

LWF

aktuell

mit *Waldforschung aktuell* 67 | 2016

1 | 2016
Ausgabe 108

Energieholz nutzen – Nährstoffe bewahren

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG



24 Nährstoffpool Biomasse



Mit der Nutzung von Kronenholz werden dem Standort überproportional zur übrigen Biomasse Nährstoffe entzogen. Inwieweit schon das grobe Entasten von Energierundholz die Nährstoffressourcen? Ein Projekt der LWF sucht nach Antworten.

44 Fichten im Klimawandel?



Auch auf gut wasserversorgten Standorten wird der Fichtenanbau aufgrund des Klimawandels mit einem hohen Risiko verbunden sein. Mit einem neuen Pflegemodell ist jedoch für einen Übergangszeitraum eine erfolgreiche Fichtenwirtschaft noch möglich.

54 Grünerle oder Latsche?



Die Latsche prägt in weiten Teilen das Landschaftsbild der Bayerischen Alpen. Doch auch die Grünerle ist eine wichtige, aber häufig unterschätzte Baumart der Hochlagen. Denn sie wächst nicht nur auf kalkarmen Standorten.

Fotos: (v.o.) K. Hüttl, J. Böhm, J. Stiegler

ENERGIEHOLZ UND NÄHRSTOFFE

Nährstoffschonende Biomassenutzung	Kurt Amereller	4
Waldboden: Ort der begrenzten Möglichkeiten	Christian Kölling	8
Nährstoffhaushalt und Biomassenutzung	Wendelin Weis, Stephan Raspe und Thomas Schäff	11
Kronennutzung aus nährstoffkundlicher Sicht	Wendelin Weis, Christian Kölling und Thomas Schäff	16
Nährstoffmängel und deren Kompensation	Thomas Schäff, Christian Kölling und Wendelin Weis	20
Grob entastet, fein gehackt	Fabian Schulmeyer, Elke Dietz, Marianne Schütt und Karl Hütt	24

WALDFORSCHUNG AKTUELL

Entdecken, mitdenken, nachdenken	Gerhard Enders, Joachim Hamberger und Walter Irlinger	29
Nachrichten und Veranstaltungen		32

SAAT UND PFLANZEN

Erhaltung forstlicher Genressourcen in Bayern	Monika Konnert	34
Kurzberichte		35

AUS DEN WALDKLIMASTATIONEN

WKS-Witterungs- und Bodenfeuchtereport: Herbst mit Wärmerekord im November		38
---	--	----

WALD-WISSENSCHAFT-PRAXIS

Forstliche Beratung im Wandel	Holger Hastreiter	41
Wieviel Fichte geht noch im Klimawandel?	Günter Biermayer und Stefan Tretter	44
Holzbringung in schwierigem Gelände	Thomas Fottner, Hans Feist und Konstantin Benker	50
Grünerle oder Latsche? – Eine Frage des Standorts	Joachim Stiegler und Franz Binder	54
Der »Carbon Footprint« von Wärme aus Holz	Daniel Klein, Christian Wolf, André Tiemann, Gabriele Weber-Blaschke, Hubert Röder und Christoph Schulz	58

KURZ & BÜNDIG

Nachrichten		62
Impressum		63

Titelseite: Holz ist gefragt. Auch für Energieholz aus Baumkronen hat sich in den letzten Jahren ein lukrativer Markt entwickelt. Allerdings enthält gerade Kronenholz viele Nährstoffe. Umso mehr muss man kritisch prüfen, wo und in welcher Intensität eine Kronenholznutzung möglich ist, ohne das Nährstoffkapital des Bodens aufzubrechen.

Foto: ZfE, BaySF



Liebe Leserinnen und Leser,

Nährstoffnachhaltigkeit und Bodenschutz sind nicht nur im »Internationalen Jahr der Böden 2015« interessante und wichtige Themen. Wer die Artikel des Heftschwerpunkts studiert, wird schnell begreifen, dass es sich um forstliche Kernthemen handelt. Hier geht es nicht um von außen aufgezwungene Schutzkategorien, hier werden nicht etwa neue Hürden für die Forstwirtschaft errichtet. Im Gegenteil, der Boden ist das Anlagekapital in der Forstwirtschaft und die Dinge, die dem Boden gut tun, tun letztlich auch den Bäumen gut. Je nach Beschaffenheit des Bodens sind niedrigere oder höhere Zinsen aus dem Bodenkapital zu erwarten. So ist es nichts als Eigeninteresse des Wirtschafters, die Produktionskraft der Böden zu erhalten oder gar zu stärken. Nur wohlgenährte, von gesunden Böden mit den wichtigsten Stoffen versorgte Bäume vermögen die Leistungen und Erträge zu bringen, die sich die Waldbesitzer von ihnen erwarten. Es kommt daher darauf an, die Erntemaßnahmen und die Höhe der Nutzung an die Leistungskraft der Böden anzupassen. Die Nutzung des Rohstoffs Holz hat sich in den letzten Jahren – durchaus auch im Sinne der bayerischen Energiepolitik – sehr dynamisch entwickelt. So verzeichnet die Energieholznutzung eine beträchtliche Steigerung. Für diese Nutzung gibt es gute Argumente, stellt sie doch eine zusätzliche Einnahmequelle für Waldbesitzer dar, macht notwendige Waldschutzmaßnahmen kostendeckend, verbessert die Eigenversorgung mit nachwachsenden Energieträgern, leistet einen wichtigen Beitrag zur Energiewende und erhöht die Wertschöpfung im ländlichen Raum. Gerade in Zeiten, in denen ein lukrativer Markt für neue Sortimenten zur energetischen Nutzung entstanden ist, stellt sich die Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen einer gesteigerten Nutzung von Kronenbiomasse, gilt es doch für Waldbesitzer und Forstleute, besonders verantwortlich mit dem Kapitel Boden umzugehen. Die Abwägungen zwischen sicherer kurzfristiger Erlösmehrung und möglichem langfristigem Verzehr des Kapitals sind keine leichte Aufgabe. Unser Heft soll Sie, liebe Leser, in diesen Fragen zum Nachdenken anregen und den Weg für Lösungen ebnen. Ich wünsche Ihnen dazu viel Lesevergnügen.

**Sie finden
Nachhaltigkeit
modern?**

**Wir auch –
seit 300 Jahren.**

**FORSTWIRTSCHAFT
IN DEUTSCHLAND**
Vorausschauend aus Tradition

Ihr

Olaf Schmidt

Nährstoffschonende Biomassenutzung

Steigende Nutzung von Kronenbiomasse wirft Fragen des Bodenschutzes auf

Kurt Amereller

Die Forstwirtschaft in Deutschland ist seit gut 300 Jahren dem Grundsatz der Nachhaltigkeit verpflichtet. Dabei hat dieser Begriff einen Bedeutungswandel erfahren von der reinen (Holz-)Vorratsnachhaltigkeit hin zu einer dauerhaften Lieferung aller Leistungen des Waldes. Ein gesunder Waldboden ist die essenzielle Grundlage für eine Forstwirtschaft im Sinne dieser umfassenden Nachhaltigkeit. Die gesteigerte Nutzung von Kronenbiomasse zur energetischen Verwendung stellt Wissenschaft, Politik und Praxis vor neue Herausforderungen.

Ein gesunder Waldboden ist im eigentlichen Wortsinn die unverzichtbare Basis jeder nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit ist daher eines der großen Postulate im Glaubensbekenntnis der Forstwirtschaft. Es hat folgerichtig seinen Niederschlag in der Forstgesetzgebung gefunden, noch bevor eine explizite Bodenschutzgesetzgebung den Boden zum eigenständigen Schutzobjekt machte. So nennt das Bundeswaldgesetz (BWaldG) als Gesetzeszweck, insbesondere die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. Und das Waldgesetz für Bayern (BayWaldG) verbietet jede Handlung, welche die Produktionskraft des Waldbodens vernichtet oder wesentlich schwächt. Im Rahmen der Verpflichtung zur sachgemäßen Waldbewirtschaftung ist insbesondere der Waldboden pfleglich zu behandeln.



Foto: GeoPark Kaolinrevier Hirschau-Schnaittenbach

Abbildung 1: Bis ins letzte Jahrhundert hinein haben in vielen Waldgebieten die Menschen die Streu zusammengereicht und als Einstreu oder Futter für ihr Vieh verwendet. Der damit verbundene Nährstoffentzug führte auf empfindlichen Standorten zu starken Zuwachsrückgängen in den Waldbeständen.

Biomasse – das neue Waldprodukt

Neben dem Aspekt physikalischer Bodenschädigungen als Thema der Forsttechnik ist es vor allem die Frage des Nährstoffhaushalts, die erhöhte Aufmerksamkeit der Forstwirtschaft erfordert. Während die Forstwirtschaft auf äußere Einflüsse auf den Nährstoffhaushalt (vor allem Stoffeinträge) nur reagieren kann, hat sie bei nutzungsbedingten Nährstoffentzügen eine hohe Eigenverantwortung. Schon Justus von Liebig (1803–1873) betonte 1855, dass (jede) Ernte dem Boden »die ganze Quantität der Bodenbestandtheile« entziehe und dass der Boden nach der Ernte nicht mehr der gleiche sei. Nun ist Forstwirtschaft ohne Holzernte nicht denkbar, Holznutzung ist der Forstwirtschaft immanent. Die Frage ist aber, welche Art der Nutzung auf Dauer bodenverträglich ist. Die zum Teil gravierenden Folgen der Streunutzung haben gezeigt, wohin eine über die nachschaffende Kraft des Bodens hinausgehende Nutzung mit intensivem Nährstoffexport führen kann. Aus diesen Erfahrungen hat die Forstwirtschaft gelernt. In den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts beschränkte sich die forstliche Nutzung im Wesentlichen auf Derbholz. Seit einigen Jahren sieht sich die Forstwirtschaft jedoch einem Anstieg der Nutzung von Holzsortimenten gegenüber, die bis dahin weitgehend ungenutzt im Wald verblieben sind. Insbesondere die Nutzung der Baumkronen für eine energetische Verwendung hat seit etwa der Jahrtausendwende einen rasanten Anstieg erlebt.

Bereitstellung und Verwendung im Aufwind

Dieser Anstieg wird von Forstpraktikern durchgehend wahrgenommen und berichtet. Er lässt sich aufgrund schwieriger Erfassung und zum Teil veränderter Buchungsgepflogenheiten in den Forstbetrieben für weiter zurückliegende Zeiträume statistisch nur schwer nachvollziehen. Allein aber in den letzten zehn Jahren verzeichnet die Nutzung von Wald-Biomasse für energetische Nutzung – obwohl bereits auf hohem Niveau – weiterhin deutliche Steigerungsraten. So stieg der Anteil Energieholz am Einschlag von 21 % im Jahr 2006 (Schulmeyer et al. 2012) auf 36 % im Jahr 2012, was insgesamt einem Holzvolumen von 5,5 Millionen Erntefestmeter ohne Rinde (Efm o.R.) entspricht. Davon gehen bei nach wie vor hohem

Scheitholzanteil zunehmende Mengen in die Hackschnitzelverwertung (Gaggermeier et al. 2014).

Die Verwendungsseite zeigt einen parallelen Trend. Biomasseheizkraftwerke beispielsweise haben ihre Energieholzmengen allein zwischen 2010 und 2012 um 14 % gesteigert (Gaggermeier et al. 2014). Ähnliche Steigerungsraten weist der Energieholzverbrauch der privaten Haushalte auf. Aus dem aus unterschiedlichsten Quellen stammenden Gesamtaufkommen an Holz in Bayern 2012 wurden 14 Millionen Festmeter energetisch verwendet. Dieser im Vergleich zum Angebot überproportional gestiegene Verbrauch an Energieholz führte zu Preissteigerungen bei den Energieholzsortimenten und einem dementsprechenden Anreiz bei den Waldbesitzern, noch mehr Wald-Biomasse bereitzustellen bzw. Holz mengen aus anderen Sortimenten umzusteuern (Gaggermeier et al. 2014). Ein Abklingen dieses Trends ist derzeit nicht erkennbar. Für diese Form der Energieholznutzung gibt es auch gute Argumente, stellt sie doch eine zusätzliche Einnahmequelle für Waldbesitzer dar, macht notwendige Waldschutzmaßnahmen kostendeckend, verbessert die Eigenversorgung mit nachwachsenden Energieträgern, stellt einen wichtigen Beitrag zur Energiewende dar und erhöht die Wertschöpfung im ländlichen Raum.

Gründe für den Anstieg

Zwei wesentliche Gründe haben zu diesem Anstieg geführt, der sich insbesondere seit der Jahrtausendwende stark beschleunigt hat: Die politische und finanzielle Förderung der erneuerbaren Energien und der Anstieg der Ölpreise.

So lag die Grundvergütung für die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien in das öffentliche Netz zum Zeitpunkt des deutschen Stromeinspeisungsgesetzes (StromEinspG) vom 7. Dezember 1990 noch bei umgerechnet 5,95 ct/kWh. Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) von 2012 stieg sie auf bis zu 14,3 ct/kWh. Das Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG 2008) brachte mit seiner Verpflichtung zum Einbau von erneuerbaren Energiequellen in Neubauten zusätzliche Impulse für den Energieholzverbrauch. Marktanreizprogramme haben allein in den Jahren 2011 und 2012 den Neubau von mindestens 330 Biomasseheizwerken initiiert (Kohberg 2013, zit. nach Gaggermeier et al. 2014).

Parallel dazu stieg der Ölpreis für ein Barrel Rohöl von 17,10 US-Dollar am 19. November 2001 über verschiedene Hoch- und Tiefstände auf 128,38 US-Dollar für die Ölsorte Brent am 1. März 2012. Der Preis für den wichtigsten fossilen Energieträger hat sich somit in diesem Zeitraum versiebenfacht (IWF 2008 und 2013).

Beide Strömungen bewirkten für die Waldbesitzer einen lukrativen Markt und ein neues Produkt aus bisher weitgehend ungenutzter Biomasse.

Bewertung der gesteigerten Biomassenutzung

Auch wenn derzeit der Ölpreis zum Beispiel durch die Erschließung neuer Vorkommen unter Druck ist, wird sich lang-

fristig an einer Verknappung und Preissteigerung fossiler Energieträger wenig ändern. Die Nutzung und Bereitstellung von Wald- bzw. Kronenbiomasse wird also für den Waldbesitzer weiterhin attraktiv bleiben. Wie ist diese Entwicklung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit zu bewerten?

Der Ersatz zu Ende gehender fossiler, klimaschädlicher Energieträger durch CO₂-neutrale nachwachsende Rohstoffe ist umweltpolitisch zweifellos sinnvoll und notwendig.

Hinsichtlich der Wald- bzw. Kronenbiomasse als Energiequelle steht dem berechtigten Anspruch des Eigentümers auf Nutzung und Ertragszielung die Anforderung gegenüber, den Waldboden in seiner Fruchtbarkeit ungeschmälert zu erhalten. Dabei handelt es sich nur scheinbar um einen Gegensatz, denn die Erhaltung des Betriebskapitals Bodenfruchtbarkeit sichert gleichzeitig auch zukünftige Nutzungsoptionen und gewährleistet eine gleichbleibende wirtschaftliche Rohstoffbereitstellung und Ertragszielung.

Ausschlaggebend ist das Verhältnis von nutzungsbedingten Nährstoffentzügen zur Nährstoffnachlieferung, welche sich aus Ernterückständen, Mineralbodenverwitterung und Eintrag aus der Atmosphäre zusammensetzt.

Bei der Nutzung von Kronenbiomasse – oder genauer gesagt – beim Übergang von der Derbholz- zur Vollbaumnutzung (ohne Wurzel) steigt der »Gewinn« an Biomasse um 10 % bis 25 %, der Entzug an Nährstoffen jedoch überproportional um 150 % bis 200 %. Dieses Verhältnis ist je nach Baumart, Alter und Standort unterschiedlich (Pretzsch et al. 2014). Der mäßige Zusatzertrag wird daher teuer erkaufte. Dies gilt besonders auf ärmeren Standorten.

Zwar steigt der Nährelementexport aufgrund höherer Nährelementgehalte von armen zu fruchtbaren Standorten signifikant an (Pretzsch et al. 2014), auf armen Standorten wird jedoch schneller eine für das Waldwachstum kritische Grenze erreicht. Das aber heißt, dass die Nutzung von Kronenbiomasse unter bestimmten Standortverhältnissen die Grenzen der Nachhaltigkeit verletzen kann.

Bei einem Fachgespräch der deutschsprachigen forstlichen Forschungsanstalten im Mai 2015 herrschte einhelliger Konsens über den Handlungsbedarf, der sich aus der gesteigerten Biomassenutzung im Wald ergibt. Allerdings bestehen noch Wissenslücken für eine umfassende, standortsdifferenzierte Bewertung der Problematik und für die Ableitung praxisnaher Handlungsoptionen. Dies darf jedoch nicht dazu führen, notwendiges Handeln aufzuschieben. Die derzeitigen Erkenntnisse reichen bereits hierfür aus.

Der bayerische Weg

An der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) wurde eine Arbeitsgruppe eingerichtet, die sich mit der Thematik auseinandersetzt. Diese sieht für Bayern folgenden Weg, um einer Nährstoffnachhaltigkeit Rechnung zu tragen: Grundlegender Standpunkt ist, dass Forstwirtschaft dem Vorsorgeprinzip verpflichtet ist und nach dem Motto »Vorbeugen ist besser als Reparieren« handeln muss.

Die Waldböden in Bayern sind auf großer Fläche in einem günstigen Zustand. In einigen wenigen Regionen treten aber gehäuft auch Standorte auf, die hinsichtlich Baumernährung und Baumwachstum als kritisch bzw. sensibel zu beurteilen sind (Schubert et al. 2015).

Ziel der Bewirtschaftung von Bayerns Wäldern ist die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit bzw. der Standortproduktivität und damit der gegebenen Nutzungsoptionen und Leistungen des Waldes. Zu erhalten ist auch die Standortvielfalt als Wert für sich. Gerade ärmere Standorte haben oft große Bedeutung für die Biodiversität und den Artenschutz. Damit kommt aus bayerischer Sicht außer einem begrenzten regenerativen Bodenschutz im Rahmen der bayerischen Kalkungskulisse eine Melioration schwacher Standorte als Nährstoffstrategie nicht in Frage.

Referenz für einen angestrebten »nährstoffnachhaltigen« Zustand kann nicht irgendeine Periode in der Vergangenheit sein. Wer wollte beurteilen, wann glückselige, ungestörte Zustände herrschten und wie diese bezüglich der Nährstoffausstattung genau aussahen? Maßstab für nachhaltiges Wirtschaften kann nur eine ausgeglichene Bilanz aus Nährstoffentzügen und Nährstoffnachlieferung sein. Diese gilt es zu bewahren.

Grundsätzlich kann das auf zwei Wegen erfolgen: Durch angepasste Nutzung oder durch Rückführung der entzogenen Nährstoffe.

Eine Kompensation der durch die Biomassennutzung erfolgten Nährstoffentzüge durch Düngung oder Rückführung von Holzasche ist prinzipiell denkbar. Sie ist jedoch mit zusätzlichem technischen und finanziellen Aufwand verbunden. Eine solche Nährstoffrückführung bzw. Düngung ist zudem in vielerlei Hinsicht nicht mit der natürlichen Rückführung durch das Belassen von Ernterückständen vergleichbar (Stetter 2010; Kölling 2014). Sie rückt außerdem die Forstwirtschaft in die Nä-

he landwirtschaftlicher Praxis. Düngezenarien nach dem Muster der Landwirtschaft gehören jedoch weder zum eigenen noch zum gesellschaftlichen Verständnis einer naturnahen bayerischen Forstwirtschaft.

Bayern schlägt daher den Weg der angepassten Nutzung unter Belassen von Ernterückständen ein. Damit wird gleichzeitig das Prinzip der Humuspflege gewahrt, ist doch der Humus als Kohlenstoff-, Nährstoff- und Wasserspeicher für den Boden und seine Lebewelt und damit für die Bodenfruchtbarkeit von entscheidender Bedeutung.

Diese Strategie steht allerdings immer unter dem Vorbehalt, dass der Waldschutz gegen Schädlinge, insbesondere die Fichtenborkenkäfer, gewahrt bleiben muss. Gegebenenfalls müssen dafür nährstoffschonende Methoden des Waldschutzes und der sauberen Waldwirtschaft entwickelt werden.

Akteure im Schulterschluss

Damit eine Nährstoff-Nutzungsstrategie auf breiter Basis forstliche Wirklichkeit wird, sind Wissenschaft, Forstverwaltung und Politik und der Waldbesitz gefordert.

Agenda der Wissenschaft

Seitens der Wissenschaft sind zunächst noch offene Fragen zu klären, auch wenn die derzeitigen Kenntnisse eine klare Richtung vorgeben und sich laufend verbessern. So müssen noch die Datengrundlagen bezüglich Verwitterungsraten und Entzügen erweitert und nach Standorten, Baumarten, Alter, Baumkompartimenten und Nährelementen differenziert werden. Aktuelle und künftige Nutzungsstrategien und Erntetechniken sind nach technischen Verlusten (z. B. Bedeutung von Kronenbrüchen, Astabbrüchen) und tatsächlichen Entzügen zu untersuchen.

Auf Seiten der Forsttechnik ist die Weiterentwicklung von nährstoffschonenden Holzernteverfahren, wie z. B. der groben Entastung von Kronen oder der maschinellen Entrindung im Bestand, zum Einsatz auf leicht unterdurchschnittlich ausgestatteten Standorten denkbar. Im Hinblick auf die Anforderungen des Waldschutzes ist auch an die Entwicklung von Alternativmethoden zum Brutraumentzug zu denken. Die sinnvolle Praxis, Ernterückstände als Rückegassenmatte für den technischen Bodenschutz einzusetzen, könnte durch Überlegungen zu einer noch besseren Nährstoffrückführung ergänzt werden. Im Endeffekt müssten ganze Prozessketten nach ihren ökonomischen Auswirkungen und auf ihren CO₂-Fußabdruck hin bewertet werden. Für die langfristige Beobachtung von Nutzungsstrategien und deren Auswirkungen wäre es sinnvoll, in bemessenem Umfang Versuchsflächen einzurichten. Am Ende müssen Handlungsempfehlungen für die Praxis stehen, im Sinne etwa eines Praxis-Leitfadens zur Nährstoffoptimierung gängiger Holzernteverfahren.

Trotz aller verfahrenstechnischen Ansätze wird der nachhaltigkeitsbewusste Waldbesitzer auf manchen Standorten an einer Anpassung seiner Nutzungen nach Intensität und Turnus, gegebenenfalls auch partiellen Verzicht auf die Nutzung von Kronenbiomasse, nicht herumkommen. Ziel ist es, den



Foto: F. Schmidt

Abbildung 2: Podsole sind meist nährstoffarme, sandige und ertragschwache Böden. Auf solchen Standorten ist die Biomassennutzung problematisch. Dennoch verzichtet man in Bayern auf eine Düngung zur Ertragssteigerung. So tragen die Waldbesitzer unter anderem dazu bei, die Standortvielfalt in Bayerns Wäldern zu erhalten.

Waldbesitzern zunächst eine kartenmäßige Information über standörtliche Möglichkeiten und Grenzen an die Hand zu geben. Auf dieser Grundlage sollte künftig ein möglichst einfaches Instrument zur Dokumentation nutzungsbedingter Nährstoffentzüge und zur Bilanzierung des Nährstoffhaushalts entwickelt und der Praxis zur Verfügung gestellt werden. Denjenigen Waldbesitzern, die gleichzeitig Landwirte sind, wird eine Nährstoffbilanzierung nicht fremd sein, ist sie dort doch für Stickstoff und Phosphat verpflichtend und für andere Nährstoffe durchaus Praxis.

Politik und Verwaltung

Die Forstpolitik und Verwaltung haben die Aufgabe, den Ausgleich zwischen den Belangen und Interessen des Waldbesitzers und denen der Gesellschaft zu wahren. Im Falle der forstwirtschaftlichen Nutzung von Biomasse zur energetischen Nutzung bedarf es hierfür keiner neuen Gesetze oder Verordnungen. Es bedarf lediglich des Bewusstseins und des Verständnisses, dass die Erhaltung des Waldbodens im Interesse aller liegt und den Interessensausgleich in sich trägt. Die Forstverwaltung hat in ihrem Auftrag zur gemeinwohlorientierten Beratung und im Hoheitsvollzug objektive aktuelle Erkenntnisse zu berücksichtigen. Die Exekutive braucht in ihrer öffentlichen Verantwortung aber auch die Unterstützung der Politik.

Entscheidend ist die Praxis

Bewusstsein ist schließlich bei den Akteuren und Entscheidungsträgern im Wald notwendig. Die Umsetzung einer bayrischen Nährstoffstrategie im Wald bedarf des Verständnisses und des Wollens aller Beteiligten, sie kann und sollte nicht verordnet werden. Auf den ersten Blick mag ein weiterer Ansatz vermutet werden, die Waldbesitzer in ihrer Entscheidungsfreiheit und Verfügungsgewalt über ihr Grundeigentum einzuschränken. Bodenschutz ist jedoch nicht die Ausgeburts eines weltfremden Käseglockendenkens. Die Erhaltung der Grundlage des Waldwachstums liegt vor allem im Interesse des Waldbesitzers selbst. Die forstliche Praxis in Bayern erkennt dies bereits jetzt. Mehr als 150.000 Waldbesitzer mit circa zwei Millionen Hektar Wald in Bayern sind nach PEFC zertifiziert und verzichten gemäß PEFC-Standard auf Ganzbaumnutzung (Entnahme auch unterirdischer Baumteile) ganz. Auf nährstoffarmen Böden wird im regulären Betrieb auch von einer Vollbaumnutzung abgesehen (PEFC 2014). Auf den übrigen Standorten ist eine Energieholznutzung auch im Nichtderbholzbereich durchaus zulässig und trägt zum Betriebsergebnis, zur Wärmewende und zum Waldschutz bei. Zur Vorbildlichkeit verpflichtete öffentliche Forstbetriebe reagieren auf die Problematik teilweise mit nach Baumarten, Standortempfindlichkeit und Nutzungsintensität gestaffelten Nutzungskonzepten (BaySF 2012). Dies zeigt die starke Identifikation der Branche mit dem Postulat der Nachhaltigkeit.

Ausblick

Eine umfassende Nachhaltigkeit kann nicht bei einer tradierten Haltung (»wir machen ohnehin alles richtig«) stehen blei-

ben, sondern verlangt die Bereitschaft, selbstkritisch sein Handeln am aktuellen Wissensstand, einer daraus gewonnenen Einsicht und einer darauf gegründeten Überzeugung auszurichten. Die Bayerische Forstwirtschaft mit allen Waldbesitzern hat im Jahr der Nachhaltigkeit 2013 ein beeindruckendes Bekenntnis zu dieser Bereitschaft abgegeben. Daran wird die Forstwirtschaft in Bayern auch künftig gemessen werden. Es besteht die berechtigte Hoffnung, dass auch vor dem Hintergrund der Energiewende und der daraus resultierenden Impulse auf die Waldbewirtschaftung allen Akteuren – Wissenschaft, Politik, Praxis – gemeinsam eine von Augenmaß und Selbstverpflichtung getragene Balance zwischen einer berechtigten Nutzungsoptimierung und der Erhaltung der natürlichen Ressource Boden gelingt.

Literatur

BaySF - Bayerische Staatsforsten AöR (2012): Jahresbericht 2012

Gaggermeier, A.; Friedrich, S.; Hiendlmeier, S.; Zettinig, C. (2014): Energieholzmarkt Bayern 2012. Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern hinsichtlich Aufkommen und Verbrauch. LWF, Freising und C.A.R.M.E.N. e.V. Straubing

IWF (2008): World Economic Outlook Oct. 2008. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2008/02/>

IWF (2013): World Economic Outlook Oct. 2013. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2013/02/pdf/c1.pdf>

Kölling, C.; Borchert, H. (2013): Nachhaltige Nutzung des Produktionsfaktors Boden – Herausforderung Kronenbiomassenutzung. LWF Wissen 72, S. 47–53

Liebig, von, J. (1855): Über die Grundsätze der Agricultur-Chemie. Polytechnisches Journal, Bd. 137, Nr. XCVI., S. 378–388

PEFC (2014): PEFC-Standards für nachhaltige Waldbewirtschaftung. Normatives Dokument PEFC D 1002-1:2014; https://pefc.de/tl_files/dokumente/fuer_waldbesitzer/1002_PEFC_Standard_2014_online_Grafikversion.pdf

Petercord, R.; Schumacher, J. (2009): Insekten und Pilze als Auslöser allergischer Reaktionen. Jahrbuch der Baumpflege, S. 98–108

Pretzsch et al. (2014): Nährstoffentzüge durch die Holz- und Biomassenutzung in Wäldern. Teil 1: Schätzfunktionen für Biomasse und Nährstoffe und ihre Anwendung in Szenariorechnungen. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 185. Jg., 11/12: S. 261–285

Schubert, A.; Falk, W.; Stetter, U. (2015): Waldböden in Bayern. Ergebnisse der BZE II. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 213, 144 S.

