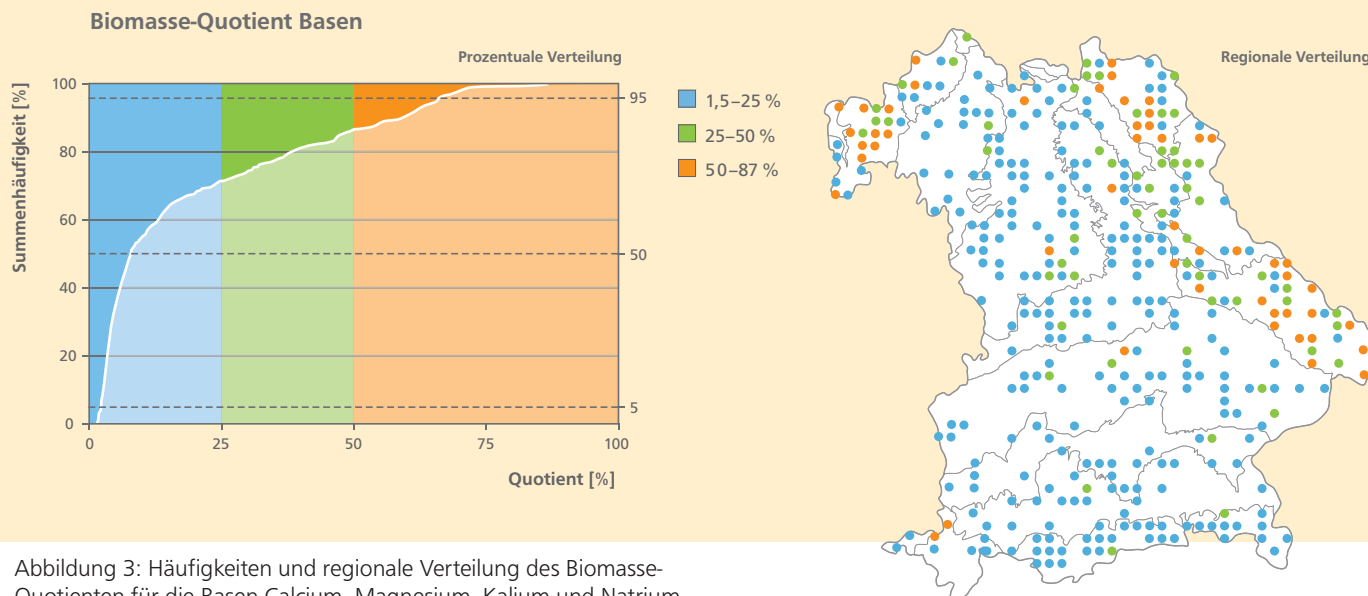


Abbildung 3: Häufigkeiten und regionale Verteilung des Biomasse-Quotienten für die Basen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium

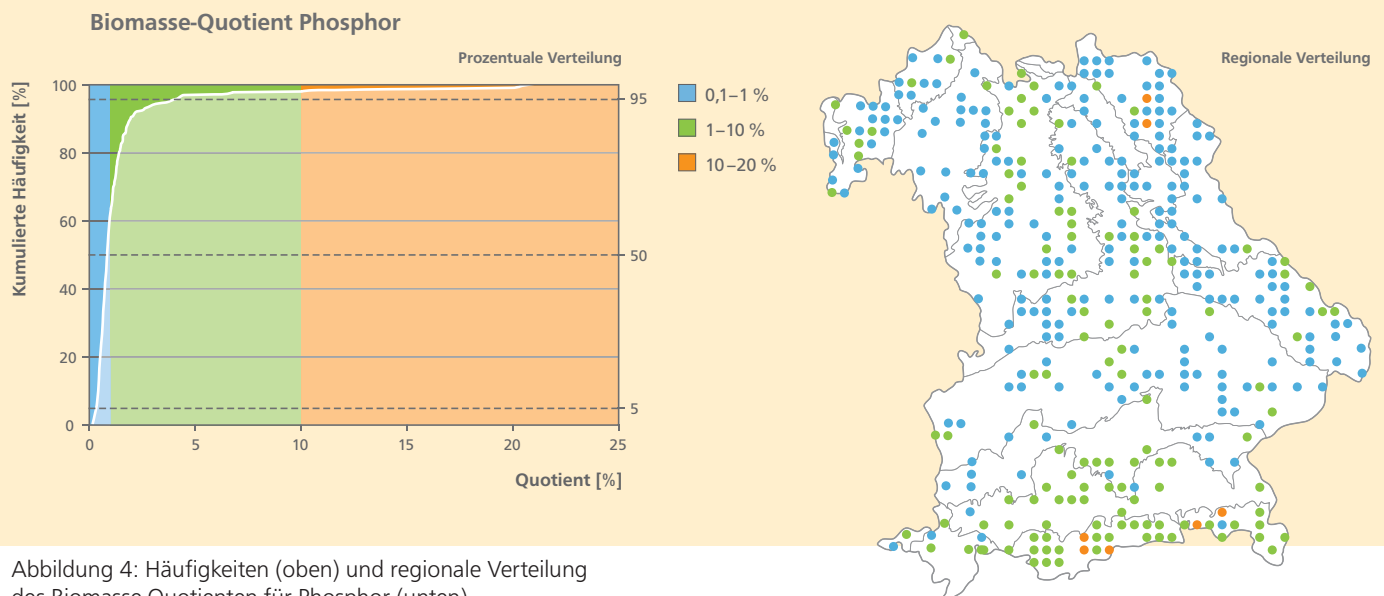


Abbildung 4: Häufigkeiten (oben) und regionale Verteilung des Biomasse-Quotienten für Phosphor (unten)

Maß und Mitte

Die beiden bewerteten Biomasse-Quotienten der Basen einerseits und des Phosphors andererseits lassen sich nach dem Minimumprinzip kombinieren. Die Überschreitung des jeweils geringeren Schwellenwertes entscheidet für die Zuordnung zu den Risiko-Klassen der Biomassequotienten. Für Bayern ergibt sich die in Abbildung 5 dargestellte Häufigkeitsverteilung. Bezogen auf die vorhandenen Basen- und Phosphorvorräte ist auf über 50 Prozent der Waldfläche Zurückhaltung bei der Biomassenutzung angezeigt, um langfristig keine Nährstoffverluste zu erleiden. In der Klasse des mittleren Risikos (41 Prozent der Waldfläche) ist eine Holznutzung in vollem Umfang möglich, die Nutzung der übrigen Biomasse sollte gesteuert werden. In der Klasse des hohen Risikos (15 Prozent der Waldfläche) sollte man im Interesse der dauerhaften Erhaltung der Produktionskraft des Waldbodens auf die Nutzung von Ästen, Reisig und Blättern besser verzichten. Hier sollte auch das Reisig nach der Ernte im Bestand verteilt verbleiben und nicht als Armierung der Rückegassen dienen. Die Option, die besonders nährstoffreiche Rinde als Ernterückstand im Wald zu belassen, besteht im Gegensatz zu früher faktisch nicht mehr, da kaum mehr Holz im Bestand entrindet wird.

Allgemein gilt, dass andauernde starke Nutzung von Biomasse dem Waldboden große Mengen Streu als für die Humusbildung notwendiges Ausgangsmaterial entzieht (Kölling et al. 2007). Waldböden können nur dann »funktionieren«, wenn die Anlieferung neuer Streu den ständigen Abbau von Humus laufend wieder ausgleicht. Bei normaler Holznutzung verlassen 60 bis 65 Prozent des in der Umtriebszeit gespeicherten Kohlenstoffs den Wald und stehen für die Humusbildung nicht mehr zur Verfügung. Humus ist aber für den Waldboden ein wichtiges Fruchtbarkeitsmerkmal. Am Humus hängt zu großen Teilen sowohl die Wasser- als auch die Nährstoffverfügbarkeit (Schubert, S. 11–14 in diesem Heft).

Um sich eine breite Palette zukünftiger Nutzungsmöglichkeiten zu erhalten, ist es daher wichtig, sich über Art und Menge der Biomassenutzung Gedanken zu machen. Die Folgen einer Übernutzung des Nährstoffkapitals der Waldböden kann man bis heute an den Auswirkungen der Streunutzung beobachten. Anhaltende übermäßige Biomassenutzung führt früher oder später zu Mindererträgen. Düngungen zum Ausgleich der Übernutzungen sind keine echte Lösung des Problems. Zum einen sind Düngungen teuer, zum anderen können sie kaum die langsame stetige Freisetzung der Nährstoffe aus der Streu ersetzen. Völlig unmöglich ist es, mit Hilfe technischer Maßnahmen die Humusverluste auszugleichen. Hier gibt es zum teilweisen Verbleib der Ernterückstände im Bestand keine Alternative.

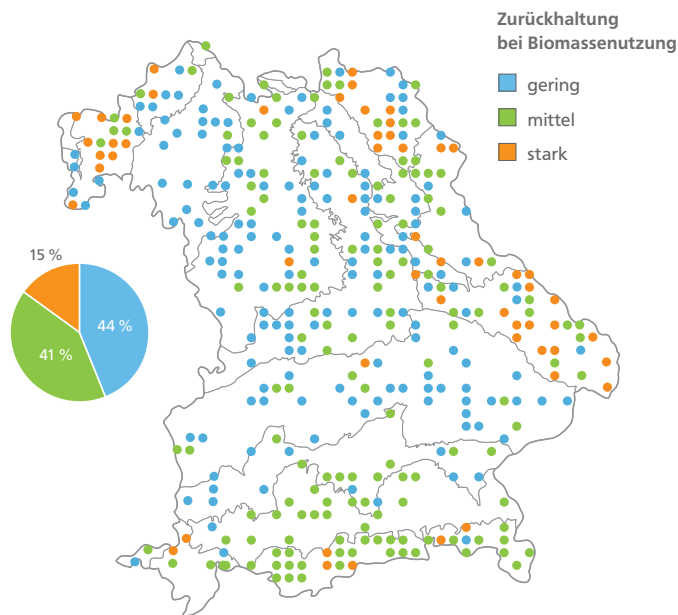


Abbildung 5: Häufigkeit und regionale Verteilung der drei Klassen der Biomassenutzungsmöglichkeiten in Bayern, Kriterium ist die Schonung der Bodenvorräte an Basen und Phosphor.

Die halbe Wahrheit?

In dem hier anhand der Daten der BZE dargestellten Ansatz, der auf der Schonung der Vorräte austauschbarer Basen und Phosphor sowie auf der Pflege der Humusvorräte beruht, bleibt bei der Beurteilung des Basenhaushalts die nachschaffende Kraft der Böden ausgespart. Aus der Verwitterung der Minerale gewinnt der Boden laufend Basen hinzu und kann deshalb unter bestimmten Voraussetzungen Verluste kompensieren. Ebenso enthalten Niederschlag und Stäube Basen. Auch Verluste auf Grund von Auswaschung sind hier nicht berücksichtigt. So wünschenswert es sein mag, sich mittels genauer Bilanzierung der Ein- und Austräge der Schwelle der nachhaltigen Biomasse zu nähern (Ettl et al. 2007; Göttlein et al. 2009; Weis et al. 2009), so unbefriedigend ist im Moment noch die Bestimmung der Raten der einzelnen Prozesse des Stoffhaushalts. Mit fortschreitender Erkenntnis kommt man hier künftig sicher zu einer verbesserten Bestimmung der Schwellenwerte für eine nachhaltige Biomassenutzung. Vorräte und Raten hängen jedoch vermutlich oft zusammen, auch bei verbesserter Datenlage wird sich wahrscheinlich kein grundsätzlich anderes Bild über die für eine Biomassenutzung kritischen Standorte ergeben.

Vom Punkt zur Fläche

Punktkarten wie in Abbildung 8 sind hilfreich, wenn man sich aus der Vogelperspektive über Problemregionen der Biomassenutzung informieren will. Dem Wirtschaftler vor Ort helfen sie herzlich wenig bei der Entscheidung, welche Mengen er hier und jetzt nachhaltig nutzen kann, ohne die Substanz anzugreifen. Es ist daher vorgesehen, die notwendige Berücksichtigung der Basen- und Nährstoffvorräte bei der Biomassenutzung in die gegenwärtig an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft entwickelten neuen Standortskarten (»Karten für die Zukunft«) zu integrieren (Kölling, S. 7–8 in diesem Heft). Das Ergebnis wären dann flächenscharfe Informationen auf Bestandesebene. Wenn auch gegenwärtig noch die lokalen Informationen fehlen, legen die Stichprobenergebnisse der BZE allerdings nahe, bereits heute nach dem Vorsorgeprinzip Zurückhaltung zu üben, wenn Zweifel über die Höhe des nachhaltig möglichen Nutzungspotentials bestehen.

Literatur

- Arbeitskreis Standortserkundung (2003): *Forstliche Standortaufnahme: Begriffe, Definitionen, Kennzeichnungen, Erläuterungen*. Hrsg.: Arbeitskreis Standortserkundung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung. IHW-Verlag, Eching bei München, 352 S.
- Ettl, E.; Weis, W.; Göttlein, W. (2007): *Holz verbrennt, Asche bleibt. Konsequenzen für die stoffliche Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung in Bayern*. AFZ/Der Wald 32, S.74–77
- Göttlein, A.; Ettl, R.; Weis, W. (2009): *Approaches for the assessment of nutrient sustainability for different intensities of forest utilization*. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 128: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp128-12.pdf>, S. 467–467
- Glatzel, G (1991): *The impact of historic land use and modern forestry on nutrient relations of Central European forest ecosystems*. Fertilizer Research 27, S. 1–8
- Kölling, C.; Göttlein, A.; Rothe, A. (2007): *Energieholz nachhaltig nutzen. Biomassenutzung und Nährstoffentzug*. LWF aktuell 61, S. 32–36
- Kreutzer, K. (1979): *Ökologische Fragen zur Vollbaumernte*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 98, S. 298–308
- Meiwes, K.J.; Asche, N.; Block, J.; Kallweit, R.; Kölling, C.; Raben, G.; v. Wilpert, K. (2008): *Potenziale und Restriktionen der Biomassenutzung im Wald*. AFZ/Der Wald 63, S. 598–603
- Ulrich, B. (1981): *Destabilisierung von Waldökosystemen durch Biomassenutzung*. Forstarchiv 52, S. 199–203
- Weis, W.; Göttlein, A.; Rothe, A.; Kölling, C.; Häusler, W.; Seifert, T. (2009): *The impact of site characteristics on the nutritional sustainability of wood production and harvesting*. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 128: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp128-12.pdf>, S. 482–482

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Christian.Koelling@lwf.bayern.de

Heavy Metal in Bayerns Wäldern

Verteilung und Problematik von Schwermetallen in Waldböden

Alfred Schubert

Unter die im Rahmen der BZE 2 analysierten umweltwirksamen Elemente fallen auch mehrere Schwermetalle. Einige dieser Spurenelemente wie z. B. Kupfer und Zink sind essentielle Nährelemente, wirken aber bisweilen in hohen Konzentrationen toxisch. Blei und Cadmium dagegen sind für Lebewesen ab bestimmten Dosierungen und Einwirkungszeiten immer giftig. Die Eigenschaften dieser Schwermetalle unterscheiden sich und ihre Wirkung hängt nicht nur von der Konzentration ab.

Schwermetalle sind in allen Waldböden vorhanden. In Abhängigkeit von den geologischen Ausgangssubstraten, der Bodenbildung und den vom Menschen verursachten Einträgen können die Konzentrationen allerdings stark schwanken. Die einzelnen Schwermetalle zeigen daher in den Waldböden Bayerns meist charakteristische Verteilungen mit entsprechenden Tiefengradienten. Die Konzentrationen der Elemente Chrom und Nickel steigen z. B. meist vom Oberboden zum Unterboden hin an. Die Elemente Kupfer und Zink weisen in der Regel keinen Horizontbezug auf. Dagegen finden sich für Blei und Cadmium bis auf wenige Ausnahmen die höchsten Konzentrationen in den obersten Bodenhorizonten (Suttner et al. 1998).

Waldböden sind im Gegensatz zu intensiv genutzten Böden sehr naturbelassen. Stoffe, auch Schwermetalle, werden auf und in die Waldböden im Allgemeinen nur über den Luftpfad eingetragen. Die großen Oberflächen der Baumkronen wirken zusätzlich als Filter. Waldböden sind daher hervorragende »Weiser« für die Belastung mit Luftschadstoffen (Fiedler und Rösler 1988). Besonders bei der Betrachtung von Problemstoffen nehmen Böden eine zentrale Stellung ein. Sie besitzen auf Grund ihrer physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften die Fähigkeit, Stoffe zu filtern, zu speichern, umzuwandeln und abzubauen (Scheffer und Schachtschabel 1998).

Blei

Blei ist in der Regel im Vergleich zu anderen Schwermetallen von relativ geringer Toxizität, mit Ausnahme spezieller bleiorganischer Verbindungen. Der mittlere Bleigehalt der Ausgangsgesteine der Bodenbildung liegt bei 15 Milligramm pro Kilogramm (mg/kg), mit einer Spanne von 2 bis 60 mg/kg bei den unterschiedlichen Gesteinen Deutschlands. In den Böden liegt Blei in unterschiedlichen Bindungsformen mit unterschiedlicher Löslichkeit vor. Sie hängt zusätzlich vom pH-Wert ab. Blei ist im Wesentlichen sowohl stark an Eisen-, Aluminium- und Manganoxide adsorbiert als auch im Humus in metallorganischen Komplexen festgelegt. Die Löslichkeit des Bleis steigt im Boden bei sinkenden pH-Werten (ab pH-Werten unter 4,5) und bei reduzierenden Verhältnissen (Stau-

nässe). Insgesamt ist Blei jedoch als sehr träge gegenüber Lösung und Verlagerung einzustufen. Erst bei sehr niedrigen pH-Werten und hohen Konzentrationen nehmen Pflanzen Blei auf (Scheffer und Schachtschabel 1998). Kritisch sind Oberbodenhorizonte mit überdurchschnittlichen Bleigehalten, pH-Werten kleiner vier, geringem Tongehalt und vor allem mit sehr geringem Humusanteil.

Die Bleikonzentrationen aus der BZE 2 sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Abbildung zeigt die Werteverteilungen über der Bodentiefe, beginnend bei der Humusaufgabe bis zum Unterboden/Ausgangsgestein. Die Mittellinie bildet den Tiefengradienten der Mediane in den einzelnen Bodentiefen ab. Gesäumt wird die Linie von den Wertebereichen zwischen 25 Prozent und 75 Prozent sowie 5 Prozent und 95 Prozent. Die Extremwerte sind als Punkte abgebildet. Die höchsten Werte finden sich im O_h-Horizont der Humusaufgabe. Die Werte nehmen sowohl nach oben (L- und O_e-Horizont der Humusaufgabe) als auch nach unten bis zu einer Tiefe von 60 cm hin ab und bleiben dann bis zu einer Tiefe von etwa 150 cm auf demselben Niveau. Diese Art der Tiefenverteilung zeigt, dass sich die vergleichsweise hohen Bleikonzentrationen in den Auflagen nicht mit den Bleigehalten des geologischen Ausgangs-

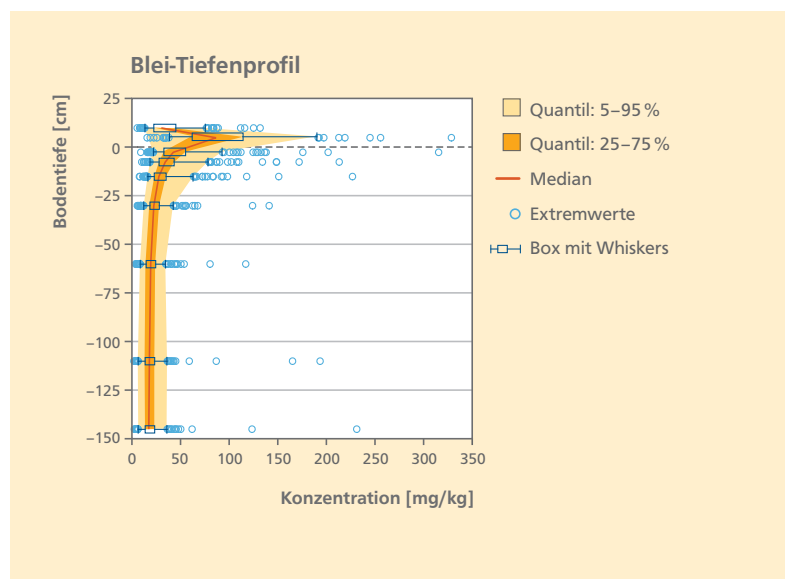


Abbildung 1: Tiefenprofil der Bleikonzentration

materials erklären lassen. Der überwiegende Teil des Bleis im Oberboden muss daher aus Einträgen stammen. Sie gelangen direkt oder anhaftend an den Oberflächen der fallenden Blätter und Nadeln auf die Bodenoberfläche. Die Streu wird im L- und O_f-Horizont relativ rasch abgebaut, das Blei reichert sich dann in den darunterliegenden Tiefenstufen in Abhängigkeit vom Humusgehalt an. Dort ist es an einem überwiegenden Teil der Inventurpunkte derzeit dauerhaft gebunden. Da die Bleieinträge dank der Luftreinhaltepolitik der letzten Jahre und Jahrzehnte gegenüber den sechziger und siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts stark zurückgingen, werden die Konzentrationen vor allem in der ersten Tiefenstufe in Zukunft weiter abnehmen. Ein Vergleich mit älteren Boden- und Blatt/Nadeldaten der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) wie z. B. der Waldbodeninventur (WBI = BZE 1) und des Bodendauerbeobachtungsprojekts (BDF; unveröffentlicht) gibt dazu erste Hinweise (Gulder und Kölbl 1993; Schubert 2002).