Schulmeyer, F.; Zormaier, F.; Friedrich, S. (2012): Aufkommen von Waldholz als Scheitholz, Waldhackschnitzel und Industrieholz. In: Energieholzmarktbericht Bayern 2010, LWF Wissen Nr. 70, S. 20–25

Stetter, U.; Zormaier, F. (2010): Verwertung und Beseitigung von Holzschäben. LWF aktuell 74, S. 28–30

Kurt Amereller ist Vizepräsident der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und leitet an der LWF die Arbeitsgruppe »Nährstoffnachhaltigkeit und Biomassenutzung«. Kurt.Amereller@lwf.bayern.de

Waldboden: Ort der begrenzten Möglichkeiten

Von endlichen Ressourcen, der Weisheit des Verzichts und den Grenzen des Wissens

Christian Kölling

Mit neuen technischen Verfahren hat man die Möglichkeiten der Waldnutzung erweitert. Zu den traditionellen stofflich verwendeten Stammholz- und Industrieholzsortimenten treten jetzt verstärkt energetisch genutzte Teile der Baumkrone hinzu. Die Ausdehnung der Nutzung geht zu Lasten der bisher ungenutzt auf der Fläche verbliebenen Ernterückstände. Diese Ernterückstände haben indes eine wichtige Funktion im Stoffhaushalt der Wälder, sie steigern durch ihren Gehalt an Nährstoffen die Bodenfruchtbarkeit und führen durch ihre organischen Bestandteile zu einer Mehrung des Humuskapitals.

Wälder funktionieren nach dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft. Mit ihrem weitreichenden Wurzelwerk (Abbildung 1) weiden die Bäume den Boden ab und entwinden ihm Nährstoffe und Wasser. Während des Aufwachsens der Bestände wird der Boden ständig an Nährstoffen verarmt, während die Bäume selbst stetig reicher werden. Unter Urwaldverhältnis-

sen wendet sich das Blatt mit dem natürlichen Tod der Bäume. Deren dann leblosen Bestandteile fallen zu Boden. Die Bäume geben damit dem Boden zurück, was sie ihm zuvor genommen hatten. Dieser Vorgang der Selbstdüngung hat dafür gesorgt, dass Wälder aus sich heraus über die Jahrtausende hin ohne zusätzlichen Dünger auskommen. Im Gegenteil, die aktive Umverteilung der Stoffe vom Unterboden auf den Oberboden steigert auf lange Sicht die Fruchtbarkeit von Waldböden: Die Bäume schaffen sich selbst durch Aufnahme und Rückgabe ihren eigenen günstigen Standort.

Ungenutzt heißt nicht nutzlos

Ernterückstände sind somit kein Abfall, sondern ein wesentliches Element der von Wäldern praktizierten Kreislaufwirtschaft. Vor jeder Ausdehnung der Ernte auf bisher verworfene Abfallprodukte stellt sich die Frage nach Vor- und Nachteilen. Mit dem Kronenmaterial als zusätzlichem Ernteprodukt werden Erlöse erwirtschaftet und Deckungsbeiträge erzielt. Gleichzeitig wird ein nachwachsender Rohstoff gewonnen, der dazu beiträgt, unsere Volkswirtschaft mit Energie zu versorgen. Die Kehrseite der Medaille ist jedoch ein schleichender Verlust an Bodenfruchtbarkeit und Humusbildung. Es entstehen auf diese Weise die Opportunitätskosten eines entgangenen Vorteils der Steigerung der Bodenfruchtbarkeit oder sogar die künftigen Kosten eines Verlusts an Bodengüte. Wo auch immer man die Grenze zwischen Produkt und Ernterückstand zieht (Abbildung 2), immer hat dies auch ökonomische Konsequenzen. Die Nutzung als Produkt füllt den Geldbeutel sofort und unmittelbar, der Nutzungsverzicht mit Zeitverzögerung und nur mittelbar über die Erhaltung oder Steigerung der Bodenfruchtbarkeit. Nun kommt es darauf an, die ökonomische Entscheidung über die Verwendung der Ernterückstände bewusst und auf Grundlage einer umfassenden Kalkulation zu treffen.



Bild: A. Potapov, Fotolia.com

Abbildung 1: Über das Wurzelwerk gelangen die Nährstoffe aus dem Boden in den Baum, wo sie teilweise bis zur Ernte verbleiben. Nach der Ernte entscheidet sich ihr Schicksal: Entweder verlassen sie als Bestandteil der Ernteprodukte den Wald oder sie gelangen als Ernterückstand zurück zum Boden.

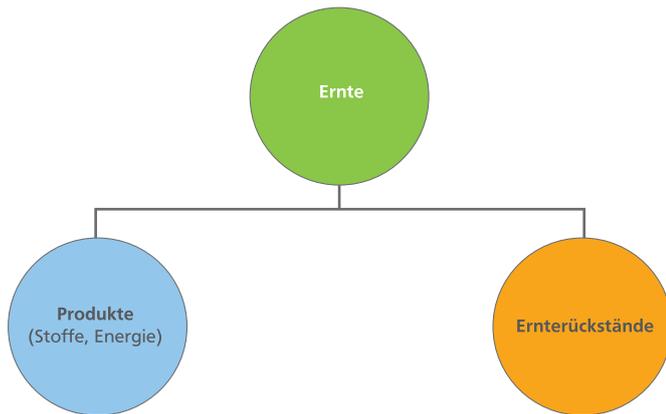


Abbildung 2: Bei der Ernte wird entschieden: Was wandert in die Ernteprodukte und verlässt den Wald, was bleibt liegen und fällt als Rückstand dem Boden zu?

Knappes Gut Waldboden

Die Ressource Waldboden ist knapp. Nur wenige Dezimeter an der Erdoberfläche entscheiden über die Möglichkeiten der forstlichen Produktion. Selbst wenn man die Mineralverwitterung als nachschaffende Kraft des Bodens auf die Einnahmeseite der Bilanz bucht, dürfte jedem klar sein, dass auch die Minerale irgendwann einmal aufgebraucht sind. Wann immer man beim Wirtschaften es mit knappen Gütern zu tun hat, wird es interessant. Knappheit ist der Motor der Wirtschaft. Ein erster Lösungsansatz für eine Situation der Knappheit kann es sein, neue Quellen zu erschließen. So liegt der Gedanke nahe, die knappe Ressource Waldboden durch eine Düngung aufzustocken oder damit die Nutzungsverluste zu kompensieren. Es gibt sogar Pläne, die bei der späteren Verbrennung der Biomasse anfallende Asche zu verwenden. Bei dieser Lösung würde man die Selbstdüngung durch organische Ernterückstände durch eine Fremddüngung mit mineralischem Dünger ersetzen. Mit dem gleichen Verfahren arbeitet die landwirtschaftliche Bodennutzung seit der epochalen Erfindung des Mineraldüngers durch Justus von Liebig (1803–1873) vor 165 Jahren. Man muss bei einer solchen Anleihe bei Methoden der Landwirtschaft jedoch berücksichtigen, dass sich Bäume und landwirtschaftliche Nutzpflanzen in ihrer Wachstumsdynamik und ihrer Nährstoffaufnahme stark unterscheiden. Es ist mehr als fraglich, ob es dauerhaft gelingt, bei der Waldwirtschaft auf Ernterückstände und die durch sie bedingte Humusverbesserung zu verzichten und alternativ die Waldbestände vorwiegend mit Mineraldünger zu versorgen. Der eine entscheidende Vorteil einer natürlichen Versorgung aus dem Humus ist die langsame, aber gleichmäßige und verlustfreie Freisetzung der Nährstoffe. Der andere Vorteil ist das optimal abgestimmte harmonische Verhältnis der Nährstoffe zueinander. Zu Humus gewordene Ernterückstände enthalten die Nährstoffe genau in den Anteilen, wie sie die Bäume benötigen. Ernterückstände können daher auch als ein kostengünstiger Mehrfach- oder Volldünger betrachtet werden.

Weise Beschränkung der Nutzung

Der Münchner Professor Karl Gayer hat in seinem Buch »Waldbau« schon vor über 100 Jahren eine bedenkenswerte Textpassage geschrieben (s. Rückseite dieses Heftes). In ihr betont er, wie wichtig die Humusbildung als Prozess für die Bodenfruchtbarkeit ist. Voraussetzung dafür ist, dass einerseits genügend Streumaterial zur Verfügung steht und dass andererseits der daraus gebildete Humus in einer passenden Geschwindigkeit wieder zersetzt und den Bäumen nutzbar gemacht wird. Dieses aktive Gestalten der Humusbildung und -zersetzung im Forstbetrieb nennt Gayer »Humuspflüge«. Ihr wesentliches Element ist die »weise Beschränkung der Nutzung«. Weise ist eine Nutzungsbeschränkung dann, wenn der Verzicht durch anderweitige Vorteile aufgewogen wird. Die Vorteile eines Belassens der Ernterückstände im Wald liegen, wie gesagt, auf der Hand. Sie stellen damit im Kern weniger einen Verzicht, als eine Rücklagenbildung zur Sicherung oder Steigerung der Bodenfruchtbarkeit dar.

Unser Wissen ist noch Stückwerk

Zurzeit versucht man, wie auch in dem Artikel von Weis, Kölling und Schäff (S. 16 in diesem Heft) und anderen dargestellt, wissenschaftlich die Unbedenklichkeitsgrenze für die Nutzung der Kronenbiomasse zu bestimmen und damit die Voraussetzungen für eine intensiviertere Nutzung mit einem flankierenden Nährstoffmanagement zu schaffen, das sich innerhalb der Grenzen der Nährstoffnachhaltigkeit bewegt. Bei diesen Bemühungen darf man jedoch nicht übersehen, dass es ziemlich aufwendig ist, die für ein Nährstoffmanagement nötigen Daten über die einzelnen Bilanzglieder des Stoffhaushalts zuverlässig zu bestimmen. Anders als bei der Sicherung der Nachhaltigkeit der Holzerträge reicht es bei der Nährstoffnachhaltigkeit nicht, für einen ganzen Betrieb summarisch die



Abbildung 3: Der Wald düngt sich selbst. Gegenüber einer mineralischen Düngung garantiert die natürliche Versorgung über den Humus eine langsame, gleichmäßige und verlustfreie Nährstofffreisetzung.

Holzbuchung mit dem Hiebssatz abzugleichen. Im Gegensatz zu Holzbilanzen müssen sich Nährstoffbilanzen auf konkrete kleinflächig verbreitete Standorte beziehen. Man braucht Informationen über Ein- und Austräge, über die Mineralverwitterung und über die Nährstoffgehalte der Ernteprodukte. Hier ist unser Wissen noch unvollkommen und noch nicht großflächig verfügbar. Auch ist es mit Schwierigkeiten verbunden, die einzelnen Bilanzglieder überall so präzise zu bestimmen, dass man sich bei der Nutzung ganz sicher sein kann, nicht die Grenzen der Nachhaltigkeit zu überschreiten. In einer Situation (noch) unvollkommener Informiertheit spricht vieles dafür, das Vorsichtsprinzip walten zu lassen, insbesondere auf Standorten mit geringer Nährstoffausstattung, wo das Risiko einer unabsichtlichen Übernutzung besonders hoch ist. Ohne wahre Not die Nutzungsintensität hin zu einer nicht genau bekannten Grenze zu verschieben ist vermutlich weniger vernünftig, als vorsichtig zu agieren- also wie bisher die Ernterückstände als Investition in die Bodenfruchtbarkeit zu betrachten und im standörtlich gebotenen Umfang auf der Fläche zu belassen. Dies wäre dann ein konservativer Ansatz, bei dem man sich auf der sicheren Seite der Nachhaltigkeit befindet und überdies einen positiven Effekt auf die Bodenfruchtbarkeit erzielt.

Dr. Christian Kölling leitete bis 30. November 2015 die Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Seit 1. Dezember 2015 ist er Bereichsleiter Forsten am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Roth.
Christian.Koelling@aelf-rh.bayern.de

(Ein)Blick in die unterirdische Welt



Foto: M. Mößnang

Böden bleiben uns meist verborgen, weshalb wir ihnen in der Regel nur wenig Bedeutung beimessen. Dabei bilden sie als Schnittstelle der Ökosphären die Grundlage allen Lebens. Im Boden (Pedosphäre) treffen sich Atmosphäre (Luft), Hydrosphäre (Wasser), Lithosphäre (Gestein) und Biosphäre (Organismen).

Die TU München (Extraordinariat für Geomorphologie und Bodenkunde) hat es sich zusammen mit den Bayerischen Staatsforsten und der Bayerischen Forstverwaltung zur Aufgabe gemacht, dem interessierten Besucher im Schwaighauser Forst einen Einblick in die unterirdische Welt des Waldes zu ermöglichen. Der Lehrpfad in Schwaighausen präsentiert auf engstem Raum die unterschiedlichsten geologischen Einheiten: von der Albhochfläche und den steilen Malmhängen bis hin zu quartären Dellen- und Talverfüllungen. Bei einer circa 1,5 km langen Wanderung durch den Wald kann man an acht verschiedenen Profilgruben in die Welt der Böden abtauchen und das Umweltmedium Boden hautnah »begreifen«. Zudem präsentieren Informationstafeln die Entstehungsgeschichte der Böden um Regensburg, ihre Vielfalt, Funktionen und ihre Bedeutung für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung. So wird unter anderem Humus als Recyclinghof des Waldes thematisiert, es wird erläutert, welche Erkenntnisse aus den Bodenfarben gezogen werden können – sprechen Farben doch Bände, es wird aufgezeigt, was die Bodenvegetation über den darunter verborgenen Boden verraten kann, an »Lösungsdolinen« wird die Entstehungsgeschichte der Fränkischen Alb erklärt und viele weitere Informationen hält der Bodenlehrpfad bereit.

Studenten bietet der Lehrpfad die einmalige Gelegenheit, verschiedenste Bodentypen in Abhängigkeit von Gelände und Geologie zu »begreifen«. Der interessierte Waldbesucher erhält einen seltenen Einblick in die unterirdische Welt des Waldes und erfährt allerlei Wissenswertes zum Thema Wald und Forstwirtschaft. Forstleute erhalten die Möglichkeit, die Zusammenhänge zwischen Standort und Bestockung vor Ort kennen und verstehen zu lernen.

red

Weitere Informationen zum Bodenlehrpfad finden Sie auf der Internetseite des Extraordinariats für Geomorphologie und Bodenkunde unter: <http://geo.wzw.tum.de/startseite.html>

Nährstoffhaushalt und Biomassenutzung

Nährstoffbilanzen: Ein Instrument zur Abschätzung der Folgen intensiver forstlicher Nutzung

Wendelin Weis, Stephan Raspe und Thomas Schäff

Die Energiewende in Bayern verstärkt die Nutzung von Biomasse als Energieträger. Waldhackschnitzel sind dabei derzeit mit etwa 30 € pro MWh eine besonders günstige Energiequelle. Häufig stammen die Hackschnitzel aus dem Kronenmaterial der Bäume. Der Biomasseanteil von Ästen, Zweigen und Nadeln/Blättern ist im Verhältnis zum Derbholzholz mit Rinde niedrig, der Anteil der gespeicherten Nährstoffe aber sehr hoch. Die Nutzung von Kronenmaterial kann dementsprechend nicht ohne Einfluss auf den Nährstoffhaushalt im Ökosystem Wald bleiben. Nährstoffbilanzen können hier helfen, Folgen intensiver Kronennutzung abzuschätzen und besonders anfällige Standorte zu identifizieren.

Die Nährstoffversorgung ist neben Klima und Wasserhaushalt eine der maßgeblichen Steuerungsgrößen für das Wachstum im Wald. Die gesamte oberirdische Biomasseproduktion in geschlossenen Altbeständen kann nach Abschätzungen an den bayerischen Waldklimastationen zwischen zwei und neun Tonnen pro Hektar und Jahr liegen. Kiefernbestände auf armen Sandböden zeigen die geringste Produktivität, während Fichten- und Buchenbestände auf nährstoffreichen Lössen und Lösslehmen höchste Wuchsleistung erreichen.

der in der Biomasse enthaltenen Nährstoffe bei der Holzern- te zu einer Verringerung der verfügbaren Nährelemente. Ein Entzug von Nährstoffen erfolgt auch bei der Brennholznut- zung durch Selbstwerber und durch den Abtransport von Ernt- erückständen aus Gründen der Forsthygiene oder um den Waldboden zum Beispiel für spätere Pflanzungsmaßnahmen besser begehbar zu halten. In der Vergangenheit erfuhren Wäl- der auch durch intensive Nutzung der Streu hohe Nährstoff- entzüge.

Laufend werden Nährstoffe zwischen Pflanzen und Boden ausgetauscht. Streufall und im Wald verbleibender Schlagab- raum speisen den Humuskörper auf und im Boden. Durch Mi- neralisation, also die Zersetzung toten Pflanzenmaterials durch Bodentiere, Pilze und Bakterien, werden die darin ent- haltenen Nährelemente freigesetzt und können so von den Bäumen wieder aufgenommen werden. Eine Nährstoffbilanz stellt die Nährstoffeinträge den Nährstoffverlusten gegenüber. Wegen der Unregelmäßigkeit der Holzerntemaßnahmen sind bei Wäldern längere Zeiträume für eine Bilanzierung sinnvoll.

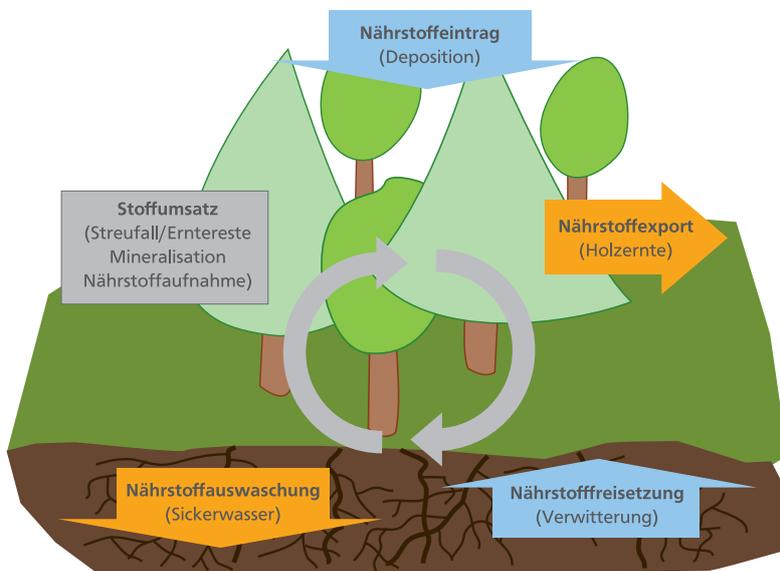


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Nährstoffflüsse im bewirtschafteten Wald

Die Nährstoffbilanz im Wirtschaftswald

Wie aber kann das Nährstoffangebot am Standort abgeschätzt werden? Abbildung 1 zeigt schematisch die wichtigsten Wege der Nährstoffe im Ökosystem Wald. Nährstoffeinträge aus der Atmosphäre und die Nährstofffreisetzung durch Verwitterung im Boden erhöhen dabei das Nährstoffangebot. Dagegen führen die Auswaschung mit dem Sickerwasser und der Export

Nährstoffangebot und Nährstoffbedarf

Aus der Atmosphäre werden Nährstoffe mit dem Niederschlags- wasser in das Ökosystem Wald eingetragen. Neben Klima, Baumart und Waldstruktur hängt ihre Menge ab von der regionalen und überregionalen Emission von Stoffen wie Schwefel- und Stickoxiden aus Verkehr und Industrie oder Ammoniak und Düngemittelstäuben aus der Landwirtschaft. Gleichzeitig erfolgt im Boden eine Freisetzung von Nährelementen durch Verwitterung. Dabei werden Minerale, also der Hauptbestand- teil der festen Bodensubstanz, im Laufe der Zeit langsam gelöst oder umgebildet. Ihre chemische Zusammensetzung und ihre Stabilität gegenüber Verwitterungsprozessen sind ausschlagge- bend für die Menge an Nährstoffen, die freigesetzt werden. Von den wichtigsten Pflanzennährelementen gelangt Stickstoff zu- nächst nur über die Deposition mit dem Niederschlag aus der Atmosphäre in den Waldboden. Phosphor, Calcium, Magnesi- um und Kalium werden sowohl aus der Atmosphäre eingetra- gen als auch durch Verwitterung freigesetzt.

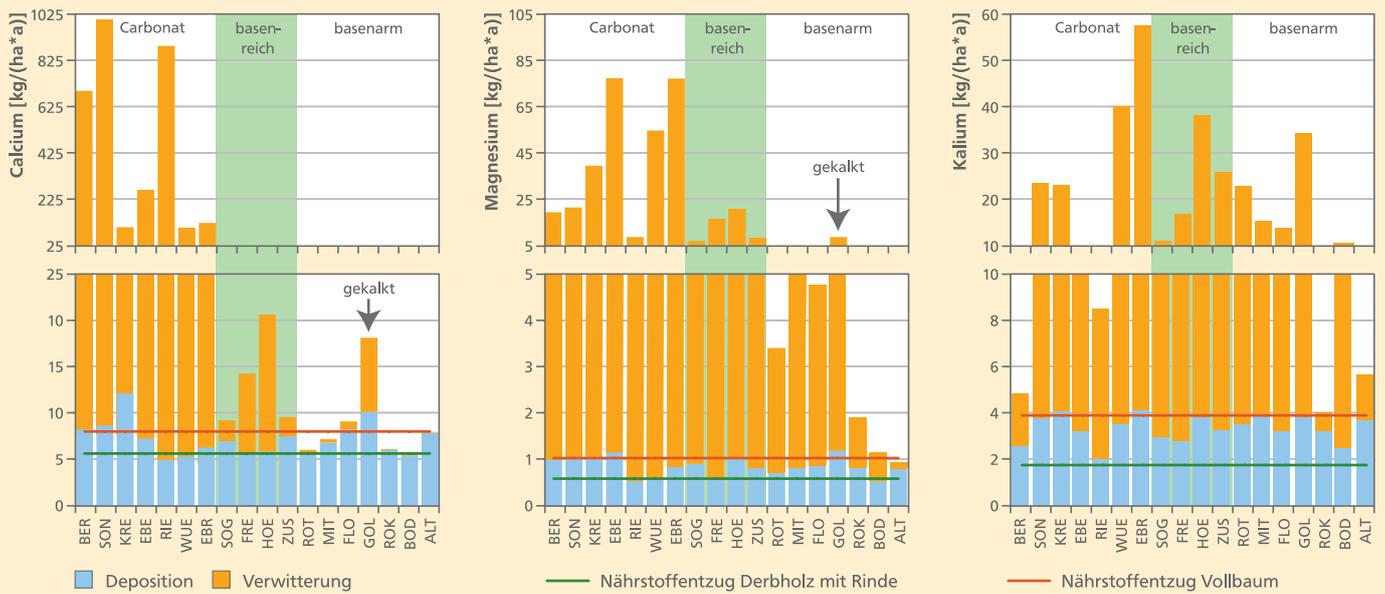


Abbildung 2: Nährstoffangebot durch Einträge mit dem Niederschlag (Deposition) und Verwitterung im Vergleich zum Nährstoffbedarf eines gut wüchsigen Fichtenbestands (Oberhöhenbonität 38) gemittelt über die Umtriebszeit

An den bayerischen Waldklimastationen werden seit über zwei Jahrzehnten atmosphärische Stoffeinträge, Klimaparameter und Elementkonzentrationen im Sickerwasser gemessen. Zusätzlich liegen Informationen zu Wasserhaushalt, Wachstum, Mineralogie, Bodenchemie und -physik vor. Für 18 der 23 Stationen erlaubte die Datenlage eine Berechnung der Freisetzungsraten von Nährstoffen im Boden mit dem chemischen Verwitterungsmodell PROFILE (Sverdrup und Warfvinge 1993). Diese Flächen eignen sich hervorragend, um Bilanzen zur Folgenabschätzung von Nährstoffexporten durch forstliche Nutzung darzustellen.

Nährstoffbilanz: Vollbaumnutzung versus Stammholznutzung

Abbildung 2 zeigt die im Mittel der letzten 20 Jahre an den einzelnen Waldklimastationen zur Verfügung stehenden Mengen an Calcium, Magnesium und Kalium im Vergleich zum Nährstoffbedarf eines gut wüchsigen Fichtenbestands. Während die Nährstoffeinträge mit dem Niederschlag (Deposition) nur geringe Unterschiede aufweisen, reichen die Freisetzungsraten der Verwitterung im Wurzelraum über mehrere Größenordnungen. Auf Standorten mit Carbonatgestein (Kalk oder Dolomit) dominiert für Calcium und Magnesium die Verwitterung das Nährstoffangebot. Dasselbe gilt für eine Reihe basenreicher Standorte, also Böden mit hohen Mengen an Calcium, Magnesium und Kalium, die austauschbar und damit für Bäume leicht verfügbar gespeichert sind. Auf basenarmen Böden muss dagegen, außer nach Waldkalkung, der Bedarf an

Calcium, teilweise auch der an Magnesium und Kalium, hauptsächlich durch die Deposition gedeckt werden. Betroffen sind Standorte der ostbayerischen Mittelgebirge und Sandböden wie zum Beispiel bei Altdorf (ALT, Großraum Nürnberg) oder Bodenwöhr (BOD, Oberpfälzer Becken).

Der Ernteentzug ist für zwei Varianten dargestellt: Bei ausschließlicher Nutzung von Derbholz mit Rinde verbleibt das Kronenmaterial am Standort. Bei Vollbaumnutzung erfolgt zusätzlich die Ernte des Kronenmaterials in der Regel zur Erzeugung von Hackschnitzeln. Bei beiden Varianten wurden 10 % Ernteverluste berücksichtigt. Die Werte gelten für gutwüchsige Fichtenbestände mit Oberhöhen im Alter 100 zwischen 34 und 38 m bei niedriger, aber noch ausreichender Nährstoffversorgung. An den meisten Waldklimastationen ist das Nährstoffangebot durch Deposition und Verwitterung ausreichend, um Exporte mit der Derbholzernte zu kompensieren. Deutlich wird die Auswirkung der Kronennutzung auf den Nährstoffhaushalt. Auf basenarmen Standorten liegt die Nährstoffbereitstellung für mindestens ein Element unterhalb des Exports bei Vollbaumernte. Ausreichend ist das Nährelementangebot an allen Stationen für die Nutzung von Derbholz mit Rinde. Das Ergebnis hat nur einen Haken. Ein wichtiges Glied der Nährstoffbilanz fehlt. Bisher nicht berücksichtigt wurden die Nährelementverluste, die mit dem Sickerwasser aus dem Wurzelraum der Bäume ausgewaschen werden.

Das Erbe des »Saurer Regens« und hoher Stickstoffeinträge

Noch vor wenigen Jahren war der Begriff »Saurer Regen« in aller Munde. Die hohen Emissionen von Schwefel- und Stickoxiden aus Verbrennungsprozessen in Industrie, Verkehr und privaten Haushalten führten zusammen mit den Ammoniak-Emissionen der Landwirtschaft zu einer Überfrachtung der Wälder mit Schwefel und Stickstoff. Die Schwefeldeposition erreichte zwischen 1970 und 1980 ihr Maximum (Abbildung 3 oben), sank seitdem aber dank effektiver Filteranlagen und der Einführung schwefelarmer Treibstoffe auf weniger als ein Viertel. Die Stickstoffeinträge konnten dagegen weit weniger abgesenkt werden. Nach wie vor werden durchschnittlich etwa 15 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr in die bayerischen Wälder eingetragen – je zur Hälfte als Ammonium- und Nitratstickstoff. Folge ist ein vielerorts anhaltend hoher Sickerwasseraustrag von Sulfat und mancherorts – zum Beispiel an der Waldklimastation Höglwald (HOE) – auch von Nitrat (Abbildung 3 unten). Da diese starken Anionen von Kationen be-

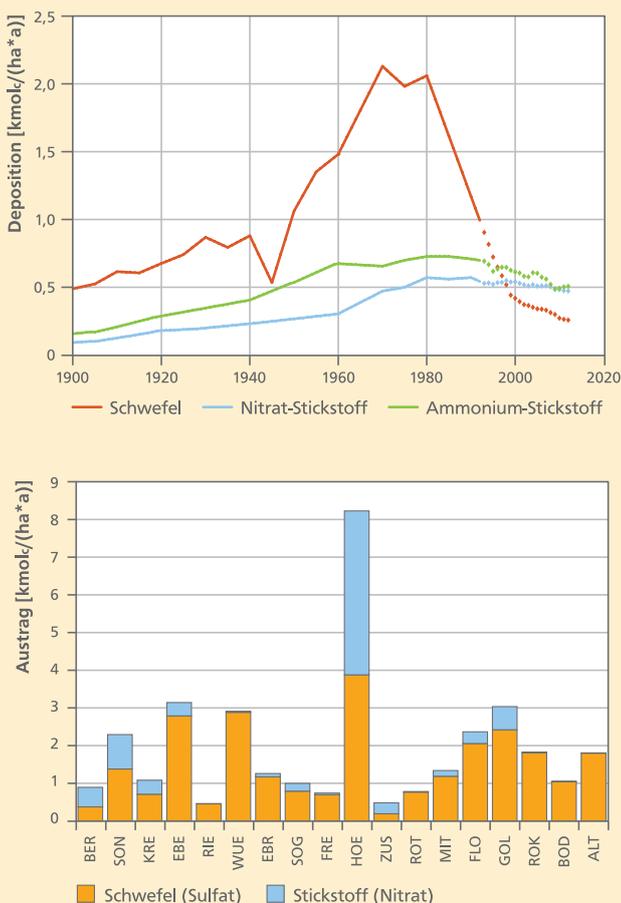


Abbildung 3: Depositionsverlauf für Schwefel und Stickstoff (Alveteg et al. 1998, ab 1993 gleitendes 5-Jahres-Mittel des Depositionsmittels aller Waldklimastationen) und Sickerwasseraustrag von Sulfat und Nitrat an den bayerischen Waldklimastationen (Mittelwerte der letzten beiden Jahrzehnte).

gleitet werden, kommt es so auch zu Verlusten an Calcium, Magnesium und Kalium. Auf Carbonat haltigen Böden gleicht die Verwitterung von Kalk und Dolomit diese Verluste aus. Andere Standorte reagieren mit einer Abnahme der im Humus oder austauschbar im Boden gespeicherten Vorräte. Für die meisten Waldklimastationen auf den nicht von Carbonat beeinflussten Standorten ist die Nährstoffbilanz für gutwüchsige Fichtenbestände daher selbst bei einem Verzicht auf Kronennutzung nicht mehr ausgeglichen. Auf den Waldklimastationen Schongau (SOG, Parabraunerde aus Altmoränenmaterial), Höglwald (HOE, Parabraunerde aus Löss), Rothensbuch (ROT, Braunerde aus Buntsandstein) und Bodenwöhr (BOD, Braunerde aus Kreidesanden mit lehmigen Horizonten) liegen die durch Überfrachtung mit Schwefel und Stickstoff erzeugten Verluste an Calcium und/oder Magnesium sogar höher als das Nährstoffangebot durch Deposition und Verwitterung. Langfristig werden diese Standorte an Wuchskraft verlieren. Eine Nährstoff schonende Bewirtschaftung kann hier helfen, das Erbe des Saurer Regens abzumildern. Aber auch auf den vom Saurer Regen wenig beeinträchtigten Carbonatstandorten kann nicht bedenkenlos nährstoffreiches Material entzogen werden. Hier ist vor allem der wichtige, aber kaum durch Bilanzierung erfassbare Phosphor kritisch. Auf flachgründigen Kalk- und Dolomitböden vor allem in den Alpen wird das Wachstum häufig durch Phosphormangel eingeschränkt (Göttlein et al. 2014). Teilweise ist hier sogar das Stickstoffangebot nicht ausreichend (Mellert und Ewald 2014). Beide Nährstoffe sind in noch höherem Maße im Kronenmaterial konzentriert als Calcium, Magnesium und Kalium, weshalb sich eine Kronennutzung umso stärker auswirkt.