Cadmiumkonzentrationen

Im Gegensatz zu Blei ist Cadmium bereits in geringen Konzentrationen ein toxisches Element. Die mittleren Cadmiumgehalte der Ausgangsgesteine der Bodenbildung liegen bei 0,05 bis 0,1 mg/kg. In der gleichen Größenordnung liegen auch die Cadmiumgehalte unbelasteter Böden in Deutschland. Ebenso wie Blei ist Cadmium im Boden an mineralischen Komponenten adsorbiert und in organischen Komponenten komplexiert und damit teilweise festgelegt. Die Löslichkeit von Cadmium steigt bei abnehmendem pH-Wert wesentlich stärker als bei Blei (schon bei pH-Werten unter 6,5). Zudem sind Bindung und Festlegung im Bodenumus deutlicher ausgeprägt als an den mineralischen Bodenkomponten. Insgesamt liegen bei Cadmium in Waldböden wesentlich höhere pflanzenverfügbare Anteile vor als bei Blei. Die Pflanzen nehmen bei zunehmender Konzentration zusätzlich Cadmium

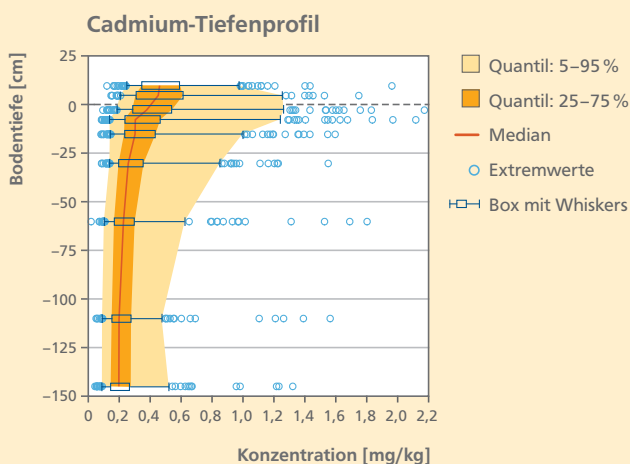


Abbildung 2: Tiefenprofil der Cadmiumkonzentration

Hackschnitzel-Heizungen im Überblick



Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) hat eine aktualisierte Auflage der »Marktübersicht Hackschnitzel-Heizungen« herausgegeben. Die deutlich erweiterte Marktübersicht umfasst etwa 260 Modelle von 26 Kesselherstellern in den Leistungsbe- reichen von elf Kilowatt bis zu circa zwei Megawatt. Die Hackschnitzel-Heizungsmodelle werden in Typenblättern detailliert vorgestellt. Zusätzlich

finden sich Informationen zur Hackschnitzelerzeugung und -bereitstellung, zur Anlagentechnik und zum aktuellen Stand der europäischen Normung von Holz- hackschnitzeln. Die Emissionsanforderungen der Kleinf Feuerungsanlagenverordnung für Holzfeuerungen mit Leistung bis ein Megawatt sind ebenfalls berücksichtigt und erläutert. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sowie umfangreiche Adresshinweise runden die Marktübersicht ab.

Die Marktübersicht Hackschnitzel-Heizungen ermöglicht einen von den Herstellern strikt unabhängigen, neutralen Überblick über die aktuelle Marktsituation. Sie bietet eine wertvolle Entscheidungshilfe bei der Planung einer neuen oder umzustellenden Wärmeversorgung.

fnr

Die Publikation kann unter www.fnr.de (Mediathek) kostenlos bestellt, aber auch heruntergeladen werden.

auf. Das Element gehört auf Grund dieser Eigenschaften hinsichtlich der Verfügbarkeit und Verlagerung zu den mobilsten Schwermetallen (Scheffer und Schachtschabel 1998).

Abbildung 2 zeigt die Cadmiumkonzentrationen in Abhängigkeit von der Bodentiefe. Auch hier nehmen die Gehalte an Cadmium von den Oberbodenhorizonten hin zu den Unterbodenhorizonten ab, allerdings nicht so ausgeprägt wie bei Blei. Zudem sind die Gehalte der Mediane in den obersten beiden Horizonten der organischen Humusaufgabe nahezu identisch. Das gleiche gilt für die Gehalte in den beiden untersten Tiefenstufen. Dieser Befund deutet darauf hin, dass ähnlich wie bei Blei die höheren Konzentrationen in den Auflagen und den Oberböden auf Einträge über die Luft zurückzuführen sind. Diese Verteilung ist bei Cadmium allerdings weniger deutlich ausgeprägt. Im mineralischen Oberboden fallen auch relativ zahlreiche Extremwerte auf, die deutlich über den Medianwerten der Verteilung liegen. Diese Werte stammen von Inventurpunkten, deren Böden aus Kalk- und Dolomitgesteinen entstanden sind. Das betrifft die bayerischen Wuchsgebiete Frankenalb, Oberpfälzer Jura und Alpen, hier vor allem das Berchtesgadener Land. Eine tendenzielle Abnahme der Cadmiumgehalte in den Auflagehorizonten wie bei Blei ist in der Werteverteilung der Auflagen nur schwach ausgebildet. Die

Zeitreihe der Cadmiumgehalte der Blätter und Nadeln aus dem BDF-Projekt (unveröffentlicht) zeigt über die Laufzeit hinweg zwar eine Abnahme, die aber bei weitem nicht so ausgeprägt ist wie bei Blei. Ein Grund ist sicherlich die wesentlich höhere Pflanzenverfügbarkeit von Cadmium gegenüber Blei. Deshalb befindet sich ein Teil des Cadmiums im Kreislauf Boden–Pflanze–Streu–Boden. Insgesamt gesehen liegen die Cadmiumkonzentrationen in den Waldböden Bayerns überwiegend in einer durchschnittlichen Größenordnung.

Insgesamt geben die Resultate der BZE 2 zu Schwermetallen in Bayerns Waldböden, hier dargestellt an den Beispielen Blei und Cadmium, einen guten Ein- und Überblick über die bayerischen Verhältnisse. Ein Vergleich mit älteren Arbeiten der LWF (WBI und BDF) weist auf Veränderungen hin, wie sie bei den Bleikonzentrationen in den humosen Auflagehorizonten besonders deutlich sind. Dies verdeutlicht die zentrale Funktion der Humusfraktion in den Böden. Ein verstärkter Abbau des Humusvorrats in den Böden wirkt sich massiv auf ihre physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften aus.

Liebig und die Bodenfruchtbarkeit

Der deutsche Chemiker Justus Freiherr von Liebig (* 12. Mai 1803; † 18. April 1873) gilt als Vater der Agrikulturchemie. Sein Werk »Die Grundzüge der Agricultur-Chemie mit Rücksicht auf die in England angestellten Untersuchungen« ist 1840 erschienen. Aus der zweiten Auflage stammt folgendes Zitat, das auf ein grundlegendes Problem der landwirtschaftlichen Landnutzung hinweist:



Zeichnung: wikipedia

»In den Producten des Feldes wird in den Ernten die ganze Quantität der Bodenbestandtheile, welche Bestandtheile der Pflanzen geworden sind, hinweggenommen und dem Boden entzogen; vor der Einsaat ist der Boden reicher daran als nach der Ernte; die Zusammensetzung des Bodens ist nach der Ernte geändert. ... Nach einer Reihe von Jahren und einer entsprechenden Anzahl von Ernten nimmt die Fruchtbarkeit der Felder ab. Beim Gleichbleiben aller übrigen Bedingungen ist der Boden allein nicht geblieben was er war; die Aenderung in seiner Zusammensetzung ist die wahrscheinliche Ursache seines Unfruchtbarwerdens«.

Die Entfernung der Ernteprodukte vom Acker führt zur Abnahme der Bodenfruchtbarkeit. Die praktische Folge dieses Erkenntnis war die Einführung der mineralischen Düngung in der Landwirtschaft. In der Forstwirtschaft reagiert man auf die Erkenntnisse Liebig's eher mit einer Beschränkung der Ernteentzüge als mit Düngung. Im Gegensatz zur Landwirtschaft ist es in der Forstwirtschaft sehr schwer, die Ernährung der Waldbestände über Mineraldünger sicherzustellen.

kölling

ten aus. Blei und Cadmium würden aus ihren stabilen Bindungsformen freigesetzt und in tiefere Bodenhorizonte, in ungünstigen Fällen bis ins Grundwasser, verlagert werden.

Mit Vergleichsdaten des Bayerischen Geologischen Landesamtes (jetzt Landesamt für Umwelt, LfU) zu Schwermetallkonzentrationen (Suttner et al 1998) bietet sich die Chance, zusätzliche Informationen zu Bodensubstraten und Regionen Bayerns zu erhalten. Außerdem ermöglichen diese Vergleiche die Zuordnung der Werte zu den verbindlich festgelegten Konzentrationsbereichen für Problemstoffe. Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung zum Bundes-Bodenschutz-Gesetz weist hier Vorsorgewerte, Prüfwerte und Maßnahmenwerte mit den jeweiligen Vorschriften aus (BMU 1998; BMU 1999).

Literatur

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1998): *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG)*. BGBl. I, S. 502

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1999): *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)*. BGBl. I, S. 1.554

Fiedler, H.-J.; Rösler, H.-J. (1988): *Spurenelemente in der Umwelt*. 1. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart,

Gulder, H.-J.; Kölbl, M. (1993): *Waldbodeninventur in Bayern*. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 132

Kreutzer, K.; Foerst, K.; Gulder, H.-J. (2001): *Forstliche Wuchsgebietsgliederung Bayerns*. 2. Auflage, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising

Scheffer, F.; Schachtschabel, P. et al (1998): *Lehrbuch der Bodenkunde*. 14. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

Schubert, A. (2002): *Bayerische Waldboden-Dauerbeobachtungsflächen – Bodenuntersuchungen*. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 187

Suttner, T.; Außendorf, M; Martin, W (1998): *Hintergrundwerte anorganischer Problemstoffe in Böden Bayerns*. GLA Fachberichte, Bayerisches Geologisches Landesamt, München

Alfred Schubert bearbeitet im Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« den Fachbereich »Bodendauerbeobachtung, Bodeninventur, Bodenzustandserhebung (BZE 2)«. Alfred.Schubert@lwf.bayern.de

Bayerns Waldböden in gutem Zustand

Ein erstes Fazit aus den Ergebnissen der zweiten bundesweiten Bodenzustandserfassung im Wald (BZE 2)

Franz Brosinger

Die ersten Ergebnisse der Zweiten Bodenzustandserfassung (BZE 2), die in diesem Heft vorgestellt werden, zeichnen für Bayern ein grundsätzlich positives Bild: Die bayerischen Waldböden sind weit überwiegend in einem hervorragenden Zustand. Dies ist nicht nur ein Erfolg des vorsorgenden Bodenschutzes im Rahmen einer naturnahen Forstwirtschaft, sondern auch der bayerischen Umweltvorsorgepolitik, insbesondere im Bereich der Luftreinhaltung. Unsere Waldböden bieten somit weiterhin eine optimale Grundlage für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder und den Erhalt der gesellschaftlich wichtigen Waldfunktionen, wie beispielsweise der Sicherung der Trinkwasserversorgung.

Die BZE 2 liefert uns – auf Grund einer gegenüber der ersten Inventur etwas veränderten Vorgehensweise – erstmals für Bayern einen landesweiten Überblick über den Zustand der Waldböden. An 372 repräsentativen Punkten wurde diesmal der Boden bis zu einer Tiefe von 150 Zentimetern untersucht. Zusätzlich wurden Blatt- und Nadelproben der aufstockenden Bäume entnommen und analysiert. Dieses buchstäblich »tief-schürfende« Vorgehen erlaubt vollkommen neue Einblicke in den bodenchemischen Zustand der Waldböden.

Gute bodenchemische Verhältnisse

Auf drei Viertel der Waldfläche in Bayern finden wir sehr gute bodenchemische Verhältnisse vor. Bis in größere Tiefen finden die Waldbäume ausreichend Nährstoffe und die Böden sind so wenig versauert, dass keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden müssen. Nur ein Viertel der Wälder stockt auf natürlicherweise versauerten Böden, die arm an Calcium und Magnesium sind. Sie sind auf die Regionen Nordwest- und Ostbayerns beschränkt. Diese Erkenntnis ist grundsätzlich nicht neu, sie beruht auf Grund der umfassenden Analysen nunmehr aber auf fundierter Grundlage. Wie die Nadel- und Blattanalysen im Rahmen der BZE 2 belegen, kommen jedoch selbst auf diesen eher armen Böden Nährstoffmangelerscheinungen nur in geringem Umfang vor, so dass Ausgleichsmaßnahmen nur in Ausnahmefällen notwendig sind.

Ein Vergleich mit den Daten der BZE 1 (siehe Kasten) zeigt, dass sich der Säurestatus in den Oberböden in den letzten 20 Jahren leicht verbessert hat. Dies kann im Wesentlichen als ein Erfolg der Luftreinhaltungspolitik der letzten Jahrzehnte gewertet werden: Die Säureinträge in den bayerischen Wäldern (insbesondere SO_2) sind deutlich zurückgegangen. Dies bestätigen auch die Messungen an den bayerischen Waldklimastationen. Auch bei den Schwermetallen (z. B. Blei und Cadmium) sind derzeit keine Belastungen erkennbar, von denen eine Gefahr für die Waldböden und damit für das Trinkwasser ausgehen könnte.

Diese Ergebnisse bestätigen den bayerischen Weg bei der Bodenschutzkalkung: Eine flächige Kalkung ist aus oben ge-

nannten Gründen nicht notwendig. Die Maßnahme wurde und wird daher nur auf hinsichtlich des Bodenzustands und der Ernährungssituation kritischen Standorten gefördert. Die Gesundheit unserer Wälder und Waldböden soll, neben einer weiteren Reduktion der Luftschadstoffe, vor allem durch eine möglichst naturnahe Forstwirtschaft sichergestellt werden. Aufbauend auf den Daten der BZE wurde eine landesweite Kalkungskulisse neu entwickelt, die die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten als Basis für die finanzielle Förderung der Bodenschutzkalkung verwenden.

Waldböden als bedeutender Kohlenstoffspeicher

Waldböden spielen eine bedeutende Rolle als Kohlenstoffspeicher und leisten damit einen wichtigen Beitrag zum globalen Klimaschutz. Erstmals erlauben die Ergebnisse der BZE auch eine Abschätzung der Größenordnung, in der die Waldböden Kohlenstoff speichern. Der so ermittelte durchschnittliche Kohlenstoffvorrat von rund 140 t/ha ist beträchtlich: Bayerns Waldböden speichern insgesamt 350 Millionen Tonnen Kohlenstoff oder umgerechnet 1,3 Milliarden Tonnen CO_2 . Zusammen mit dem Kohlenstoff in den Waldbäumen (umgerechnet circa eine Milliarde Tonnen CO_2) gehören Bayerns Wälder damit zu den größten Kohlenstoff-Pools in Deutschland!

Diese Kohlenstoffvorräte in den Böden zu erhalten und nach Möglichkeit zu erhöhen ist nicht nur für den Klimaschutz von hoher Bedeutung, sondern auch für die Waldbewirtschaftung. Kohlenstoff ist als Bestandteil des Bodenumus von zentraler Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit als Quelle und Speicher für Nährstoffe und Wasser.

Bodenschutz als Zukunftsaufgabe

Im Rahmen einer naturnahen Forstwirtschaft spielt daher der Bodenschutz eine wichtige Rolle. So dienen z. B. standortgemäße Mischbestände mit hohen Laubholzanteilen, bodenschonende Holzernteverfahren und die Vermeidung von Kahlflächen dem Aufbau und dem Erhalt hoher Bodenumusvorräte.

Ein besonderes Augenmerk ist in diesem Zusammenhang auf die in letzter Zeit veränderten Holzernteverfahren und der verstärkten Biomassenutzung zur Holzenergiegewinnung zu werfen. Diese können auf nährstoffarmen Standorten zu übermäßigen Kohlenstoff- und Nährstoffausträgen aus den Wäldern führen und damit die Bodenfruchtbarkeit mindern. Im Interesse einer gleichbleibenden Leistungsfähigkeit und Produktionskraft der Waldböden kann es daher notwendig sein, abhängig vom jeweiligen Standort bei der Biomassenutzung Zurückhaltung zu üben. Dies liegt sowohl im Eigeninteresse des Waldbesitzers als auch im öffentlichen Interesse des Bodenschutzes. Mit der BZE können hinsichtlich der Biomassenutzung besonders problematische Standorte identifiziert werden. Um dem Bewirtschafter konkrete flächenbezogene Hinweise geben zu können, müssen diese Ergebnisse jedoch regionalisiert und auf den örtlichen Standort bezogen werden. Laufende Projekte zur Überarbeitung der Standortskartierungen an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft bieten dafür gut geeignete Ansatzmöglichkeiten.

Wie bereits aus früheren Forschungsarbeiten bekannt ist, weisen auch die Ergebnisse der BZE darauf hin, dass auf einem Teil der Waldstandorte in Bayern erste Anzeichen einer Stickstoffsättigung vorliegen. So ist an manchen Standorten mittlerweile Nitrat im Bodensickerwasser nachweisbar. Trotz hoher Stickstoffeinträge und zunehmender Gefährdung können aber die Wälder ihre Wasserschutzfunktionen bis auf weiteres noch erfüllen. Auch kann ihre Pufferwirkung durch einen Waldumbau hin zu laubholzreicheren Beständen in gewissem Umfang erhöht werden. Dennoch bleibt festzuhalten, dass nur

eine wirksame Reduzierung der Stickstoffemissionen eine nachhaltige Sicherung der Wasserqualität in unseren Wäldern gewährleisten kann.

Umfassende Datenbasis für weitere Untersuchungen

Die zweite Bodenzustandserfassung im Wald liefert umfangreiches und wertvolles Datenmaterial. Die Beiträge in diesem Heft stellen einen ersten Überblick über die Ergebnisse dar. Weitere umfassende wissenschaftliche Veröffentlichungen werden folgen. Interessante Ergebnisse sind insbesondere durch die Verschneidung mit Daten aus anderen Messreihen zu erwarten, da die BZE in das umfassende Netz des forstlichen Umweltmonitorings in Bayern eingebettet ist wie der Bundeswaldinventur und der Kronenzustandserfassung. So können beispielsweise differenzierte Aussagen zu den Auswirkungen eines veränderten Niederschlagsregimes und erhöhter Temperaturen auf den Wasserhaushalt der Waldböden getroffen werden. Dies ist von erheblicher Bedeutung für die Entwicklung von Baumartenempfehlungen unter Berücksichtigung des Klimawandels. Die Ergebnisse der BZE tragen damit auch dazu bei, die Strategien für die Waldbehandlung auf eine solide Grundlage zu stellen.

Franz Brosinger leitet das Referat »Waldbau und Nachhaltigkeits-sicherung« im Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Franz.Brosinger@stmelf.bayern.de

Was hat sich zwischen den Jahren 2008 und 1987 getan?

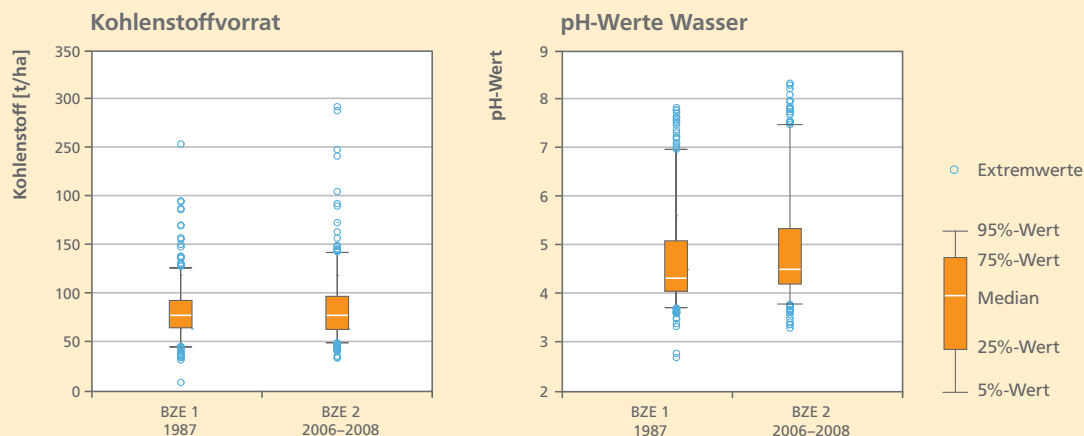
Vergleiche zwischen den Ergebnissen der in diesem Heft vorgestellten BZE 2 (2006–2008) und der Waldbodeninventur BZE 1 aus dem Jahr 1987 sind nur eingeschränkt möglich, weil die erste Inventur auf Bodentiefen bis 30 cm beschränkt war. Außerdem fand zwischen den zwei Inventurzeitpunkten eine Verlagerung des Netzes statt. Man kann demnach für beide Zeitpunkte nur Eigenschaften des Oberbodens gegenüber stellen und kann den Vergleich nicht paarweise, sondern nur kollektiv durchführen. Für die Analyse zeitlicher Veränderungen stehen

uns in Bayern die Netze der Dauerbeobachtung (Bodendauerbeobachtungsflächen und Waldklimastationen) zur Verfügung. Hier sind die Orte, an denen man immer am gleichen Objekt Bodenveränderungen exakt erforschen kann.

Beispielhaft stellen wir aus den zwei Datensätzen der BZE 1 und BZE 2 den Vergleich der Kohlenstoffvorräte und des pH-Werts vor. In der linken Grafik erkennt man, dass sich innerhalb des Beobachtungszeitraums von zwei Jahrzehnten der Medianwert von rund 78 t C/ha nicht verändert hat.

Bei der BZE 2 wurden geringfügig mehr hohe Vorratswerte beobachtet, die Verteilung der Werte ist schief.

Bei den pH-Werten sehen wir im Unterschied zu den Kohlenstoffvorräten eine kleine Veränderung. Die pH-Werte, gemessen in destilliertem Wasser, haben sich leicht erhöht. Der Median der zweiten Inventur ist um etwa 0,2 pH-Einheiten gegenüber der ersten Inventur nach oben gewandert und mit ihm der überwiegende Teil des Probenkollektives.





IM GESPRÄCH

Netzwerker und Mittler

Seit einem Jahr leitet Heinrich Förster die Geschäftsstelle des Zentrums Wald-Forst-Holz

Heinrich Förster im Gespräch mit Florian Mergler

Im April 2009 übernahm Heinrich Förster die Leitung der Geschäftsstelle des Zentrums Wald-Forst-Holz. Dies gibt Gelegenheit, einen Blick auf das zurückliegende Jahr zu werfen, aber auch den Blick nach vorne zu richten auf aktuelle Geschehnisse und zukünftige Planungen.

Waldforschung aktuell: Herr Förster, Sie sind seit über einem Jahr als Geschäftsführer am Zentrum Wald-Forst-Holz. Ich denke, dies ist ein geeigneter Anlass, einen Blick zurück zu werfen auf das vergangene Jahr.

Heinrich Förster: Ja, ich bin seit letztem Sommer Geschäftsführer des ZWFH – eine spannende Aufgabe, die ich sehr gerne übernommen habe.

Das Zentrum brachte in den letzten Jahren einige bedeutende Initiativen auf den Weg, insbesondere im Jahr 2008 die »Regionalen Waldbesitzertage«, die »Gemeinsame Erklärung der Bayerischen Staatsregierung und der forstlichen Verbände und Vereine in Bayern« als Weihenstephaner Erklärung zu Wald und Forstwirtschaft im Klimawandel. Diese Initiativen unterstützt die Geschäftsstelle auch künftig.

An der Entwicklung und Präsentation des Klimaholzwürfels im August 2009 war ich als Geschäftsführer maßgeblich beteiligt. Seit 1. Januar 2010 hat die Geschäftsstelle auch das Marketing dieses Klimaholzwürfels übernommen. Die Ringvorlesung »Kohlenstoffspeicher Wald« im Winterse-

mester 2009/10, an der neben Professoren des Zentrums unter anderem auch Prof. Dr. Hans-Werner Sinn vom ifo-Institut für Wirtschaftsforschung als Referent teilnahm, sowie die Waldbesitzertage im letzten Jahr in Volkach, Eichstätt und Eggenfelden mit über 10.000 Besuchern waren ein großartiger Erfolg.

Lassen Sie mich nochmals auf den Beginn Ihrer Tätigkeit als Geschäftsführer des Zentrums zurückkommen. Wie kommt ein Forstmann, der den Wald und die Natur liebt und den Kontakt ins Grüne sucht, dazu, sich in die Aufgaben als Geschäftsführer des Forstzentrums zu stürzen?

So abwegig ist das gar nicht. Ich leitete zuletzt die Servicestelle für Öffentlichkeitsarbeit, Holzmarketing und Waldpädagogik der Bayerischen Forstverwaltung für die Regierungsbezirke Ober- und Mittelfranken. Bereits auf dieser Stelle konnte ich schon die Erfahrung machen, dass auch außerhalb des Waldes sehr viel Gutes für den Wald erreicht werden kann. Das ist durchaus ein schönes Erlebnis für einen, der den Wald liebt, wie Sie es gerade formulierten.

Abbildung 1: Heinrich Förster (li.) im Gespräch mit Dr. Rudolf Freidhager (BaySF)



Foto: ZWFH

Was reizt Sie besonders an Ihrer Aufgabe hier in Weihenstephan?

Die Möglichkeiten als Impulsgeber der Zentrumspartner etwas zu bewegen und die Chance als Dienstleister bei der Realisierung von Ideen maßgeblich beteiligt zu sein. Ich sehe die Geschäftsstelle und mich als Netzwerker und Mittler zwischen dem Zentrum und der Außenwelt.

Welche kurzfristigen Ziele verfolgen Sie für die nächsten 365 Tage?

Am 27. August veranstalten wir mit den forstlichen Vereinen und Verbänden den zweiten Waldtag Bayern mit dem Thema »Vom Nutzen des Waldes in schwierigen Zeiten«. Vier Regionale Waldbesitzertage in Roggenburg, Bayreuth, Schwandorf und Oberthulba stehen an, die im September und Oktober voraussichtlich wieder viele tausend Besucher anziehen werden. Selbstverständlich planen wir wieder eine Ringvorlesung im Wintersemester 2010/11. Im Internationalen Jahr der Wälder werden wir zu verschiedenen Themen initiativ tätig werden und die Zentrumspartner sowie die Forstverwaltung unterstützen.

Die Umsetzung der Strategie des Zentrums hat begonnen. Die Schwerpunkte für das Zentrum hat der Koordinierungsrat abgesegnet, d.h. wir können sie gedanklich in unsere Aktivitäten einbringen.

Dies sind einige der wichtigsten Projekte die ich hier nennen möchte.

Welche Herausforderungen sehen Sie auf das Zentrum zukommen?

Das Zentrum muss die Möglichkeiten, die die Partnerschaft zwischen der Technischen Universität München, der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft bieten, in einer wahrscheinlich rückläufigen Förderkulisse konsequent nutzen. Wir werden den Blick über Bayern hinaus werfen. Das Zentrum Wald-Forst-Holz muss verstärkt in Europa bekannt werden.

Uns muss es gelingen, das Zentrum in Wissenschaft, Politik, Praxis und Öffentlichkeit als *die Marke* für Wald, Forst und Holz von Bayern bis Brüssel zu etablieren. Am Zentrum Wald-Forst-Holz darf kein Weg vorbeiführen.

Wo – glauben Sie – wird sich wohl das Zentrum in zehn Jahren befinden?

Genau dort, wo es sein kann, wenn es die Herausforderungen gemeistert hat, als europaweit bekannter Standort für Wald, Forst und Holz, an dessen Kompetenz man sofort denkt, wenn es um diesen Themenkomplex geht.

Herr Förster, vielen Dank für das interessante Gespräch.

Das Interview führte Florian Mergler, Redaktion »Waldforschung aktuell«

AUS DEM ZENTRUM WALD-FORST-HOLZ

Ausstellung »DenkMal im Wald« im Landtag



Foto: ZWFH

Reinhold Bocklet, 1. Vizepräsident des Bayerischen Landtags, eröffnete Anfang Juni im Bayerischen Landtag die Ausstellungsreihe »DenkMal im Wald! Kultur in der Natur«. Bei der Ausstellung handelt es sich um ein Gemeinschaftsprojekt des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan, des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege und des Vereins für Nachhaltigkeit.

Der Titel der Ausstellung soll zum Nachdenken und Innehalten anregen. Der Besucher soll sich in der Ausstellung des Reichtums an Geschichte bewusst werden, der in den heimatlichen Wäldern schlummert. Alle Zeiten – von den Kelten bis zu den Kreuzrittern – haben einzigartige Spuren und Zeugnisse im Wald hinterlassen. Das Besondere: Im Wald kann jeder diese Denkmale jederzeit an ihrem Originalstandort besichtigen. Darauf will die Ausstellung Lust machen. Sie präsentiert daher auf eindrucksvollen Tafeln eine Fülle dieser Kulturgüter, die in den Waldgebieten Bayerns liegen und deren älteste über 30 Baumgenerationen überlebt und mehr als 100 Menschengenerationen unbeschadet überstanden haben. Heute drohen ihnen jedoch besondere Gefahren, auf die die Ausstellung auch aufmerksam macht. Raubgräber und unsachgemäßer Maschineneinsatz bei der Holzernte können diese uralten kulturellen

Schätze innerhalb weniger Stunden unwiederbringlich zerstören. Dann verliert Heimat Geschichte und Geschichte Substanz. Am besten geschützt sind die oft unscheinbaren Denkmale dann, wenn viele Menschen die Zeugnisse ihrer heimatlichen Geschichte kennen. Denn nur was man kennt, schätzt man und nur was man schätzt, schützt man.

Wie sanft und bodenschonend moderne Forstwirtschaft auch mit großen Maschinen arbeiten kann, wird anhand eines zweimal zwei Meter großen »Waldmodells« veranschaulicht. red

Die Ausstellung »DenkMal im Wald« wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens entwickelt, das vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Forstverwaltung) finanziell gefördert wurde.

Europa transparent – Durchblick im Förder-Dschungel

Potentiellen Antragstellern aus dem Zentrum die vielfältigen Beratungs- und Unterstützungsmöglichkeiten zu EU- und sonstigen Förderanträgen aufzuzeigen, war das Ziel der Informationsveranstaltung »Europa transparent – Durchblick im Förder-Dschungel« am 22. Juni 2010, für die die Geschäftsstelle Referenten des European Forest Institute (EFI), der Forest-based Sector Technology Platform (FTP), des EU-Büros der TUM und der Bayerischen Forschungsallianz gewinnen konnte. Zusätzlich berichteten erfolgreiche Antragsteller aus dem Zentrum über ihre Erfahrungen.

enders

Alle Referate können per E-Mail bei Dr. Gerhard Enders angefordert werden: gerhard.enders@forstzentrum.de

Baumartenvielfalt in Weihenstephan



Foto: K.-H. Häberle

Die 2009 eingeweihte »Dendrospirale« auf dem Campus Weihenstephan ist in einem stetigen Wandel begriffen. Um die forstlichen Ausbildungsstätten der TU München, der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft herum wurden Baum- und Straucharten kartiert und in einem Faltblatt zum Mitnehmen vorgestellt. Damit können Studenten direkt vor der Hörsaalüre ebenso wie interessierte Besucher die charakteristischen Merkmale vergleichen und unterscheiden lernen.

Wenn wie im Frühjahr 2010 alte Gebäude neuen weichen und die Campus-Zufahrt neu geordnet wird, lassen sich Eingriffe in die Grünpflanzungen nicht vermeiden. Einige Arten, die, wie beispielsweise die Gleditschie, nur mit wenigen Exemplaren ver-

treten waren, sind deshalb vorerst aus der Dendrospirale verschwunden. Auf der anderen Seite sind die im Zentrum Wald-Forst-Holz zusammengeschlossenen Einrichtungen ständig bemüht, die Artenzahl mit noch fehlenden einheimischen oder eingebürgerten Arten zu erhöhen.

Am 17. April 2010 pflanzten zum Zeichen der Verbundenheit zwischen der Stadt Freising und der Technischen Universität München der Freisinger Oberbürgermeister Dieter Thalhammer und der Dekan des WZW, Prof. Dr. Gerhard Wenzel, gemeinsam in der Nähe der Mensa eine Sommerlinde. »Baum der Weisheit« nannte sie der Dekan in seiner launigen Ansprache. »Subtil« stellte Professor Matyssek vom Lehrstuhl für Ökophysiologie der Pflanzen anschließend diese Baumart vor und ging auch auf die kulturhistorische Bedeutung als Dorfmittelpunkt und Baum der Gerichtsbarkeit ein.

Auf die Initiative von TUM-Studenten des internationalen Masterstudiengangs »Sustainable Resource Management« geht die Pflanzung einer großen Grauerle am Beginn des Sommersemesters 2010 zurück (Foto). Die Studierenden wünschten sich, zu Beginn ihres Studiums einen »Jahrgangsbäumchen« zu setzen, den sie in den nächsten Jahren umsorgen und gedeihen sehen können und mit dem sie ein sichtbares Andenken hinterlassen, wenn sie ihr Studium abgeschlossen haben werden. Wenn es glückt, könnte sich daraus eine nette Tradition entwickeln, die die Dendrospirale bereichert.

Gespräche laufen, dass auch die geplanten Neupflanzungen nach Abschluss der Baumaßnahmen dazu genutzt werden, ungewöhnliche Gehölze anzusiedeln. Verschiedene Nussarten aus den Gattungen *Carya*, *Juglans* und *Pterocarya* könnten das Bild bereichern, ebenso kommen noch viele Eichen- und Ahornarten in Frage. Rechtzeitig vor den Dendrologie-Prüfungen Ende Juli ließ die TUM-Verwaltung neue Schilder drucken, die die in die Karte eingetragenen Exemplare jeder Art leichter auffinden lassen. Viele kleine Maßnahmen tragen dazu bei, dass sich der Campus zum Arboretum entwickelt, ganz ohne zusätzliche Platzansprüche.

häberle

Vom Studentenprojekt zur Wärmeversorgung

20 Studenten der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf haben auf einer Versuchsfeldfläche des Lehrbetriebs Zurnhausen eine Kurzumbetriebsplantage konzipiert. Die Anpflanzung entsteht im Rahmen des Fachs Energiepflanzenproduktion im Studiengang »Management erneuerbarer Energien« und mit Unterstützung der beiden Landesanstalten für Landwirtschaft sowie für Wald und Forstwirtschaft.

Für den kurzen Umtrieb eignen sich nur bestimmte Baumarten. Sie sollen schnell wachsen und Masse liefern. Außerdem müssen sie fähig sein, nach der Ernte aus dem Wurzelstock wieder auszutreiben. Nach bisherigen Erfahrungen kann die Holzplantage »etwa 30 Jahre lang auf hohem Niveau genutzt werden«, sagt der Energieholzexperte der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Prof. Dr. Stefan Wittkopf. In den kommenden vier Jahren werden Studenten der Hochschule jeweils weitere 2.000 Quadratmeter planen und bepflanzen. Auf diese Weise entsteht nach fünf Jahren ein Hektar Energiewald. Nach diesem Zeitraum sollen die Pappeln des ersten Teilstücks zum ersten Mal genutzt und als Hackschnitzel im Holzheizwerk der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf verbrannt werden. Mit dem Holzheizwerk werden zukünftig die Gewächshäuser der Forschungsanstalt für Gartenbau mit Wärme versorgt. Das verdeutlicht einmal mehr die Ausbildung der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg: Vom Acker bis zur Steckdose respektive »vom Acker zum Wohle der Tomaten«, resümierte Präsident Prof. Hermann Heiler, reicht das Studienangebot der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Pro Jahr wird von der Fläche eine Erntemenge von 20 Tonnen Biomasse erwartet. Das entspricht einem Energieäquivalent von circa 5.000 Litern Heizöl. Nach der Ernte treiben die Pappeln wieder aus und können nach fünf Jahren erneut geerntet werden. Das Prinzip hinter dem Energiewald lautet: »Einmal begründen, mehrmals ernten«.

red

Waldbesitzertage starten in die Regionen



Foto: ZWFH

Mit dem Veranstaltungskonzept der »Bayerischen regionalen Waldbesitzertage« wollen die Veranstalter die Waldeigentümer für die Forstwirtschaft, Holznutzung und die Forsttechnik sensibilisieren und allen Aktiven der Branche eine Plattform bieten. Die Initiative aus dem Zentrum Wald Forst Holz Weihenstephan und der Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern wird von den örtlichen Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Zusammenarbeit mit den örtlichen Selbsthilfeeinrichtungen der Waldbesitzer organisiert.

Es wird ein abwechslungsreiches Tagesprogramm mit Ausstellungen, praxisnahen Vorträgen, Gerätevorführungen und Aktionen rund um das Thema Wald und Holz geben. Die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten organisieren Aussteller und ein Programm, das von Vorführungen von Forstmaschinen über Vortragsreihen und Exkursionen bis zu waldpädagogischer Kinderbetreuung reicht.

Auf einem »Marktplatz« stellen Unternehmen aus der Forst- und Holzbranche sowie die örtlichen Selbsthilfeorganisationen der Waldbesitzer (FBGs/WBVs) an Informationsständen ihre Angebote vor. Ein wichtiger Beitrag wird durch die Partnerschaft mit der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft erzielt, indem gezielt deren Mitglieder eingeladen werden. Dadurch kann die besonders interessante Zielgruppe der Klein- und Kleinstwaldbesitzer speziell angesprochen werden. In 2008 erstmalig initiiert, konnten im Jahr 2009 bereits der 40.000te Besucher begrüßt werden. red

Termine 2010

Schwaben – Roggenburg: 12. September
 Oberfranken – Bayreuth: 19. September
 Oberpfalz – Schwandorf: 9./10. Oktober
 Unterfranken – Oberthulba: 17. Oktober

Südafrika zu Gast am Zentrum Wald-Forst-Holz



Foto: ZWFH

Dr. Ben du Toit und Dr. Thomas Seifert von der Universität Stellenbosch auf einer Versuchsfläche im Bayerischen Wald

Der Klimawandel macht vor Landesgrenzen nicht halt. Um ein umfassendes Verständnis der Wirkung des Klimawandels auf unsere Wälder zu erhalten und Anpassungsstrategien entwickeln zu können, sind Regionen überschreitende Kooperationen dringend notwendig.