Baumart und Produktivität

Was aber passiert auf Standorten, an denen das Nährstoffangebot nicht für ein optimales Wachstum bestimmter Baumarten ausreicht? Zunächst können die Bäume durch Nährstoffsparsamkeit bei gleichbleibender Produktivität reagieren. Dies erfolgt über niedrigere Nährstoffgehalte in der neu produzierten Biomasse, teilweise auch über Nährstoffverlagerung im Baum. Werden minimale Nährstoffanforderungen nicht mehr gedeckt, verlangsamt sich das Wachstum. Unter Umständen führt ein hoher Export von Kronenmaterial also zu späteren Einbußen in der Produktion des sehr viel wertvolleren Stammholzes. Bei weiterer Einschränkung des Nährstoffangebots werden sich durch natürliche Konkurrenz oder durch aktive forstliche Maßnahmen Baumarten mit geringeren Nährstoffansprüchen durchsetzen. Abbildung 4 zeigt die Größenordnungen möglicher Nährstoffsparsamkeit für die Hauptbaumarten Bayerns. Die Produktivitätsstufen orientieren sich dabei in 4 m-Schritten an der Oberhöhenbonität im Alter 100. Abgeleitet sind sie aus Daten der dritten Bundeswaldinventur und decken so den Bereich deutscher Wälder gut ab. Die verwendeten Biomasse- und Nährstoffdaten stammen aus verschiedenen Biomasseprojekten mit Schwerpunkt in Bayern und Rheinland-Pfalz. Für die Blattspiegelwerte wurden zusätzlich Daten der deutschen Level 2-Flächen und der zweiten Bo-

denzustandserhebung verwendet. Deutlich zu sehen ist der im Vergleich zur Biomasse hohe Nährrelementanteil im Kronenmaterial. Im Baumartenvergleich zeigt die Kiefer die geringsten Nährstoffansprüche, allerdings bei geringerer Biomasseproduktion. Der Nährrelementbedarf der Laubbaumarten ist deutlich höher, wobei die Buche etwas anspruchsvoller ist als die Eiche. Grund ist vor allem der höhere Nährrelementgehalt in Holz und Rinde. Auffällig ist der hohe Calciumgehalt in der Eichenrinde. Durch Absenken der Nährrelementgehalte auf niedrige, aber noch ausreichende Werte können die Bäume ihren Nährstoffbedarf gegenüber den Durchschnittswerten auf etwa 70 % reduzieren. Auf etwa 80 % sinkt der Nährrelementbedarf, wenn das Wachstum um eine Stufe abnimmt, also die Oberhöhenbonität im Alter 100 um 4 m niedriger liegt. An den Waldklimastationen führt das jeweilige Nährstoffangebot zu Unterschieden in der Wachstumsleistung und teilweise in der Baumartenwahl. Die nährstoffarmen, sandigen Böden der Stationen Bodenwöhr (BOD) und Altdorf (ALT) tragen nur matt-

wüchsige Kiefernbestände mit einer Oberhöhe im Alter 100 von 23 und 22 m. Auch auf den basenarmen Mittelgebirgsstandorten kommen nur mäßigwüchsige Fichtenbestände (Oberhöhenbonität 27 bis 28) oder Buchenbestände am unteren Bonitätsrand vor. Überdurchschnittliches Wachstum findet sich auf basenreichen Böden. Hier erreichen Fichtenbestände an den Stationen Höglwald (HOE) und Zusmarshausen (ZUS) auf Lösslehmen des Tertiärhügellands Oberhöhen von 37 m. Der Buchenbestand bei Schongau (SOG) auf Altmoränenmaterial zeigt ebenfalls höchste Wachstumsleistung. Mittelfristig können hier jedoch auf Grund der hohen Nährstoffverluste mit dem Sickerwasser Zuwachsrückgänge auftreten. Beste Bonität zeigen die Eichenbestände auf Malmkalk mit Ablehmüberdeckung (Station Riedenburg, RIE) und auf Carbonat führenden Böden im Keuper (Würzburg, WUE und Ebrach, EBR). Dagegen scheint die Wachstumsleistung in Südbayern bei starkem Einfluss von Carbonat bereits gebremst. Hier wirkt unter Umständen schon die eingeschränkte Phos-

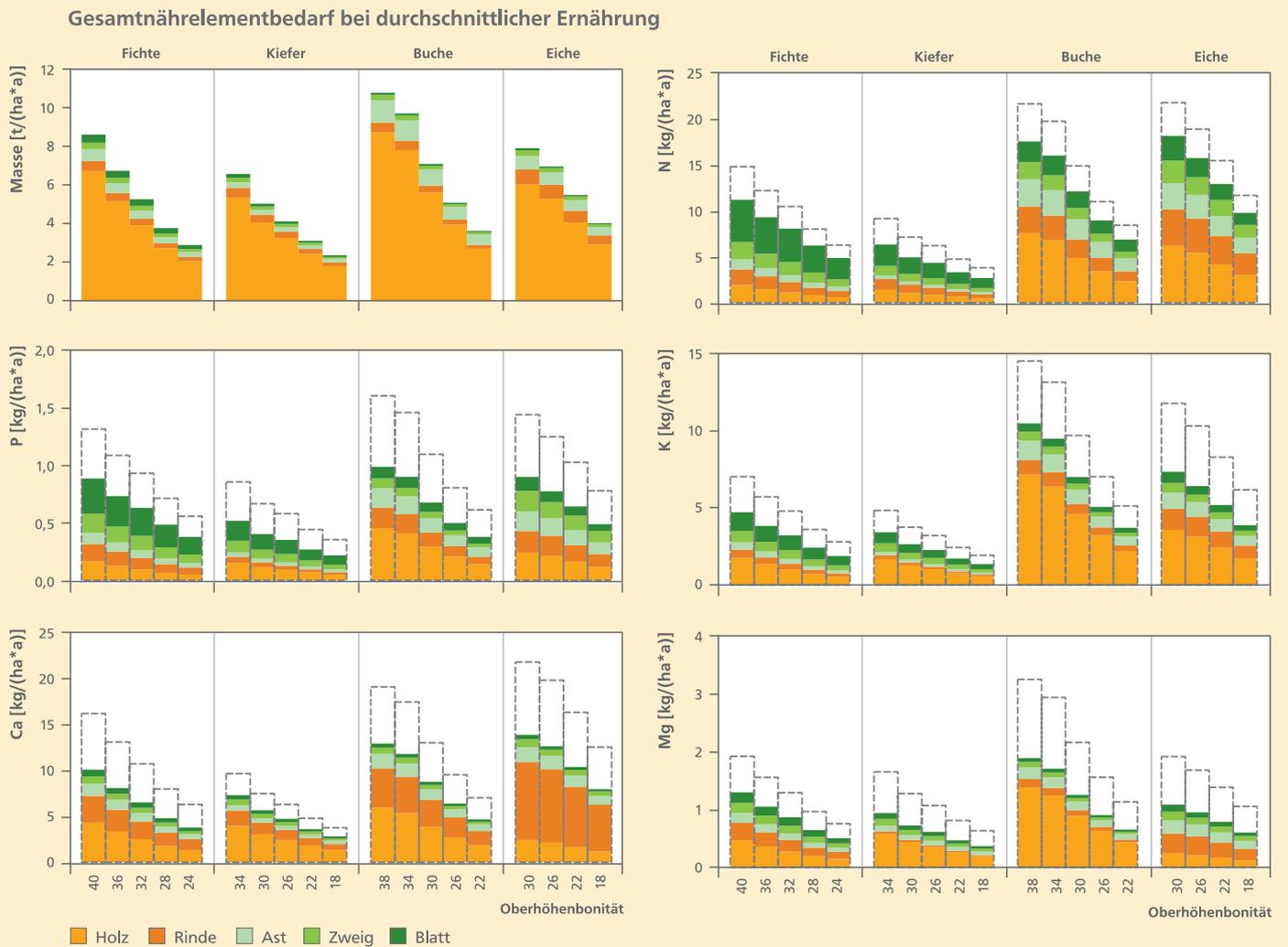


Abbildung 4: Untere Grenze (in Farbe) und Durchschnitt des Nährrelementbedarfs (gestrichelte Linie) nach Baumart und Wachstumsleistung (einberechnete Ernteverluste: 10 %)

phorverfügbarkeit kalkreicher Böden wachstumshemmend. Im Ebersberger Forst (EBE) auf Niederterrassenschottern erreichen die Fichten noch eine Oberhöhe von 34 m, auf Carbo-natböden im Fylschgürtel der Alpen dagegen nur noch 31 m (Stationen Kreuth, KRE und Sonthofen, SON). Klimatische Einflüsse können hier wie an anderen Standorten auch natürlich den Bezug zwischen Wuchsleistung und Nährstoffangebot überdecken.

Zusammenfassung

Das Nährstoffangebot ist ein Standortsfaktor, der das Wachstum unserer Wälder stark beeinflusst. Stoffeinträge mit dem Niederschlag, Verwitterung im Boden, Stoffverluste mit dem Sickerwasser in Folge einer Überfrachtung der Wälder mit Schwefel und Stickstoff und die Nährstoffexporte bei der Holz-ernte bestimmen mittelfristig, welche Nährstoffmengen am Standort zur Verfügung stehen und welches Wachstum dementsprechend möglich ist. Nährstoffbilanzen an den Wald-klimastationen zeigen deutlich, dass Produktivität und Nährstoffangebot in engem Zusammenhang stehen. Da in Ästen, Zweigen und Blättern/Nadeln Nährstoffe überproportional zur Biomasse gebunden sind, muss der Export von Kronenmaterial als Beeinträchtigung des Nährstoffangebots gesehen werden. Auf günstigen Standorten wird dies ohne Folgen bleiben. Auf den übrigen Standorten empfehlen wir eine abgestufte Intensität der Kronennutzung, um die Nährstoffressourcen zu schonen. Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft arbeitet an Hilfsmitteln, mit denen die Entscheidungen hierüber künftig unterstützt werden können.

Literatur

Alveteg, M.; Walse, C.; Warfvinge, P. (1998): Reconstructing historic atmospheric deposition and nutrient uptake from present day values using MAKEDEP, *Water Air and Soil Pollution* 104, S. 269–283

Göttlein, A.; Katzensteiner, K.; Rothe, A. (2014): Standortsicherung im Kalkalpin – SicALP. *Forstliche Forschungsberichte München* 212, 172 S.

Mellert, K. H.; Ewald, J. (2014): Nutrient limitation and site-related growth potential of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) in the Bavarian Alps. *Europ. J. of Forest Research* 133/3, S. 433–451

Sverdrup, H.; Warfvinge, P. (1993): Calculating field weathering rates using a mechanistic geochemical model–PROFILE. *J. of Appl. Geochem.* 8, S. 273–283

Dr. Wendelin Weis, Dr. Stephan Raspe und Thomas Schäff sind Mitarbeiter der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Korrespondierender Autor: Dr. Wendelin Weis,
Wendelin.Weis@lwf.bayern.de

Energieholzernte und stoffliche Nachhaltigkeit



Foto: K. Hüttl

Die Nutzung von Biomasse als nachwachsender Rohstoff und erneuerbare Energiequelle hat in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Im Wald führt dies zur verstärkten Ernte von Baumkronen für die Hackschnitzelerzeugung. Mit der Kronenbiomasse werden allerdings bedeutende Mengen an Nährelementen entzogen. Um der Nachhaltigkeit gerecht zu werden, muss neben der Holznutzung auch die Erhaltung des Nährelementpools in den Waldböden berücksichtigt werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts »Energieholzernte und stoffliche Nachhaltigkeit in Deutschland« werden Methoden und Verfahren zur deutschlandweiten Abschätzung der nutzbaren Holzbiomasse unter Beachtung der Nährstoffnachhaltigkeit entwickelt. Dazu werden an den Punkten der Bodenzustandserhebung und der Bundeswaldinventur Nährstoffbilanzen berechnet. »Gewinne« von Nährelementen über Deposition und Verwitterung werden den »Verlusten« durch Sickerwasseraus-trag und Biomassennutzung gegenübergestellt. Mit dieser Bilanzierungsmethode lassen sich nachhaltig verfügbare Holzbiomassepotenziale auf Bundesebene ableiten. In ausgewählten Testregionen sollen die verfügbaren Biomassepotenziale flächig aufbereitet werden.

Das Verbundprojekt mit einer Laufzeit von 2013 bis 2016 steht unter Leitung der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA). Außerdem beteiligt sind die Nord-westdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA) und die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF). Die Finanzierung erfolgt durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

red

Kronennutzung aus nährstoffkundlicher Sicht

Vor allem auf empfindlichen Standorten stehen hohe Nährstoffverluste geringen finanziellen Gewinnen gegenüber

Wendelin Weis, Christian Kölling und Thomas Schäff

Die Nutzung von Kronenbiomasse im Wald ist heute weit verbreitet. Die daraus erzeugten Waldhackschnitzel sind ein günstiger und begehrter Brennstoff für Biomasseheizkraftwerke und private Haushalte. Allerdings sind die zusätzlichen Erlöse, die der Waldbesitzer durch die Kronenernte im Vergleich zur Stammholznutzung erzielen kann, vergleichsweise gering. Äste, Zweige und Nadeln der Baumkronen enthalten jedoch überproportional viele Nährelemente. Daher kann bei intensiver Nutzung der Kronenbiomasse langfristig die Fruchtbarkeit des Standorts herabgesetzt werden.

Jährlich wird im bayerischen Staatswald etwa eine Million Schüttraummeter Waldhackgut erzeugt (Bayerische Staatsforsten 2012). Gemessen an der Gesamtproduktion von Hackschnitzeln in Bayern sind das allerdings nur etwas mehr als 20 %, 65 % kommen aus den Privatwäldern, der Rest aus den Körperschaftswäldern (Gaggermeier et al. 2014). Neben Stammresten bilden Wipfel mit einem Durchmesser größer 12 cm am stärkeren Ende (= Zopf) das Hauptsortiment zur Hackschnitzelgewinnung (vgl. Merkblatt der Bayerischen Staatsforsten »Grundsätze zur Bereitstellung von Energieholz«). Die vollmechanisierte Holzernte mit Harvester und Forwarder ist geradezu prädestiniert für eine effektive Ernte von Kronenmaterial. Wipfelstücke können vom Harvester direkt an der Rückegasse abgelegt und leicht vom Forwarder aufgenommen und abtransportiert werden. An der Forststraße oder an zentralen Sammelstellen werden die Nadelholzwipfel zu Waldhackschnitzel verarbeitet.

Bei Fichten liegt der Massenanteil von Ästen, Zweigen und Nadeln in den Wipfeln zwischen 35 und 55 %, wobei schlechtwüchsige Bestände mit eng stehenden Ästen höhere Anteile an

Feinreisig aufweisen. In der Regel dienen auf der Rückegasse anfallende Äste zur Armierung, um Bodenverdichtungen zu reduzieren und die Befahrbarkeit zu erhalten. In seltenen Fällen werden auch diese Äste zur Hackschnitzelerzeugung genutzt. Bei der motormanuellen Holzernte wird – im Gegensatz zur vollmechanisierten – im Bestand entastet. Das Kronenmaterial fällt dann verteilt auf der gesamten Bestandsfläche an.

Hackschnitzel haben sich als eine besonders günstige Energiequelle am Markt etabliert. Die Zahl der Biomasseheizkraftwerke ist gerade im letzten Jahrzehnt stark gestiegen. Auch wenn nur noch mit einem moderaten Anstieg der Anlagenzahl zu rechnen ist, wird der Bedarf an Biomasse als Energieträger hoch bleiben. Damit stellen Waldhackschnitzel auch künftig eine zusätzliche Einnahmequelle für Waldbesitzer dar. Dies gilt umso mehr, als der Bedarf nicht alleine aus Kurzumtriebsplantagen, aus der Altholzverwertung oder durch Schnittgut aus Landschaftspflegemaßnahmen gedeckt werden kann.

Ökonomisch ist die Hackschnitzelerzeugung aus Kronenmaterial allerdings weniger lukrativ als die Erzeugung von Stammholzsortimenten. Bei einer Durchforstung von Fichtenaltbeständen trägt sie nur wenige Prozent zum erntekostenfreien Gesamterlös bei. Der Beitrag erhöht sich etwas, wenn die gesamte Umtriebszeit betrachtet wird, da in jungen Beständen mehr Kronenmaterial in Relation zum Derbholz vorhanden ist. Letztlich sind die finanziellen Zugewinne für den Waldbesitzer gering. Zugleich entstehen aber Opportunitätskosten für mögliche Kompensationsmaßnahmen oder zukünftige Ertragseinbußen. Daher muss bei der energetischen Nutzung von Biomasse aus dem Wald gewährleistet sein, dass die wichtigere und ertragreichere Produktion von Stammholz nicht ins Hintertreffen gerät. Die geringen Erträge aus der Kronennutzung dürfen nicht durch langfristige Einbußen bei der Holzproduktion erkaufte werden.

Baumkronen als Nährstoffquelle

Bei dem Export von Wipfelstücken und Ernterückständen aus den Beständen wird häufig vergessen, dass es sich hier um sehr nährstoffreiches Material handelt. Waldrestholz ist damit kein Abfallprodukt, sondern gleicht beim Belassen im Wald einer



Foto: W. Weis

Abbildung 1: Harvestereinsatz in einem Fichtenbestand: Äste und Baumwipfel bleiben konzentriert auf beziehungsweise an der Rückegasse liegen und können von dort leicht abtransportiert werden.

organischen Düngung. Damit tragen die Ernterückstände zum Humusaufbau bei und verbessern die Wasser- und Nährstoffversorgung. Die Standortsqualität bleibt so erhalten und wird unter Umständen sogar erhöht. Während der erntekostenfreie Erlös des zu Hackschnitzeln verarbeiteten Kronenmaterials vergleichsweise gering ist, führt die Kronennutzung zu mindestens einer Verdopplung des Nährelementexports. Besonders kritisch ist die Entnahme von Ästen, Zweigen und Nadeln zu beurteilen. Hier ist das Missverhältnis zwischen dem finanziellen Gewinn und dem Nährstoffexport am größten. Zusätzlich steigt die Qualität der Hackschnitzel und die damit erzielbaren Erlöse bei geringeren Anteilen von benadeltem bzw. belaubtem Feinschnitzel (Mergler et al. 2012).

Geringe Gewinnsteigerungen bei deutlich erhöhten Nährelementexporten durch Kronennutzung zeigen auch Modellrechnungen für die acht Fichtenflächen der bayerischen Waldklimastationen: Die mittlere Biomasse des Wipfelmaterials betrug bei einer Zopfgrenze von 12 cm rund 25 %. Berücksichtigt wurde das Wipfelholz (Stammholz kleiner 12 cm Durch-

messer), das bei der Stammentastung anfallende Material (»Reisig Fixlängen«) und die Äste, Zweige und Nadeln des Wipfelstücks (»Reisig Wipfel«). Der durchschnittliche erntekostenfreie Erlös der Kronennutzung belief sich auf weniger als 10 % des Gesamterlöses. Dabei wurden zur Berechnung Erntekosten für Stammholz von 15 €/m³, Kosten für die Hackschnitzelbereitstellung frei Werk von 69 €/t_{atro} für Kronenrücken, Hacken und Transport (Kuptz et al. 2015), Holzpreise für Fixlängen von Oktober 2015 und Hackschnitzelpreise von 19 € pro Schüttraummeter (frei Werk) angesetzt. Im Gegensatz zum relativ geringen Erlösanteil lag der Anteil der im Kronenmaterial gespeicherten Hauptnährelemente für Phosphor bei 68, für Stickstoff und Kalium bei 57, für Magnesium bei 52 und für Calcium bei 46 %. Dabei waren die Nährelementanteile abhängig von der Nährstoffversorgung am Standort, dem Alter und der Wuchsleistung des Bestands (Abbildung 2 und Tabelle 1). In jungen oder schlechtwüchsigen Beständen mit hoher Stammzahl und geringen Einzelbaumdimensionen – hier das Beispiel der Waldklimastation Rothenkirchen (Wuchsbezirk 8.1 Frankenwald) – war im Kronenmaterial mehr Biomasse gebunden. Demensprechend höher fiel der Anteil am erntekostenfreien Gesamterlös durch Kronennutzung aus. Allerdings lagen die Nährstoffentzüge durch den Abtransport des Kronenmaterials bei weit über 50 %. In älteren und gut wüchsigen Beständen – Beispiel Ebersberg (Wuchsbezirk 13.1 Münchner Schotterebene) – erreichte der anteilige Erlös der Kronennutzung nur noch wenige Prozent. Auch der Biomasseanteil war deutlich geringer. Trotzdem war dort noch immer etwa die Hälfte der Nährstoffe gebunden und würde im Erntefall dem Standort entzogen.

Standortverschlechterung durch Kronennutzung?

Besonders auf nährstoffarmen Standorten kann der hohe Nährstoffentzug bei intensiver Biomassenutzung langfristig zu einem Verlust der Standortsqualität führen und sich mindernd auf die Wuchsleistung auswirken. Der geringe Mehrertrag durch Nutzung des Kronenmaterials kann so durch zukünftige Verluste bei der Stammholzproduktion mehr als wettgemacht werden. Die in der Literatur berichteten längerfristigen Zuwachseinbußen in Folge von Vollbaumnutzung erreichen

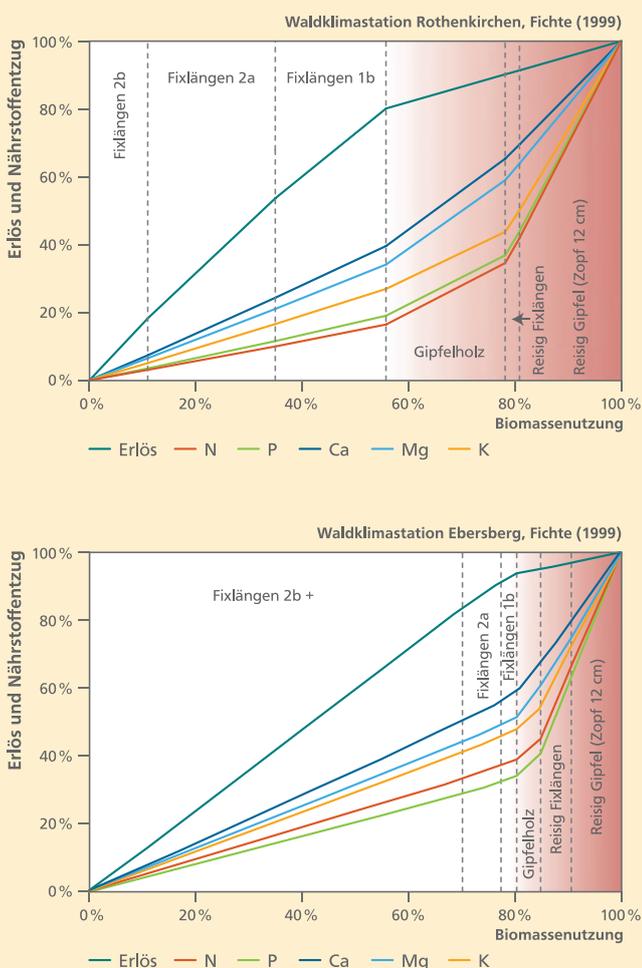


Abbildung 2: Erntekostenfreier Erlös und Nährelemententzug im Vergleich zur genutzten Biomasse für Fixlängensortimente (Länge 4,1 m; Stärkeklassensortierung; Zopfgrenze 12 cm) und Kronenmaterial am Beispiel zweier Fichtenbestände.

Tabelle 1: Ertragskundliche Kenngrößen der Fichtenbestände (WKS Rothenkirchen und Ebersberg)

	WKS Rothenkirchen	WKS Ebersberg
Alter bei Aufnahme (1999)	47	83
Stammzahl pro Hektar	984	567
Brusthöhendurchmesser des Grundflächenmittelstamms	21 cm	44 cm
Höhe des Grundflächenmittelstamms	18,7 m	30,9 m
Grundfläche	34 m ² /ha	86 m ² /ha
Volumen Derbholz m. Rinde	295 m ³ /ha	1132 m ³ /ha

Werte bis etwa 20 % (Thiffault et al. 2011). Eine Übertragung der Ergebnisse auf die bayerischen Wälder ist schwierig, da viele der Untersuchungen in Regionen mit geringen Stickstoffeinträgen stattfanden. Dagegen liegt die Stickstoffdeposition in den Wäldern Mitteleuropas seit den letzten 50 Jahren teilweise deutlich über dem Bedarf der Bäume. Stickstoffmangel spielt daher in Bayerns Wäldern nur auf wenigen Sonderstandorten eine Rolle. Trotzdem zeigen auch Untersuchungen aus unserem Nachbarland Österreich in jungen Fichtenbeständen deutliche Zuwachsrückgänge nach Vollbaumnutzung (Sterba 2003).

Alternativ zu aufwendigen und langwierigen Beobachtungen auf Versuchsflächen können die Auswirkungen des Nährstoffexports durch Bilanzen abgeschätzt werden. Die erwartete langfristige Entnahme von Nährelementen mit der Holzernte wird dem Nährstoffangebot am Standort gegenübergestellt. Das Nährstoffangebot entspricht dabei der Summe aus den atmosphärischen Nährstoffeinträgen und der Freisetzung durch Verwitterung im Boden abzüglich der Verluste, die durch den Austrag mit dem Sickerwasser entstehen. Als Beispiel zeigt Abbildung 3 für die Waldklimastation Rothenkirchen Angebot und Entzug von Magnesium bei unterschiedlicher Bewirtschaftung.

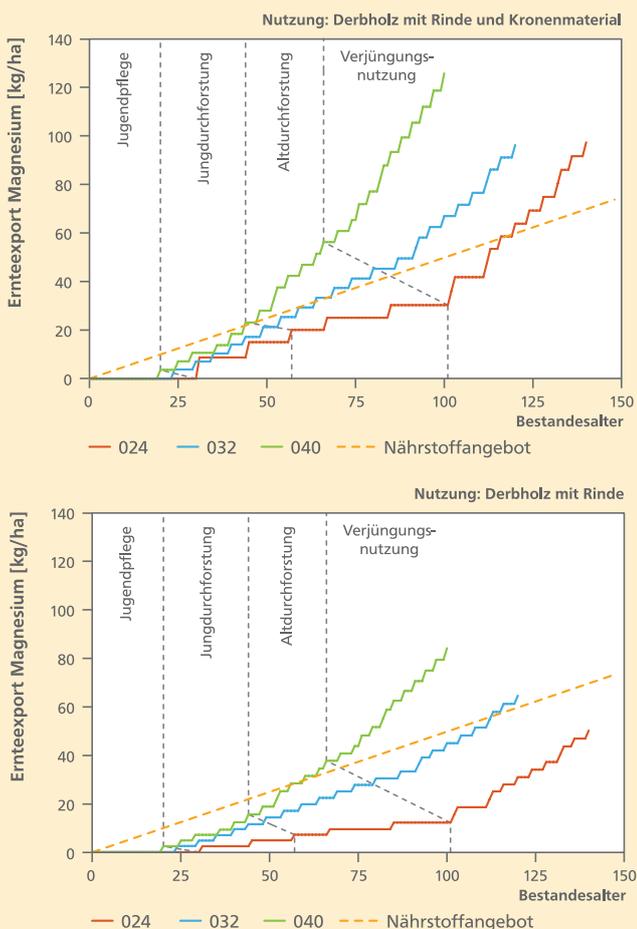


Abbildung 3: Vergleich des Magnesium-Exports mit und ohne Kronennutzung von Fichtenbeständen verschiedener Bonität mit dem Nährstoffangebot (= Nährstoffeintrag + Verwitterung – Sickerwasseraustrag) der WKS Rothenkirchen.