In diesem Zeichen stand der Besuch der südafrikanischen Kollegen am Zentrum Wald-Forst-Holz. Der gegenseitige Informationsaustausch über länderspezifische Besonderheiten beim Klimawandel sowie über Forschungsansätze und laufende Forschungsarbeiten standen im Vordergrund. Im Rahmen eines gemeinsam durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem National Research Fund, Südafrika finanzierten Kooperationsprojekt organisierte der Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München einen Workshop. Wissenschaftler der Universität Stellenbosch, der Universität Göttingen, der Technischen Universität München sowie des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung, Garmisch-Partenkirchen spannten dabei in einer Vortragsreihe den Bogen vom Verständnis der Ressourcenverteilung in Abhängigkeit von Standortfaktoren über Modellierungsansätze bis hin zur Integration von Forschungsergebnissen in forstplanerische Prozesse. Gerade aus bayerischer Sicht erscheint eine Betrachtung südafrikanischer Standorte sinnvoll, da in einigen Regionen bereits klimatische Verhältnisse herrschen, die künftig auch bei uns eintreten können. Auch wenn diese sicher nicht eins zu eins übertragbar sind, lassen sich aus den dortigen Wachstumsreaktionsmustern hilfreiche Hinweise zur Entwicklung von Anpassungsstrategien ableiten. uhl

BaySF stellt regionales Naturschutzkonzept vor

Am 28. Juli 2010 stellte das Unternehmen Bayerische Staatsforsten (BaySF) ihr regionales Naturschutzkonzept für den Forstbetrieb Freising der Öffentlichkeit vor.

In den Räumen der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) bekräftigte Vorstand Reinhardt Neft die Stellung des Naturschutzes für die BaySF. Klaus Huschik (BaySF) erläuterte das Naturschutzkonzept des Unternehmens, anschließend präsentierte Dr. Alfred Fuchs, Leiter des Forstbetriebs Freising, das regionale Feinkonzept für seinen Forstbetrieb.

Da der Forstbetrieb acht Landkreise abdeckt, war das Interesse der betroffenen Vertreter von Verbänden und Behörden sehr groß. Die anschließende Diskussion mit 70 Teilnehmern war geprägt von Wohlwollen, Erwartungen und Kooperationsbereitschaft. Die LWF im Zentrum Wald-Forst-Holz stellte für die Veranstaltung einen angemessenen Rahmen dar, wie Abteilungsleiter Winfried Drexler in Vertretung des Präsidenten der LWF betonte. red

Das Zentrum auf der INTERFORST



Foto: T. Bosch

Rund 50.000 Besucher aus 80 Ländern bot sich auf der INTERFORST 2010 die Möglichkeit, den neuen Messestand des Zentrums Wald Forst Holz Weihenstephan bei seiner ersten Präsentation zu erleben. Der außergewöhnlich gute Besuch des im neuen Corporate Design gestalteten Standes zeigte, dass sich das Publikum sehr positiv angesprochen fühlte. Insbesondere die persönliche Studienberatung von TUM und HWST sowie die Erläuterungen der LWF-Mitarbeiter zu den Klimarisikokarten fanden große Resonanz. Abgerundet wurde das Standangebot mit Informationsblöcken zu *waldwissen.net*, zum Projekt WINALP, zum Zentrum selbst sowie durch Sonderinformationen für Waldbesitzerinnen. förster

Saat und Pflanzen

Nachrichten aus dem Amt für Saat- und Pflanzenzucht



FORSTGENETIK

Grünerle, Wildapfel & Co.

ASP beteiligt sich an bundesweiter Erfassung seltener und gefährdeter Baumarten

Gerhard Huber und Andreas Wurm

In einem vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz finanzierten Projekt werden derzeit die Vorkommen der seltenen Baumarten in Deutschland erfasst. Das Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht koordiniert bundesweit die Kartierung von Grünerle, Grauerle und Traubenkirsche. Zusätzlich wurde das ASP damit beauftragt, alle Vorkommen von Wildapfel und Wildbirne in den bayerischen Wäldern zu kartieren und zu dokumentieren.

Als »selten« werden Baumarten bezeichnet, wenn sie mit weniger als einem Prozent an der Waldfläche vertreten sind. Allerdings ist die Häufigkeit der Vorkommen deutschlandweit gesehen sehr verschieden und weist regionale Besonderheiten auf. Die Grünerle (*Alnus viridis*) beispielsweise gehört zu den Krummholzgebüsch der Alpen und besiedelt dort vor allem Standorte über 1.600 Meter Meereshöhe, die Wildobst-Arten dagegen bevorzugen meist die wärmeliebenden, kollinen und



Abbildung 1: Typisches Grünerlen-Krummholzgebüsch auf der Gotzenalm bei Berchtesgaden

submontanen Laubwälder. Wildapfel (*Malus sylvestris*) und Wildbirne (*Pyrus pyra-ster*) gelten nach bisherigem Kenntnisstand in Bayern als äußerst selten und in ihrem Bestand gefährdet. Für die Vorkommen der Wildobst-Arten ist zudem abzuklären, ob es sich um die reinen Wildformen handelt oder ob Zuchtsorten eingekreuzt sind. Bestandsbildende Grauerlen-Auwälder gehören hingegen in Südbayern entlang der Alpenflüsse häufig zur natürlichen Vegetation. Im nordbayerischen Raum ist die Grauerle (*Alnus incana*) der Silberweiden-Weichholzaue beigemischt und weitaus seltener.

Die bedeutendsten Vorkommen werden nach der Kartierung mit genetischen Methoden (DNS, Isoenzym) analysiert, um die genetische Vielfalt und die Unterschiede zwischen den Baumpopulationen herauszufinden. Zusammen mit der ermittelten Altersstruktur, Vitalität und Verjüngungsintensität der Populationen sollen Schlussfolgerungen für die mittelfristige Erhaltungswürdigkeit am jeweiligen Standort



Foto: G. Huber

Abbildung 2: Blütentraube einer Traubenkirsche

abgeleitet und weitere Generhaltungsmaßnahmen auf den Weg gebracht werden.

Die Vorkommen werden mit einer bundeseinheitlichen Aufnahmemethode erfasst, die bereits erfolgreich bei der Schwarzpappel-Kartierung eingesetzt wurde. Die so erhobenen Daten aus den Bundesländern werden in die zentrale Baumarten-Datenbank des Bundesamtes für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) eingespeist und mittels geografischer Informationssysteme ausgewertet. Die Kartierung der Vorkommen in Bayern hat im Juni 2010 begonnen und soll bis Herbst 2011 abgeschlossen werden.

Mithilfe erwünscht!

Hinweise zu Vorkommen der Wildobst-Arten sowie bestandesbildender Populationen der Traubenkirsche und Grauerle bitten wir dem ASP mitzuteilen.

Kontakt

Projektleiter: Gerhard Huber
gerhard.huber@asp.bayern.de
Telefon: 08666 | 9883-22 oder -0
Mitarbeiter: Andreas Wurm
andreas.wurm@asp.bayern.de

Forstliche Genbank in Bayern



Das »Konzept zur Erhaltung der forstlichen Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland« zeigt eine Reihe von Maßnahmen auf, die helfen sollen, den Genbestand repräsentativ zu sichern. Dabei wird zwischen »in-situ«-Maßnahmen und »ex-situ«-Maßnahmen unterschieden. Bei ersteren werden die Genressourcen direkt vor Ort gesichert, bei den ex-situ-Maßnahmen werden stets die gefährdeten Ressourcen an einen anderen Ort ausgelagert. In solchen Fällen wird z. B. Saatgut geerntet und unter kontrollierten Bedingungen langfristig eingelagert, in der Regel in Forstgenbanken. Die Gründung der Forstgenbank in Bayern geht auf einen Beschluss des Bayerischen Landtags vom 22. Juni 1989 zurück. Darin wurde die damalige Landesanstalt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (LASP), heute Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP), mit der Durchführung der ex-situ-Generhaltungsmaßnahmen für Bayern beauftragt. Dazu gehörte auch die Einrichtung einer forstlichen Genbank. Hier werden seit 1991 laufend Teilmengen aus allen regulären Samenernten bei mindestens Halbmast bei Temperaturen von -10 bzw. -20 °C eingelagert. Die Lagerbestände werden in einer Datenbank verwaltet.

Die Keimfähigkeit des eingelagerten Saatgutes wird im Abstand von zwei bis drei Jahren überprüft. Bei überdurchschnittlich starker Abnahme wird die betroffene Saatgutpartie aus der Saatgut-Genbank entfernt. Zurzeit sind 973 Kilogramm Saatgut von 25 Baumarten und 73 Herkünften in der Genbank eingelagert.

krause

Haus- oder Wildkatze? Eine Sache der DNS

Im Rahmen des Bayerischen Wildkatzenmonitoring laufen derzeit am ASP die genetischen Analysen. Als Material werden mit der »Lockstock-Methode« gewonnene Katzenhaare verwendet. Dazu werden raue, mit einem Lockstoff bestrichene Holzlatten ausgebracht, an denen sich die Tiere in Katzenmanier ihre Wangen und Flanken reiben. Die Haare, die an diesen Holzstäben haften bleiben, werden eingesammelt und genetisch analysiert. Um die Wildkatze von der Hauskatze zu unterscheiden wird die DNS aus den Mitochondrien isoliert und sequenziert, d. h. die einzelnen Buchstaben bestimmter DNS-Abschnitte werden »gelesen« und aus einer bestimmten Buchstabenfolge lässt sich auf die Art schließen.

Zusätzlich abgesichert werden die Ergebnisse mit »Mikrosatellitenmarkern« der Kern-DNS. Da diese Genmarker sehr variabel sind, eignen sie sich gut zur Unterscheidung von Individuen. Für jedes Individuum kann man einen eigenen »genetischen Fingerabdruck« herstellen. Mit dieser Methode kann man feststellen,

- ob nur ein oder mehrere Individuen den Lockstock aufsuchten;
- ob ein Individuum an einen Lockstock wiederkehrt;
- ob ein Individuum an verschiedenen Lockstöcken war.

Ebenfalls mittels Mikrosatelliten kann eine vorhandene Hybridisierung von Haus- und Wildkatze festgestellt werden. Statistische Auswerteprogramme erlauben dann, Rückkreuzungen abzuschätzen. Für die genetischen Analysen ist eine hohe Qualität des Probenmaterials notwendig. Zuverlässige Ergebnisse erhält man, wenn wenigstens drei bis fünf Haare eines Individuums vorliegen.

Bisher sind am ASP über 500 Haarproben eingegangen. Derzeit wurden etwa 100 analysiert. Nur bei 25 Individuen wurde der Wildkatzentyp festgestellt. Einige Haarproben stammen weder von Haus-

fussi

Je dicker desto besser?



Die Dicke eines Pappelstecklings beeinflusst die Wüchsigkeit von Pappelpflanzen im ersten Jahr. Das ist das Ergebnis einer Forschungsarbeit im Rahmen des Verbundprojekts FastWOOD, das das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe fördert. Das ASP bearbeitet das Teilprojekt 4 »Sortenprüfung und Anbaueignung vorhandener und neu gezüchteter Schwarz- und Balsampappelklone«.

2009 wurde bei Laufen/Salzach (Oberbayern) der erste Teil eines Pappelsorten-Prüffeldes mit 58 verschiedenen Sorten, darunter Neuzüchtungen aus Frankreich, Belgien und Italien, angelegt. Zu Beginn wurden zwei 20 Zentimeter lange Steckhölzer je Pflanzplatz gesteckt, um mögliche Ausfälle kompensieren zu können. Im darauf folgenden Frühjahr wurden die übrigen Pflanzen entfernt und von ihnen nach Möglichkeit sortenscharf der Durchmesser, die Anzahl der Triebe und die Länge des größten Triebes aufgenommen. Auf diese Weise wurden 630 Stecklinge vermessen. Zwischen dem Durchmesser der Stecklinge und der Triebhöhe ergab sich eine statistisch signifikante Beziehung. Der optimale Stecklingsdurchmesser für den Anwuchserfolg und die Wuchsleistung im ersten Jahr beträgt 20 bis 25 Millimeter. Dickere Steckhölzer zeigten eine geringere Wuchsleistung. Entsprechend früherer Arbeiten von Rohmeder (1957) beeinflussen die Stecklingsdimensionen nur im Anwuchsjahr die Entwicklung.

tubes

AUS DER LANDESSTELLE

Samen für den »Wald von Morgen« Baumschultag 2010



Foto: ASP

So lautete das Motto des 2. Forstlichen Baumschultags in Bayern, zu dem das ASP nach Schwaben und nach Mittelfranken eingeladen hatte. In ihrer Einführung betonte Frau Dr. Konnert, die Leiterin des ASP, dass bei der künstlichen Verjüngung die Weichen für den Wald von morgen bereits bei der Auswahl der Erntebestände und der Saatguternte gestellt werden. Gute Qualität der Erntebäume und hohe genetische Vielfalt im Bestand sind wichtige Kriterien, um hochwertige Pflanzen zur Begründung leistungsfähiger und stabiler Wälder erreichen zu können. Daher wurde dieses Thema gerade im Jahr der Biodiversität bewusst gewählt und fügt sich gut in die Initiative »Forstwirtschaft schafft Leben« der Bayerischen Forstverwaltung.

Die zwei getrennten Veranstaltungen in Aichach (Schwaben) und Sugenheim (Mittelfranken) besuchten über 100 Teilnehmer, darunter Waldbesitzer, Vertreter forstlicher Zusammenschlüsse und Baumschulen sowie Angehörige der Forstverwaltung und der BaySF. In Fachvorträgen und Diskussionsrunden wurden Fragen zur Auswahl und Zulassung von Erntebeständen, dem Erntevorgang an sich, den gesetzlichen Regelungen zur Ernte, der Verbesserung der Herkunftssicherheit und der Behandlung des Saatgutes nach Verlassen des Erntortes erörtert. Die Besichtigung eines Tannen-Erntebestandes mit Erntevorführung rundete das Programm ab. Hier konnten die Teilnehmer die Thematik »am Objekt« diskutieren.

Das ASP bedankt sich besonders bei den Kontrollbeamten für die Organisation und aktive Unterstützung der Veranstaltung.

konnert

Schwarzpappel erfolgreich beerntet



Foto: M. Lucas

Bei der Erfassung der Schwarzpappel in Bayern (2006 bis 2009) wurde auch nach Vorkommen gesucht, die sich auf Grund ihrer Größe und Zusammensetzung für eine Samenernte eignen. Zwei Bestände an der Rott und am Inn wurden nun gemäß dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) zugelassen und in das Bayerische Erntezulassungsregister aufgenommen.

Nach Vermittlung des ASP beerntete die Erzeugergemeinschaft autochthoner Baumarten (EAB) Anfang Juni zum ersten Mal den Schwarzpappel-Bestand bei Bad Birnbach an der Rott. Dabei sammelte ein privater Ernteunternehmer mit Hilfe einer mobilen Hebebühne fast 30 Kilogramm der begehrten Pappelwolle direkt aus der Baumkrone. Da die äußerst kleinen Schwarzpappelsamen keine Keimhemmung besitzen und überaus empfindlich sind, wird direkt nach der Ernte in geeignete Keimssubstrate gesät. Nach der Keimung werden die Sämlinge vereinzelt und, wenn möglich, in Töpfen kultiviert.

Auf Grund der erfolgreichen Beerntung steht erstmals wieder Saatgut dieser selten gewordenen Baumart für die generative Vermehrung zur Verfügung. Zusammen mit dem im Pflanzgarten Laufen vom ASP angelegten Schwarzpappelmutterquartier (vegetative Vermehrung) wurde die Basis geschaffen, in den nächsten Jahren wieder autochthone Schwarzpappelplanzen für Erhaltungsmaßnahmen bereit zu stellen.

huber, lucas

Viel Arbeit für die Saatgutprüfer des ASP



Foto: ASP

Das große Erntevolumen der abgelaufenen Saison 2009/2010 für Forstsaatgut spiegelte sich auch am Probenaufkommen der Saatgutprüfstelle des ASP wider. Zwischen Juli 2009 und Juni 2010 wurden insgesamt 536 Proben eingeschickt. Daraus ergaben sich 1.426 Einzelanalysen, die sich wie folgt aufteilen:

Reinheitsuntersuchung	295
Tausendkornmasse	295
Feuchtegehalt	531
Keimfähigkeitstest	145
Test auf Lebensfähigkeit	160

Den größten Anteil der Partien stellten die Arten, die dem FoVG unterliegen, wie Rotbuche (162 Proben), Eichenarten (96 Proben), Tanne, Douglasie, Ahorn und Fichte (63 bis 41 Proben). Ebenso wurden am ASP Ringversuche mit anderen Saatgutprüfstellen und Untersuchungen für verschiedene Forschungsprojekte durchgeführt. Hier wurden auch seltenere Baumarten wie z.B. Paulownia und Libanonzedern analysiert.

Die Aufbereitung und Einlagerung von ZüF-Proben ist seit Jahren das zweite große Aufgabengebiet der Saatgutprüfstelle. Mit knapp 400 eingegangenen ZüF-Ernten in der abgelaufenen Erntesaison übertraf der Probeneingang den Umfang des bisherigen Spitzenjahres 2006 um 40 Prozent. Insgesamt lagern am ASP über 1.300 Saatgutreferenzproben und mehr als 1.000 Pflanzenproben aus dem ZüF-Verfahren.

jenner

Weihenstephaner Studenten besuchen ASP



Am 10. Juni 2010 besuchten die Studenten des 2. Semesters im neuen Studiengang »Management Erneuerbarer Energien« von der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf das ASP. Randolph Schirmer vom Sachgebiet Energiewald und Feldversuche am ASP leitete die Exkursion der 55-köpfigen Gruppe, die Prof. Dr. Stefan Wittkopf begleitete. Nach einem einführenden Rundgang mit dem Stützpunktleiter Andreas Ludwig durch den Pflanzgarten Laufen/Lebenau wurde den Studierenden die Stecklingsgewinnung von Pappeln für die Anlage von Prüffeldern und Energiewäldern anhand von Mutterquartieren erläutert. Dabei ging Kontrollbeamter Michael Luckas vom ASP besonders auf die rechtlichen Aspekte ein. Im Anschluss stellte Martin Tubes das FastWOOD-Projekt vor. In dem Verbundprojekt mit acht Partnern aus ganz Deutschland, darunter auch das ASP, geht es um die Neuzüchtung von Pappelsorten und die Prüfung der Eignung vorhandener Sorten für Energiewälder.

Nach der Mittagspause führte das Exkursionsprogramm auf den »Vorreiterhof« bei St. Georgen (A). Hier betreibt die Familie Schwarz ein Sortenprüffeld für Pappel unter wissenschaftlicher Begleitung des ASP. Schirmer betonte die Bedeutung und Notwendigkeit der Prüfung von Pappelsorten zum Schutze des Verbrauchers vor massiven Fehlinvestitionen. Besonders interessierten sich die Studenten für die lebhaft vorgetragenen Praxiserfahrungen der Familie Schwarz, deren überdurchschnittliches Engagement maßgeblich zum Gelingen der Sortenprüfung beiträgt.

Trotz großer Hitze war es eine gelungene Exkursion mit positiven Rückmeldungen seitens der Teilnehmer.

tubes

»Agrarholz 2010« in Berlin



Foto: M. Tubes

In Berlin fand am 18./19. Mai 2010 das vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) organisierte Symposium »Agrarholz 2010« statt. Die Teilnahme von 250 Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und der Fachpresse, darunter 70 teils namhafte Unternehmen, zeigt, dass Holz als biogener Energieträger insbesondere vor dem Hintergrund der Klimaschutzziele der Bundesregierung sehr gefragt ist. Die Erkenntnis, dass bis zum Jahr 2020 ein Holzdefizit von 20 bis 40 Millionen Kubikmetern entsteht, prägte die Tagung maßgeblich. Die Fachleute waren sich einig, dass die Problemlösung einerseits in der effizienteren Waldnutzung und Holzbereitstellung liegt und andererseits »die Holzerzeugung auf landwirtschaftlichen Flächen für die ausreichende (Rohstoff-) Versorgung notwendig wird«. Weiterer Forschungsbedarf wurde in der Züchtung leistungsfähiger Sorten, in Fragen des Anbaus und der Standortseignung, in der ökonomischen und ökologischen Bewertung sowie in logistischen und technischen Aspekten gesehen.