Der Fichtenbestand stockt auf einem nährstoffarmen, schuttreichen Lehmboden aus Grauwacke. Zur Bilanzierung wurde deshalb eine geringe, aber ausreichende Nährstoffversorgung im Baum angenommen. Für drei unterschiedliche Wuchsleistungen typischer Fichtenbestände (Oberhöhenbonitäten im Alter 100 von 24, 32 und 40 m) sind die potenziellen Magnesiumentzüge bei fortwährender Vollbaumernte (Derbholz mit Rinde und Kronenmaterial) im Vergleich zur reinen Stammnutzung (Derbholz mit Rinde) aufgetragen. Einberechnet wurden jeweils 10 % Ernteverluste, Material, das am Standort liegen bleibt und deshalb nicht in die Bilanz eingeht. Durchforstungsabstände und Entnahmemengen beziehen sich auf die Bewirtschaftungsrichtlinien für Fichten im bayerischen Staatswald (Bayerische Staatsforsten 2009). Demnach beginnt die Ernte in der Jungdurchforstung etwa ab Alter 25 bei einer Bestandsoberhöhe von 12 m. Die Entnahmemengen pro Eingriff sollen 60 Erntefestmeter in der Jungdurchforstung, 70 Erntefestmeter in der Altdurchforstung und 80 Erntefestmeter in der Verjüngungsnutzung nicht überschreiten. Bestände mit niedriger Wuchsleistung werden damit in der Regel mit etwas längerer Umtriebszeit bewirtschaftet. Bezogen auf die gesamte Umtriebszeit erlaubt das Magnesiumangebot am Standort Rothenkirchen bei durchgehender Vollbaumernte nur eine Wuchsleistung unterhalb Oberhöhenbonität 24. Bei Verzicht auf Kronennutzung ist dagegen eine nährstoffnachhaltige Bewirtschaftung für Bonitäten nahe 32 möglich. Der Nährelementexport fällt bei Nutzung von Derbyholz mit Rinde gegenüber der Vollbaumnutzung auf zwei Drittel bei guter Wuchsleistung, in schlecht wüchsigen Beständen sogar auf die Hälfte. Dabei ist die Betrachtung einer ganzen Umtriebszeit unverzichtbar. Während in der Jugendpflege, also vor Beginn der Durchforstungsmaßnahmen, Nährstoffkapital am Standort angesammelt wird, nimmt der Export mit steigendem Bestandsalter überproportional zu. Höchste Nährstoffexporte fallen in der Regel in der Verjüngungsnutzung und Altdurchforstung an. Bilanzen kürzerer Zeiträume in jüngeren Beständen täuschen damit bessere Nährstoffbilanzen vor. Vergessen werden darf auch nicht, dass jedes Nährelement am Standort unterschiedlich reagieren kann und gesondert betrachtet werden muss. Steht nur ein einziger Nährstoff nicht ausreichend zur Verfügung, kann das Wachstum beeinträchtigt werden (Minimumgesetz nach Liebig). Schlechtwüchsige Standorte weisen aber häufig ein unzureichendes Angebot mehrere Nährelemente auf. In Rothenkirchen fehlen zum Beispiel neben Magnesium auch Calcium und Kalium.

Kronennutzung auf besonders anfälligen Standorten

Der Verzicht auf die Entnahme von Ästen, Zweigen und Nadeln bei der Holzernte fördert generell die Wasser- und Nährstoffversorgung im Bestand. Einige Standorte sind aber besonders anfällig gegenüber hohen Exporten von Biomasse und Nährelementen. Dabei spielt das Kronenmaterial sowohl als Humusbildner als auch als Nährstoffquelle eine Rolle. Humus ist vor allem auf Mineralböden mit geringer Mächtigkeit oder hohem Steingehalt wichtig. An solchen Standorten ist der



Foto: W. Weis

Abbildung 4: Flachgründige, skelettreiche Böden wie diese Rendzina auf Dolomitgrus sind gegenüber Biomasse- und Nährstoffentzug besonders anfällig.

Wurzelraum der Bäume häufig eingeschränkt, Wasser und Nährstoffe werden zu großen Teilen aus der organischen Auflage gewonnen. Humusaufbau schafft hier direkt ein Mehr an Wurzelraum. Zusätzlich wird beim Verzicht auf Kronennutzung das Nährstoffangebot erhöht, ein Aspekt, der auch für Böden von entscheidender Bedeutung ist, die zwar tiefgründig und gut durchwurzelbar sind, wo aber bereits das Ausgangsmaterial nur wenige Nährstoffe enthält. Geordnet nach ihrer Anfälligkeit gegenüber Kronennutzung (in absteigender Reihenfolge) sind folgende Standortstypen zu nennen:

- Fels-Humus-Böden, insbesondere in den Kalkalpen
- sehr skelettreiche Böden
- reine Sande
- sonstige nährstoffarme Standorte

Hinzu kommen die durch Nutzung degradierten Standorte, zum Beispiel Rekultivierungsflächen oder Flächen, auf denen in der Vergangenheit eine intensive Streunutzung stattgefunden hat. Auf Carbonat-Böden muss zusätzlich beachtet werden, dass dort das Nährelement Phosphor wegen des hohen pH-Werts im Boden nur eingeschränkt verfügbar ist. Vor allem in den Kalkalpen, wo flachgründige, humusreiche Böden direkt auf Kalk und Dolomit aufliegen, sollten deshalb möglichst hohe Mengen an Ernterückständen auf den Flächen verbleiben.

Sensible Standorte können, wenn es sich um Fels-Humus-Böden, flachgründige, skelettreiche oder rein-sandige Flächen handelt, mittels Bodenansprache leicht identifiziert werden. Schwieriger wird es bei der Einschätzung anderer nährstoffarmer Standorte. Einen guten Hinweis auf eingeschränkte Nährstoffverfügbarkeit liefert der Bestand selbst. Können Klima und Wasserversorgung als limitierende Standortfaktoren ausgeschlossen werden, weist die geringe Produktivität auf Nährstoffmängel hin. Ist die Ernährung deutlich eingeschränkt, können Verfärbungen an den Nadeln und Blättern der Bäume beobachtet werden. Ty-

pisch sind zum Beispiel Nadelvergilbungen bei Fichte auf Magnesium armen Standorten. Häufig sind solche Erscheinungen aber nur vorübergehend, da der Bestand durch Wachstumsreduktion den Bedarf an Nährstoffen einschränken kann und so eine ausreichende Versorgung vor allem der zur Fotosynthese unersetzbaren Blätter und Nadeln sicherstellt. In Bayern können Standorte mit geringer Basenausstattung (Calcium, Magnesium, Kalium) über das Standortinformationssystem der Bayerischen Forstverwaltung (BaSIS) identifiziert werden. Kritisch sind hier Basensättigungstypen der Stufe 4 und 5. Auch die Bayerischen Staatsforsten verwendet Kronennutzungskarten zur Nutzungsanpassung an das standörtliche Nährstoffangebot. Für Standorte mit geringem Phosphorangebot und Flächen, die wegen hoher Schwefel- (»Saurer Regen«) und Stickstoffeinträge der letzten Jahrzehnte hohe Sickerwasserausträge von Calcium, Magnesium und Kalium kompensieren müssen, ist die Nährstoffausstattung allerdings noch unzureichend abgebildet. Aktuell wird deshalb an verbesserten Hilfsmitteln zur standortangepassten Kronennutzung gearbeitet.

Literatur

Bayerische Staatsforsten (2009): Waldbauhandbuch Bayerische Staatsforsten: Bewirtschaftung von Fichten- und Fichtenmischbeständen, 83 S.

Bayerische Staatsforsten (2012): <http://www.baysf.de/de/wald-bewirtschaften/holzverkauf/waldhackschnitzel.html>

Gaggermeier, A.; Friedrich, S.; Hiendlmeier, S.; Zettinig, C. (2014): Energieholzmarkt Bayern 2012. Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern hinsichtlich Aufkommen und Verbrauch. LWF, Freising und C.A.R.M.E.N. e.V. Straubing

Mergler, F.; Schulmeyer, F.; Zormaier, F.; Hüttl, K. (2012): Bereitstellung von Waldhackschnitzeln. Merkblatt 10 der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Kuptz, D.; Schulmeyer, F.; Hüttl, K.; Dietz, E.; Turowski, P.; Zormaier, F.; Borchert, H.; Hartmann, H. (2015): Optimale Bereitstellungsverfahren für Holzhackschnitzel. Berichte aus dem Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe 40, Straubing und Freising-Weihenstephan, 324 S.

Sterba, H. (2003): Growth after biomass removal during precommercial thinning. In: Limbeck-Lilineau, B., Steinmüller, Th., Stampfer, K.: Austro2003: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain, 5.-9.10.2003, Schlägl, Austria; CD-Rom Proceedings, 9

Thiffault, E.; Hannam, K. D.; Paré, D.; Titus, B. D.; Hazlett, P. W.; Maynard, D. G.; Brais, S. (2011): Effects of forest biomass harvesting on soil productivity in boreal and temperate forests – A review. Environmental Reviews 19, S. 278–309

Weis, W.; Blumenthal, B.; Göttlein A. (2014): Wälder der nördlichen Kalkalpen: Ernährung, Wasser- und Stoffhaushalt. LWF aktuell 99, S. 38–41

Dr. Wendelin Weis und Thomas Schäff sind Mitarbeiter der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Dr. Christian Kölling vom Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Roth leitete bis 30. November 2015 die Abteilung »Boden und Klima«.

Korrespondierender Autor: Dr. Wendelin Weis, Wendelin.Weis@lwf.bayern.de

Nährstoffmängel und deren Kompensation

In Bayern werden Bodenmeliorationen nur nach eingehender Diagnose durchgeführt

Thomas Schäff, Christian Kölling und Wendelin Weis

Wälder sind naturnahe Ökosysteme und müssen in unserer dicht besiedelten Kulturlandschaft zahlreiche Funktionen erfüllen. Bei ihrer Bewirtschaftung sind auf lange Sicht die Bodenfruchtbarkeit und das natürliche Produktionspotenzial zu erhalten. In Bayern sind forstliche Standorte sehr vielfältig und weisen im Vergleich mit anderen Bundesländern eine von Natur aus überwiegend günstige Nährstoffausstattung auf. Dennoch können auf nährstoffarmen Standorten Ernährungsmängel auftreten. Möglichkeiten und Vorgehensweisen zur Kompensation solcher Mangelercheinungen werden hier aufgezeigt.

Bäume benötigen für ihr Wachstum Licht, Kohlendioxid, Sauerstoff, Wasser und mineralische Nährelemente. Hierzu gehören neben den Makronährelementen Stickstoff (N), Phosphor (P), Schwefel (S), Calcium (Ca), Magnesium (Mg) und Kalium (K) auch Spurenelemente wie Eisen (Fe), Mangan (Mn), Kupfer (Cu) sowie Zink (Zn). Die einzelnen Elemente haben unterschiedliche Funktionen im Stoffwechsel und stehen untereinander in Wechselwirkung. Für ein gesundes Pflanzenwachstum sind sowohl Mindestnährelementgehalte in den Baumorganen, als auch ausgewogene Verhältnisse der Nährstoffe zueinander erforderlich.

Nährstoffkreislauf im Wald

Die Aufnahme der Nährelemente im Boden erfolgt über Wurzeln und mit Hilfe symbiotisch lebender Mykorrhiza-Pilze. Hinsichtlich ihres Wurzelwerks unterscheiden sich die einzelnen Baumarten und können je nach Durchwurzelungstiefe auch weiter entfernte Nährstoffpotenziale im Unterboden nutzen. Letztlich erhöhen Einträge aus der Atmosphäre und Zu-

lieferung aus der Verwitterung den Nährstoffpool in einem Waldökosystem. Andererseits werden Nährelemente ausgewaschen und in Bodenschichten unterhalb des Wurzelraums abgelagert oder durch Holzernte und Biomassenutzung entzogen. Diese Nährelemente stehen dem Ökosystem Wald dann nicht mehr zur Verfügung. Das Ökosystem selbst versucht, durch einen eng geschlossenen Nährstoffkreislauf Nährstoffverluste zu vermeiden. Bäume nehmen Nährelemente auf und lagern diese in ihrer Biomasse ein. Durch den Streufall werden sie dem Humuskörper zugeführt und dort gespeichert. Die Mineralisation des Humus setzt laufend Nährstoffe frei, die wieder von der Vegetation aufgenommen werden können. Dabei ist der Abbau der Streu neben Wärme, Feuchte und Bodenchemie auch von der Streuqualität abhängig, die je nach Baumart unterschiedlich ist. Nur langsam abbaubare Kiefernstreu führt zum Beispiel in Kiefernbeständen zu mächtigen Rohhumusaufgaben. Die damit verbundene langsame Freisetzung der im organischen Material gebundenen Nährelemente kann zu Nährstoffmangel führen, schützt aber auch vor Auswaschungsverlusten. Einen drastischen Aderlass stellt der komplette Entzug des Humuskörpers dar, wie er in der Vergangenheit bei der Streunutzung praktiziert wurde.

Nährelementmängel, ganz gleich ob auf Grund einer von Natur aus geringen Nährstoffausstattung, niedrigen Freisetzungsraten, hohen Verlusten oder Übernutzungen, limitieren das Wachstum der Bäume. In diesem Zusammenhang hat Justus von Liebig (1803–1873) bereits im 19. Jahrhundert sein »Minimumgesetz« formuliert. Das Wachstum von Pflanzen wird immer durch die am geringsten zur Verfügung stehende Ressource eingeschränkt. Diese Ressource – einzelne Nährstoffe, Temperatur, Licht oder Wasser – wird als *Minimumfaktor* bezeichnet. Eine Zugabe von weiteren Ressourcen, die nicht limitierend wirken, bewirkt kein zusätzliches Wachstum, solange das Minimum nicht beseitigt wird. Veranschaulicht wird dies am Modell der »Minimum-Tonne«. Ein Fass mit unterschiedlich langen Fassdauben lässt sich nur bis zur Höhe der kürzesten Daube füllen. Analog zu diesem Modell kann ein Baum nur so gut wachsen, wie es die am wenigsten zur Verfügung stehende Ressource erlaubt. Eine Verbesserung nicht limitierender Ressourcen bewirkt demzufolge kein höheres Wachstum (Abbildung 1).

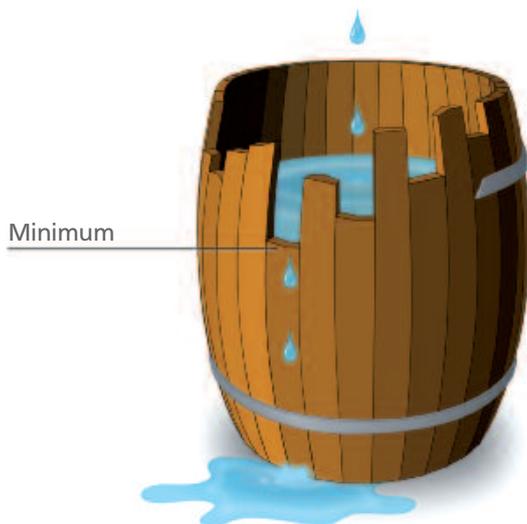
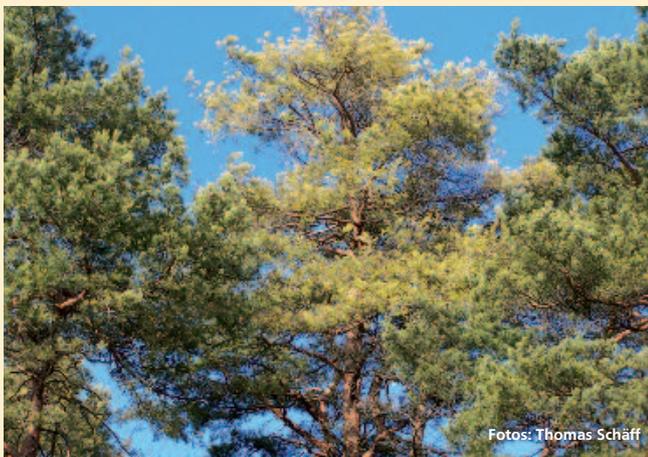


Abbildung 1: Das Minimumprinzip nach Liebig: Die geringste Ressource bestimmt das Wachstum (Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Minimumgesetz#>).

Beurteilung und Identifikation von Nährstoffmängeln

Nährelementmängel führen im Allgemeinen zu nachlassender Wuchsleistung. Will man gezielt Ernährungsmängel ausgleichen, ist jedoch zunächst eine Diagnose zu erstellen. Oftmals sind, ganz im Liebig'schen Sinne, andere Faktoren für die geringere Wuchsleistung verantwortlich. Laut Waldgesetz für Bayern (BayWaldG, Art. 14,1) ist auf eine Anwendung von Düngemitteln zur reinen Ertragssteigerung zu verzichten. Auch die Richtlinie der PEFC-Zertifizierung stellt klar: Eine Düngung zur Steigerung des Holzertrages ist zu unterlassen. Dagegen gelten Kompensationsmaßnahmen, die die Standortsgüte erhalten oder wiederherstellen, nicht als Düngung, ebenso wenig wie die Pflanzloch- oder Kopfdüngung, die lediglich den Anwuchserfolg sichern. Sie sind damit zulässig (PEFC Deutschland 2014).



Fotos: Thomas Schäff



Abbildung 2: Im Bohrstockprofil ist die Flachgründigkeit des Standorts zu erkennen. Unter der Humusauflage steht bereits kalkhaltiges Lockergestein an. Die aufstockenden Kiefern weisen Nadelvergilbungen und -verluste aufgrund von Eisenmangel auf.

Tabelle 1: Mittlere Nadelspiegelwerte eines Kiefernbestandes bei Wolfratshausen im Vergleich zur Symptomgrenze

Nährelement	Mittelwert Kiefer Wolfratshausen	Symptomgrenze
N [%]	1,8	1,3
P [mg/kg]	1.450	1.000
K [mg/kg]	4.000	3.500
Mg [mg/kg]	1.450	600
Ca [mg/kg]	4.400	1.000
Fe [mg/kg]	27	30
Cu [mg/kg]	3	2

(Schwellenwerte nach Göttlein 2015)

Geologie, Standortskarten, das Bayerische Standortinformationssystem BaSIS und Ergebnisse der Bodenzustandserhebung erlauben es, Gebiete mit möglichen Ernährungsschwächen grundsätzlich einzugrenzen. Darüber hinaus geben Humusform und Bodenvegetation (Zeigerpflanzen) vor Ort Hinweise zur Versorgung mit Stickstoff und Phosphor. Bei sehr ausgeprägtem Mangel reagieren Bäume mit Minderwuchs sowie mit charakteristischen Veränderungen von Nadeln, Blättern und Trieben.

Als weiteres Diagnosekriterium geben Bodenanalysen einen Überblick über die physikalisch-chemische Bodenbeschaffenheit und über die Nährstoffausstattung im Boden. Inwieweit die Nährstoffe pflanzenverfügbar vorliegen und ob sie über die Wurzeln aufgenommen werden, kann jedoch nur schwer beurteilt werden. Bodennährstoffgehalte stellen also nur den *potenziell* zur Verfügung stehenden Nährstoffpool dar. Im Zweifelsfall werden in Bayern zur Identifikation von Mangelercheinungen daher chemische Analysen der Nadel- oder Blattgehalte durchgeführt, um die *aktuelle* Situation zu erfassen. Auch diese Methode hat ihre Schwächen. Die Nährelementgehalte unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen und sind von Baumalter, Blattposition am Baum (Licht- oder Schattenkrone) und Nadeljahrgang abhängig. Mobile Nährelemente werden zudem im Baum zu den aktivsten Baumteilen – Blättern und jüngsten Nadeln – transportiert, so dass der Baum Nährstoffmängel in einem gewissen Rahmen selbst ausgleicht. Vorteil der Nadel- bzw. Blattspiegelwerte ist jedoch, dass hier eine direkte Reaktion des Baums auf unzureichende Nährstoffversorgung beobachtet wird. Zur Beurteilung stehen zudem – zumindest für die Hauptbaumarten – verlässliche Richtwerte aus der Literatur zur Verfügung.

Die Nadelanalyse – am Beispiel Eisenmangel

Eisenmängel zeigen eine spezifische Symptomatik. Bei Nadelbäumen färben sich die jüngsten Nadeln gelblich (Abbildung 2). Diese Eisenmangelercheinung tritt vor allem auf flachgründigen Kalkböden auf und wird als Kalkchlorose bezeichnet. Dies beruht darauf, dass diese Mangelercheinung für anfällige Pflanzen erstmalig auf Kalkböden beobachtet wurde. Sie tritt an den jüngsten Blättern/Nadeln auf, da Eisen innerhalb der Pflanze nur schwer verlagerbar ist. Eisen ist in Kalkböden von Haus aus nur in sehr geringen Mengen vorhanden und durch den hohen im Boden herrschenden pH-Wert als schwerlösliches Eisenhydroxid gebunden. In dieser Form ist es nicht pflanzenverfügbar.

In einem untersuchten Kiefernbestand bei Wolfratshausen war zur Absicherung der Diagnose »Kalkchlorose« eine Nadelspiegelanalyse erforderlich. Tabelle 1 zeigt auszugsweise die mittleren Nadelspiegelwerte von sieben einzeln analysierten Kiefern auf einem flachgründigen, kalkhaltigen Boden. Für die Symptomgrenze wurde der Median aus der Zusammenstellung von Grenzwerten nach Göttlein (2015) verwendet. Deutlich ersichtlich ist, dass der Mittelwert des Eisengehaltes am oberen Bereich der Symptom-Untergrenze liegt.

Trockenheit und starke Sonneneinstrahlung verstärken die Nadelvergilbung. Trockenheit vermindert einerseits die Nachlieferung des organisch gebundenen Eisens aus der Humusaufgabe und andererseits ist die Nährstoffdiffusion zu den Pflanzenwurzeln hin geringer. Fallen die Faktoren Trockenheit und starke Sonneneinstrahlung weg, klingt die Vergilbung bei latentem Mangel wieder ab.

Calcium- und Magnesiummangel durch Bodenversauerung

Auffälligste visuelle Manifestation von Nährstoffmängeln der letzten Jahrzehnte ist die Vergilbung von Fichtennadeln durch Magnesiummangel (Abbildung 3). Als Ursache gilt der »Saure Regen«, der insbesondere in den siebziger und achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts zu einer Beeinträchtigung der Wälder führte. Luftverunreinigungen, insbesondere die Emission von Schwefel- und Stickstoffoxiden, bilden zusammen mit Sauerstoff und dem Niederschlagswasser in der Atmosphäre Schwefel- und Salpetersäure. Im Boden führt dieser Säureeintrag zu einer verstärkten Auswaschung basischer Kationen, das sind neben Magnesium auch Calcium und Kalium. Der summarische Anteil der im Boden vorhandenen Basen wird als Basensättigung ausgedrückt. Bäume auf Standorten, die von Natur aus eine geringere Basensättigung aufweisen und zusätzlich durch hohe Säureeinträge belastet waren, können unter Magnesiummangel leiden und damit Blatt-/Nadelvergilbungen zeigen.

Das Bayerische Standortinformationssystem BaSIS charakterisiert die Basensättigung im Boden mit Hilfe verschiedener Tiefenverlaufstypen. Typ 1 (unterteilt in Typ 1+ und Typ 1-) zeichnet eine gleichmäßig hohe Basensättigung im Ober- und Unterboden aus. Dieser Typ ist vor allem in den Kalkgebieten Bayerns, also in den Kalkalpen, im Fränkischen Jura oder auf

der Fränkischen Platte verbreitet. Typ 2 zeigt eine leichte Versauerung im Oberboden bei gleichzeitig hohem Basenangebot im Unterboden. Den Typ 3 zeichnet eine stärkere Oberbodenversauerung aus. Der Unterboden ist wiederum sehr basenreich, jedoch reicht die Bodenversauerung tiefer als bei Typ 2. Typ 4 ist tiefgründig versauert, im Unterboden befinden sich jedoch noch Calcium, Magnesium und Kalium, die von tiefwurzeln Pflanzen aufgenommen werden können. Das Basenangebot ist deutlich verringert. Typ 5 weist bis in den Unterboden nur ein sehr geringes Basenangebot auf (Kölling 2010).

Bayern hat aufgrund seiner geologischen Ausgangssituation mit circa 75 % einen hohen Anteil an mittel- bis gut basenversorgter Waldböden (Basensättigungstypen 1 bis 3; Abbildung 4). Diese Böden weisen eine hohe Pufferkapazität auf und können Säureinträge abmildern. Daher kam es in der Vergangenheit trotz vielerorts zu hoher Säureinträge in weiten Teilen Bayerns zu keiner tiefreichenden Bodenversauerung. Kritische Standorte befinden sich in Bayern insbesondere dort, wo basenarme, bereits von Natur aus vorversauerte Böden und hohe Säureinträge, wie zum Beispiel in den ostbayerischen Grenzgebirgen zusammengetroffen sind. Basenarme Standorte (Basensättigungstyp 4 und 5) sind in Bayern im Wesentlichen auf die Silikatgebiete beschränkt. Neben den ostbayerischen Grenzgebirgen zählen hierzu insbesondere Spessart, Rhön und Odenwald. Anfällig für Calcium- und Magnesiummangel sind vor allem Böden der Basensättigungstypen 4 und 5. Die häufigste Meliorationsmaßnahme, um Bodenversauerung und Basenverlust entgegenzuwirken, ist die Waldkalkung, die in Bayern überwiegend in den genannten Gebieten und nach vorheriger Prüfung zur Anwendung kommt. Damit wird sichergestellt, dass nur bedürftige Waldflächen behandelt werden.

Bodenschutzkalkung in Bayern

Die gezielte Kalkung von Waldflächen ist grundsätzlich dazu geeignet, die Stabilität und Ernährungssituation von Wäldern auf versauerten oder zur Versauerung neigenden Standorten zu verbessern. In Bayern ist aufgrund der guten Basenversorgung eine landesweite Bodenschutzkalkung allerdings nicht notwendig. Eine Kalkung wird daher, anders als in anderen Bundesländern, nur auf Standorten für notwendig erachtet, deren Bodenzustand und Ernährungssituation als kritisch beurteilt wird. Mit diesem differenzierten Vorgehen soll auch gewährleistet werden, dass von der Kalkausbringung keine negativen Auswirkungen auf das Ökosystem und insbesondere auf das Grundwasser ausgehen. Üblicherweise werden für die Kalkung kohlen-saure Magnesiumkalke verwendet. Diese Düngemittel sind langsam wirkende Gesteinsmehle aus Dolomit, die neben Calciumcarbonat einen hohen Anteil an Magnesiumcarbonat aufweisen.

Durch Kalkung wird Säure im Boden neutralisiert und so die weitere Versauerung von Boden und Sickerwasser vermindert. Der pH-Wert im Boden steigt, was die Mobilität von Aluminium vermindert. Die Kalklösung bewirkt eine Zufuhr der Nährelemente Calcium und Magnesium und verbessert hier

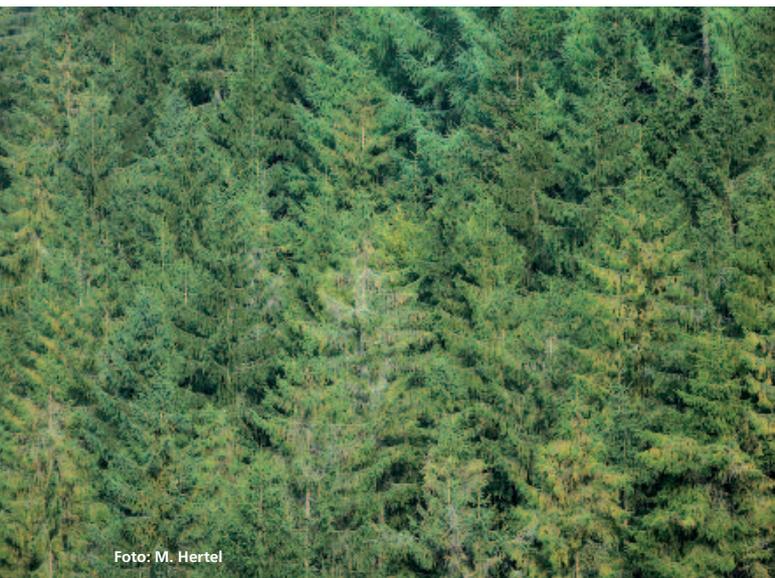
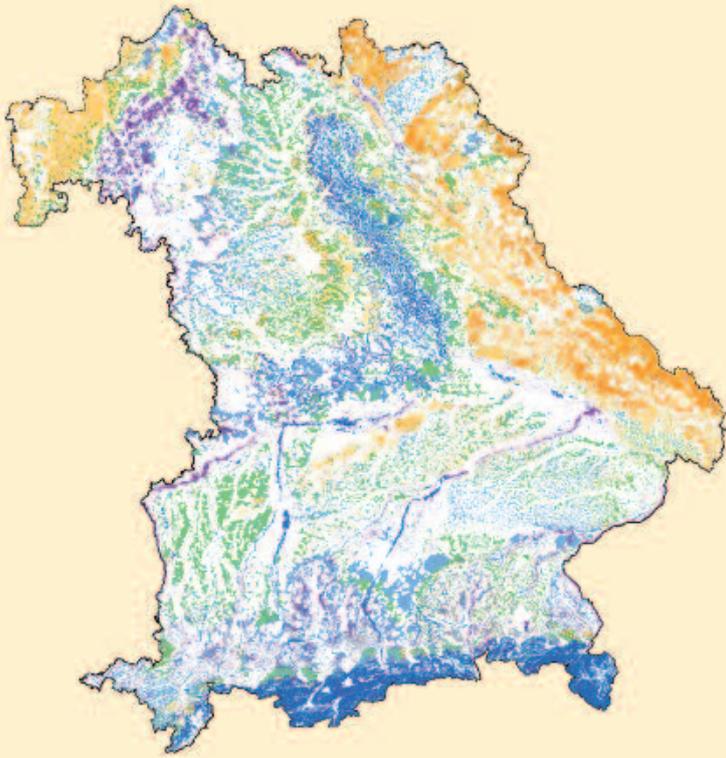


Foto: M. Hertel

Abbildung 3: Unter starkem Magnesiummangel leidender, vergilbter Fichtenbestand im Fichtelgebirge (Sommer 2013). Nadelanalysen belegten die sichtbaren Symptome. Eine Gabe von dolomitischem Kalk ist in solchen Fällen das Mittel der Wahl.



Verteilung der Basensättigungstypen in Bayern (Waldflächen)

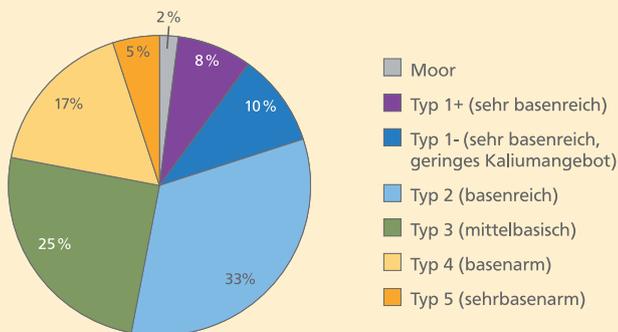


Abbildung 4: Die Basensättigungstypen der bayerischen Waldflächen und ihre Anteile aus dem Bayerischen Standortinformationssystem (BaSIS). Auf Moorstandorten wurde kein Basensättigungstyp zugewiesen.

das Nährstoffangebot. Auch das Bodengefüge kann durch Calcium verbessert werden. Kalkung fördert die Mineralisation der Humusaufgabe und verbessert die Humusform. Zugleich sinkt jedoch der Humusvorrat und im Humus gespeicherte Nährelemente werden mobilisiert.

Weiterhin wird der im Humus festgelegte Kohlenstoff als Kohlendioxid an die Atmosphäre abgegeben. Stickstoff kann im Zuge des mikrobiellen Abbaus freigesetzt werden. Bei ungenügender Stickstoffaufnahme durch die Vegetation erhöht sich das Risiko, dass Nitrat ins Trinkwasser ausgewaschen wird. In Verjüngungsbeständen kann sich eine verjüngungshemmende Konkurrenzvegetation entwickeln. Die Anhebung des pH-Wertes verändert das Bodenmilieu und beeinflusst damit unmittelbar die Bodenlebewelt, säuretolerante Organismen werden durch kalkliebende ersetzt. Zu viel Kalk kann auch wichtige Nährelemente wie Phosphor und Eisen binden und damit den Nährstoffhaushalt nachteilig beeinflussen, was sich auf von Natur aus stark carbonathaltigen Böden zeigt (s. Abbildung 2).

Die Vitalität der bayerischen Wälder und ihrer Waldböden soll vor allem durch eine möglichst naturnahe Forstwirtschaft mit natürlich funktionierenden Stoffkreisläufen sichergestellt werden. Die Berater der Forstverwaltung informieren den Waldbesitzer, auf welchen Flächen eine Kalkung hilfreich ist, zum Beispiel bei diagnostiziertem Magnesiummangel oder als Meliorationsdüngung bei der Einbringung von Laubholz. In diesen Fällen stehen auch Fördermittel zur Verfügung. Unter Abwägung aller Aspekte sollen negative Auswirkungen auf Atmosphäre, Trinkwasser, Bodenchemie, Bodenflora und -fauna gering gehalten werden. Keinem ist geholfen, wenn negative Nebenwirkungen die angestrebten positiven Hauptwirkungen der Kalkung zunichtemachen.

Verwendete und weiterführende Literatur

Knittel, H.; Albert, E.; Ebertseder, T. (2012): Praxishandbuch Dünger und Düngung. Agrimedia Verlag, 346 S.

Huber, C.; Baier, R.; Göttlein, A.; Weis, W. (2006): Changes in soil, seepage water and needle chemistry between 1984 and 2004 after liming an N-saturated Norway spruce stand at the Höglwald. Germany, Forest Ecology and Management 233, S.11–20

Kreutzer, K. (1995): Effects of forest liming on soil processes. Plant and Soil 168, S. 447–470

Kölling, C. (2010): Macht sauer wirklich lustig? LWF aktuell 78, S. 21–24

Göttlein, A. (2015): Grenzwertbereiche für die ernährungsdiagnostische Einwertung der Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Eiche, Buche. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 5/6., S. 110–116

PEFC Deutschland (2014): PEFC-Standards für nachhaltige Waldbewirtschaftung, Broschüre, 22 S.

Thomas Schäff und Dr. Wendelin Weis sind Mitarbeiter der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Dr. Christian Kölling vom Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Roth leitete bis 30. November 2015 die Abteilung »Boden und Klima«.

Korrespondierender Autor: Thomas Schäff,
Thomas.Schaeff@lwf.bayern.de

Grob entastet, fein gehackt

Wie der Nährstoffentzug bei der Energieholzernte durch grobes Entasten der Kronen verringert werden kann

Fabian Schulmeyer, Elke Dietz, Marianne Schütt, Karl Hüttl

Die Produktion von Waldhackschnitzeln hat sich als fester Bestandteil der Forstwirtschaft etabliert. Die mit Wald bestockten Standorte Bayerns weisen überwiegend eine günstige Nährstoffausstattung auf. Es gibt aber auch problematische Standorte, auf denen eine Nutzung bis in die Kronenbiomasse hinein durch den erhöhten Nährstoffentzug negative Auswirkungen haben kann. Im Projekt »Ressourcenschonung durch grob entastetes Energierundholz« wird untersucht, inwieweit sich das Entasten bis in die Baumkrone positiv auf den Nährstoffhaushalt auswirkt. Im Fokus stehen die mit Basen leicht unterversorgten Waldstandorte Bayerns.

Bei der Nutzung von Energieholz direkt aus dem Wald spielt neben dem Scheitholz auch die Produktion von Hackschnitzeln eine wichtige Rolle. Laut Energieholzmarktbericht der LWF lag der Anteil dieses Sortiments 2012 bei rund 10 % des Holzeinschlags (Gaggermeier et al. 2012). Neben der Möglichkeit für die Waldbesitzer, bislang nicht genutzte Sortimente zu vermarkten und so auch notwendige Waldschutzmaßnahmen zu finanzieren, spielt der regional verfügbare und nachhaltige Energieträger Holz inzwischen eine wichtige Rolle in der Wärmewende. Um eine umfassende Nachhaltigkeit trotz steigender Nachfrage zu gewährleisten, muss man sich unter anderem auch die Frage nach den Nährstoffentzügen stellen. Dabei ist klar: Wenn der Standort es zulässt, kann der positive Effekt für Betriebsergebnis, Energiewende und Waldschutz gerne genutzt werden. Für Standorte mit knapper Nährstoffausstattung ist dagegen ein differenziertes Vorgehen notwendig. Der Nährstoffentzug bei der Nutzung von Ästen und Baumkronen für Hackschnitzel kann je nach Eingriffsstärke und Intervall der Eingriffe auf unterdurchschnittlich versorgten

Waldstandorten zu Nährstoffmängeln führen, weil überproportional viele Nährelemente in Ästen, Reisig und Nadeln enthalten sind (z.B. Pretzsch et al. 2013a). Nach den Erkenntnissen aus der zweiten Bodenzustandserhebung (Schubert et al. 2015) überwiegen an den Inventurpunkten in Bayerns Wäldern mit 77 % die hinsichtlich der Basensättigung mittel bis sehr gut ausgestatteten Böden (Basensättigungstypen 1, 2 und 3). Eine kritische Basenversorgung (Basensättigungstyp 5) findet sich an 8 % der Inventurpunkte. Dazwischen liegt mit 14 % der Basensättigungstyp 4. Zumindest an diesen Standorten mit geringer Basensättigung im gesamten Wurzelraum ist eine Nutzung von Kronenbiomasse ohne Einschränkungen nicht sinnvoll. In einem aktuellen Forschungsprojekt geht die LWF zwei Fragen nach: Wie verteilen sich in Beständen auf solchen Standorten die Biomasse und die Nährstoffe auf die verschiedenen Baumteile und welchen Effekt hat eine angepasste Aufarbeitung auf die Höhe des Nährstoffentzuges und auf die Wirtschaftlichkeit der Energieholzbereitstellung?



Foto: K. Hüttl

Abbildung 1: Die Kronen wurden in der Fallstudie Silberbach motormanuell grob entastet.



Foto: F. Schulmeyer

Abbildung 2: Aufarbeitung eines Probenastes. Feinreisig und Nadeln werden vom Ast getrennt verpackt und zur Analyse ins Labor gebracht.

Grob entastetes Energierundholz

Die untersuchte Aufarbeitungsvariante zeichnet sich dadurch aus, dass oberhalb der Aushaltungsgrenze der stofflichen Sortimente die Kronen grob entastet werden. Diese Kronenspindeln, die eine Vielzahl an Aststummeln aufweisen (Abbildung 1) und unterschiedliche Längen haben, können am dünneren Ende Durchmesser unterhalb der Derbholzgrenze aufweisen. Nach der Aufarbeitung werden sie an die Forststraße gerückt und dort zu Hackschnitzeln weiterverarbeitet. Die abgestreiften Äste verbleiben im Bestand. Die Methode kann sowohl bei der maschinellen als auch bei der motomanuellen Holzernte angewendet werden. Es wird erwartet, dass die Nährstoffentzüge im Gegensatz zur klassischen Kronennutzung deutlich reduziert werden können und die Qualität der Hackschnitzel durch den geringeren Anteil an Nadeln und Feinreisig höher ausfällt.

Stand der Arbeiten

Ziel bei der Auswahl von Versuchsstandorten war es, die bereits bei vorherigen Projekten zur Nährstoffnachhaltigkeit untersuchten Waldstandorte Bayerns zu ergänzen und aus den bisher noch nicht untersuchten Bodeneinheiten jene auszuwählen, die eine vergleichsweise ungünstige Basensättigung (Basensättigungstyp 4) aufweisen. Es wurden solche Bodeneinheiten ausgewählt, die bayernweit einen relevanten Anteil an Waldstandorten des Basensättigungstyps 4 haben. Bisher wurden Fichtenbestände der Bayerischen Staatsforsten im Forstbetrieb Selb in der Nähe von Silberbach, im Forstbetrieb Rothenkirchen nahe Lauenstein und im Forstbetrieb Roding bei Trasching beprobt.

Auf der Versuchsfläche Silberbach sind die Außenaufnahmen im Frühjahr 2015 abgeschlossen worden. Derzeit sind noch einige Biomasseproben zur Bestimmung der Nährelementgehalte im Labor. Die Versuchsfläche Lauenstein wurde

im Juli 2015 fertig bearbeitet, die Berechnung der Biomassen und Laboranalysen laufen. In Trasching wurde im November 2015 mit den Untersuchungen begonnen. Im Folgenden werden erste Ergebnisse aus Silberbach vorgestellt.

Am Standort Silberbach liegen als Bodentypen (Norm-) Braunerden vor, selten Podsol-Braunerden aus Granit- und Gneissubstraten, teils mit geringer Lößbeimengung in der Deckschicht. Ihre Nährstoffversorgung hinsichtlich Kalium, Magnesium und Calcium ist als gering anzusehen. Laut bayrischer Kalkungskulisse wird eine Kalkung an diesem Standort als »möglich« gesehen.

Probengewinnung im Wald

Die Probenahme für die Biomasse- und Nährstoffbestimmungen an insgesamt fünf Fichten erfolgte in Silberbach zeitgleich mit einer planmäßigen Verjüngungsnutzung im November 2014. Zunächst wurde der Bestand ertragskundlich charakterisiert. In einer Stichprobe wurden Grundflächen, Brusthöhendurchmesser (BHD), Baumhöhen und Kronenansatzhöhen bestimmt. Dies ist erforderlich, um die spätere Hochrechnung der erhobenen Biomassen und Nährstoffgehalte der Probestämme auf die Bestandesfläche auszuweiten. Für die Probengewinnung wurden hinsichtlich der BHD-Verteilung innerhalb der Kraft'schen Klassen repräsentative Bäume ausgewählt: 1 Baum der Kraft'schen Klasse 1 mit BHD 56 cm, zwei Bäume der Kraft'schen Klasse 2 mit BHD 52 cm und 44 cm, und je ein Baum der Kraft'schen Klasse 3 mit BHD 44 cm und der Kraft'schen Klasse 4 mit einem BHD von 32 cm. Drei Bäume wurden mit Baumsteigern beerntet, zwei wurden gefällt. Aus den unterschiedlichen Baumkompartimenten wie Stammholz mit Rinde, Äste (Durchmesser > 1 cm), Zweige (Durchmesser < 1 cm) mit Nadeln sowie Totäste wurden repräsentative Proben für die Bestimmung des Wassergehaltes und der Nährelementgehalte entnommen (Abbildung 2).

In Abhängigkeit der Konkurrenzsituation und der Hangneigung im Bestand variiert die Biomasse der Baumkrone mit der Exposition. Die Entnahme der Probenäste verlief daher umlaufend um den Stamm, wobei an jedem 2. Wirtel in alter-



Abbildung 3: Die Krone wird bei 14 cm Stammdurchmesser gekappt, auf die Plane abgelenkt und dort weiter aufgearbeitet.

Tabelle 1: Bestandskennndaten Fallstudie Silberbach

Versuchsbestand Silberbach	
Nutzungsart	Verjüngungsnutzung, motomanueller Hieb
Fläche	3,5 ha
Alter	100 (70–140) Jahre
Baumartenverteilung	85 % Fichte, 15 % Kiefer in Einzelmischung
Vorausverjüngung	Gesicherte Vorausverjüngung aus Fichte und Buche auf ca. 80 % der Hiebsfläche vorhanden
BHD ausscheidender Bestand	43,5 (23–65) cm
Entnahmesatz	48 Fm/ha

nierender Himmelsrichtung ein Probenast entnommen wurde. Beim Einsatz von Baumsteigern wurde die Krone bei 14 cm Stammdurchmesser gekappt, abgelassen und am Boden weiter aufgearbeitet (Abbildung 3). Der Bereich unter dem Probebaum wurde mit Planen ausgelegt, um eine Verunreinigung des Materials mit Boden und Streu zu vermeiden. Über die gesamte Stammlänge wurde wirtelweise das Frischgewicht von Ästen und Zweigen (Durchmesser < 1 cm) mit Nadeln ermittelt. Anhand des Wassergehaltes der gewonnenen repräsentativen Proben und der im Feld ermittelten Frischgewichte wurde die Trockenmasse (TM) der Bäume und der Baumkompartimente berechnet.

Berechnung der Biomassen

Das Gesamtgewicht der Fichten nahm wie zu erwarten mit der sozialen Stellung deutlich ab. Der Baum der Kraft'schen Klasse 1 wies etwa 1.600 kg TM auf, jener der Kraft'schen Klasse 3 etwa die Hälfte (rund 750 kg TM) und jener der Kraft'schen Klasse 4 weniger als ein Viertel (etwa 350 kg TM). Die Wassergehalte von Stammholz, Rinde und Feinreisig mit Nadeln betragen in allen fünf Bäumen rund 50 %, der Wassergehalt der Äste lag im Mittel bei 37 %, der Totäste bei 16 %. Der Anteil der Kronenbiomasse ab Kronenansatz (Äste, Totäste, Feinreisig und Nadeln sowie der Wipfel oberhalb 7 cm Stammdurchmesser) an der Gesamtbiomasse lag zwischen 25 und 32 % (im Mittel 28 %). Dies deckt sich mit Studien anderer Autoren. Rumpf et al. (2012) geben für Fichten mit einem BHD von 40–50 cm einen prozentualen Anteil von 20–25 % der Krone an der Gesamtbiomasse an. Laut Pretzsch et al. (2013b) macht der Anteil von Fichtenkronen auf Granit in Bayern etwa 30–35 % an der Gesamtbiomasse aus.

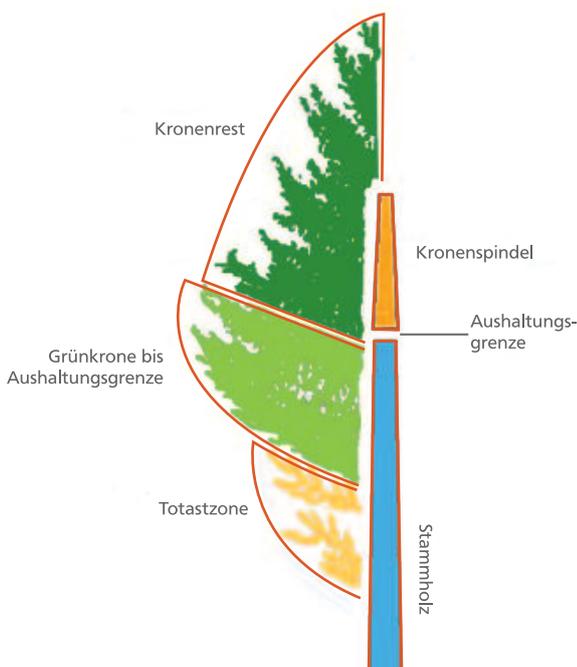


Abbildung 4: Schematischer Aufbau des Baumes und Einteilung in die Baumkompartimente.

Je nach Ernteverfahren und Sortieranweisung kann die Aushaltungsgrenze für die stofflichen Sortimente stark variieren. Unabhängig von der weiteren Nutzung des darüber liegenden Kronenteils verbleiben die grünen Äste, die beim Entasten der stofflichen Sortimente abgetrennt werden, oft im Bestand oder werden zur Armierung der Rückegassen eingesetzt. Für die folgenden Berechnungen wurde davon ausgegangen, dass in diesen Fällen nur diejenigen Äste, die oberhalb der Aushaltungsgrenze an der Krone wachsen, entnommen werden. Der Effekt der groben Entastung im Kronenbereich fällt unterschiedlich aus, je nachdem bei welchem Stammdurchmesser das Hackholz beginnt. Auf Grundlage der Messungen in Silberbach wurden zwei Varianten gerechnet: einmal mit einer Aushaltungsgrenze von 14 cm, was als realistisch für die vollmechanisierte Holzernte angenommen wurde, und einmal mit einer Aushaltungsgrenze von 18 cm, die in der in Silberbach tatsächlich erfolgten motormanuellen Holzernte beobachtet wurde. Es wurde jeweils davon ausgegangen, dass die grob entasteten Kronenspindeln einen mittleren Durchmesser von 7 cm am dünnen Ende haben.

Die Massen der nährstoffreichen grünen Kronenteile unterhalb einer Aushaltungsgrenze von 14 cm (also die grünen Äste an den Stammteilen stärker 14 cm, vgl. Abbildung 4) unterscheiden sich bei den Probebäumen sehr stark (Abbildung 5). Sie nahmen mit der sozialen Stellung der Bäume von etwa 350 kg TM in der Kraft'schen Klasse 1 und 2 bis zu 42 kg TM in der Kraft'schen Klasse 4 ab. Bei der Nutzung ganzer Kronen würden nur diese Äste im Bestand verbleiben. Zusammen mit den Totästen in diesem Bereich und unterhalb der Krone machte dies bis 28 % (im Mittel 24 %) der Gesamtmasse bei den vorherrschenden Bäumen der Kraft'schen Klasse 1 und 2 sowie 14 % beim Baum der Kraft'schen Klasse 4 aus. Nach dem in der Fallstudie Silberbach durchgeführten motormanuellen Hieb ergab sich für die Kronen ein mittlerer Durchmesser am starken Ende von 18 cm (entspricht der tatsächlichen Aushaltungsgrenze). Dabei verblieben bei vorherrschenden Bäumen im Mittel nur 17 %, für den Baum der Kraft'schen Klasse 4 nur etwa 4 % der Baumbiomasse im Bestand falls die Krone oberhalb der Aushaltungsgrenze vollständig energetisch genutzt würde (Abbildung 6).

Oberhalb der Aushaltungsgrenze von 14 cm zum Wipfel hin würden im Vergleich zur Nutzung ganzer Kronen durch das Abstreifen der Äste sowie das Belassen des Wipfels bei den Probebäumen zwischen 4 und 15 % (im Mittel 9 %) bezogen auf die Gesamtbiomasse des Baumes zusätzlich im Bestand verbleiben. Bei Bäumen der Kraft'schen Klasse 4 würde sich die belassene Menge an grünem Kronenmaterial etwa verdoppeln, bei Bäumen der Kraft'schen Klassen 1 und 2 entspräche dies immerhin einer Erhöhung um 20 bis 50 %.

Im Vergleich dazu konnte bei dem durchgeführten Hieb durch das grobe Entasten bei einer Aushaltungsgrenze von 18 cm zwischen 12 und 26 % (im Mittel 17 %) der Biomasse bezogen auf den gesamten Baum zusätzlich im Bestand verbleiben. Bei Bäumen der Kraft'schen Klassen 1 und 2 konnte die verbleibende Menge an grüner Kronenbiomasse im Bestand gegenüber der Nutzung ganzer Kronen verdoppelt werden. Bei Bäumen der Kraft'schen Klasse 4 verblieb sogar die 9-fache Menge an Feinreisig (inkl. Nadeln) im Bestand.

Anteilige Gewichte der einzelnen Baumkompartimente
Aushaltungsgrenze (AHG) 14 cm

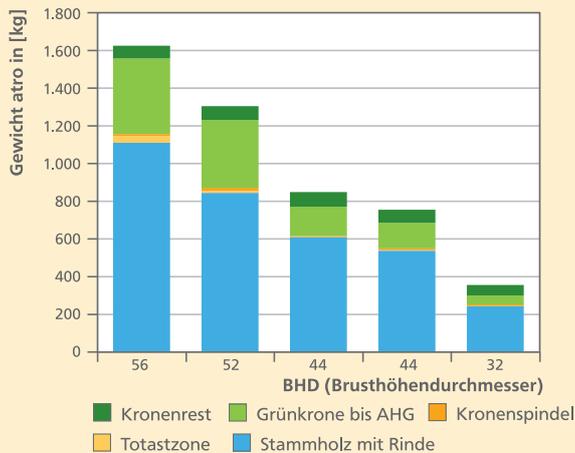


Abbildung 5: Anteilige atro Gewichte (in kg) der einzelnen Baumkompartimente bezogen auf die Aushaltungsgrenze (AHG) 14 cm.

Bei beiden Aushaltungsgrenzen konnte eine deutliche Steigerung der im Bestand belassenen Biomasse gezeigt werden. Je stärker der Zopfdurchmesser der stofflichen Sortimente ausfällt und je niedriger die soziale Stellung des Baumes ist, desto positiver wirkt sich das Streifen auf die im Bestand verbleibende Biomasse und damit voraussichtlich auch auf den Nährstoffhaushalt aus.

Bereitstellungskosten im Vergleich

Holzernte, Rückung und Hacken des Energieholzes wurden in Silberbach durch Zeitstudien begleitet. Die Ernte erfolgte motormanuell, die Rückung der Energieholzsortimente mit einem 8-Rad-Tragschlepper Timberjack Mini Brunette und das Hacken mit einem Anhänger-Trommelhacker MusMax Wood Terminator 10 an einem Schlepper New Holland T8.360 (Leistung an der Zapfwelle: 250 kW). Die Arbeiten wurden in Arbeitsablaufabschnitte unterteilt und mit mobilen Datenerfassungsgeräten in der Software UMTplus erfasst. Die Hiebsfläche wurde auf Grundlage der erhobenen Bestandeskenndaten in vergleichbare Blöcke unterteilt, von denen die Hälfte wie im Arbeitsauftrag vorgesehen ohne Aufarbeitung der Kronen und die Hälfte mit der Variante »Grob entastetes Energierundholz« bearbeitet wurden. Erfasst wurde je Block der Zeitbedarf und die Produktivität der Prozessschritte Ernte, Rückung und Hacken und die produzierten Holzmengen.

Bei der klassischen Kronennutzung ergaben sich in der Fallstudie Bereitstellungskosten in Höhe von insgesamt 6,73 Euro je Schüttraummeter Hackschnitzel (€/Srm). Bei der Variante »Grob entastetes Energierundholz« waren es 10,40 €/Srm (Abbildung 7). Die Produktivität bei der Holzernte betrug über alle Sortimente 4,3 Fm je Stunde gesamter Arbeitszeit. Die stofflich verwertbaren Stammteile wurden als Langholz bzw. als Standardlängen ausgehalten. Bei der Nutzung ganzer Kro-

Anteilige Gewichte der einzelnen Baumkompartimente
Aushaltungsgrenze (AHG) 18 cm

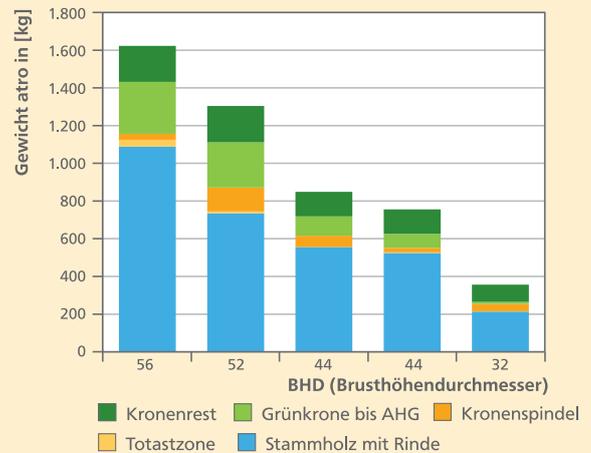


Abbildung 6: Anteilige atro Gewichte (in kg) der einzelnen Baumkompartimente bezogen auf die Aushaltungsgrenze (AHG) 18 cm.

nen fand keine gesonderte Aufarbeitung des Energieholzes statt. Mengengewichtet wurden den hier bereitgestellten Hackschnitzeln Erntekosten von 0,46 €/Srm zugeschlagen. Bei der Variante »Grob entastetes Energierundholz« betrug der mengengewichtete Anteil an den Fällkosten aufgrund des geringeren Hackschnitzelanfalls 0,19 €/Srm. Hinzu kam hier jedoch die grobe Entastung der Krone, die mit 3,62 €/Srm zu Buche schlug. Im Mittel dauerte die Aufarbeitung je Krone 1,6 Minuten. Die Personalvollkosten wurden mit 35 €/ha veranschlagt. Es wird erwartet, dass bei vollmechanisierten Einsätzen der zusätzliche Aufwand deutlich geringer ins Gewicht fallen wird als bei der motormanuellen Ernte.

Gerückt wurde das Langholz mit der Klemmbank, für Standardlängen und Energieholz wurde ein Rungenkorb auf den Tragschlepper aufgebaut. Bei der Rückung von Kronen

Bereitstellungskosten für Hackschnitzel

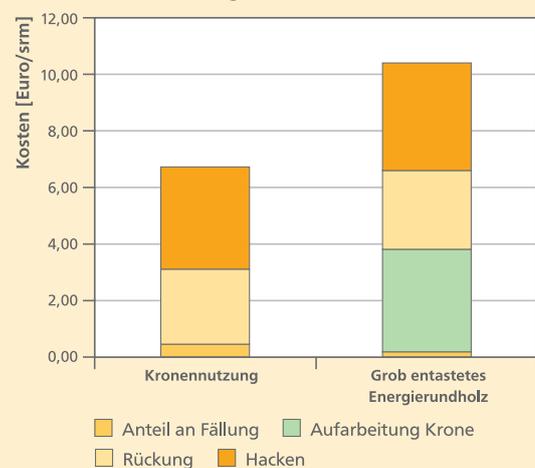


Abbildung 7: Bereitstellungskosten der erzeugten Hackschnitzel



Abbildung 8: Hackschnitzel aus ganzen Kronen (links) und aus grob entastetem Energierundholz (rechts).

und Waldrestholz gelangen Tragschlepper schnell an die Grenzen der Zuladung – allerdings nicht bezogen auf die Masse, sondern auf das Volumen. Durch das grobe Entasten der Kronen wurde erwartet, dass sich die Hölzer enger in den Rungekorb stapeln lassen, was die Rückeleistung erhöhen müsste. Tatsächlich ergaben sich in der Fallstudie Silberbach Rückekosten in vergleichbarer Höhe für beide Sortimenten (2,65 €/Srm für ganze Kronen, 2,79 €/Srm für grob entastetes Energierundholz). Ein Erklärungsansatz ist die relativ geringe Rückentfernung von unter 100 m in der Fallstudie. Je Fahrt konnte bei grob entastetem Energierundholz die 1,4-fache Holzmenge transportiert werden, entsprechend länger fiel aber die Kranarbeit aus. Bei längeren Fahrtstrecken wäre also für ganze Kronen eine deutlich geringere Rückeleistung zu erwarten, da die Anzahl der notwendigen Fahrten höher ist.