In einem der 24 Vorträge stellte unter anderem der Projektkoordinator Dr. Janßen (NW-FVA Hannoversch Münden) das Projekt FastWOOD vor. Das ASP bearbeitet darin das Teilprojekt über die »Sortenprüfung und Anbaueignung vorhandener und neu gezüchteter Schwarz- und Balsampappelklone«.

Unabhängig von dieser Markteinschätzung der Symposiumsteilnehmer stellt sich die Frage, ob bei weiter steigenden Hackgutpreisen von einer Holzknappheit ausgegangen werden kann. Wegen anziehender Marktpreise lohnt es sich für Waldbesitzer, zusätzlich bisher nicht kostendeckendes Schwachholz bereitzustellen.

tubes

Zirbe oder Strobe?

Mit dieser Frage wandte sich ein Schreiner an das ASP. Warum? Er hatte Bretter aus Zirbenholz bestellt, zweifelte aber nach der Lieferung daran und vermutete, dass sie aus Strobenholz waren. Von einer DNS-Analyse am ASP erhoffte er sich Aufklärung.

Im genetischen Labor des ASP konnte genügend DNS aus dem Holz isoliert werden, um ein »genetisches Muster« zu erstellen. Der »genetische Fingerabdruck« mittels »Mikrosatellitengenmarkern« aus der Chloroplasten-DNS erlaubt eine sichere Unterscheidung verschiedener Baumarten. Chloroplasten-DNS ist stark konserviert und verändert sich deshalb im Laufe der Zeit nur sehr wenig. Näher miteinander verwandte Baumarten wie Zirbe und Strobe sind zwar schwieriger zu unterscheiden als z. B. Zirbe und Gemeine Kiefer, die stammesgeschichtlich weiter auseinander liegen. Trotz der großen genetischen Ähnlichkeit gibt es aber einige Genorte, an denen Unterschiede festzustellen sind.

Die Muster der fragwürdigen Bretter wurden mit Referenzproben von Zirbe und Strobe verglichen. Zur großen Überraschung unterschieden sich die Muster des Holzes klar sowohl von den Mustern der Zirbe als auch von denen der Strobe. Noch größer war die Überraschung, als sich zeigte, dass sie weitgehend mit Mustern der Schwarzkiefer und der Gemeinen Kiefer übereinstimmten. Damit war für den Besitzer der Bretter zumindest eines klar: Sein Holz stammte weder von Zirben noch von Stroben.

fussi

Hui und Pfui – nur andersrum

WKS-Witterungsreport: Nach einem kühl-nassen Mai läutete der Juni trotz »Schafskälte« den Sommer ein

Lothar Zimmermann und Stephan Raspe

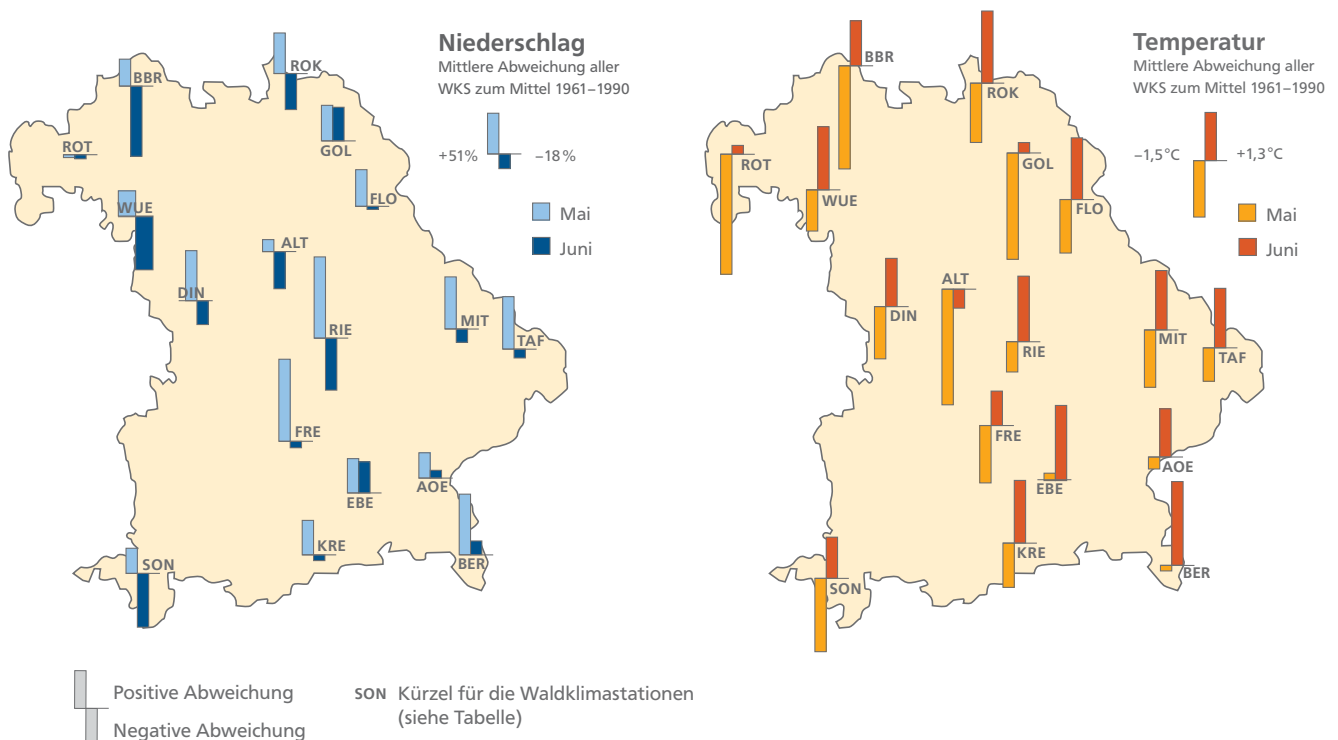
Nach einer alten Bauernregel folgt auf einen warmen April meist ein kühler Mai. So war im Gegensatz zum letzten Jahr heuer der Mai auch um 1,5 Grad kälter als normal. Gleichzeitig fiel etwa die Hälfte mehr Regen. Der Juni begann und endete sommerlich, unterbrochen von einer typischen »Schafskälte«. Im Süden wurde das Niederschlagsoll erreicht, besonders im Nordwesten war es dagegen trocken bei steigender Waldbrandgefahr.

Besonders die heißen Wochen Ende Juni und Anfang Juli ließen uns verklärter an diesen nass-kühlen Mai zurück denken als wir ihn erlebt hatten. Ein »Wohlfühlbereich« für das Wetter ist oft nur schwierig zu definieren. Endlich einmal hochsommerlich wird es uns schnell zu heiß und wir sehnen uns nach einer Abkühlung. Kühlt es dann tatsächlich ab, finden wir es bald zu kalt und zu feucht; auch wenn wir uns zuerst für die Vegetation gefreut haben, dass die Trockenheit vorbei ist, also angesichts der unterschiedlichsten Ansprüche keine leichte Arbeit für Petrus.

Wenig Wonnemonat Mai

»Ist der Mai kühl und nass, füllt's dem Bauern Scheun' und Faß!« Mit dieser Ernteregeln gaben sich die Bauern eigentlich eine gute Prognose. Dabei machte jedoch später die Rekordhitze in den beiden ersten Juliwochen dem einen oder anderen

einen dicken Strich durch die Rechnung. Meteorologisch ausgedrückt bestimmten wechselnde Tiefdruckgebiete den Mai. Nicht nur der 1. Mai fiel besonders im Süden (WKS Kreuth: 24 Liter pro Quadratmeter) wenig arbeitnehmerfreundlich aus, die Tendenz setzte sich während des ganzen Monats fort. Das hatte aber auch sein Gutes, denn für die Vegetation war der Regen nach dem sehr trockenen April bitter nötig. Da der Regen meist nicht als Platzregen fiel, sondern eher als gleichmäßiger Dauerregen, nahm der Boden die Feuchtigkeit auch besonders gut auf. Die Waldbrandgefahr war damit zunächst gebannt. Zur »kalten Sophie« am Ende der Eisheiligen (15.5.) erreichten die Lufttemperaturen noch einmal einen Tiefstand (Mittel der WKS: etwa 4,0 °C), die Nächte blieben allerdings bodenfrostfrei. Danach stiegen die Temperaturen zunächst noch zögerlich, zum Pfingstferienbeginn dann deutlich an (WKS-Mittel 26.5.: 15 °C). Die Kiefer bildete in Freising wegen der kühlen Witterung zu Anfang des Monats ihren Maitrieb erst am 21.5. und damit acht Tage später als im



Mittlere Lufttemperatur und Niederschlagssumme an den Waldklimastationen sowie der Wetterstation Taferlruck

Klimastation	Höhe m ü. NN	Mai		Juni	
		Temp °C	NS l/m ²	Temp °C	NS l/m ²
Altdorf (ALT)	406	8,7	95	14,5	58
Altötting (AOE)	415	11,4	139	16,1	158
Bad Brückenau (BBR)	812	6,3	120	13,3	14
Berchtesgaden (BER)	1500	6,3	232	11,6	193
Dinkelsbühl (DIN)	468	9,4	99	15,2	50
Ebersberg (EBE)	540	10,1	144	14,8	179
Flossenbürg (FLO)	840	7,9	123	14,1	59
Freising (FRE)	508	10,2	133	15,8	104
Goldkronach (GOL)	800	6,3	152	12,7	79
Kreuth (KRE)	1100	6,7	250	12,6	294
Mitterfels (MIT)	1025	7,7	173	13,5	130
Riedenburg (RIE)	475	10,5	109	16,0	69
Rothenkirchen (ROK)	670	7,7	143	14,3	31
Rothenbuch (ROT)	470	7,4	119	14,0	51
Sonthofen (SON)	1170	6,8	207	12,7	261
Taferlruck (TAF)	770	8,6	133	13,3	98
Würzburg (WUE)	330	10,9	81	16,8	27

Die WKS Landau und Zusmarshausen wurden zum 31.12.2009 beendet.

langjährigen Mittel aus, in Würzburg brachte sie es dagegen am 9.5. nur auf zwei Tage Verspätung. Auch die Eichen auf der WKS Würzburg begannen mit der Blattentfaltung nur drei Tage später als üblich. Hier wirkte sich noch der warme April aus ebenso wie bei der Fichte, die einen Tag früher als normal austrieb. Auch an den WKS Altötting und Rothenkirchen brachen die Fichtenknospen vier Tage früher aus als im Mittel der letzten zehn Jahre. Dagegen trieben die Buchen an allen WKS in diesem Jahr deutlich verspätet aus. Mit einer Woche Verspätung begann die Blattentfaltung an den WKS Riedenburg, Rothenbuch und Würzburg am 27.4. An den höher gelegenen WKS in Kreuth und Mitterfels begann der Buchenaustrieb dagegen erst drei Wochen später am 11.5., dies entspricht wiederum einer Verspätung um etwa eine Woche gegenüber dem mehrjährigen Mittel (1999 bis 2009).

Zum Monatsende wurde es wieder unbeständig und nass. Bei einer Exkursion anlässlich der internationalen Tagung der Experten des forstlichen Umweltmonitorings in Garmisch-Partenkirchen (ICP Forests) zur Waldklimastation Kreuth am 30.5. trübten die 12 Liter pro Quadratmeter (l/m²) dank der glücklichen Nutzung von Regenspausen die positive Erinnerung an Bayern nicht. Einen Tag später wäre es dort bei 38 l/m² deutlich schwieriger gewesen, abends einigermaßen trocken aus den Bussen zu steigen.

Die EU fördert die Messungen an den Waldklimastationen seit dem 1. Januar 2009 im Rahmen des Life+ Projektes FutMon.



Auch statistisch gab es an diesem Mai nichts zu beschönigen, er war tatsächlich so unangenehm wie wir ihn in Erinnerung haben. Die Temperatur lag 1,5 Grad unter dem langjährigen Mittel, der Niederschlag erreichte 51 Prozent mehr als normal. Die Spitzenreiter fanden sich diesmal im Nordosten. An den Waldklimastationen in Goldkronach und Rothenkirchen fiel das Doppelte der normalen Regenmenge im Mai. Den geringsten Niederschlag verzeichneten wir im Allgäu an der WKS Sonthofen, die vier Prozent unter dem Soll lag. Im Norden wich die Temperatur am stärksten nach unten ab, an den Waldklimastationen Altdorf, Bad Brückenau, Rothenbuch sowie Goldkronach waren es drei Grad weniger. Auch die Sonne zeigte sich mit circa 100 Stunden circa 40 Prozent weniger als sonst üblich: »Wo viel Regen, dort auch viel Wolken«.

Der Mai 2010 war in Deutschland der kühlfte seit 1991 und einer der kältesten seit Beginn der Messungen. Global lagen die Temperaturen dagegen höher denn je. Wie der amerikanische Wetterdienst NOAA meldete, war dieser Mai der wärmste seit Beginn der Messungen vor 130 Jahren. Die globale Lufttemperatur lag circa 0,7 Grad über dem langjährigen Mittel. Der gesamte Zeitraum von Januar bis Mai war insgesamt wärmer als jemals zuvor in den vergangenen 130 Jahren. Ursache war das pazifische Wetterphänomen »El Niño«, das alle paar Jahre für ungewöhnlich warmes Wasser im tropischen Pazifik sorgt und die Temperaturen weltweit steigen lässt.

»Schafskälte« mit spätem Sommerauftakt

Die ersten Junitage begannen, wie der Mai geendet hatte, kühl und regnerisch. Besonders die ICP-Experten in Garmisch konnten sich voll auf ihre Arbeit im trockenen Sitzungssaal konzentrieren, während draußen im bayerischen Alpenraum sich die Flüsse füllten und teilweise über die Ufer traten. An der WKS Kreuth wurden vom 30.5 bis Fronleichnam (3.6.) 176 l/m² gemessen. Besonders im südöstlichen Alpenraum (Inn, Passau) wurde vielerorts die höchste Hochwassermeldestufe erreicht. Glücklicherweise klangen die flächenhaften Niederschläge dann ab. Vereinzelt bildeten sich am 6.6. noch lokale Gewitter mit Starkregen (WKS Kreuth: 34 l/m²), die jedoch das Fallen der Flußpegel nicht mehr aufhielten. Gleichzeitig schnellten die Lufttemperaturen auf sommerliche Maximalwerte zwischen 25 und 30 °C zum Ende der ersten Juni-Dekade, dabei blieb es regional auch länger trocken. Der Verdunstungsanspruch der Atmosphäre, die »potentielle Verdunstung«, erreichte stationsweise schon den Höchstwert um sieben Liter pro Quadratmeter. In diese schwül-warme Mittelmeerluft drangen Kaltfronten ein, die zu kräftigen Gewittern, verbunden mit einer deutlichen Abkühlung führten, die »Schafskälte« konnte fast schon pünktlich beginnen. Diese Witterungs-Singularität bezeichnet einen häufig auftretenden Kälterückfall, der die zu dieser Zeit frisch geschorenen Schafen frieren lässt. Fallender Luftdruck über dem bereits erwärmten asiatischen Festland und steigender Luftdruck über den Azoren sorgen für die Zufuhr kalter Polarluft aus nördli-



Foto: A. Wagner

Abbildung 1: Vom 29. Mai bis 2. Juni trafen sich in Garmisch-Partenkirchen über 100 Wissenschaftler aus aller Welt anlässlich des 25-jährigen Bestehens des Umweltbeobachtungsprogrammes ICP Forests und besuchten dabei auch die Waldklimastation Kreuth.

chen Breiten. Sie wird auch als europäischer Monsun-Einbruch gedeutet, da sie auf der unterschiedlichen Erwärmung von Land und Meer beruht. Dieser kühle Witterungsabschnitt hielt heuer die zweite Monatsdekade an. Erst mit der letzten Dekade konnte der Hochsommer dann endlich Einzug halten. Die Temperaturen erreichten im WKS-Mittel sommerliche Spitzenwerte um 25 °C bzw. maximal bis 29°C zu Monatsende. In dieser Zeit begann auch die Sommerlinde in Freising und Würzburg etwa um ihr langjähriges Datum zu blühen. Die potentiellen täglichen Verdunstungsraten lagen auf Grund der hohen Temperaturen und der intensiven Einstrahlung (Tagessmittel der Globalstrahlung zwischen 220 bis 300 Watt/m², Tagesspitzen über 1.000 W/m²) zwischen fünf und sieben Litern pro Quadratmeter. Nur vereinzelt ereigneten sich lokale Gewitter. Allein an der WKS Altötting wurde ein stärkerer Gewitterguss am 30.6. mit fast 14 l/m² gemessen, ansonsten blieb es in der letzten Juni-Dekade weitgehend niederschlagsfrei, die Böden begannen auszutrocknen (Raspe und Grimmeisen, S. 48–49 in diesem Heft). Pünktlich zu Monatsende wurde daher in Nordbayern, speziell in Unterfranken, wieder vor der Waldbrandgefahr gewarnt, stellenweise wurde sogar die höchste Warnstufe erreicht. Lichte Kiefernwälder waren besonders gefährdet.

Trotz seines kühl-feuchten Beginns und der »Schafskälte« fiel der Juni an den WKS dank seiner hochsommerlichen ersten und letzten Dekade noch 1,3 Grad wärmer aus als im langjährigen Mittel. Im Mittel regnete es im Juni landesweit nur 18 Prozent weniger als üblich, aber wie schon so oft wurde der Süden reichlicher mit Niederschlag bedacht als der Norden. Viele Waldklimastationen im Alpenraum wiesen etwa ein Drittel mehr Niederschlag auf als normal, dagegen wurden besonders im Nordwesten Bayerns (WKS Würzburg, Rothenbuch, Bad Brückenau, Rothenkirchen) deutliche 65 Prozent

weniger gemessen. Spitzenreiter war Bad Brückenau mit nur 13 Prozent des langjährigen mittleren Juni-Niederschlags, wie auch andere Wetterstationen im Bereich der Rhön zeigten (11–35 l/m²). Der Strahlungsreichtum zeigte sich auch in der Sonnenscheindauer mit 254 Stunden, d. h. circa 28 Prozent mehr als normal.

Nach der Siebenschläfer-Wetterregel (»Das Wetter am Siebenschläfertag sieben Wochen bleiben mag«), deren Gültigkeitsbereich um den 27. Juni beginnt und auf Grund der gregorianischen Kalenderverschiebung in die erste Juliwoche hineinreicht, war heuer die Sommer-Prognose nicht schlecht, wenn sie auch nur, wie wir zum Redaktionsschluss wissen, dreieinhalb statt der versprochenen sieben Wochen anhielt. Doch noch ist der Sommer nicht vorbei und die mittelfristige Witterungsprognose des Deutschen Wetterdienstes, mit Hilfe von 100 künftigen Witterungsentwicklungen per Vorhersagemodell berechnet, sagt mit siebzigprozentiger Wahrscheinlichkeit eine positive Temperaturabweichung für den August voraus. Also hoffen wir auf eine Renaissance des Sommers!