Beim Hacken konnte ebenfalls kein nennenswerter Unterschied in der Produktivität festgestellt werden. Die Hackkosten beliefen sich auf 3,61 €/Srm für ganze Kronen und auf 3,80 €/Srm für grob entastetes Energierundholz. Die Hackleistung in der Fallstudie Silberbach war vergleichsweise gering, was sicherlich auch auf die relativ kleine Poltergröße zurückzuführen war.

Die Mengenausbeute war beim grob entasteten Energierundholz wie erwartet deutlich reduziert. Bezogen auf die Mengen der stofflichen Sortimente wurden aus den ganzen Kronen 0,46 Srm Hackschnitzel je Festmeter stofflicher Sortimente gewonnen, bei der Variante »Grob entastetes Energierundholz« waren es 0,17 Srm/Fm.

Ausblick

Die Analyse der Nährelementgehalte in den Baumkompartimenten wird zurzeit durchgeführt. Für die Berechnung der Nährelementgehalte werden die Trockenmassedaten aus der Biomasseerhebung auf die tatsächliche Aushaltungsgrenze der stofflichen Sortimente und die Masse der grob entasteten Kronen umgerechnet. Auf der Hiebsfläche wurden in einem Raster von 30 x 30 m Bodenproben aus drei Tiefen entnommen, in denen ebenfalls die Nährelementgehalte bestimmt werden. Aus den Bodenproben lässt sich die Nährstoffnachlieferung an den Standorten ermitteln, außerdem werden Daten zu Regenwassereinträgen und Sickerwasserausträgen herangezogen. Darauf aufbauend werden standortsbezogene Nährstoff-

bilanzen berechnet. Durch die im Projekt erfolgte detaillierte Baumvermessung wird es möglich, den Nährstoffentzug in Abhängigkeit von der Aufarbeitungsvariante sehr genau darzustellen. Die bisherigen Ergebnisse von der Versuchsfläche Silberbach zeigen, dass durch das grobe Entasten des Energierundholzes die im Bestand verbleibende Biomasse deutlich erhöht werden kann. Da es sich hierbei um die nährstoffreichen grünen Baumteile handelt, könnte dadurch das Wuchspotenzial des mit Basen leicht unterdurchschnittlich versorgten Standorts langfristig gesichert werden.

Auf der Versuchsfläche Lauenstein wurden Arbeitsstudien in der vollmechanisierten Holzernte durchgeführt. Hier wurde als dritte Variante die Aushaltung von Industrieholz alternativ zur Energieholzbereitstellung getestet. Weitere Arbeitsstudien sind in Planung.

Die visuelle Beurteilung der erzeugten Hackschnitzel ergab einen deutlich verringerten Grünanteil bei den grob entasteten Kronen (Abbildung 8). Eine tiefere physikalische Untersuchung der Qualitätsparameter steht noch aus.

Literatur

Gaggermeier, A.; Friedrich, S.; Hiendlmeier, S.; Zettinig, C. (2014): Energieholzmarkt Bayern 2012. Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern hinsichtlich Aufkommen und Verbrauch. LWF, Freising und C.A.R.M.E.N. e.V. Straubing.

Pretzsch, H., Block, J., Dieler, J., Gauer, J., Göttlein, A., Moshammer, R., Schuck, J., Weis, W., Wunn, U. (2013a): Nährstoffentzüge durch die Holz- und Biomassenutzung in Wäldern. Teil 1: Schätzfunktionen für Biomasse und Nährelemente und ihre Anwendung in Szenariorechnungen. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, 185. Jg., Seiten 261-285.

Pretzsch, H., Moshammer, R., Dieler, J., Böttcher, M., Göttlein, A., Weis, W., Block, J., Schuck, J., Gauer, J., Wunn, U. (2013b): Entscheidungsunterstützungssystem zum Nährstoffentzug im Rahmen der Holzernte. Teil 1: Textteil. Nährstoffbilanzen wichtiger Waldstandorte in Bayern und Rheinland-Pfalz. Abschlussbericht zum Projekt. 204 Seiten.

Rumpf, S., Nagel, J., Schmitt, M. (2012): Biomasseschätzfunktionen von Fichte (*Picea abies* [L.] Karst), Kiefer (*Pinus sylvestris* [L.] Karst), Buche (*Fagus sylvatica* [L.] Karst), Eiche (*Quercus robur* und *petraea* [L.] Karst) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [L.] Karst) für Nordwestdeutschland. In: Forschungsvorhaben: Möglichkeiten und Grenzen der Vollbaumnutzung. Ergebnisbericht (FKZ 22015407). 392 Seiten.

Schubert, A., Falk, W., Stetter, U. (2015): Waldböden in Bayern. Ergebnisse der BZE II. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 213, 2015, 144 Seiten.

Das Projekt »Ressourcenschonung durch grob entastetes Energierundholz« wird durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Rahmen der Energiewende gefördert. Wir danken den Forstbetrieben Selb, Rothenkirchen und Roding der Bayerischen Staatsforsten A.ö.R. für die freundliche Unterstützung und das Bereitstellen der Versuchsflächen. Die Autoren sind Mitarbeiter der Abteilung Forsttechnik, Betriebswirtschaft, Holz der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Dr. Marianne Schütt und Karl Hüttl bearbeiten das Forschungsprojekt »Ressourcenschonung durch grob entastetes Energierundholz«, Dr. Elke Dietz und Fabian Schulmeyer leiten das Projekt. Korrespondierender Autor: Fabian Schulmeyer, Fabian.Schulmeyer@lwf.bayern.de



AUS DEM ZENTRUM

Entdecken, mitdenken, nachdenken

»Denkmäler«-Ausstellung seit 2010 auf »Wanderschaft«

Gerhard Enders, Joachim Hamberger und Walter Irlinger

Mit großem Erfolg wandert seit nunmehr fünf Jahren die Ausstellung »Denkmal im Wald – Kultur in der Natur« durch Bayern. Bisher an bereits 35 Standorten gezeigt, ist sie derzeit bis Mitte 2017 nahezu ausgebucht.

2008 hatten die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, das Zentrum Wald-Forst-Holz Weihestephan und der Verein für Nachhaltigkeit e.V. in enger Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege die Broschüre »In Boden und Stein – Denkmäler im Wald« herausgegeben, die jetzt bereits in 3. Auflage erschienen ist. Die Broschüre stellt die vielfäl-

tigen archäologischen Zeugnisse in Bayerns Wäldern vor, die dort – geschützt vor Erosion und Pflug – Jahrhunderte und Jahrtausende in gutem Zustand überdauert haben. Gleichzeitig weisen sie anhand zahlreicher Beispiele auf ihre akute Gefährdung hin, die hauptsächlich aus Unkenntnis um ihre Existenz und Unwissenheit über ihre geschichtliche und kulturelle Bedeutung resultiert.



Foto: J. Hamberger

Ende 2009 überlegten nun die Autoren, wie die Intention der Broschüre, Öffentlichkeit und Forstwirtschaft auf Bayerns Bodendenkmäler im Wald aufmerksam zu machen, breitenwirksam unterstützt werden kann. Am geeignetsten schien eine Ausstellung, die über die attraktive Visualisierung von Information beim Betrachter kognitive Lernprozesse anstößt und als »Wanderausstellung« in der Fläche wirkt.

Konzept

Die persönliche Erfahrung vor Ort, wie beispielsweise bei öffentlichen Exkursionen oder im Rahmen von Lehrgängen für Revierleiter, wie sie die Bayerische Forstverwaltung durchführt, ist besonders geeignet, Laien und Forstpraktiker für die Belange des Denkmalschutzes zu sensibilisieren; allerdings werden damit nur wenige Menschen erreicht.

Dagegen kann eine Wanderausstellung, die nicht ausschließlich in der konventionellen Museumslandschaft, sondern auch in »öffentlicher« Umgebung zu sehen ist, auch diejenigen erreichen, die sich sonst nur schwer zum Besuch kultureller Einrichtungen oder zur Teilnahme an zeitintensiven Exkursionen überwinden. Dazu darf eine solche Ausstellung nicht zu umfangreich sein, muss optisch attraktiv zum Betrachten der Exponate einladen und das Thema interessant und anschaulich beleuchten, um bei Besuchern durch die Verknüpfung von Information mit emotionaler Empfindung kognitive Lernprozesse anzustoßen. Gleichzeitig aber muss eine

Abbildung 1: Ausstellung im »Wald-Cafe« der INTERFORST 2010; im Vordergrund das 4 m² große Diorama.



Ausstellung zum Thema »Bodendenkmäler« auch die Zielgruppe der Forstpraktiker bedienen, denen vor Ort die Schlüsselrolle im Schutz dieser Geschichtsarchive zukommt.

Das auf diesen Überlegungen basierende Ausstellungskonzept versucht, über optische Anreize das Thema zu kommunizieren, und beruht auf zwei Kernelementen: a) Schautafeln, die exemplarisch die Fülle der im Wald verborgenen Denkmäler zeigen und mit kurzen Texten über ihren geschichtlichen und kulturellen Hintergrund informieren, und b) ein realistisches Walddiorama mit ausgewählten Bodendenkmälern zur Darstellung sonst nicht »ersichtlicher« Sachverhalte: Dioramen und Modelle sind besonders geeignet, Sachverhalte zu veranschaulichen und neu erworbenes Wissen im Gedächtnis zu verankern.



Abbildung 3: Detail des Walddioramas: Hier wird die schonende Rückung des Holzes aus dem Erntebestand thematisiert.

Planung und Realisierung

Um die Ausstellung auch Leihnehmern mit eingeschränkten Räumlichkeiten anbieten zu können, wurde die Zahl der Bildtafeln auf 13 beschränkt. Thematisch an den Kapiteln der Broschüre »In Boden und Stein« orientiert, sollen sie dem Besucher die ihm oft noch unbekanntere denkmalbewahrende Rolle des Waldes vermitteln und ausdrücklich an die besondere Verantwortung von Waldbesitzern und Forstleuten für den Erhalt von Bodendenkmälern appellieren.

Ein 2 x 2,2 m großes Diorama sollte exemplarisch Bodendenkmäler wie Grabhügel, Wegebündel und eine historische Schanzanlage in einem Waldbestand zeigen und gleichzeitig verdeutlichen, wie sensibel die Forstwirtschaft dort agiert und mit behutsamem Maschineneinsatz das im Boden verborgene Kulturerbe erhält. Dazu waren ein forstliches Wege- und Rückegassennetz, Holzlagerplätze und insbesondere auch der Einsatz moderner Holzerntemaschinen zu visualisieren.

Schließlich sollte schon das Thema der Ausstellung, »Denk mal im Wald«, das bewusst mit dem Wort »Denken« spielt, den Besucher auffordern, im Wald die enge Verbindung von Natur und Kultur zu entdecken und über den Wald als Bewahrer der Geschichte und damit unserer Identität nachzudenken.

Den Hintergrund aller Tafeln im Format 210 x 95 cm bildet abwechselnd ein

stilisierter Nadel- bzw. Laubbaum, die Überschrift »Denk mal im Wald« ist zweifarbig und mit unterschiedlichen Schrifttypen ausgeführt, um die Mehrdeutigkeit des Themas zu betonen. Am unteren Rand jeder Tafel unterstreicht der Schriftzug »Kultur in der Natur« die enge Verzahnung beider Begriffe.

Das Diorama entstand in enger Zusammenarbeit mit dem Museum Mensch und Natur München, dessen Leiter, Dr. Michael Apel, gerne bereit war, die Kompetenz seines Hauses im Modellbau in das Projekt einzubringen: Alle Modellierungsarbeiten wurden durch Herrn Dieter Schön, Leiter der Abteilung »Präparation«, ausgeführt. Es besteht aus zwei Modulen und kann in wenigen Minuten zusammengesetzt werden.

Informationsmaterial

Zur Unterstützung von Leihnehmern gibt es ein Infopakete mit folgendem Inhalt: Eine Übersicht über alle Bildtafeln, einen Flyer, der die Inhalte und Ziele der Ausstellung beschreibt und zur Verteilung in Schulen, Waldbesitzerverbänden oder ähnlichen Institutionen oder Verbänden und zur Unterstützung der Pressearbeit gedacht ist, und einen Leitfaden mit Angaben zum Platzbedarf, zum Aufbau und zu den Maßen und Gewichten der insgesamt vier Transportboxen.

Seit 2015 wird die Ausstellung durch einen vom Förderverein Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan e.V. finanzierten und vom Verein für Nachhaltigkeit e.V. konzipierten 6-minütigen Film »Sanfte Holzernte auf dem Hügelgräberfeld Geisenfeld« audiovisuell bereichert, der auf jedem Laptop, gegebenenfalls über einen Beamer auch großformatig, gezeigt werden kann.

Bei Interesse wird zudem zum Ausstellungsbeginn ein einführender Vortrag durch die Initiatoren Dr. Hamberger, Dr. Irlinger oder Dr. Enders angeboten.

An- und Abtransport der Ausstellung übernehmen kostenlos die Bayerischen Staatsforsten, wobei das Engagement des Forstbetriebes Rothenkirchen besonders hervorzuheben ist.

Lokale Erweiterungen

Das Konzept der Ausstellung bietet verschiedene Möglichkeiten. Sie ist in sich schlüssig, erlaubt aber auch die Erweiterung

rung. So war in den letzten Jahren zu beobachten, dass die »Grundausstellung« eigentlich immer neu gestaltet wirkt. Manche Museen haben aus ihren Depots Funde hinzugefügt, die zum Thema passen, sonst aber nicht gezeigt werden. An einem anderen Ausstellungsort wurden Fotos unter dem Motto »Bürger fotografieren ihre Denkmäler« gezeigt. Häufig werden auch eigene Tafeln entwickelt, die Beispiele aus der jeweiligen Region zeigen. Hier wirken in der Regel die Museumsleitungen und die örtlichen Heimatpfleger mit dem Landesamt für Denkmalpflege zusammen, das bei Bedarf das Layout von bis zu drei lokalen Zusatztafeln übernehmen kann.

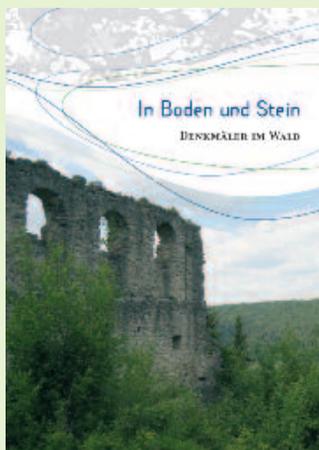
Wirkungsanalyse

Inwieweit mit dieser Ausstellung Öffentlichkeit und Forstpraktiker für den Schutz von Bodendenkmälern sensibilisiert wer-

LWF spezial »In Boden und Stein«

Wälder sind eine der bedeutendsten Quellen für unsere Geschichte. Denn seit vielen Jahrtausenden sind sie ein sicherer Schutz für unsere Bodendenkmäler: Zu dem reichen Denkmalbestand in Bayerns Wäldern zählen berühmte historische Stätten wie das UNESCO-Weltkulturerbe Limes, mächtige Burgruinen, prähistorische Höhlen und bronzezeitliche Grabhügel, aber auch auf den ersten Blick weniger leicht erkennbare Reste von Wegen, Äckern und früher industrieller Tätigkeit. Die Broschüre weckt das Interesse am kulturellen Reichtum unserer Wälder und bietet kompakte Informationen zu Wert und Gefährdung ausgewählter Objekte.

Die Broschüre kann unter www.lwf.bayern.de bestellt werden.



den können, zeigt eine summative Evaluation durch Beobachtung und Befragung der Besucher, die der Lehrstuhl für Wald- und Umweltpolitik der TU München u.a. während der INTERFORST 2010 durchgeführt hat. Aus Zeit- und Kostengründen konnte aber nur ein begrenzt repräsentatives Publikum befragt werden, die Sicht von Personen, die weder die Binnenperspektive vertreten noch über Fachwissen verfügen, fehlt. Dennoch ließen sich grundsätzliche Schlüsse ziehen:

- Die zentrale Botschaft der Ausstellung wurde vom überwiegenden Teil der Besucher mit »der Wald bewahrt wichtige Kulturdenkmäler, die es zu schützen gilt und über die es sich lohnt, mehr zu erfahren« aufgenommen;
- auf die Frage »Die größte Gefahr für Bodendenkmäler sind ...« antworteten 40 % der Befragten mit »Holzernte und Walderschließung«, 32 % mit »Unkenntnis« und 28 % mit »Technisierung«; 16 % sahen keine Gefahr (Mehrfachnennungen möglich);
- die Frage nach Handlungsmöglichkeiten zu ihrem Schutz beantworteten 44 % mit »mehr Wissen um sie schaffen«, 24 % mit »kartieren«, 16 % mit »dort keine Holzernte durchführen«; 12 % sprachen sich für »unbekannt lassen« aus, 24 % wussten dazu keine Antwort (Mehrfachnennungen möglich);
- nach dem speziellen Beitrag gefragt, den die Forstwirtschaft zu ihrem Schutz leisten sollte, waren 68 % der Meinung »besser aufpassen und schonender arbeiten«, 28 % forderten »Bodendenkmäler in Karten besser zu dokumentieren«, 24 % »speziell Waldarbeitern bekannt machen«. 16 % sahen keinen besonderen Handlungsbedarf, da »schon genug« getan werde, 8 % wussten keine Antwort (Mehrfachnennungen möglich).

Als Fazit stellt die Studie fest, dass »fast ausnahmslos unter den Befragten die Meinung vorherrschte, dass Bodendenkmäler wichtige und interessante Elemente unserer Kultur darstellen. Sie sehen die größte Gefahr für ihr Fortbestehen in der Unwissenheit um sie und in den schweren Maschinen der Forstwirtschaft und sprechen sich für ihren Erhalt und damit für einen schonenderen Umgang bei forstwirtschaftlichen Arbeiten im Wald aus«.

Denk-mal nachhaltig!

Unser Land ist geprägt von einer innigen Verbindung von Kultur und Natur. An der Nahtstelle steht der Wald. Denn dort finden sich neben Naturschönheiten auch einzigartige Kulturgüter aus unterschiedlichen Epochen. Sie gehören zur Geschichte der Landschaft und prägen ihren Charakter.

Über viele Baumgenerationen hinweg erhält der Wald Denkmale in einmaliger Vielfalt. Im Wald sind sie frei zugänglich und können besichtigt, begangen und erlebt werden.

Kultur und Natur geben Identität und Orientierung, Voraussetzung für langfristiges Denken und nachhaltiges Handeln. Menschen, die sich des Reichtums der eigenen Heimat bewusst sind, übernehmen auch Verantwortung für die Erhaltung und Gestaltung dieses Lebensraumes. Aus der Verwurzelung mit der Heimat wächst auch bei Kindern achtsamer und toleranter Lebensstil, reift Respekt vor dem Gestern und dem Morgen. Zukunft braucht Herkunft, das ist die Kernformel einer Kultur der Nachhaltigkeit.

Fazit

Seit der Eröffnung 2010 im Bayerischen Landtag war die Ausstellung bisher an über 30 Orten, in Museen, in Banken, Walderlebniszentren, in Foyers von Landratsämtern und Regierungen sowie auf Messen zu sehen; vorsichtig kalkuliert haben sie in den ersten fünf Jahren ihrer Wanderschaft durch Bayern etwa 30.000 Menschen betrachtet. Das ist ermutigend, denn es geht um sensible Dinge, die kaum sichtbar sind. So leistet die Ausstellung wertvolle und nachhaltige Bewusstseinsarbeit, die dem Schutz und Erhalt der Denkmäler als Teil unserer heimischen Kulturlandschaft dient.

Dr. Gerhard Enders war bis Ende 2011 bei der Stabsstelle des Zentrums Wald Forst Holz, zuständig für »Forschungs- und Projektsupport« und ist derzeit Schriftführer des Fördervereins Zentrum Wald Forst Holz e.V.

Dr. Joachim Hamberger ist Vorsitzender des Vereins für Nachhaltigkeit e.V.

Dr. Walter Irlinger leitet die Abteilung »Denkmalerfassung, Denkmalforschung« im Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege.

Korrespondierender Autor: Gerhard Enders, g_enders@web.de

IM RÜCKBLICK

AK Forstgeschichte in Mecklenburg



Foto: H.-U. Sinner

Die Reisegruppe vor der Brauerei Hennings, in der Mitte der zweiten Reihe Frau und Herr Haase

Vom 5. bis 7. September 2015 besuchte der AK Forstgeschichte mit einer Gruppe von zehn Personen das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Der AK war damit einer Einladung des früheren Mitarbeiters der Berliner bzw. Brandenburgischen Forstverwaltung und langjährigen Mitglieds des AK Forstgeschichte, Herrn Jörg Haase gefolgt.

Schon bei der Anreise konnten wir beobachten, dass das Land der tausend Seen vielfältiger ist als die südlich gelegenen Bördelandschaften und Kiefernwälder der Heiden. Neben weiterhin riesigen landwirtschaftlichen Flächen ist dort die Waldvegetation überraschend arten- und vor allem laubholzreicher, als mancher erwartet hatte.



Foto: H.-U. Sinner

Fischteich in der Lewitz, vorne der Müritz-Elde-Kanal zur Wasserversorgung

Jörg Haase bestätigte diesen Eindruck in seiner Einführung in die forstlichen Verhältnisse des Landes. Vor allem die letzte Eiszeit und ihre geologischen Formationen wie Grundmoränen und Schmelzwassersande prägten im Wesentlichen das Landschaftsbild. Anschließend erläuterte Herr Haase noch an eindrucksvollen Bildern die Harznutzung, die vor allem auf die Autar-

kiebestrebungen der letzten 100 Jahre zurückzuführen war. Herr Bondzio, der Wirt unserer Unterkunft, führte seine Schätze an Waldgläsern vor, die in »fliegenden« Glashütten entstanden waren, und die er zu einem kleinen Museum zusammengetragen hat.

Am zweiten Tag besuchten wir die Lewitz, ursprünglich ein Sumpfgebiet, das wegen des Wildreichtums schon früh von den Mecklenburgischen Großherzögen als Jagdgebiet gewählt wurde. Das Jagdschloss Friedrichsmoor von 1780 mit seiner berühmten Bildtapete »la chasse à Compiègne« aus Paris von 1814/15 zeugt davon. Seit 1907 wurden Fischteiche in der Lewitz angelegt. Heute werden noch cir-



Foto: H.-U. Sinner

Eines der ältesten Fachwerkhäuser in Schwerin: Die ehemals großherzogliche Hofdrechslerei wird auch heute noch als solche genutzt.

ca 750 von früher über 900 ha als Fischteiche bewirtschaftet, denn das Gebiet ist auch Natur- und internationales Vogelschutzgebiet mit allen daraus entstehenden Problemen. Herr Stahl, Pächter der Fischwirtschaft von den Landesforsten, schilderte seine Probleme mit dem Naturschutz (»der Seeadler ist mein Freund, denn er hält den Kormoran in Schach«), aber auch mit der Fischwirtschaft, denn der Mecklenburger liebt eher große Karpfen, die vier- bis fünfsömmerig herangezogen werden müssen.

Beeindruckend ist, dass das Gebiet ganz ohne Pumpen über Kanäle aus dem Schweriner See und der Müritz versorgt und so auch entleert wird. Herr Lange, der Leiter des Forstamts Friedrichsmoor, schilderte seine Probleme mit der Bewirtschaftung, auch mit den Bauern, denn diese richten die Wasserversorgung nach ihren Ansprüchen (im Gebiet ist auch ein Großgestüt mit 8.000 Pferden).

Neben einigen interessanten Waldbildern führte er uns durch die Allee des Schlosses mit ihren uralten Eichen, in denen Eremiten allgegenwärtig sind. Es stellt sich immer wieder das Problem bezüglich der Verkehrssicherungspflicht. Nachmittags standen noch zwei Mammutbäume auf dem Exkursionsprogramm, die einen Waldbestand mit anderen Exoten weit überragen.

Der folgende Vormittag war der Historie gewidmet: Wir besuchten die Mikelenburg, die dem Land den Namen gegeben hat. Sie ist erstmals in einer Urkunde von Kaiser Otto III 995 erwähnt, dürfte aber als Slawenburg wesentlich älter sein. Der Ringwall um die Burg ist mit über 10 m Höhe heute noch gut erhalten; das Innere wird als Friedhof genutzt. Die Burg wurde erster Herzogssitz, die sehenswerte Kirche im benachbarten Dorf Mecklenburg, ein landestypischer Backsteinbau, der, obwohl viel älter, weitgehend im Zustand des frühen 17. Jahrhunderts erhalten ist, Bischofssitz des Landes. Beide wurden einige Jahre später in das ebenfalls von Heinrich dem Löwen gegründete Schweriner verlegt. Das Land Mecklenburg wie seine Herzöge haben sich stets, selbst während der Zeit »Groß-Germaniens« zu ihrer slawischen Herkunft bekannt; ein Reiterstandbild des Slawenfürsten Niklots krönt heute noch den Eingangsbereich des Schweriner Schlosses, einst eine slawische Wasserburg.

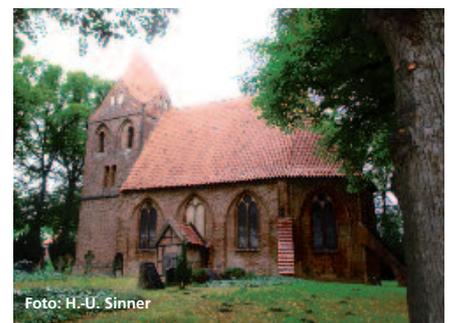


Foto: H.-U. Sinner

Kirche in Dorf Mecklenburg, erster Bischofssitz des Landes

Nachmittags ging es zunächst um den Biber und dessen Verbreitung und Umsiedlungen. Herr Dr. Fuchs, weitgehend autark lebender Arzt und engagierter Naturschützer, schilderte uns die damit zusammenhängenden Fragen und Probleme, auch im Gelände, die sich kaum von den hiesigen

unterscheiden. Anschließend besuchten wir Raben-Steinfeld am Südufer des Schweriner Sees, ursprünglich ein Schloss, das als Witwensitz der Herzoginnen zusammen mit einem großzügig angelegten Landschaftspark diente. Von 1946 bis nach der Wende war dort eine Forstschule untergebracht, die auch Herr Haase während seiner Ausbildung besucht hatte. Er konnte mit zahlreichen Anekdoten über die doch sehr »drillmäßige« Ausbildung und das dortige Umfeld berichten.

Der letzte Tag begann mit einer Brauereiführung. Herr Hennings hatte sich als

bisher einziger im Land mit einer privaten »Garagenbrauerei« selbstständig gemacht und braut dort in traditioneller Weise verschiedene Biersorten für den örtlichen und regionalen Bedarf. Er besitzt auch einen kleinen Hopfengarten (für aus frisch gepflanztem Hopfen gebrautes Bier) und lässt damit eine Tradition wieder aufleben, denn zu Zeiten der Hanse war Mecklenburg wegen des Bierexports das größte Hopfen-Anbaugelände Deutschlands.

Eine Besichtigung der Schweriner Altstadt mit Schloss, Dom und alten Fachwerk- und klassizistischen Verwaltungs-

bauten schloss die Exkursion ab. Das Wort »Rekonstruktion« war dem »westlichen« Autor bislang nur aus dem Lokomotivbau der DDR bekannt. Es ist aber offensichtlich ein Synonym für jegliche Art von Um- meist Neubauten, seien es Wälder, Fischteiche, Wege, Häuser und vor allem Kirchen.

Fazit unserer dreitägigen forstgeschichtlichen Reise: Mecklenburg ist forstlich, geschichtlich, kulturell und landschaftlich immer eine oder mehrere Reisen wert. Die Zeit für diese Exkursion war jedoch viel zu kurz.

Hans-Ulrich Sinner

AUS DER LESEECKE

Beiträge zum Feldahorn

Nach Spitzahorn und Bergahorn wurde 2015 mit dem Feldahorn die dritte einheimische Ahornart zum Baum des Jahres gewählt. Im Vergleich zu seinen großwüchsigen Verwandten wird der Feldahorn im forstlichen Bereich bisher nur als der »Kleine Bruder« wahrgenommen. Häufig kommt der Feldahorn als eher kleinwüchsiger und mehrstämmiger Baum an Wald- rändern oder in Baumgruppen in der Feldflur vor, ohne gezielte Pflege zu erfahren. Dass er aber in Höhe und Durchmesser durchaus »baumartige« Ausmaße erreichen kann, zeigt dieser Bericht aus der Reihe LWF Wissen unter anderem auch auf. Die Broschüre enthält, wie seine Vorgän-

ger-Bände, eine breite Palette verschiedener Aspekte zum Baum des Jahres 2015, von Dendrologie und Verbreitung über seine Rolle im klimatoleranten Waldumbau bis hin zur Holzverwendung und den typischen Früchten, den »Nasenzwickern«.

Der Asiatische Laubholzbockkäfer in Bayern

Er gilt als ein besonders invasiver Laubholzschädling: der Asiatische Laubholzbockkäfer, kurz ALB genannt. Der Asiatische Laubholzbock (*Anoplophora glabripennis*) ist in den Laubmischwäldern Chinas und Koreas heimisch. In diesen natürlichen Laubwald-Ökosystemen ist er gut »integriert« und verursacht dort keine schwerwiegenden ökonomischen Schäden. Im Gegensatz zu diesen natürlichen Laubwäldern schädigt der ALB jedoch in erheblichem Umfang die großflächigen Aufforstungen im Norden Chinas, die hauptsächlich mit schnellwachsenden Baumarten, vor allem Pappeln, durchgeführt werden.

Im Zuge des zunehmenden weltweiten Handels ist der ALB auch in Lebensräume außerhalb seines natürlichen Verbreitungsgebiets eingeschleppt worden. Bei uns sind sehr viele Laubholzarten gefährdet. Besonders problematisch ist, dass der ALB auch gesunde Bäume befallen und zum Absterben bringen kann. So sind an fast allen Einschleppungsorten in Mitteleuropa mit mehrjährigem Befall nach einigen Jahren massive Schäden zu beobachten. Ein hohes Schadpotenzial kann daher erwarten wer-

den. Folglich gilt es, die Etablierung des Schädlings zu verhindern. Daher hat die EU den ALB auf die Liste der meldepflichtigen Quarantäneschädlinge gesetzt. Eine erfolgreiche Bekämpfung des ALB setzt voraus, dass die ALB-Vorkommen möglichst rasch erkannt werden. Dazu hat gemeinsam mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) eine Praxishilfe herausgegeben, die anhand zahlreicher Bilder die Vielzahl von Befallssymptomen beschreibt. Die Praxishilfe richtet sich vor allem an fachlich ausgebildete Personen und an das Personal, das in einer ALB-Quarantänezone im ALB-Monitoring arbeitet.

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.)

Beiträge zum Feldahorn

68 Seiten

ISSN: 2198-106X

Preis: 10 EUR



Dr. Hannes Lemme (Hrsg. LWF und LfL)

Praxishilfe Asiatischer Laubholzbockkäfer

118 S.

Zu beziehen über: www.lwf.bayern.de und www.lfl.bayern.de



AUS DER HERKUNFTSFORSCHUNG

Erhaltung forstlicher Genressourcen in Bayern

Staatsminister Brunner stellt Bayerisches Konzept vor

Monika Konnert

»Es ist unsere Aufgabe, die Vielfalt der Erbanlagen, diese unsichtbare Ebene der Biodiversität, bei unseren langlebigen Waldbäumen zu erhalten. Sie ist Grundlage der Anpassungsfähigkeit und damit Garant der langfristigen Stabilität der Waldbestände für künftige Generationen«. Forstminister Helmut Brunner betonte dies bei der Vorstellung des ersten »Konzeptes zum Erhalt und zur nachhaltigen Nutzung forstlicher Genressourcen in Bayern«. In Anger im Berchtesgadener Land wies er den ersten Generhaltungsbestand (siehe Seite 35) aus.

Das vorgestellte Konzept verfolgt das langfristige Ziel, die genetischen Ressourcen, d.h. das Erbmaterial der Waldbäume, in Bayern zu erhalten und eine nachhaltige Nutzung forstlicher Genressourcen zu

ermöglichen. Es lehnt sich an das »Konzept zur Erhaltung forstlicher Genressourcen in der Bundesrepublik Deutschland« und an das »Europäische Programm Forstliche Genressourcen« an.

Dabei ist die Erhaltung der genetischen Information am Ort ihres Vorkommens über möglichst viele Waldgenerationen hinweg oberstes Ziel. In Bayern geschieht dies im Rahmen der gesetzlich festgelegten nachhaltigen, naturnahen Waldwirtschaft, die in weiten Teilen die von Natur aus ablaufenden Vorgänge zulässt. In Bayern werden aber auch gezielte Maßnahmen zur in-situ-(Erhaltung vor Ort) und ex-situ-(außerhalb des Wuchsortes) Erhaltung von forstlichen Genressourcen durchgeführt. Die dem Konzept zugrundeliegenden Überlegungen berücksichtigen die naturräumlichen Eigenheiten Bayerns, die einzelnen Arten sowie eine Bewertung der Erhaltungswürdigkeit und -dringlichkeit. Um die regionale genetische Differenzierung als Folge der Anpassung an unterschiedliche Standortsbedingungen zu berücksichtigen, wurden bayernweit fünf Generhaltungszonen ausgewiesen, ausgehend von den fünfzehn Wuchsgebieten unter besonderer Berücksichtigung von Klimatönung und Jahresmitteltemperatur.

Zur Erhaltung vor Ort werden sowohl in Wirtschaftswäldern als auch in unbewirtschafteten Wäldern Generhaltungsbestände ausgewählt. In Wirtschaftswäldern gelegene Bestände werden dabei weiterhin regulär bewirtschaftet, mit besonderem Augenmerk auf den Erhalt einer natürlichen Verjüngungsdynamik. Neben besonders vitalen und wüchsigen Beständen werden auch solche auf Sonderstandorten berücksichtigt.

Abbildung 1: Dr. Monika Konnert und Forstminister Helmut Brunner vor dem ersten Generhaltungsbestand in Bayern



Als ex-situ-Maßnahmen nennt das Konzept die Anlage von Generhaltungsbeständen außerhalb des Wuchsortes, Erhaltungsplantagen und Klonarchive sowie die langfristige Saatgutlagerung in der forstlichen Genbank Bayern. Generhaltungsmaßnahmen bei seltenen Baumarten in Bayern beinhalten neben einer Erfassung der Vorkommen unterschiedliche ex-situ-Maßnahmen je nach Baumart.

Neben der phänotypischen Einschätzung erfolgt bei allen Generhaltungsobjekten auch die Bestimmung der »genetischen Qualität« (wie z. B. genetische Vielfalt, Diversität, Differenzierung von anderen Populationen) im Labor mit Hilfe von Genmarkern. Genetische Untersuchungen werden auch zur Erfolgskontrolle von Generhaltungsmaßnahmen eingesetzt. Für die Dokumentation aller Generhaltungsobjekte ist eine internetgestützte

Datenbank vorgesehen. Ein genetisches Langzeitmonitoring auf ausgewählten Flächen und für ausgewählte Baumarten (Weißtanne, Buche, Fichte) wird die Maßnahmen komplettieren.

Mit der Umsetzung des Konzeptes hat der Minister das Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf.

Dr. Monika Konnert leitet das Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht in Teisendorf.
Monika.Konnert@asp.bayern.de

HERKUNFTSFORSCHUNG

Hochlagenfichten Neue genetische Erkenntnisse



Foto: ASP

Blick in die Hochlagen des NP Bayerischer Wald. In einem vom Bayerischen Forstministerium finanzierten Projekt wurden Fichtenpopulationen aus dem Bayerischen Wald genetisch untersucht. Es sollte geklärt werden, ob sich Fichtenbestände der Hochlagen von denen in tieferen Lagen unterscheiden und ob sich das Erbgut der Hochlagenfichte in der Naturverjüngung auf den Freiflächen wiederfindet. Es zeigte sich eine klare Abgrenzung zwischen den Altbeständen unterhalb von circa 800 m und solchen darüber. Auch innerhalb der Hochlagen sind die Fichtenbestände genetisch verschieden, es gibt offensichtlich autochthone und gepflanzte Herkünfte. Damit kann nicht von einer genetisch homogenen »Kaltklimarasse Bayerwald« gesprochen werden. Erste Erhebungen in den im Frühjahr 2015 angelegten Frühtests, in denen an über 2.000 Sämlingen phänotypische Merkmale (Austrieb, Höhenwachstum) erhoben wurden, deuten darauf hin, dass selbst im gleichen Bestand Hoch- und Tieflagenfichten gemischt stocken.

Die Naturverjüngung unter den Fichten-Altbeständen ist diesen genetisch ähnlich. Die auf den Freiflächen aufkommende Verjüngung unterscheidet sich hingegen in ihren Erbanlagen unterschiedlich stark von den benachbarten Altbeständen (z. B. wegen Samen-/Pollenanflug aus entfernteren Gebieten) und ist kleinräumig verschieden. Die genetische Vielfalt in der Verjüngung ist hoch, eine gute Ausgangsbasis für künftige Selektionsprozesse im Klimawandel. Vergleichende Langzeitbeobachtungen junger Fichten aus Naturverjüngung und gepflanzter autochthoner Fichten sollen darüber Auskunft geben.

Dr. Eva Cremer

Erster Generhaltungsbestand Bayerns



Foto: ASP

Bayerns erster Generhaltungsbestand liegt im Berchtesgadener Land, nahe der Gemeinde Anger. Mit der Ausweisung des Weißtannenbestandes im Staatswald, Forstbetrieb Berchtesgaden, Distrikt Stoissberg, Abteilung Schrög unterstreicht Bayern die besondere Bedeutung dieser Baumart sowie ihrer genetischen Ressourcen für die Forstwirtschaft. Der rund 120 Jahre alte Bestand erstreckt sich auf 258

ha und liegt zwischen 800 und 950 m ü. NN. Als typischer feuchter, stark saurer Fichten-Tannenwald (*Luzulo-Abietetum*) dominieren die Nadelbäume, wohingegen Buche überwiegend nur im Unter- und Zwischenstand zu finden ist. Der Bestand wird normal bewirtschaftet und natürlich verjüngt. Er zeichnet sich durch eine überdurchschnittliche Vitalität und Qualität der Tannen aus und wurde deshalb auch als Saatguterntebestand zugelassen. Er wird regelmäßig beerntet, auch aufgrund seiner guten Erreichbarkeit. Allein in den letzten zehn Jahren haben hier vier Ernten stattgefunden, bei denen die Zapfenpflücker insgesamt fast 12.000 kg Zapfen entnommen haben. Das daraus gewonnene Pflanzgut leistet einen wertvollen Beitrag zum Waldumbau und trägt gleichzeitig zur Weitergabe der Genressourcen und damit zu deren Erhalt bei. Um langfristige Veränderungen in der genetischen Zusammensetzung der jungen und alten Bestandteile zu erfassen, wurde vor kurzem auf einer Teilfläche des Bestands eine genetische Langzeitbeobachtung (Monitoring) eingerichtet. Sie ist Teil eines durch die EU geförderten europaweiten Netzwerkes solcher Beobachtungsflächen.

Daniel Müller

Generhaltung Elsbeere

Das Elsbeeren-Vorkommen im Fünfseenland zwischen Ammersee und Starnberger See ist wegen seiner isolierten Lage zum übrigen Verbreitungsgebiet in Nordbayern eine Besonderheit und für die Generhaltung von großem Interesse.

Am Kuratoriums-Projekt (ST 312) zur Erfassung, genetischen Charakterisierung

und Vermehrung dieses wertvollen Vorkommens sind das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Fürstentum Triesdorf und das ASP beteiligt. In zwei Bachelor-Arbeiten wurde die Elsbeere kartiert. Die Population zählt derzeit über 400 Individuen und einige gutwüchsige Hybride (Elsbeere/Mehlbeere). Mit Hilfe der Vorkommensdichte wurden zwölf Teilpopulationen abgegrenzt und für die genetischen Untersuchungen beprobt.

Für die Genanalysen im ASP-Labor wurden hochvariable DNA-Marker verwendet.

An den acht untersuchten Genorten konnten 121 unterschiedliche Genvarianten nachgewiesen werden. Die Teilpopulationen im Fünfseenland unterscheiden sich insgesamt nur geringfügig. Allerdings wurden in den Teilpopulationen Allele gefunden, die spezifisch für die jeweilige Subpopulation sind und in anderen Subpopulationen nicht vorkommen. Im Vergleich zu den Ergebnissen von 18 charakterisierten Vorkommen im gesamten Bundesgebiet ist die genetische Vielfalt sehr hoch. Die genetischen Abstände zu zwei bayerischen Populationen in Iphofen und Neumarkt sind hingegen vergleichswei-

se gering. Dies legt den Schluss nahe, dass die Fünfseenland-Population und das nordbayerische Verbreitungsgebiet einen gemeinsamen Ursprung besitzen.

Um die Elsbeeren-Population langfristig zu erhalten, wurden 2014 und 2015 erste Saatguternten durchgeführt. Die Anzucht der Pflanzen erfolgt im Versuchsgarten des ASP. Mit den angezogenen Elsbeeren sollen bereits im nächsten Jahr kleine Generhaltungsbestände im Bereich des Ammersees angelegt werden. Zudem ist geplant, eine Erhaltungsplantage für die Saatguterzeugung aufzubauen.

Huber Gerhard

AUS DER LANDESSTELLE

Saatguternte 2015 in Bayern



Foto: A. Nickl

Nach Abschluss der Saatguternte in Bayerns Wäldern verbuchen die Erntefirmen das dritte Jahr in Folge eine eher magere Ausbeute. Insgesamt stellte sich die Erntesituation sehr differenziert dar. Vor allem Laubbäume wie Buchen, Eichen und Kirschen trugen kaum Früchte. Nach vielversprechender Blüte und einem guten Fruchtansatz hat z.B. die sehr trockenheitsanfällige Eiche ab Juli einen Großteil des Behangs abgeschüttet. Die Edellaubbäume zeigten nur wenig Blüte und dementsprechend ebenfalls kaum Fruchtansatz. Ein besonderes Ereignis im Frühjahr war die bayernweit intensive Fichtenblüte mit Schlagzeilen wie »Schwefelregen« – »Fichtenpollen statt Saharastaub«. Entgegen den damit verbundenen Erwartungen wird jedoch bei der Fichte, regional sehr unterschiedlich, nur selten eine Vollmast erreicht. Bei Tanne waren die Erntemöglichkeiten gut. Erfreulich war bei der Douglasie die Beerntung der vom ASP betreuten Samenplantagen. Schlechte Erntemöglichkeiten in Kombination mit einer geringen Lagerfähigkeit der

Samen wirken sich vor allem bei der Buche auf die Versorgungslage aus. So sind im Schnitt über alle Herkunftsgebiete im kommenden Jahr Engpässe bei Buchenpflanzen zu erwarten. Notwendig wird daher die Anlage von Samenplantagen und die gezielte Ausweisung von Erntebeständen in Regionen und bei Baumarten mit bisher begrenzten Erntemöglichkeiten. Dr. Roland Baier

Vergleich von Pappelsorten auf europäischer Ebene

Die Anlage von Kurzumtriebsplantagen gewinnt in vielen EU-Staaten an Bedeutung. Das ASP hat daher in einem offenen Projekt die Kooperation mit europäischen Züchtern, Baumschulen und Prüfinstitutionen ausgeweitet. Im März 2014 wurden aus vielen Ländern circa 50.000 Steckhölzer regional leistungsfähiger Pappelsorten nach Teisendorf gesandt und für die Anlage von 22 Versuchsflächen in zwölf Ländern umverteilt. Ziel der Zusammenarbeit ist die Prüfung und mittelfristige Bereitstellung zusätzlicher leistungsfähiger Sorten bei Einsparung von Züchtungskosten.

Zusätzlich können wertvolle Informationen über die Entwicklung von Sorten unter unterschiedlichen Klimabedingungen gewonnen werden.

Die Höhenentwicklung der Sorten im Anlagejahr schwankt erwartungsgemäß sehr stark. Einzelne Sorten in Italien erreichten nach fünf Monaten Mittelhöhen von 4,66 m mit Einzelpflanzen von 5,30 m. Schwarzpappelkreuzungen scheinen im

Mittelmeerraum leistungsfähiger zu sein, während Balsampappelsorten in den mittel- und nordeuropäischen Regionen tendenziell höhere Zuwächse aufwiesen. Die bei uns häufig angebaute Sorte »Hybride 275« zeigte in Spanien starke Zuwachsvorgänge mit Blattnekrosen aufgrund hoher Strahlungsintensität.

Die Flächen in vielen Partnerländern sind in einem erfreulich guten Zustand. Das Projekt verdeutlicht, dass sachorientierte, engagierte Zusammenarbeit bei Einsparung von Koordinations- und Verwaltungsaufwand auch ohne den finanziellen Hintergrund eines EU-Förderprojekts möglich ist.

Randolf Schirmer

Verbesserung der Erntebasis für Buche, Bergahorn und Tanne

Analysen der Erntebasis zeigten, dass die Anzahl zugelassener und gut erschlossener Erntebestände in den Mittelgebirgslagen Nordostbayerns, insbesondere bei den wurzelintensiven Baumarten Rotbuche, Bergahorn und Weißtanne, teils nur sehr gering war. Daher initiierte das Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) ein Projekt mit dem Ziel, die Erntemöglichkeiten für qualitativ hochwertiges Saatgut bei diesen Baumarten in den Herkunftsgebieten Ostbayerns bzw. im Geltungsbereich der »Waldinitiative Ostbayern« (WIO) nachhaltig zu verbessern. Damit sollte eine ausreichende Pflanzerversorgung für den Umbau nadelbaumdominierter Waldbestände in klimatoleran-

te Mischwälder gesichert werden. Im Rahmen des Projektes wurden 177 potenzielle Erntebestände begangen, die von den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, den Forstbetrieben der Bayerischen Staatsforsten und von Privatwaldbesitzern gemeldet worden waren. Mit Rücksicht auf strenge Qualitäts- und Vitalitätskriterien und nach genetischen Un-

tersuchungen (Weißtanne) erfüllten sieben Buchen-, sechs Bergahorn- und fünf Weißtannenerntebestände die Zulassungsvoraussetzungen. Diese stehen nun der Saatgutbranche als qualitativ hochwertige und gut erschlossene Saatgutquellen zur Verfügung. Die genetische Diversität der Weißtanne ist aufgrund der Rückwanderungsgeschichte vor allem in

Nordbayern stark eingeschränkt. Daher wurden im Frankenwald Saatflächen angelegt, um die Anbaueignung von Ersatzherkünften aus der Slowakei, Rumänien und Bayerischem Wald zu überprüfen. Diese Flächen werden in das Versuchsflächenetz des ASP integriert und längerfristig beobachtet.

Christoph Sommer und Dr. Roland Baier

VERSCHIEDENES

Mitarbeiterfortbildung an der FVA



Bayern und Baden-Württemberg zeigen seit langem Interesse an der Zusammenarbeit in den Bereichen Generhaltung, Baumarten- und Herkunftswahl, Züchtung und Herkunftssicherung. Im Jahr 2013 wurde daher die Kooperation zwischen dem ASP und der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg (FVA) in Freiburg in einem Vertrag institutionalisiert. Das ASP hat seitdem die wissenschaftliche Leitung für das Arbeitsgebiet Forstpflanzenzüchtung an der FVA übernommen. Forstgenetische Untersuchungen erfolgen am Standort Teisendorf, die Pflanzgartenarbeiten werden schwerpunktmäßig am Standort Freiburg durchgeführt. Eine solche Zusammenarbeit setzt ein offenes und gutes Miteinander und die genaue Kenntnis der jeweiligen Arbeitsbereiche voraus. Kürzlich konnten sich Mitarbeiter des ASP an der FVA über die positive Entwicklung der Kooperation vor Ort überzeugen. Nach der Vorstellung der FVA wurden Kulturen mit jungen Tannen und Douglasien besichtigt, die für gemeinsame Feldversuche angezogen werden. Einen besonderen Höhepunkt bildete der Besuch des 80 Hektar großen Versuchsgebietes Liliental am Kaiserstuhl. Dort werden aktuell Bergahorne für gemeinsame Samenplantagen veredelt.

Dr. Roland Baier

Gäste am ASP – 2015

Auch 2015 haben zahlreiche Gäste aus dem In- und Ausland das ASP besucht. Vor allem die Arbeit der genetischen Labore wurde stark nachgefragt. Dazu haben Wissenschaftler, Studierende und Schüler aus Deutschland, Slowenien, Bosnien-Herzegowina, Rumänien, Österreich und Griechenland Aufenthalte von einer Woche bis zu sechs Monaten absolviert. Unter Anleitung des Laborpersonals am ASP wurden genetische Untersuchungen an unterschiedlichen Baumarten durchgeführt. Das Material hatten die Gäste häufig aus den Herkunftsländern mitgebracht. Für das ASP bedeutet dies »grenzüberschreitende« Einsichten in die Genetik von Baumarten, die auch für Bayern wichtig sind. Finanziert wurden diese Besuche aus Mitteln der Bayerischen Staatskanzlei, des EU-Projektes »Trees4future« sowie der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU).

Eine Abstimmung der Aufnahme- und Analysenverfahren für ein genetisches Monitoring und zur Herkunftskontrolle standen im Mittelpunkt der zahlreichen Besuche von Wissenschaftlern des Slowenischen Forstforschungsinstituts aus Ljubljana, mit dem das ASP in zwei EU-Projekten erfolgreich zusammenarbeitet.

Zu einem jeweils eintägigen Informationsbesuch konnten am ASP Gäste aus Mexiko begrüßt werden: Prof. Lopez Aguillon von der Universität aus Nuevo Leon sowie eine Delegation 20 mexikanischer Forstleute aus den Bundesstaaten Durango und Chihuahua, darunter ein Forstminister und zwei Staatssekretäre.

Dr. Monika Konnert

Klimawandel und Evolutionspotenzial

Die Anpassung der Waldbaumarten im Klimawandel war Thema einer von den Netzwerken AdapCAR und Evoltree organisierten Tagung in Island. 34 Wissenschaftler aus 13 Ländern nahmen teil. Bereits in der Vergangenheit hat der Klimawandel über kalt-warme Klimazyklen eine Selektion der »robustesten« Arten bedingt. Über natürliche Evolutionsmechanismen haben sich die Bäume an solche Veränderungen anpassen können. Dennoch wird ausgehend von Ergebnissen aus Herkunftsversuchen zunehmend empfohlen, die Anpassung durch künstliche Verbringung (»unterstützte Migration«) zu fördern.

Bei der in jüngster Zeit verstärkten epigenetischen Forschung steht der Umgang von Bäumen mit Stressfaktoren im Mittelpunkt. Ein Baum kann sich an eine Stresssituation erinnern und diese Erinnerung beim nächsten Auftreten wieder abrufen. Epigenetische Mechanismen können vererbbar sein. Beim Eschentriebsterben wurden neue Marker zur Erkennung der Resistenz auf molekularem Niveau vorgestellt.

Seitens des ASP hat Frau Dr. Barbara Fussi an der Tagung teilgenommen und dort das laufende EU-Projekt »LIFEGEN-MON« zum genetischen Monitoring vorgestellt.

Dr. Barbara Fussi

Weitere Informationen zur Tagung unter: <http://www.nordicforestresearch.org/adapcar/meetings/>

Herbst mit Wärmerekord im November

Niederschlag – Temperatur – Bodenfeuchte

September

Pünktlich zum Beginn des meteorologischen Herbstes beendete ein Temperatursturz von bis zu 16 Grad die letzte Hitzewelle dieses Ausnahme-Sommers. Der September war insgesamt etwas kühler als im langjährigen Mittel. Bei einem Fünftel weniger Niederschlag landesweit, aber in weiten Teilen mit weniger als der Hälfte der Niederschläge, wurden die Bodenwasserdefizite jedoch nicht entscheidend wiederaufgefüllt.

Nach dem markanten Temperaturrückgang zu Monatsbeginn, in der eine Kaltfront die schwül-heiße Tropikluft weggeräumt hatte, sorgten mehrere Tiefausläufer für wechselhaftes Wetter. Sie brachten besonders an den Alpen ergiebige Niederschläge. Nach der ersten Dekade etablierte sich wieder ein Hochdruckgebiet über Skandinavien und mäßig warme und trockene Luft von Osten strömte ein. Nach kühlen, klaren Nächten konnte es zu einem ersten Bodenfrost kommen. Zur Monatsmitte wurde es wieder sommerlich warm, vor allem im Süden Bayerns wurden durch Föhneinfluss nochmals Lufttemperaturen über 30 °C erreicht. Nur vereinzelt sorgten einige Tiefausläufer für etwas Regen. Das bestehende Wasserdefizit in den Böden konnte dadurch aber nicht abgebaut werden. Zum Monatsende sorgte ein kräftiges Hoch über der Nordsee für überwiegend sonniges Wetter, besonders über dem Westen Bayerns, hatte es auch bei klaren Nächten Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt im Gepäck.

Die Temperaturen lagen im September an den Waldklimastationen etwas unter dem Klimadurchschnitt (-1,3 Grad). In der bis 1881 zurückreichenden Reihe des Deutschen Wetterdienstes wurde bei der Temperatur nur Platz 81 erreicht. Gleichzeitig fiel aber rund ein Drittel weniger Niederschlag als normal (Abbildung 1), so dass sich das Bodenwasserdefizit nicht größer entspannte (Platz 30 bei den trockensten September). Der Sonnenschein lag mit 131 Stunden 18 % unter dem Soll.

Oktober

Auch in diesem Herbstmonat setzte sich der Wechsel von Hochdruckphasen mit Perioden, die mehr durch Tiefausläufer geprägt waren, fort. Nur im Süden konnten sich die Bodenwasservorräte durch stärkere Niederschläge erholen. Dafür gab es im Norden den ersten kleinen Wintereinbruch. Der Goldene Oktober beschränkte sich nur auf kürzere Perioden und oft hing er davon ab, ob man über oder unter der Hochnebeldecke war.

Der Monat fing mit sonnigem und mildem Hochdruckwetter an. Danach brachten Tiefausläufer, die mit einer Südwestströmung feucht-warme Luftmassen herantransportierten, gebietsweise anhaltende Niederschläge, besonders im Alpenraum. Die Lufttemperaturen überstiegen oft noch die 20 °C. Ein nachfolgendes Hoch führte zu einer Andauer der warmen, aber nun wieder auch trockenen Witterung. Ein umfangreiches Höhentief brachte Mitte des Monats einen kurzen Wintereinbruch

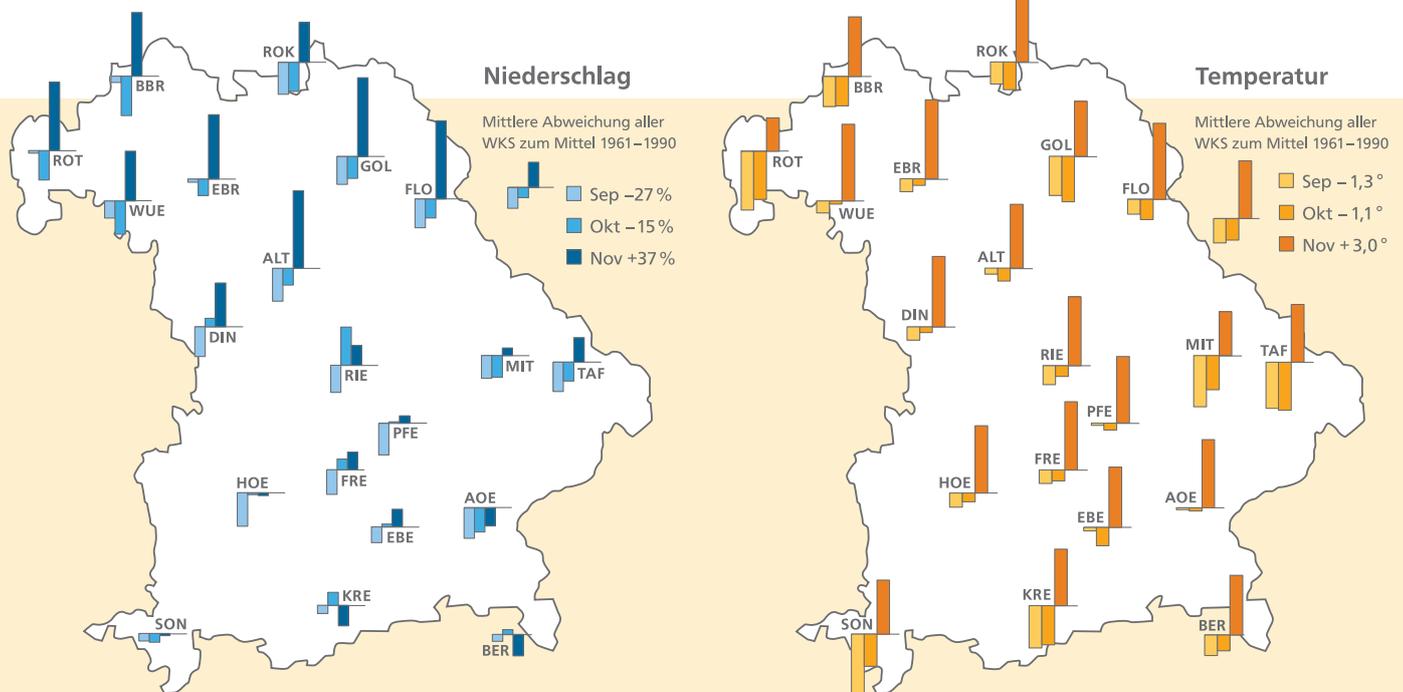


Abbildung 1: Prozentuale Abweichung des Niederschlags bzw. absolute Abweichung der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel 1961–1990 an den Waldklimastationen

Positive Abweichung
Negative Abweichung
SON Kürzel für die Waldklimastationen (siehe Tabelle)

mit Kälte und gebietsweise Schnee bis in die Niederungen. Von diesem Wintereinbruch waren besonders das Fichtelgebirge und die Alpen betroffen. Verursacht wurde er durch ein Hoch über Nordeuropa, welches von Osten her kalte Festlandluft nach Deutschland einströmen ließ, in Verbindung mit dem vor allem in höheren Luftschichten ausgeprägten Tief über dem westlichen Deutschland, welches feuchte Luftmassen vom Atlantik heranzuführte. Dadurch kam es zu häufigen Niederschlägen, so dass sich im Süden die Bodenwasserspeicher deutlicher wieder füllten, wohingegen im Norden die Wiederbefüllung nur geringfügig war. Zu Beginn des letzten Monatsdrittels zog das Tief Richtung Osten ab, Hochdruckeinfluss setzte ein und brachte in den Bergen goldenes Oktoberwetter. In den Niederungen herrschte oft Hochnebel vor und es war hier kalt und trüb. Ende Oktober setzte auch der Blattfall an der Rotbuche ein, rund zehn Tage später als normal.