Dr. Lothar Zimmermann und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter im Sachgebiet »Klima und Wasserschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de, Stephan.Raspe@lwf.bayern.de

»Forstwirtschaft schafft Leben«

»Forstwirtschaft schafft Leben« lautet der Titel einer Internet-Plattform. Sie bietet neben Informationen zum Thema »Biologische Vielfalt« zahlreiche Veranstaltungshinweise von Verbänden, Bildungszentren und staatlichen Behörden – von der Entdeckungstour im Tümpel über die Kräuterwanderung bis zur Schnitzeljagd durch den Wald. »Wir wollen deutlich machen, dass unsere nachhaltige, naturnahe Forstwirtschaft in vorbildlicher Weise ökonomische und ökologische Belange vereint«, sagte der Bayerische Forstminister Brunner anlässlich der Vorstellung der Internetseite. Der große Artenreichtum und die vielfältigen Biotope im Wald seien das Ergebnis jahrhundertelanger, verantwortungsvoller Arbeit der Waldbesitzer und Forstleute. Den neuen Internet-Auftritt hat die Bayerische Forstverwaltung gemeinsam mit dem Waldbesitzerverband, dem Bauernverband, dem Unternehmen Bayerische Staatsforsten und dem Zentrum Wald-Forst-Holz konzipiert.

stmelf

Weitere Informationen: www.forstwirtschaft-schafft-leben.de



FORSTWIRTSCHAFT SCHAFFT LEBEN

Hitzesommer ließ Wälder »schwitzen«

Kühlfeuchter Mai bewahrt die Waldböden vor Austrocknung im Juni und Juli

Stephan Raspe und Winfried Grimmeisen

Der kühlfeuchte Mai und hohe Niederschläge zu Beginn des Junis retteten die Wälder vor extremen Trockenstress während der Hitzeperiode im Juni und Juli dieses Jahres. In der über vier Wochen anhaltenden Trockenperiode verbrauchten die Wälder sehr viel Wasser. Die Bodenwasserspeicher reichten jedoch gerade noch aus, um Trockenschäden zu vermeiden. Aber viel länger hätte die Trockenheit nicht andauern dürfen. Die Laubbäume verbrauchten mehr Wasser als die Fichtenbestände.

Unterschiedlicher hätten die Monate Mai, Juni und Juli kaum ausfallen können. Während der kühl-feuchte Mai die Wasservorräte in den Waldböden weiter auf hohem Niveau hielt, wurde es im Juni richtig spannend. Der Sommer hielt ab Mitte Juni Einzug. Eine vierwöchige Trockenzeit mit z.T. extrem hohen Temperaturen begann, die erst Mitte Juli mit heftigen Gewittern und Starkregenereignissen zu Ende ging. In dieser Schönwetterperiode konnten die Bäume zunächst aus dem Vollen schöpfen und bei weit geöffneten Spaltöffnungen ungehemmt transpirieren. Aus dem Rückgang der Wasservorräte im Boden, wie er an den Waldklimastationen (WKS) gemessen wurde, kann auf den Wasserverbrauch der Wälder geschlossen werden. Dabei zeigt sich, dass die Laubbäuser mit täglich 3,2 bis 3,6 Litern pro Quadratmeter (l/m^2) deutlich mehr Wasser verbrauchten als die Fichtenbestände (1,5 bis $2,2 l/m^2$). Auf allen untersuchten Standorten war jedoch am Ende der Trockenperiode noch ausreichend Wasser für 8 bis 24 Tage im Boden vorhanden, so dass akuter Trockenstress gerade noch vermieden wurde.

Bodenwasserspeicher im Mai prall gefüllt

Wie im letzten Heft bereits berichtet (Grimmeisen und Raspe 2010 a), füllten ergiebige Niederschläge die im April bereits deutlich angezapften Bodenwasserspeicher Anfang Mai wieder vollständig auf. Auch im weiteren Monatsverlauf blieb in Süd- und Mittelbayern die kühl-feuchte Witterung bestehen, so dass der Wasserverbrauch der Wälder sich mit der Nachlieferung aus dem Niederschlag die Waage hielt. Die Wasservorräte der Waldböden blieben daher auf sehr hohem Niveau nahezu konstant (Abbildung 1). Doch dabei blieb es nicht. In den ersten Junitagen fielen nochmals heftige Niederschläge, die die Bodenwasservorräte weiter anstiegen ließen. Am 3. Juni wurden daher an allen WKS, an denen die Bodenfeuchte gemessen wird, die höchsten Wasservorräte eines Frühlings seit Beginn der Messungen registriert.

Wasservorrat im gesamten durchwurzelten Boden

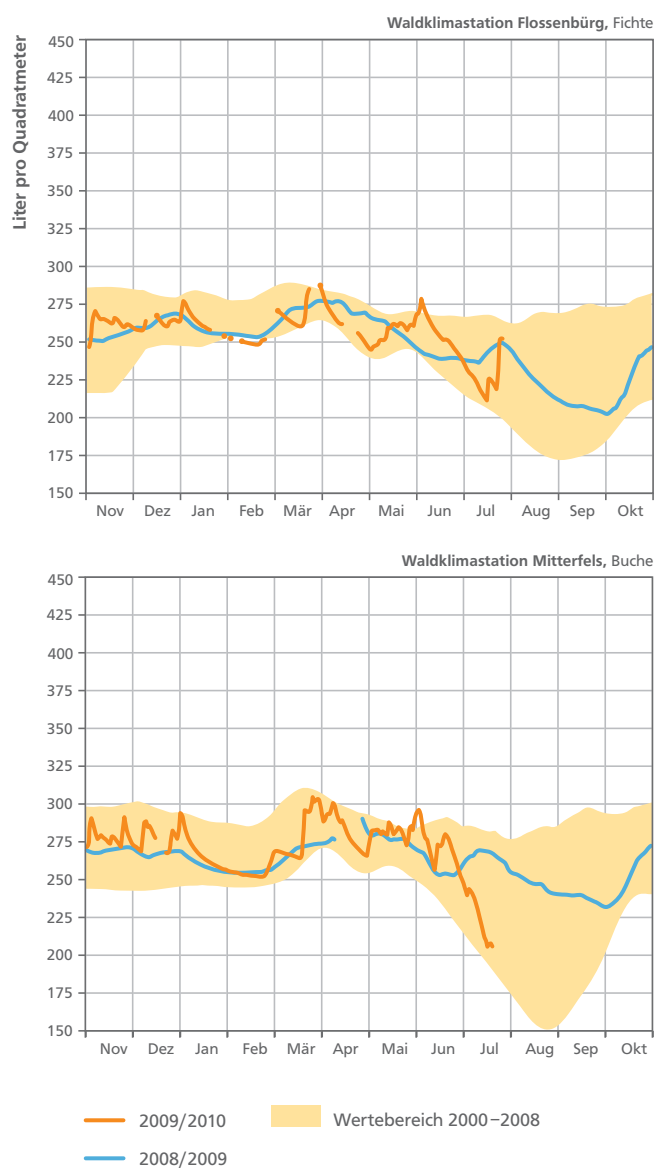


Abbildung 1: Wasservorräte im Gesamtboden an den Waldklimastationen Flossenbürg und Mitterfels

Sehr hoher Wasserverbrauch im Juni

Anschließend begann der Sommer und die Transpiration der Wälder setzte richtig ein. Zehn Tage ging daraufhin die Bodenfeuchte kontinuierlich zurück, bevor mit der einsetzenden Schafskälte Mitte Juni erneute Niederschläge den Rückgang wieder beendeten. Nach dem 18. Juni setzte sich endgültig hochsommerliches Wetter für die nächsten vier Wochen durch. Die immer noch gut gefüllten Bodenwasserspeicher erlaubten es den Waldbäumen, ihre Spaltöffnungen weit geöffnet zu lassen, um optimale Photosynthese betreiben zu können. Dabei verbrauchten die Bäume allerdings viel Wasser, so dass die Wasservorräte in den Waldböden stetig abnahmen. An der WKS Freising sank der Bodenwasservorrat beispielsweise vom 18. Juni bis zum 16. Juli von 366 l/m^2 um fast 100 l/m^2 auf 268 l/m^2 . Das entspricht einem täglichen Wasserverbrauch von $3,5 \text{ l/m}^2$. Erst Mitte Juli endete die extreme Hitzeperiode mit zum Teil sehr heftigen Gewittern und sintflutartigen Niederschlägen. In Ebersberg stieg dadurch der Wasservorrat im Boden innerhalb zweier Tage um 37 l/m^2 .

Laubwälder verbrauchen im Hochsommer mehr Wasser als Nadelwälder

Aus dem nahezu linearen Rückgang der Wasservorräte in den Böden während der vierwöchigen Trockenperiode lässt sich der Wasserverbrauch der Bäume sehr gut berechnen, da in diesem Zeitraum keine oder nur eine zu vernachlässigend geringe Sickerung stattgefunden haben dürfte. Die Wassergehalte im Boden lagen im optimalen Bereich unterhalb der Feldkapazität (Grimmeisen und Raspe 2010 b) und weit oberhalb der Totwassergrenze. Den höchsten täglichen Wasserverbrauch mit $3,6$ bzw. $3,5 \text{ l/m}^2$ hatten die Eichen und Buchen an den WKS Riedenburg und Freising (Abbildung 2). Offensichtlich verbrauchen Fichtenbestände an heißen Sommertagen deutlich weniger Wasser als Laubwälder, denn die Fichten auf der WKS Ebersberg in der Münchener Schotterebene verbrauchten pro Tag nur $2,8 \text{ l/m}^2$, obwohl diese Station nur 38 km von der WKS Freising entfernt auf vergleichbarer Höhenlage liegt. Am wenigsten Wasser verdunsteten die Fichten auf der WKS Flossenbürg im Oberpfälzer Wald. Hier belief sich die tägliche Transpirationsrate nur auf $2,1 \text{ l/m}^2$. Unter den Laubwäldern verdunstete der auf über 1.000 m ü. NN gelegene Buchenbestand an der WKS Mitterfels im Bayerischen Wald am wenigsten Wasser. Hier lag die mittlere tägliche Transpirationsrate bei $3,2 \text{ l/m}^2$. Hätte die trockenheiße Witterung noch eine Woche länger angehalten, wäre der Wasserspeicher bei gleichbleibender Transpiration an der WKS Ebersberg ausgeschöpft worden. In Riedenburg und Freising hätte der Wasservorrat noch für etwa zwei Wochen und in Mitterfels und Flossenbürg für drei Wochen ausgereicht.

Die EU fördert die Bodenfeuchtemessungen an den Waldklimastationen seit dem 1. Januar 2009 im Rahmen des Life+ Projektes FutMon.

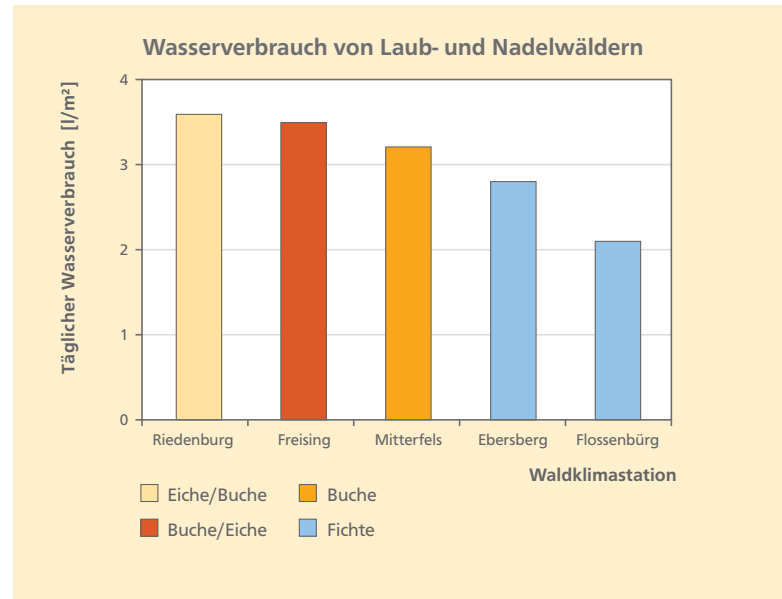


Abbildung 2: Täglicher Wasserverbrauch von Mitte Juni bis Mitte Juli 2010 in den Eichen-, Buchen- und Fichtenbeständen an den Waldklimastationen Riedenburg, Freising, Mitterfels, Ebersberg und Flossenbürg

Literatur

Grimmeisen, W.; Raspe, S. (2010 a): *Waldböden erwachen aus dem Winterschlaf*. LWF aktuell 77, S. 36–37

Grimmeisen, W.; Raspe, S. (2010 b): *Wenn Böden ihr Wasser nicht halten können*. LWF aktuell 76, S. 46–47

Dr. Stephan Raspe und Winfried Grimmeisen sind Mitarbeiter im Sachgebiet »Klima und Wasserschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Stephan.Raspe@lwf.bayern.de, Winfried.Grimmeisen@lwf.bayern.de

Forstwissenschaftliche Tagung 2010

»Forstwissenschaften: Grundlage nachhaltiger Waldbewirtschaftung« lautet das Motto der Forstwissenschaftlichen Tagung, die vom 22. bis 24. September in Göttingen stattfindet. Ziel der Forstwissenschaften ist, das Ökosystem Wald nachhaltig zu bewirtschaften, um auf Dauer akzeptable Erträge zu erzielen, die Umweltleistungen zu sichern und sozialen Ansprüchen der Gesellschaft gerecht zu werden. Dabei bedarf es intensiver Forschung, um dies gerade auch in einer Zeit zu erfüllen, in der die Nachfrage nach dem Rohstoff Holz ungebremst steigt. Auf der Tagung werden Forschungsansätze und aktuelle Resultate der Forstwissenschaften präsentiert und mit den Tagungsteilnehmern diskutiert. In drei parallelen Vortragsreihen werden 90 interessante Vorträge zu hören sein.

red

Mehr unter: www.fowitagung2010.uni-goettingen.de

Interforst 2010

Optimismus und beeindruckende technische Entwicklungen kennzeichnen die internationale Forstmesse

Thomas Huber, Jan-Philipp Egner und Florian Zormaier

Nach der Rekord-Interforst 2006 und trotz Wirtschafts- und Finanzkrise haben die Verantwortlichen für die Interforst 2010 eine noch größere Ausstellerfläche als 2006 gebucht – und das mit Recht. Die Aussteller machten mit zahlreichen Neuigkeiten und Weiterentwicklungen auf sich aufmerksam und gingen auf die aktuellen Anforderungen zum Beispiel beim Bodenschutz und bei der Energieholzernte ein.

Die Interforst 2010 hat mit neuen Rekordergebnissen deutlich gezeigt, dass der Optimismus in die Forstbranche zurückgekehrt ist. An den fünf Messetagen kamen 50.000 Besucher aus 80 Ländern auf das Münchener Messegelände, um sich bei 410 Ausstellern auf einer Fläche von 25.000 Quadratmetern über Neuigkeiten und technische Entwicklungen zu informieren. Besonders großes Interesse weckte bei den Messebesuchern die Sonderschau »Großmaschinen im Wald« des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF).

KWF Sonderschau »Großmaschinen im Wald«

Ein Schwerpunkt der Sonderschau des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF) war der Einsatz von Großmaschinen bei der Holzernte. Anhand eines Spezialforwarders des Typs Ponsse Wisent demonstrierte der Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaften und Angewandte Informatik der TU-München zusammen mit der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) sowie weiteren Partnern den Messebesuchern technische Möglichkeiten zur Verringerung des Bodendruckes während des Forstmaschineneinsatzes (Abbildung 1).

ProFor berechnet maximale Zuladung

Auf einem Monitor, der zwei Analogwaagen zeigte, konnten die Messebesucher während des Beladungsvorganges die zunehmende Radlast verfolgen. Auf einem weiteren Bildschirm wurde das im Bordcomputer des Rückzuges eingebaute Programm ProFor vorgestellt. Anhand der Eingabe der Maschinendaten und der Verschneidung dieser Daten mit wichtigen Standortparametern wie Bodenfeuchte, Bodenart und Hangneigung wird die maximal mögliche Zuladung für einen bestimmten Standort berechnet. Eine Kranwaage wiegt bei jedem Beladungszyklus die aufgenommene Holzmenge. Der Maschinenführer kann jederzeit auf seinem Bildschirm sehen, wie viel schon geladen wurde und wann die maximal mögliche Zuladung erreicht ist.



Abbildung 1: Mit großem Interesse verfolgten viele Messebesucher die Vorführungen auf der KWF-Sonderschau »Großmaschinen im Wald«.

Reifeninnendruck als wichtige Einflussgröße

Ein Druckbild, das von Druckmessplatten unter dem hinteren Bogie auf einen weiteren Monitor übertragen wurde, zeigte die sich ändernde Druckverteilung und den zunehmenden Bodendruck bei steigender Last. Eine eingebaute Reifendruckregelanlage senkte den Reifeninnendruck bei circa 70 Prozent der Ladekapazität innerhalb kurzer Zeit von vier auf zwei Bar. Die Beladung wurde währenddessen bis zur maximalen Ladekapazität fortgesetzt. Trotz weiterer Zuladung signalisierten die Sensormatten einen geringeren Bodendruck als Folge der steten Reduzierung des Reifeninnendruckes während der Zuladung. Ebenso erhöhte sich die Aufstandsfläche der Reifen, damit verringerte sich der Kontaktflächendruck. Bei niedrigem Reifendruck und voll beladenem Rungenkorb war also der Bodendruck geringer als unter dem noch leeren Tragschlepper mit hohem Fülldruck der Reifen.

BaySF stellt Konzept zum Schutz der Waldböden vor

Die Bayerischen Staatsforsten (BaySF) stellten auf ihrem Stand ihr neues Konzept zum Schutz der Waldböden vor. Unter anderem wird darin eine Optimierung der Reifenfülldrücke der im Staatswald eingesetzten Maschinen angestrebt. Die Innendrucke der Reifen sollen beim Einsatz im Wald, mit einem Sicherheitszuschlag versehen, auf die vom Hersteller vorgegebene Mindestfülldrücke abgesenkt werden. Außerdem sollen die Radlasten bei Forwardern und Schleppern mit Klemmbank beschränkt werden.

Innovationsmedaille Bodenschutz

Einige der forsttechnischen Innovationen, die auf der Interforst 2010 zu sehen waren, greifen ebenfalls den Gedanken der bodenschonenden Holzernte auf. Beispielsweise wurde eine Entwicklung der Firma Haas Maschinenbau GmbH & Co. KG mit der Innovationsmedaille des KWF im Bereich Bodenschutz prämiert. Der Direktantrieb für Rückzüge und Harvester mit Gummielementband (Abbildung 2) ermöglicht eine bodenschonende Befahrung von Wald und Straße ohne zusätzliche Umrüstzeiten. Die Prüfung des KWF ergab bis zu 30 Prozent geringere Spurtiefen bei gleicher Beladung.

Weiterentwicklung von Harvesterlaufwerken

Die Weiterentwicklung der Fahrwerke von Raupenharvestern war deutlich zu erkennen. Viele Aussteller zeigten Vollernter mit flexiblen Fahrwerken aus weichen Materialien. Die »Street-Rubber-Bänder« verursachen auf Grund ihres Materials weniger Wurzelverletzungen und können auf asphaltierten Straßen fahren.

Eine weitere interessante Neuentwicklung stellen die »Soft-Tracks« oder Gummikettenlaufwerke des italienischen Herstellers Tidue dar. Sie werden über ein Pendelarmsystem auf die Antriebsachse der Harvester montiert. Die Deltalaufwerke besitzen eine große Aufstandsfläche und verringern auf diese Weise den Bodendruck. Einen weiteren Vorteil bietet die höhere Traktion der Laufwerke im Vergleich zu Maschinen mit Radantrieb.

Rundholzmarkierung mit RFID

Die Partner des Projektes »Intelligentes Holz – RFID in der Rundholzlogistik«, das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM sowie mehrere forstliche Partner zeigten auf der Sonderschau des KWF eine praktikable Lösung bei RFID (Radio Frequency Identification), die sich zum elektronischen Kennzeichnen von Rundholz eignet. Die Anforderungen an die RFID-Transponder sind hoch, sie dürfen weder viel kosten noch bei der weiteren Verarbeitung des Holzes stören. Bisher bestanden die RFID-Transponder aus einem Kunststoffträger, einem Mikrochip und einer Antenne. Auf der Messe wurde nun ein Transponder auf Holzbasis vorgestellt. Mit Ausnahme der Antenne besteht das RFID-Etikett aus Papier und Lignin, ein harzartiges Nebenprodukt aus der Papierherstellung. Der Metallanteil des Transponders liegt



Foto: H. Feist

Abbildung 2: Bodenschonende Holzernte war eines der Themen der Interforst. Der Direktantrieb mit Gummielementband der Fa. Haas ist eine der mit der Innovationsmedaille des KWF ausgezeichneten Neuentwicklungen.

weit unter der Menge, die sonst an Verunreinigungen im und am Holz üblich ist. Um die Kosten gering zu halten, wird auf den Transpondern nur ein Zahlencode gespeichert. Ausgelesen werden sie im Vorbeifahren. Bei der Anlieferung am Werk muss der LKW samt Ladung ein »Reader-Gate« passieren, einen torförmigen Drahtkorb mit einem elektromagnetischen Feld zum Datenaustausch. Damit wird die Holzladung noch auf dem Fahrzeug erfasst. Pro LKW-Ladung reichen zwei RFID-Transponder aus, um die Ladung eindeutig zu identifizieren, wenn sich nicht gerade auf dem LKW Holz verschiedener Lieferanten befindet oder eine einzelstammweise Identifizierung gewünscht ist.

Energieholz – ein großes Thema

Auf dem Freigelände der Interforst gewann man den Eindruck, dass dieses Jahr noch mehr Maschinen und neue technische Lösungen zu sehen waren, die der Ernte und Bereitstellung von Energieholz dienen.

Scheitholz und Hackschnitzel

Zahlreiche Sägespaltautomaten in allen Größen zur rationalen Erzeugung von Scheitholz waren zu bestaunen. Die Bandbreite reichte von Geräten zur Herstellung von Anzündhölzern bis zu Anlagen, die 80 Zentimeter starke Stämme zu Scheitholz zerlegen können. Mit einer anschließenden Sieb-Trommel kann man Feinmaterial abtrennen, um ein »sauberes«, möglichst homogenes Scheitholz (Abbildung 3) zu erhalten. Diese Zunahme der Aussteller und Maschinenvarianten läuft parallel zu der Zunahme des Scheitholzverbrauchs in Deutschland im letzten Jahrzehnt, trotz steigender Preise und unabhängig von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung.

Viele bekannte Hacker- und Schredder-Hersteller (u.a. Brucks, Eschlböck, Jenz, Mus-Max, Komptech, Doppstadt, CBI-Europe) beteiligten sich an der Messe. Trommelhacker spielen dabei die größte Rolle. Aber auch Scheiben- und Schneckenhacker boten die Hersteller an. Ein neu präsentierter mobiler Schneckenhacker ist dafür konstruiert, gleichförmige Hackschnitzel zu produzieren. Dank seiner zylindrischen Schnecke lassen sich Hackschnitzel erzeugen, die sich besonders für Holzvergaseranlagen mit ihren hohen Anforderungen an Form, Größe und Homogenität der Hackschnitzel eignen. Inwieweit diese Qualität auch mit astigem Ausgangsmaterial zu erreichen ist, muss die Praxis zeigen. Das Schärfen der Schnecke ist im Vergleich zu Hackern mit konischen Schnecken wenig aufwendig und mit einem Aufsatz in der Maschine möglich.



Foto: T. Huber

Abbildung 3: Manche Sägespaltautomaten können bis zu 80 Zentimeter starke Stämme zu Scheitholz zerlegen. Eine Sieb-Trommel sorgt anschließend für »sauberes« und staubfreies Scheitholz.



Foto: F. Zormaier

Abbildung 4: Werden Äste, Schwach- und Kronenholz nicht an der Waldstraße gehackt, könnte ein solcher Biomassetransporter (Prototyp) mit seiner Presskraft von 100 t das Material bis zu 50 Prozent verdichten und zu einer zentralen Hackeinrichtung transportieren.

Viele Weiterentwicklungen speziell für Schwachholz

In erster Linie zur Energieholzernte gedachte Fäller-Bündler-Aggregate für verschiedene Trägerfahrzeuge (Harvester, Bagger, Forwarder, Schlepper) waren, verglichen zur letzten Interforst, in gestiegener Anzahl zu sehen. Die meisten Aggregate führen den Trennschnitt mit einem Messer. Vielversprechend für die Ernte stammzahlreichen Schwachholzes sind neue Aggregate, die statt eines Messers oder eines Sägeschwertes über eine rotierende Scheibe (»Disk«) mit einem Sägekettenaufsatz oder einzelnen, aufgeschraubten Schneidezähnen verfügen. Diese Aggregate können in einem Arbeitsgang mehrere schwache Stämme ernten und müssen dabei nicht jeden Stamm einzeln umfassen. Zum Beispiel kann der Stockausschlag von Pappeln einer Kurzumtriebsplantage in einem Arbeitsgang geerntet werden, da die Scheibe auch die Stämme abschneidet, ohne dass die Sammel-Zangen den einzelnen Stamm fest umfassen müssen. Neben den allein auf die Energieholzproduktion ausgelegten Aggregaten stellen mehrere Anbieter Harvesterköpfe auf Wunsch mit Sammelarmen aus. Damit können bei einer (Erst-) Durchforstung Stamm- und Industrieholz ausgehalten und zusätzlich für schwächere Bäume die Vorteile von Sammelaggregaten genutzt werden.

Auch für die Ernte in Laubholzbeständen wurde ein speziell angepasster Harvesterkopf gezeigt, dessen tiltbares Top-Messer die Krümmungen nachfahren kann. Außerdem vermag der extrem kurze Bau des Harvesterkopfes gekrümmte Stämme schneller und mit besserer Entastungsqualität zu handhaben. Gleichzeitig wurde der Steuerblock modifiziert, um den Energieaufwand zu reduzieren sowie Kosten und Umwelt zu entlasten.

Ein Fahrzeug zur Komprimierung zu hackenden Materials (z. B. Äste, Schwachholz, Strauch- und Kronenholz) sowie für seinen Transport über größere Strecken wurde vorgestellt. Der Aufbau auf einen LKW verdichtet das Material um etwa 50 Prozent. Das Fahrzeug ähnelt optisch einem Müllfahrzeug und arbeitet auch nach vergleichbarem Prinzip (Abbildung 4). Jedoch wird das Restholz mit Hilfe eines Aufbaukrans durch eine Dachlucke in der Nähe des Fahrerhauses in den robusten Container geführt und in Richtung des Fahrzeugendes verdichtet. Mit einer Säge am Greifer können zu lange Stücke gekürzt werden. Das Fahrzeug entlädt die Biomasse über die gewölbte Heckklappe. Die Straßenverkehrstauglichkeit des Restholztransports ist neben der Reduktion des Volumens ein weiterer Vorteil dieses Prototyps. Ein entsprechendes Fahrzeug wird sich dann auf dem Markt durchsetzen, wenn die zusätzlichen Kosten auf Grund der besseren Vorkonzentrierung bei einer zentralen Hackung eingespart werden und mehr Flexibilität in der Logistik die Versorgungssicherheit eines Heiz(Kraft)werks mit Brennstoff verbessert.

Zukunft Holz

In dem Forschungsprojekt »Zukunft Holz« befasste sich das Institut für Holzbau der Hochschule Biberach mit den Zukunftsperspektiven von Holz und Holzbau. Neben dem 1.500 Seiten starken Abschlussbericht ist auch ein Kurzbericht erschienen.

Der Kurzbericht enthält die Hintergründe für das Forschungsvorhaben und die Vorgehensweise bei der Bearbeitung. Der Schwerpunkt liegt auf 15 Zukunftsthemen, denen 187 Einzelthemen zugeordnet sind. Die Inhalte werden anhand einiger Beispiele beleuchtet. Der Abschlussbericht fasst die Ergebnisse zahlreicher Expertenbefragungen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz zusammen. Er gliedert sich in folgende 15 Kapitel, in denen neben Leuchtturmprojekten unter anderem folgende Themen behandelt werden: Markterschließung, Ökonomie, Holzbaubranche, Nachhaltigkeit, Ökologie, Forst, Sägeindustrie Produktion, Qualitätssicherung, Holzwerkstoffe, Bauphysik Holzschutz, Holzbauweisen, Gebäudekonzepte. red



Berichte auf CD:

Hochschule Biberach
Postfach 1260
88382 Biberach

Berichte im Internet:

www.hochschule-biberach.de/sections/forschung/ifh/wettbewerb-zukunft-holz/projektinfo



Foto: F. Zormaier

Alexander Eberhardinger (LWF) erläutert auf dem Holzenergiestand Messebesuchern die Funktionsweise eines Fäller-Bündler-Aggregates.

Die LWF auf der Interforst

Auf der Sonderschau des Kuratoriums für Forsttechnik (KWF) präsentierte die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der TU München, dem Technologie- und Förderzentrum (TFZ), dem Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) sowie weiteren Partnern die Themen »Bereitstellung von Waldhackschnitzeln mit Hilfe von Mehrfachfällköpfen«, »Energie aus Plantagen«, »Bereitstellung und Vermarktung von qualitativ hochwertigem Scheitholz« sowie »bodenschonende Holzernte«. Insbesondere die Vorführungen zur Funktionsweise von Mehrfachfällkopf-Aggregaten, die Modelle zum Zusammenhang von Wassergehalt und Feinstaubemissionen bei der Verbrennung von Scheitholz, die Beratung zur Begründung und Ernte von Kurzumtriebskulturen sowie die Vorführungen zum Bodendruck eines Forwarders einschließlich des Wurftests zur Bodentragfähigkeit fanden großes Interesse bei den Messebesuchern.

Insgesamt sind die vielen Neuentwicklungen für die Forstwirtschaft sehr erfreulich, da die neue Technik wald- und umweltschonenderes Arbeiten sowie rentable Eingriffe auch im schwächeren Holz ermöglicht. Gleichzeitig haben sich die Forstunternehmer und Maschinenhersteller zusätzliche Arbeitsfelder in wirtschaftlich schwierigen Zeiten erschlossen.

Thomas Huber leitet das Sachgebiet »Holz und Logistik« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Thomas.Huber@lwf.bayern.de

Dr. Florian Zormaier ist Mitarbeiter im Sachgebiet »Holz und Logistik«.

Jan-Philipp Egner ist Mitarbeiter im Sachgebiet »Betriebswirtschaft und Forsttechnik«.

Weniger und dennoch genauer

Neues Monitoringverfahren für die Fichtengespinstblattwespe

Hannes Lemme und Ralf Petercord

Nach Jahren ohne Frassschäden wurde 2006 und 2009 wieder Frass der Fichtengespinstblattwespe festgestellt. Sehr starker Frass war auf wenige Bestände im Bayerischen Wald beschränkt. Da die Bestände in den bekannten Schadgebieten nicht mehr wie in den 1980er Jahren überwacht werden können, wurde ein neues, kostengünstiges Monitoringverfahren entwickelt.

In den 1980er und 1990er Jahren gehörte die Fichtengespinstblattwespe (*Cephalcia abietes*) zu den Forstschadinsekten, die die Waldschützer der damaligen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in Atem gehalten hatten. In einem dreijährigen Rhythmus wurden in den höheren Lagen der ostbayerischen Mittelgebirge Fichtenbestände regional wechselnd, zum Teil stark entnadelte. Die Schadgebiete lagen im Frankenwald, Fichtelgebirge, Oberpfälzer Wald und Bayerischen Wald. Mit den sehr geringen Dichten seit Mitte der 1990er Jahre wurde der Überwachungsaufwand schrittweise reduziert. Im Sommer 2006 und vor allem 2009 wiesen stark entnadelte Fichten in einigen Revieren im Bayerischen Wald auf ein massives Auftreten dieser Blattwespe hin.

Mit dem Klimawandel wird die Überwachung von Schadorganismen schwieriger. Einige bekannte Schadinsekten werden verschwinden, neue Arten hinzukommen. Daher ist es erforderlich, bestehende Verfahren weiterzuentwickeln. Ziel ist, die Fichtengespinstblattwespe bei gleichbleibender Qualität mit geringerem Aufwand zu überwachen. Der erneute Anstieg veranlasste die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), die Überwachung dieser Art neu zu konzipieren.

Lebenszyklus und Überwachung der Blattwespe

Die Fichtengespinstblattwespe frisst ausschließlich an Fichte. Die Larven fressen im Sommer bevorzugt ältere Nadeljahrgänge. Der Lebenszyklus der Blattwespe ist mehrjährig. In den bayerischen Mittelgebirgen liegen die Ruhelarven (=Nymphen) in der Regel drei Winter im Boden, bevor sie nach kurzer Puppenruhe im Frühjahr als Imagines erscheinen (Abbildung 1).

Zur Überwachung wurde bisher in jedem Jahr im Spätherbst im Kronentrauf der Fichten nach den Ruhelarven im Boden in den bekannten Schadgebieten gegraben (Winterbodensuche). Dabei wurden je Suchbestand unter drei bis fünf Fichten mit einer Grabungsfläche von 0,25 Quadratmetern je Baum nach Nymphen gesucht. Die Nymphen wurden an die LWF gesendet und der Anteil Pronymphen bestimmt. Bei guter Benadelung werden Dichten ab 100 Pronymphen/qm als kritisch angesehen.

Kleine Suchflächen mit großer Wirkung

Um die Genauigkeit dieser Winterbodensuche abzuschätzen, wurden in mehreren Alt-fichtenbeständen der bayerischen Schadgebiete unter 50 Fichten die Bodenstreu mit einer Grabungsfläche von 0,1 m² spatentief nach Nymphen durchsucht. Zusätzlich konnten wir Daten der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei aus zwei Beständen auswerten (2 Bestände mit je 4 Grabungen á 0,1 qm an 50 Fichten). Die Thüringer Daten zeigen, dass die Dichtevariabilität der Nymphen im Boden unter einer Fichte vor allem von Baum zu Baum, weniger in der Kronenprojektion eines Baumes variiert. Daher ist es sinnvoll, mehr Bäume mit einer kleinen Grabungsfläche als wenige Bäume mit einer großen Grabungsfläche zu beproben. Deshalb reduzieren wir die Suchfläche je Baum auf 0,1 m². Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Variabilität der einzelnen Dichtewerte. Der überwiegende Teil der Bäume wies Dichten zwischen 0 und 60 Pronymphen/m² auf. Bei drei Bäumen wurden aber auch über 190 Pronymphen/m² gefunden.

Lebenszyklus der Gespinstblattwespe

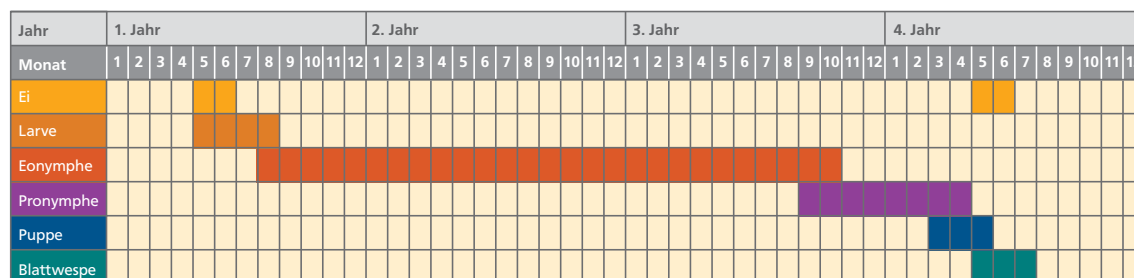


Abbildung 1: Lebenszyklus der Fichtengespinstblattwespe bei einer dreijährigen Entwicklung

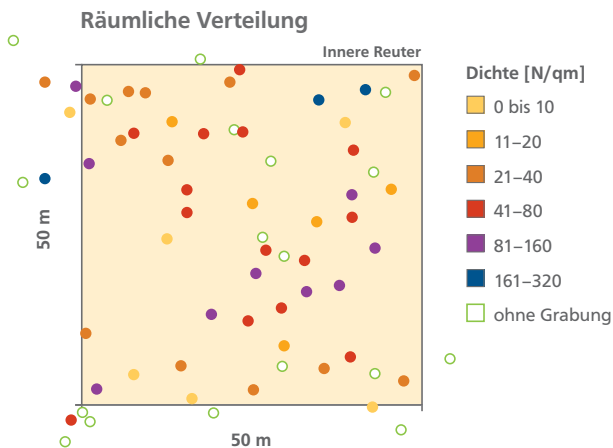


Abbildung 2: Räumliche Verteilung der Fichten mit Pronymphendichte Bestand Innere Reuter, Bayerischer Wald, April 2009

Mit diesen Daten wurde die Verteilung der Dichtewerte berechnet, die ein Revierförster liefern würde, wenn er an drei, vier oder sechs Bäumen in diesen Beständen graben würde. Würde er beispielsweise im erwähnten Bestand mit einer mittleren Dichte von 63 Pronymphen/m² vier Grabungen durchführen, lägen 80 Prozent der Dichtewerte zwischen 32 und 100 Pronymphen/m². Mit einer Wahrscheinlichkeit von zehn Prozent würde in diesem Bestand aber auch eine Dichte oberhalb von 100 Pronymphen/m² vorliegen. Mit den Ergebnissen der Simulationen können wir jetzt die Genauigkeit der ermittelten Dichte einschätzen und ein abgestuftes Verfahren vorschlagen.

Das neue Überwachungsverfahren

Nach Absprache mit den Bayerischen Staatsforsten (BaySF) haben wir ein neues Überwachungsverfahren eingeführt. Überwacht wird jetzt zweigleisig: Die Forstbetriebe graben in Abhängigkeit vom Fraßgeschehen, Mitarbeiter der LWF suchen jährlich in wenigen festen Beständen.

Die Forstbetriebe beschränken die Winterbodensuche auf Bestände mit sichtbaren Fraßschäden im Jahr des Fraßes. Die Bestände, die bei dieser Suche eine sehr hohe Eonymphendichte aufweisen, werden zwei Jahre später im Herbst erneut untersucht. Überwacht wird somit flexibel in Abhängigkeit vom Fraßgeschehen der Blattwespe. Mit diesem flexiblen Verfahren wird mehr Verantwortung in die Hände der Revierförster gelegt. Sie müssen den Fraß im Sommer beobachten und dann selbstständig die Suchbestände in den Fraßschwerpunkten festlegen. Intensive Winterbodensuchen werden auf Bestände mit Fraßschäden wie im Herbst 2009 und auf Jahre mit möglicherweise sehr hohen Pronymphendichten wie im Herbst 2011 fokussiert.

Für die überregionale Überwachung der Gespinstblattwespe führen Mitarbeiter des Sachgebiets Waldschutz im Herbst in bekannten Fraßgebieten an wenigen, festen Suchbeständen eine jährliche Winterbodensuche durch. Dabei wird in densel-

ben Suchbeständen gegraben. Das Ziel dieser Suche ist nicht die Prognose für diesen Bestand. Wir wollen damit lediglich erfahren: Bleibt die Blattwespe in ihrem dreijährigen Rhythmus? Wie hoch war die Sterblichkeit während der Überwinterung?

Auch das Verfahren der Grabung in einem Suchbestand wurde geändert. Werden bei den ersten vier Grabungen á 0,1 m² in einem Suchbestand weniger als 14 Nymphen gefunden, lässt sich eine Dichte im Bestand von 75 Pronymphen/m² weitestgehend ausschließen. Die Grabung in diesem Bestand kann abgebrochen werden. Wird dieser Wert überschritten, folgen noch zwei weitere Grabungen. Mit einer weiteren Erhöhung der Anzahl von Grabungen steigt die Genauigkeit der Dichtebestimmung nur noch in sehr kleinen Schritten. Wir haben daher die Anzahl von Grabungen auf sechs je Suchbestand begrenzt.

Das abgestufte Verfahren reduziert im Vergleich zum alten Verfahren die Gesamtsuchfläche je Bestand von 0,75 m² auf 0,4 bzw. 0,6 m². Mit sechs Grabungen je Suchbestand bei höheren Dichten wird jedoch die Genauigkeit der Dichteangabe deutlich verbessert.

Die Eonymphendichten vom letzten Herbst sind in einzelnen Beständen so hoch, dass ein Überschreiten der kritischen Dichte im Herbst 2011 nicht ausgeschlossen werden kann. Im Sommer 2012 wird sich zeigen, ob mit diesem neuen Ansatz, der den Aufwand für die Forstbetriebe deutlich reduziert, aber auch mehr Eigenverantwortlichkeit verlangt, alle Bestände mit einem bestandsbedrohendem Fraß erkannt werden. Eine erste Evaluierung dieses Verfahrens wird dann möglich sein.

Zusammenfassung

Das neue Monitoring zur Fichtengespinntblattwespe in Bayern verfolgt einen zweigleisigen Ansatz. Die Forstbetriebe bzw. die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten führen die Winterbodensuche nur in Beständen mit sichtbaren Fraßschäden durch. Den zweiten Teil des Verfahrens übernimmt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Jährlich werden in wenigen Fichtenbeständen Grabungen durchgeführt. Für eine Prognose werden die Informationen beider Verfahren zusammengeführt.

Im neuen Verfahren wird die Anzahl der Bäume mit Grabungen je Suchbestand von drei auf vier bzw. sechs erhöht. Die Größe der Grabungsflächen je Baum wird von 0,25 auf 0,1 m² reduziert.

Mit dem zweigleisigen Ansatz sowie der Änderung des Verfahrens im Suchbestand wird der Aufwand bei einer gleichbleibenden Qualität der Überwachung minimiert.

Dr. Hannes Lemme bearbeitet im Sachgebiet »Waldschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft das Projekt KLIP 1. Dr. Ralf Petercord leitet das Sachgebiet Waldschutz der LWF. Hannes.Lemme@lwf.bayern.de, Ralf.Petercord@lwf.bayern.de

Für die Überlassung von Daten danken wir Dr. Ulf Baier von der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei.

Weltenbummler und Luftakrobat

Nur wenige Vögel sind so perfekt an den Lebensraum Luft angepasst wie der Mauersegler

Christine Franz

Ein Mauersegler-Sommer ist sehr kurz. Nur etwa drei Monate sind die waghalsigen Flugspiele des schiefergrauen Luftakrobaten über den Dächern der Dörfer und Städte zu beobachten und seine schrillen »Srih-srih-Rufe« hoch am Himmel zu hören. Bereits Ende Juli verläßt der Mauersegler – erst vor kurzem bei uns angekommen – seine mitteleuropäischen Sommerquartiere wieder in Richtung Süden, nach Afrika. Aber nicht nur sein kurzer Aufenthalt bei uns ist bemerkenswert. Der »fußlose Fußlose« ist auch Hungerkünstler und rasender Weitflieger.

Wenn der Mauersegler Anfang Mai aus seinem Winterquartier südlich der Sahara zu uns kommt, hat er bereits Distanzen von mehreren tausend Kilometern zurückgelegt. Auch in seinem Überwinterungsgebiet verbringt er nur etwa dreieinhalb Monate. Die übrige Zeit befindet er sich auf dem Zug zwischen den Kontinenten.

Ein Leben in der Luft

Mauersegler verbringen fast ihr ganzes Leben in der Luft. Nahrung suchen, trinken, schlafen, das Gefieder pflegen, sich paaren – das alles gelingt dem Mauersegler im Flug. Lediglich zur Brut und Jungenaufzucht wird »Bodenkontakt« aufgenommen. Als Anpassung an das Leben in der Luft besitzen Mauersegler lange, sichelförmige Schwinge und sehr kurze Füße, so kurz, dass man lange glaubte, sie besäßen gar keine. Damit erklärt sich auch der wissenschaftliche Name der Art, *Apus apus*, das so viel wie der »fußlose Fußlose« bedeutet. Zwar eignen sich die Füße in der Tat zum Gehen und Starten von einer ebenen Fläche nur unzureichend, aber sie lassen sich effektiv einsetzen zum Festklammern an senkrechten Wänden und als scharfkrallige Waffe beim Kampf um einen Brutplatz.

Lebenselixier »Luftplankton«

Mauersegler fressen ausschließlich in der Luft schwebende Insekten und Spinnen. Mit dem weit geöffneten Schnabel wird alles Erreichbare aus der Luft gekeschert. Runde um Runde jagen die Vögel in kleinen Gruppen durch Straßen und Hinterhöfe – bis der Kehlsack mit Blattläusen, Schwebfliegen und Mücken gefüllt ist.

Gejagt wird je nach Wetterlage und Insektenangebot in wechselnden Gebieten und Höhenlagen. Mauersegler wurden schon bis in Höhen von 3.000 Metern bei der Jagd auf Insekten beobachtet. Bei Schlechtwetterperioden im Brutgebiet legen Mauersegler unter Umständen auch sehr weite Strecken für die Nahrungssuche zurück. »Unterfränkische« Mauersegler können durchaus über dem Ammersee nach Insekten

jagen, ihre Beute im Kropf sammeln und erst nach Tagen wieder zurück zum Brutplatz kommen, um ihren Nachwuchs zu füttern.

90 Tage Zeit, um Junge aufzuziehen

Mauersegler sind Höhlenbrüter. Spalten und Hohlräume unter Dächern und an Hauswänden, sehr selten auch Baumhöhlen, sind potentielle Nistplätze. Die Vögel sind äußerst brutplatztreu und besetzen gleich nach der Ankunft aus den Überwinterungsgebieten ihre Vorjahres-Höhlen wieder. Das aufwändige Brutgeschäft spielt sich in nur 90 Tagen ab. Daher darf nicht viel Zeit mit der Suche eines geeigneten Nistplatzes verschwendet werden. Falls also andere Vogelarten wie Sperlinge oder Stare die vormaligen Bruthöhlen besetzt haben, werden sie mit äußerster Aggressivität aus den Höhlen vertrieben.

Innerhalb von knapp zwei Wochen baut dann das Mauerseglerpaar ein recht spartanisches Nest. Halme, Blätter und Federn werden ausschließlich in der Luft gesammelt, mit Speichel zusammengeklebt und zu einer Nestmulde geformt.

Letzte Rettung Hungerschlaf

Größter Feind des Mauerseglers sind lang andauernde Schlechtwetterperioden mit Insektenknappheit im Luftraum. Altvögel reagieren bei solchen Wetterlagen mit Ausweichflügen von bis zu 2.000 Kilometern und verlassen ihr Nest für mehrere Tage. Die Jungvögel überstehen diese Zeit des nasskalten Wetters und Nahrungsmangels, indem sie in eine Art Hungerschlaf, wissenschaftlich »Torpor« genannt, fallen. Dabei sinkt die Körpertemperatur von normalerweise 40 Grad auf etwas mehr als die Umgebungstemperatur. Herzschlag und Atemfrequenz werden stark herabgesetzt, um den Verbrauch von Reservestoffen auf ein Minimum zu reduzieren. Ältere Nestlinge können auf diese Weise bis zu zwei Wochen überleben.



Foto: R. Groß

Abbildung 1: Der ursprünglich in Felsnischen und Baumhöhlen brütende Mauersegler sucht sich seine Nistplätze heute meist in Siedlungen.

Zunehmende Wohnungsnot

Mauersegler waren ursprünglich Fels- und Baumbrüter. Mittlerweile sind sie zu 99 Prozent Bewohner menschlicher Siedlungen. Wie viele andere gebäudebrütende Vogelarten leiden sie jedoch zunehmend unter Wohnungsnot. Alte Häuser werden übergründlich saniert und neue gleich hermetisch abgeriegelt. Deshalb werden die Nistmöglichkeiten für den Kolonibrüter immer knapper.

Ausgesprochen selten brüten Mauersegler in Baumhöhlen. In ganz Bayern ist nur eine einzige »Waldkolonie« bekannt. Sie befindet sich im Spessart in einem über 350-jährigen Eichenbestand. Hauptgrund für das Vorkommen dort ist der Reichtum an alten Spechthöhlen, deren Innenraum über Jahrzehnte hinweg zu einer »mauerseglerauglichen« Größe ausfallen konnte.

Um herauszufinden, ob sich baumbrütende Mauersegler genetisch von Gebäudebrütern unterscheiden, führte die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Forstgenetik der Technischen Universität München genetische Analysen an dieser Mauerseglerpopulation durch. Dabei zeigte sich, dass das Erbgut nahezu identisch ist. Die unterschiedliche Brutplatzeinnischung ist wahrscheinlich auf eine Prägung im Jungvogelalter zurückzuführen.

Weitere Informationen zum Mauersegler

Wissenswertes zum Mauersegler, von der Identifikation über die Biologie und Interaktion mit dem Menschen bis hin zum Anbringen von Nisthilfen, dem Umgang mit Fundvögeln und der Mauerseglerklinik finden Sie bei:

Deutsche Gesellschaft für Mauersegler e.V.
Sandäckerstraße 43, 65933 Frankfurt am Main
Internet: www.mauersegler.com

Hilfe für den Mauersegler

Mauersegler sind in ihrer Existenz gegenwärtig nicht bedroht. Dennoch fanden Forscher heraus, dass ihre Bestände außergewöhnlich schnell zusammenbrechen können. Altbausanierungen in verschiedenen Stadtvierteln Hamburgs und Berlins führten zu einem Rückgang der Mauersegler bis zu 100 Prozent. Solchen Entwicklungen könnte man leicht entgegenwirken, indem man den menschlichen Ordnungssinn überwindet, Nischen und Höhlen im Mauerwerk toleriert oder künstliche Nisthilfen anbringt. Auch eine naturnahe Gartengestaltung kommt dem Mauersegler und vielen anderen heimischen Gartenvögeln zugute. Im Gegensatz zu einem englischen Rasen oder einer Thujenhecke bieten heimische Sträucher und Blumen vielen Insekten Nahrung. Ein Verzicht auf Insektizide trägt dazu bei, dass der Tisch für die insektenfressende Vogelwelt reich gedeckt ist.

Es liegt also in unserer Hand, ob der Weltenbürger Mauersegler weiterhin ein Viertel seines Lebens bei uns verbringt und wir uns auch in Zukunft an seinen atemberaubenden Flugspielen am Sommerhimmel erfreuen dürfen.

Weiterführende Literatur

Bezzel, E. (1996): *Vögel – BLV Handbuch*. BLV Verlag, München, Wien, Zürich

Glutz von Blotzheim, U.; Bauer, K. M. (1994): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Band 9, Wiesbaden

Günther, E.; Hellmann, M. (1995): *Die Entwicklung von Höhlen der Buntspechte Picoides in naturnahen Laubwäldern des östlichen Harzes (Sachsen-Anhalt): Ergebnisse mehr als zehnjähriger Untersuchungen zur Nutzung natürlicher Baumhöhlen*. Ornithol. Jber.Mus.Heineanum 13, S. 252–257

LBV-Broschüre (2002): *Der Mauersegler*. Warlich Druck, Meckenheim

Nicolai, B. (2003): *In der Luft zu Hause – der Mauersegler*. Der Falke, Taschenkalender für Vogelbeobachter. AULA-Verlag, Wiebelsheim

Zahner, V.; Loy, H. (2000): *Baumbrütende Mauersegler (Apus apus) und Eichenwirtschaft im Spessart*. Ornithologischer Anzeiger 39, S. 187–196

Christine Franz ist Mitarbeiterin im Sachgebiet »Naturschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Christine.Franz@lwf.bayern.de

Nachrichten

Nachrichten

Neue Labors für »Nachwachsende Rohstoffe«



Foto: Straubinger Tagblatt

Der Spatenstich für das neue Laborgebäude der Fraunhofer-Projektgruppe BioCat am Wissenschaftszentrum Straubing bedeutet einen zusätzlichen Schub für bayerische Technologieführerschaft bei Nachwachsenden Rohstoffen. Dem Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing kommt hier eine Schlüsselrolle zu. Das Kompetenzzentrum als europaweit einzigartige Einrichtung erhält jetzt mit dem neuen Laborgebäude der Fraunhofer-Projektgruppe ein weiteres »Aushängeschild«. Mit der Fraunhofer-Projektgruppe BioCat »Katalytische Verfahren für eine nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung auf der Basis nachwachsender Rohstoffe« in Straubing leistet die Fraunhofer-Gesellschaft in Zusammenarbeit mit der TU München einen wichtigen Beitrag zur Beschleunigung des Rohstoffwandels in der Industrie. Die Projektgruppe ist Teil des Wissenschaftszentrums Straubing am Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe. Für den Aufbau der Projektgruppe stellt der Freistaat Bayern insgesamt fünf Millionen Euro bereit. Der Neubau des Laborgebäudes wird mit zusätzlichen 1,65 Millionen Euro gefördert.

red

40 Jahre Nationalpark Bayerischer Wald

Der Nationalpark Bayerischer Wald, feiert in diesem Jahr seinen 40. Geburtstag mit einem attraktiven Veranstaltungsprogramm, das bis in den Oktober reicht. Den Sommer über haben Besucher Gelegenheit, einen Blick hinter die Kulissen zu werfen und den Nationalpark Bayerischer Wald aus völlig neuen Perspektiven zu erleben.

Die Fülle der Veranstaltungen reicht von der Ausstellung »Unsere Nationalparks – Grüne Brücken Europas« über ein Erzählcafé mit Nationalparkmitarbeitern der ersten Stunde bis hin zum Familienwochenende im »Wildniscamp« oder der Wanderveranstaltung »24 Stunden von Bayern«. Außerdem gibt es das Open Air Konzert »wild im camp«, einen Sommer-nachtsball im »Haus zur Wildnis«, das NaturVision Filmfestival, ein deutsch-tschechisches Grenztreffen und vieles, vieles mehr.

red

Tschernobyl kostet noch immer



Foto: C. Przygoda, pixelio

Mehr als 20 Jahre nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl kommt die Bundesregierung noch immer für die damals verursachten Umweltschäden auf. Insgesamt belaufen sich die Entschädigungsleistungen des Bundes für Schäden in Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl auf circa 238 Millionen Euro. Allein für übermäßig strahlenbelastetes Wildbret zahlte der Bund im vergangenen Jahr an Jäger und Jagdscheininhaber 424.650 Euro. 2008 lagen diese Zahlungen noch bei 380.000 Euro; 2007 bei 104.000 Euro. Im ersten Halbjahr 2010 zahlte der Bund bereits 130.000 Euro an Entschädigungsleistungen für kontaminiertes Wildschweinfleisch. Zum Vergleich: 1998 lagen die Zahlungen noch bei 10.000 DM.

Die Zahl der aus den Ländern gemeldeten Wildproben, deren radioaktiver Cäsiumgehalt über dem erlaubten Grenzwert liegt, sind in den vergangenen Jahren stetig angestiegen. In Deutschland ist es nicht erlaubt, Lebensmittel mit einem Radiocäsiumgehalt von mehr als 600 Becquerel pro Kilogramm in den Handel zu bringen. Die Belastung sei vor allem noch in Süddeutschland stark, erklärte das Bundesumweltministerium.

red

Dr. Peter Mayer wird neuer Leiter des BFW



Foto: IUFRO

Dr. Peter Mayer übernimmt zum 1. August 2010 die Leitung des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW). Er ist derzeit noch Direktor der IUFRO, dem Internationalen Verband forstlicher Forschungsanstalten.

Mayer (42) hat Forstwirtschaft an der Universität für Bodenkultur in Wien und anschließend Politikwissenschaft am Institut für Höhere Studien (IHS) studiert.

Als Ziel für das BFW sieht Mayer den Ausbau der Stärken des BFW in Forschung, Monitoring, Dienstleistungen und Wissensvermittlung. Dazu soll das BFW eine wichtige Rolle an der Schnittstelle der Forschung mit nationaler und internationaler Wald- und Umweltpolitik einnehmen. Peter Mayer folgt in der Leiterposition Dr. Harald Mauser nach, der diese Funktion von 2005 bis 2010 innehatte. red

7. Bayerischer Waldbesitzertag

Am Mittwoch, 29. September 2010, findet in Freising-Weihenstephan der 7. Bayerische Waldbesitzertag statt. Er steht unter dem Motto: Leben mit Forstwirtschaft – Forstwirtschaft schafft Leben. Eine bewusste und naturnahe Wirtschaft kann viel für den Erhalt von Arten und Lebensräumen im Wald tun. Im und vom Wald leben aber nicht nur Tiere und Pflanzen. 700.000 Waldbesitzer beziehen Arbeit und Einkommen aus dem Wald, die gesamte Forst- und Holzwirtschaft sichert noch viel mehr Existenzen. Darauf will der Bayerische Waldbesitzertag einen tieferen Blick werfen – eine Forstwirtschaft, die Menschen, Tieren und Pflanzen gerecht wird. Treibende Kraft ist das Holz. In ihm nehmen die Funktionen des Waldes – Rohstoffquelle, Arbeitsplatz, Lebensraum, Klima- und Umweltschutz – Gestalt an. Die Veranstaltung richtet sich an Waldbesitzer, Vorsitzende und Geschäftsführer forstlicher Zusammenschlüsse und forstliche Berater. Sie findet in diesem Jahr ausnahmsweise im »Löwentorgebäude« am Weihenstephaner Berg statt. Beachten Sie bitte die Ausschilderung und die Anfahrtsbeschreibung im Programm. red

Nächste Ausgabe:

Wildtiermanagement

Manche Wildtiere kommen mit einem vergleichsweise geringen Platzbedarf von wenigen Hektaren aus, andere hingegen beanspruchen mehrere tausend Hektar. Die einen sind für uns Förster »alte Hasen«, von denen wir glauben, schon alles zu wissen, wie zum Beispiel das einheimische Reh, und dennoch gibt es darüber Erstaunliches und Neues zu berichten. Andere Arten werfen noch viele Fragen auf.

Vor allem Tiere mit einem großen Raumbedarf wie Rotwild oder Luchs leiden unter der Zerschneidung ihrer Lebensräume. Aber auch Großtierarten wie Wolf, Bär oder Elch, die hin und wieder ihre angestammten Heimatgebiete verlassen und weite Entfernungen zurücklegen, sind auf diesen Wanderungen gefährdet. Grünbrücken ermöglichen den Wildtieren, Straßen gefahrlos zu überqueren. Grünbrücken sind daher ein wertvolles Hilfsmittel, die Zerschneidung der Landschaft zu überwinden und leisten einen wichtigen Beitrag für die Erhaltung und Verbesserung des Biotopverbundes und der biologischen Vielfalt. red

Impressum

LWF aktuell – Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und Mitgliederzeitschrift des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan

LWF aktuell erscheint sechsmal jährlich zuzüglich Sonderausgaben.

Erscheinungsdatum der vorliegenden Ausgabe: 17. September 2010

Namentlich gezeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder.

Herausgeber:

Olaf Schmidt für die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Prof. Dr. Anton Fischer für das Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising

Telefon: 0 81 61 | 71-4881, Telefax: 0 81 61 | 71-4971

www.lwf.bayern.de, www.forstzentrum.de

redaktion@lwf.bayern.de

Chefredakteur: Michael Mößnang V.i.S.d.P.

Redaktion: Dr. Alexandra Wauer, Florian Mergler (Waldforschung aktuell)

Gestaltung: Christine Hopf

Druck: Kastner AG, Wolnzach

Auflage: 2.500 Stück

Papier: aus nachhaltiger Forstwirtschaft

Bezugspreis: Einzelpreis: EUR 5,- zzgl. Versand

für Mitglieder des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan e.V. kostenlos (Mitgliedsbeitrag EUR 25,-/Studenten EUR 10,-)

ISSN 1435-4098

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, erwünscht, aber nur nach Rücksprache mit dem Herausgeber (schriftliche Genehmigung). Wir bitten um Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren.

Ausgezeichnet

Erlesenes aus alten Quellen

Vom »Laubscharren der Landmänner«

Seit dem 18. Jahrhundert scharren die »Landmänner« in den Wäldern Laub, Nadeln und Moose vom Waldboden zusammen. Grund war ein Wandel in der Landwirtschaft: Man ist von der Weidewirtschaft zur Stallhaltung übergegangen. Im Stall wurde die Streu aus dem Wald benötigt, die später mit dem Mist wieder als Dünger im Ackerbau eingesetzt wurde. Gut für den Feldertrag, schlecht für den Wald! Mit der Streu wurden dem Wald wertvolle Nährstoffe entzogen, Humusbildung und Bodenfruchtbarkeit gingen zurück. So konnten sich die Laubbäume schlechter verjüngen und Kiefern und Fichten bildeten die nächste Waldgeneration. Diese förderten die Bodendegradation zusätzlich – ein Teufelskreis, der noch heute erkennbar ist. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg stellte man das Streurechen endgültig ein. Das »Laubscharren« gibt ein beredtes Zeugnis, wie eng damals Landwirtschaft und Wald zusammenhingen.



Foto: B. Rückert