An den Waldklimastationen betrug die Abweichung der Lufttemperatur vom Soll -1,1 Grad. Der Niederschlag blieb insgesamt 15 % unter dem Soll, wobei nördlich der Donau fast 30 % weniger Niederschlag fielen als im langjährigen Mittel, so dass die Bodenwasserspeicher sich nur langsam wieder zu füllen begannen. Die häufigen Nebellagen zeigten sich an den nur knapp 90 Sonnenstunden, was ein Minus von 23 % gegenüber dem Soll bedeutete.

November

Deutschlandweit war der November 2015 der wärmste November seit Beginn der Aufzeichnungen 1881. In Bayern war er allerdings nur der drittwärmste November (nach 1994 und 1963). Dafür gab es reichlich Niederschlag. Insgesamt zeigte

er die ganze Palette an Witterungsereignissen eines Herbstmonats von Wärme, Kälte, Sonnenschein, Hochnebel, starkem Niederschlag bis hin zum ersten Schnee.

Zu Monatsbeginn strömte durch die Lage am Westrand eines kräftigen Bodenhochs sehr milde Luft aus Süden nach Bayern (DWD 2015b). Die Lufttemperaturen erreichten 20 °C und darüber, am Alpenrand trieb Föhn die Temperaturen noch höher. Auch die Sonne schien acht bis neun Stunden und man wählte sich eher an einem warmen Frühlingstag als im Herbst. Nachts kühlte es sich allerdings bis auf -5 °C ab. In dieser Zeit begann der Blattfall an der Stieleiche, fünf bis zehn Tagen später als gewöhnlich. Nach dieser ersten Woche Hochdruckwetter brachten Tiefausläufer ein Mix aus Sonne und Wolken, die aber nur wenig Regen brachten. So richtig zur Sache in puncto Niederschlag ging es am 19. bzw. 20. November. Ein Tiefausläufer hatte sich stationär in Süddeutschland festgesetzt und brachte sehr ergiebige Niederschläge. An den Waldklimastationen bewegten sich die Tagessummen zwischen 30 bis 70 Liter/Quadratmeter (l/m²). Damit wurde an vielen Waldklimastationen das Bodenwasserdefizit ausgeglichen, wie Messungen und Modellierungen der Bodenfeuchte zeigten. Windböen bis zu 90 km/h fegten die letzten Blätter von den Bäumen. Der Nadelfall der Europäischen Lärche zeigte auch den Beginn des phänologischen Winters an.

Insgesamt war der November auch an den Waldklimastationen viel zu warm (+3,0 Grad). Seit 1881 waren in Bayern nur zwei November noch wärmer: 1994 und 1963. Im Bundesmittel hingegen war es der wärmste November seit dem Beginn systematischer Messungen. Endlich gab es landesweit auch wieder deutlich mehr Niederschlag als normal (+37 %), so dass nun die Bodenwasserspeicher sich wieder stärker zu

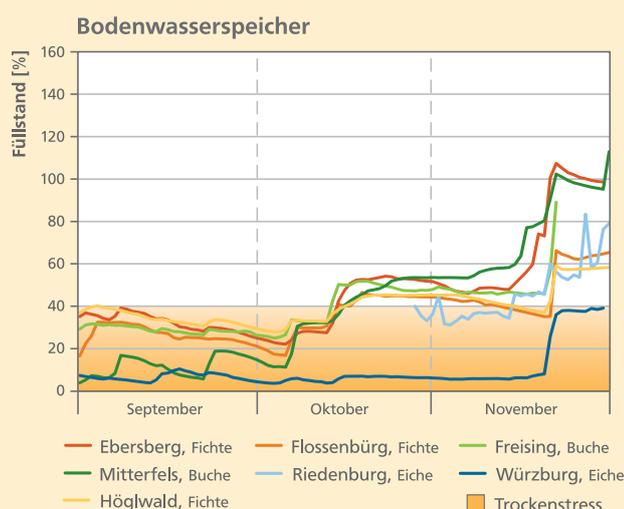


Abbildung 2: Entwicklung der Bodenwasservorräte im gesamten durchwurzelten Bodenraum in Prozent zur nutzbaren Feldkapazität während der Monate September bis November 2015

Waldklimastationen	Höhe m ü. NN	September		Oktober		November	
		Temp °C	NS l/m ²	Temp °C	NS l/m ²	Temp °C	NS l/m ²
Altdorf (ALT)	406	12,7	33	7,6	43	6,2	122
Altötting (AOE)	415	13,0	47	8,0	40	6,0	51
Bad Brückenau (BBR)	812	9,4	69	5,5	31	4,5	159
Berchtesgaden (BER)	1500	8,4	173	5,9	92	4,3	73
Dinkelsbühl (DIN)	468	11,7	24	7,4	51	5,8	88
Ebersberg (EBE)	540	12,1	63	7,4	57	6,2	71
Ebrach (EBR)	410	12,1	48	7,6	40	6,7	123
Flossenbürg (FLO)	840	10,2	40	5,3	42	4,4	132
Freising (FRE)	508	12,5	43	7,7	61	6,1	71
Goldkronach (GOL)	800	8,9	44	4,0	52	3,3	205
Höglwald (HOE)	545	12,6	39	7,9	53	6,6	61
Kreuth (KRE)	1100	9,1	117	6,6	109	6,0	88
Mitterfels (MIT)	1025	7,5	69	3,7	63	2,9	114
Pfeffenhausen (PFE)	492	13,0	35	7,7	55	6,4	65
Riedenburg (RIE)	475	11,8	31	7,0	72	5,3	66
Rothenkirchen (ROK)	670	9,7	36	5,0	40	4,5	138
Rothenbuch (ROT)	470	9,1	61	5,0	40	4,0	197
Sonthofen (SON)	1170	8,0	156	5,7	101	5,1	116
Taferlruck (TAF)	770	9,2	48	4,9	55	-	-
Würzburg (WUE)	330	12,9	36	8,5	24	7,2	97

Tabelle 1: Mittlere Lufttemperatur und Niederschlagssumme an den Waldklimastationen sowie an der Wetterstation Taferlruck

füllen begannen. Allerdings waren die Niederschläge wieder ungleich verteilt. Diesmal bekamen aber besonders die seit Anfang Juni ausgedörrten Gebiete Nordbayerns überproportional Niederschlag (mehr als +50 % als normal), nahe der Alpen fiel dagegen der Niederschlag unterdurchschnittlich aus. Vom Niederschlag erreichte der November heuer in der langen Reihe Platz 116 von 136, also war er sehr nass! Ein November, den man zeitweise für einen zweiten Frühling halten konnte, zum einen aufgrund der ungewöhnlich hohen Lufttemperaturen, aber auch aufgrund des vielen Sonnenscheins. 87 Sonnenscheinstunden ist ein Wort für einen November mit seinem typischen Nebel (im Mittel knapp 57 Stunden), d. h. mehr als die Hälfte mehr Sonnenschein (+53 %) als normal. Besonders sonnig war es im Südosten, dort wurden vereinzelt mehr als +75 % Sonnenschein gemessen.

Herbst 2015

Pünktlich zum Herbstbeginn endete die hochsommerliche Hitze. September und Oktober waren nahe am langjährigen Mittel 1961–90, was wir schon in unserem wärmeren Klima der letzten Jahrzehnte bereits als kühl empfanden. Die beiden ersten Herbstmonate waren von den Niederschlägen unterdurchschnittlich. Erst der November stach hinsichtlich Wärme, Niederschlag und Sonnenschein heraus. Insgesamt fielen 205 l/m², was dem langjährigen Mittel (204 l/m²) entsprach. Der November sorgte für das Plus der Temperatur beim langjährigen Mittel von 1,1 Grad (2015: 9,0 °C). Der Sonnenschein blieb mit –8 % leicht unterdurchschnittlich (2015: 310 Stunden zu 1961-90: 335 Stunden). Klimatologisch erreichte er beim Niederschlag Platz 79 bei der 136-jährigen Zeitreihe. Bei der Temperatur war er immerhin der 14.-wärmste Herbst.

Während es im Herbst in Europa keine besonderen Witterungserscheinungen gab, braute sich anderswo wieder ein Rekord zusammen. Im Pazifik entstand wieder die Wetteranomalie El Niño, von der diesmal vorhergesagt wurde, dass sie eine der stärksten seit Beginn der Messungen sein wird (Schiermeier 2015). In Indonesien wüteten bereits aufgrund außergewöhnlicher Trockenheit Waldbrände, die die Himmel über den betroffenen Landesteilen verdunkelten. Wir sind davon zwar nur indirekt betroffen, aber solche starken El Niños sorgten in der Vergangenheit immer für einen kräftigen Schub in der globalen Erwärmung.

Literatur: DWD (2015a): Witterungsreport Express September – November 2015. DWD (2015b): Agrarmeteorologischer Witterungsreport September – November 2015. Schiermeier, Q. (2015): Hunting the Godzilla El Niño. Nature 526, S. 490–491

Autoren: Dr. Lothar Zimmermann und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

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

Endlich wieder genug Wasser!

Foto: A. Schubert



Später zweiter Austrieb an Buchen im Bereich Fürstenfeldbruck

2015 war für Wald und Forstwirtschaft aufgrund des zweitwärmsten Sommers seit Beginn der Wetteraufzeichnungen ein besonderes Jahr, dessen Auswirkungen man auch noch in den Folgejahren spüren wird. In weiten Teilen des Landes gab es, mit Ausnahme vereinzelter Gewitter, über viele Wochen keinen Niederschlag, so dass die Bodenwasserspeicher nahezu entleert wurden. Die Bäume reagierten auf die mangelnde Wasserversorgung mit verfrühtem Laubabwurf. Infolge dieser Schwächung muss nun mit Zuwachseinbußen und einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Schädlingen gerechnet werden. Da die Niederschläge auch im Herbst unterdurchschnittlich ausfielen, blieben die Böden lokal noch sehr lange trocken. Erst Ende November, Anfang Dezember stieg die Bodenfeuchte aufgrund stärkerer Niederschläge wieder deutlich an. Die Niederschläge im weiteren Verlauf des Winters und Frühjahrs werden für die weitere Entwicklung der Auswirkungen dieses extrem trocken-heißen Sommers von maßgeblicher Bedeutung sein.

Je nach Lage in Bayern sowie dem lokalen Niederschlagsangebot füllten sich die Bodenwasserspeicher unterschiedlich schnell auf. Neben dem Angebot an Regen beeinflusste auch die teilweise sehr warme Witterung im November über die Verdunstung diesen Auffüllvorgang. Die herbstliche Verfärbung an Buche und Eiche begann in diesem Jahr relativ spät (s. auch Kasten S. 49). Außerdem wurde vereinzelt ein später zweiter Laubaustrieb an Buchen und Linden beobachtet, was die Transpiration zusätzlich erhöhte. Bei den Nadelbäumen lief die Transpiration auch im Herbst ungehindert weiter. Regional zeigte sich, dass besonders in Unterfranken erst die Unwetter des letzten Novemberwochenendes die Bodenwasservorräte ausreichend füllten. Im übrigen Land fand dies schon im Oktober statt. Allerdings war Unterfranken auch besonders früh von der Trockenheit betroffen. Stellenweise wurde schon im Juni die Trockenstressgrenze von weniger als 40 % des pflanzenverfügbaren Wassers im Boden erreicht. Es wird nun entscheidend sein, wie gut die Wasserversorgung im Frühjahr sein wird, wenn die Knospen im Wald wieder austreiben.

S. Raspe

Forstliche Beratung im Wandel

LWF stellt Entwicklung der Beratung des Privatwaldes zwischen 2000 und 2015 vor

Holger Hastreiter

Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) führt jährlich im Privatwald eine Befragung zum Holzeinschlag durch. Neben den Standardfragen zum Holzeinschlag und -verkauf werden jedes Jahr zusätzliche Fragen zu aktuell interessanten forstlichen Themen gestellt. In den Jahren 2004, 2007 und 2014 drehten sich diese Fragen jeweils um die Beratung im Privatwald. Befragt wurden Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer mit einer Waldbesitzgröße von bis zu 200 Hektar.

Seit 2004 sinkt die Zahl der landesweit freiwilligen Teilnehmer an der Befragung stetig. Waren es 2004 noch 1.089 Privatwaldbetriebe, so sank die Zahl 2007 auf 970 und 2014 gar auf 654.

2004 bezog sich die Frage nach den beratenden Institutionen auf die letzten fünf Jahre 2000 bis 2004. Man konnte zwischen »Förster« und/oder »forstlichem Zusammenschluss« (WBV oder FBG) wählen. 27 % der Befragten gaben an, keine Beratung nachgefragt zu haben. 2007 bezog sich die Befragung dann nur noch auf das Befragungsjahr. Zusätzlich zu den Beratern des Jahres 2004 konnte als beratende Institution noch die Rubrik »private Forstunternehmer« angekreuzt werden. Jedoch gaben diesmal nur 16 % an, auf eine Beratung verzichtet zu haben. Im Jahr 2014 bezog sich die Befragung dann wieder auf die letzten fünf Jahre 2010 bis 2014 und zu den beratenden Institutionen zählten nun auch noch »Freunde« und »Andere«. Die Zahl derer, die eine Befragung nicht in Anspruch genommen haben stieg wieder auf 28 %.

Beratung ja! Aber durch wen?

Insgesamt betrachtet ist die Beratungsquote um rund 10 % über alle Größenklassen während der Jahre 2004 (2000) bis 2007 angestiegen. Besonders auffällig ist in 2004 die geringe Anzahl der Waldbesitzer, die ausschließlich die Beratung durch Forstbetriebsgemeinschaften bzw. Waldbesitzervereinigungen in Anspruch genommen haben. Auch die Kombination staatlicher Revierleiter und forstlicher Zusammenschluss wurde – verglichen mit den Jahren danach – weniger häufig genannt. Der zuständige Förster war dagegen für über 40 % der Waldbesitzer aller Betriebsgrößen die erste Adresse, wenn es um die Beratung zu ihrem Waldbesitz ging. Für das Jahr 2007 zeigt Abbildung 2, dass 70 bis 90 % aller Waldbesitzer in den Besitzgrößen bis 200 ha eine forstliche Beratung nachgefragt haben. Etwa 30 % gaben an, sich nur von ihrer FBG bzw. WBV beraten zu lassen. Ein etwas geringerer Prozentsatz vertraute ausschließlich auf den örtlich zuständigen staatlichen Förster als Berater. Ein nicht unerheblicher Teil der privaten Waldbesitzer nutzte sowohl die Beratung durch die FBG bzw. WBV, als auch die kostenlose Beratung durch die staatlichen Revierleiter. Private forstliche Dienstleister waren zwar in fast allen Besitzgrößen vertreten, spielten aber selbst in den größeren Betrieben ab 50 ha nur eine untergeordnete Rolle.

2010 bis 2014 ergeben die Anteile der Waldbesitzer ohne Beratung in den Größenklassen wieder ein ähnliches Bild wie in den Jahren 2000 bis 2004. In der Größenklasse »bis unter einem Hektar« ist die Zahl der Teilnehmer ohne Beratung (63 %) allerdings erstmals höher als die Zahl derer mit Beratung. Verglichen mit 2007 ist die Inanspruchnahme der Beratungsmöglichkeiten in allen sieben Größenklassen um etwa 10 % gesunken. Die Prozentanteile bei der Beratung allein durch die FBG bzw. WBV sind in allen Größenklassen um bis zu 19 % geringer. Der staatliche Förster als ausschließliche Beratungsinstitution verzeichnete in vier Größenklassen einen höheren Anteil als 2007 und büßte nur in drei Größenklassen Prozentanteile um bis zu 12 % ein. Die Kombination aus Förster und forstlichem Zusammenschluss wies in fünf Größenklassen einen leichten Rückgang um bis zu 7 % auf, blieb aber im Wesentlichen auf ähnlichem Niveau wie 2007. Die zusätzlichen Auswahlmöglichkeiten, wie Beratung durch Unternehmer, durch Freunde oder durch sonstige Institutionen wurden



Foto: R. Götzfried

Abbildung 1: Mit der Forstreform 2005 sind einige Themen der Beratung von den Försterinnen und Förstern der Forstverwaltung an die Selbsthilfeeinrichtungen der Waldbesitzer übergegangen. Beratend tätig ist die Forstverwaltung neben ihren hoheitlichen Aufgaben vor allem in den Bereichen Waldpflege und Waldverjüngung.



Abbildung 2: Auswertung der beratenden Institutionen nach Größenklassen

eher selten angekreuzt. Auf Kombinationsauswertungen mit den häufiger genannten Institutionen wurde deshalb aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

Nach ihrer Zufriedenheit mit der angebotenen Beratung gefragt, zeigten sich 2007 82 % der Waldbesitzer zufrieden, 13 % waren nicht zufrieden. Im Vergleich dazu stieg die Beratungszufriedenheit der Befragungsteilnehmer 2014 auf 92 % an und der Anteil der nicht zufriedenen Teilnehmer sank auf 5 %. Als Gründe für die Unzufriedenheit wurde am häufigsten fehlende Intensität, gefolgt von zu wenig Kompetenz und Zeitmangel auf Seiten des Beratenden genannt.

Beratung, ja! – Aber zu welchen Themen?

2014 wurden die Teilnehmer ebenfalls gefragt, durch welche Institution sie sich zu welchem Thema beraten ließen. Die Antworten sind in Abbildung 3 dargestellt. Die staatlichen Revierleiter wurden demnach in allen Themenbereichen, außer dem Holzverkauf und dem Holzeinschlag, am häufigsten als Berater in Anspruch genommen. Die forstlichen Zusammenschlüsse sind ebenfalls in allen Beratungsbereichen vertreten. Am häufigsten haben diese in ihren Kerngeschäften dem Holzverkauf und dem Holzeinschlag (z. B. zu Feinerschließung, Hiebsauszeichnung, Maschineneinsatz etc.) beraten.

Verteilt man die von den Befragten genannten Beratungsthemen nach der Häufigkeit ihrer Nennung auf die Besitzgrößenklassen der Betriebe, dann ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 4): Über alle Größenklassen hinweg bilden die

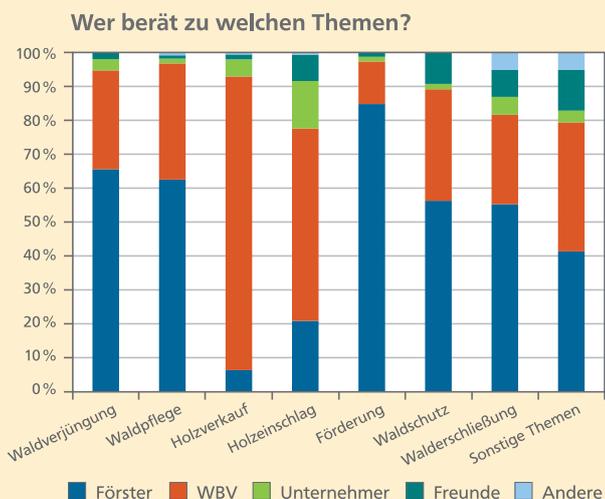


Abbildung 3: Häufigkeit der Beratungsthemen nach Beratungsinstitution

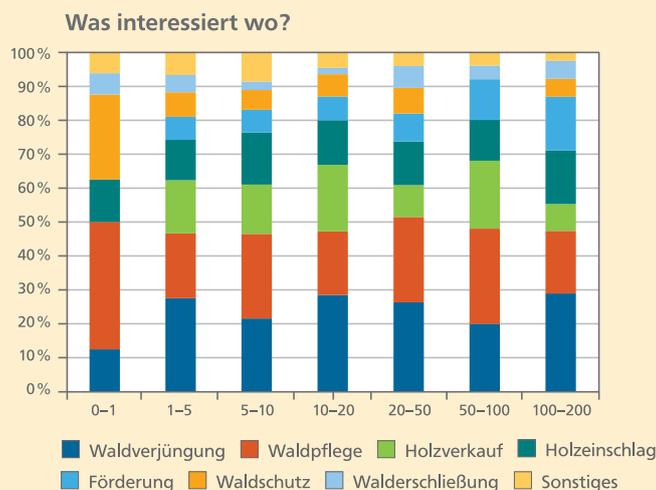


Abbildung 4: Häufigkeit der Beratungsthemen nach Besitzgrößenklasse

Neue Teilnehmer gesucht!

Um den gesetzlichen Auftrag der Holzeinschlagserhebung erfüllen zu können, ist die LWF auf die freiwillige Unterstützung der Waldeigentümer angewiesen. Neue Teilnehmer sind deshalb immer willkommen. Alle teilnehmenden Waldbesitzer leisten einen wichtigen Beitrag für die Holzaufkommenstatistik und für weitere grundlegende forst- und umweltpolitische Entscheidungen. Bei Interesse oder Fragen kontaktieren Sie uns bitte unter holger.hastreiter@lwf.bayern.de oder telefonisch unter 08161 | 71-5122. Sollten Sie sich für eine Teilnahme entscheiden, so erhalten Sie zu Beginn jedes Jahres ein Anschreiben mit Fragebogen, einen bereits frankierten Rückumschlag für den kostenlosen Rückversand und als kleines Dankeschön eine Ausgabe der Zeitschrift »LWF aktuell«. Dort können Sie unter anderem die Ergebnisse zur Einschlagserhebung des Vorjahres einsehen. Bei den diesjährigen Teilnehmern an der Erhebung möchten wir uns an dieser Stelle nochmal ganz herzlich für die Mühe bedanken.

Themen Waldverjüngung und Waldpflege gemeinsam beinahe die Hälfte aller Nennungen. Die Beratungsthemen Holzverkauf und Holzeinschlag wurden ebenfalls in allen Größenklassen mit einem Anteil von zusammengefasst bis zu 33 % sehr häufig erwähnt. In der Größenklasse unter einem Hektar spielt der Holzverkauf bekanntlich keine größere Rolle. Dementsprechend wurde das Thema in dieser Größenklasse auch nicht angeführt.

Zusammenfassung

Als Folge der Forstreform 2005 ist die betriebswirtschaftliche Beratung als Aufgabe der staatlichen Förster weggefallen. Diese Tätigkeiten übernehmen jetzt die Selbsthilfeeinrichtungen der Waldbesitzer für ihre Mitglieder. Dadurch haben sich auch die Beratungsthemen bei den Revierleitern und den forstlichen Zusammenschlüssen in den Befragungsjahren 2004 und 2007 verschoben. War vor der Reform der Förster noch Ansprechpartner für alle forstlichen Fragen, so lag und liegt dessen Beratungsschwerpunkt danach bei der gemeinwohlorientierten Beratung (z. B. zum klimabedingten Waldumbau). Folglich mussten sich die Waldbesitzer dann in betriebswirtschaftlichen Fragen vermehrt an die bestehenden Selbsthilfeeinrichtungen wenden.

Die Befragung 2014 ergab keine weitere Steigerung, sondern eher einen leichten zahlenmäßigen Rückgang in der Beratungshäufigkeit des befragten Kollektivs. Ursächlich dafür könnte einerseits die Verringerung der Gesamtteilnehmerzahl von 2004 bis 2014 um knapp 300 Waldbesitzer sein, andererseits ist es aber wahrscheinlich einfach normal, dass nicht jeder Waldbesitzer regelmäßig in so »kurzen« zeitlichen Abständen Rat zum Thema Wald sucht. Die Befragung zeigt aber auch, dass Forstverwaltung und forstliche Zusammenschlüsse nicht in Konkurrenz zueinander stehen, sondern miteinander arbeiten und die Zuständigkeiten nach Aufgabenbereichen bei den Waldbesitzern bekannt sind. Eine interessante Er-

kenntnis aus den Umfragen ist, dass seit fünfzehn Jahren ein kontinuierlich hoher Anteil der befragten Waldbesitzer, nämlich rund 70 %, regelmäßig die Möglichkeiten der Beratung in Anspruch nimmt. Dabei stehen, wie die jüngste Befragung zeigt, erfreulicherweise vor allem die Themenbereiche Waldpflege und Waldverjüngung und damit die nachhaltige Bewirtschaftung des Waldeigentums im Vordergrund und das unabhängig von der Betriebsgröße.

Holger Hastreiter ist Mitarbeiter in der Abteilung »Waldbesitz, Beratung, Forstpolitik« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Holger.Hastreiter@lwf.bayern.de

Welche Seilwinde besteht den Härtestest?

Foto: S. Spierer, BWV

waldwissen.net
Informationen für die Forstpraxis

Wie viel Fichte geht noch im Klimawandel?

Vorschlag für eine Übergangsstrategie für Hochleistungsstandorte

Günter Biermayer und Stefan Tretter

Durch den Klimawandel wird in größeren Bereichen Bayerns auch auf gut wasserversorgten und wuchskräftigen Standorten, auf denen die Fichte heute noch gut gedeiht und sich entsprechend verjüngt, der Anbau sehr riskant werden. Hier kann aber für einen Übergangszeitraum noch eine erfolgreiche Wirtschaft mit der Fichte möglich sein. Das vorgeschlagene Pflegemodell nutzt diese Ausgangslage optimal und kann gleichzeitig die Basis für die Begründung standortgerechter Nachfolgebestände schaffen.

Der Waldbau mit der Fichte erscheint vielen bayerischen Waldbesitzern einfach und ertragreich. Die Risiken fichtenreicher Bestände, die sich in einem im langjährigen Mittel deutlich höheren Anteil an Zwangsanfall beim Holzeinschlag (vor allem durch Sturm und Borkenkäfer) ausdrücken, werden sehr oft ausgeblendet. Dies ist im Klimawandel besonders ungünstig, da die veränderten Wuchsbedingungen das örtliche Erfahrungswissen als Entscheidungsgrundlage entwerten.

Ausgangslage

Die Verbreitung der Fichte im Naturwald Bayerns war nicht vor allem durch ihre physiologischen Grenzen, sondern durch den Wettbewerb mit der Buche geprägt. Diese buchenreichen Wälder hat der Mensch mit seiner intensiven Nutzung im Flach- und Hügelland seit dem Mittelalter stark verändert, zunächst durch die Mittelwaldwirtschaft in Richtung Eichenmischwald, später vor allem in der Oberpfalz und in Franken in Richtung Kiefer, schließlich beim Wiederaufbau der Wäl-

der im 19. Jahrhundert und mit den Waldbaukonzepten der beiden Nachkriegsjahrzehnte im 20. Jahrhundert in Richtung Fichte. Fichtenreiche Bestände wurden so in weiten Landesteilen walddrängend. Ausgerichtet am Motto »Soviel Laubholz wie nötig, soviel Nadelholz wie möglich«, hat in der Vergangenheit die bayerische Forstwirtschaft die klimatischen und standörtlichen Möglichkeiten der Fichte oft bis an ihre biologischen Grenzen ausgereizt. An diesen Grenzen ist seit mehr als zehn Jahren unbestreitbar, dass der Klimawandel kein Szenario für die Zukunft ist, sondern regelmäßig erfahrbare Realität. Die warmen Jahre häufen sich und selbst gefühlt »schlechte Sommer« sind im Vergleich der letzten Jahrzehnte noch überdurchschnittlich warm. Wir nähern uns mit steigenden Jahresdurchschnittstemperaturen dem Kippunkt, ab dem vor allem auf vielen südbayerischen Flachland-Standorten die für die Fichte bisher ideal kombinierten Wachsfaktoren Temperatur und Wasserversorgung aus dem gewohnten Optimalbereich herausfallen. Das Bestandsrisiko steigt: langsam bei den jüngeren Beständen, sprunghaft und schnell bei den älteren. Um der Verantwortung der Bayerischen Forstverwaltung bei der Beratung Rechnung zu tragen, wurden im Rahmen des Klimaprogramms Bayern 2020 zunächst die globaleren Klimarisikokarten und schließlich das Standortinformationssystem BaSIS entwickelt. Auf dieser Grundlage sind die beratenden Revierleiter in der Lage, die Waldbesitzer im Privat- und Körperschaftswald so zu informieren, dass diese das Risiko ihrer Bestände individuell richtig einschätzen und damit selbst sachgerechte Entscheidungen bei der Baumartenwahl und Bestandsbehandlung treffen können. Wo das Baumartenrisiko nach BaSIS, wie zum Beispiel in Westmittelfranken, wo es in den letzten Jahren auch in sehr jungen Beständen zum flächigen Verlust der Fichte gekommen ist, schon jetzt hoch oder sehr hoch ist, ist die Notwendigkeit zum Waldumbau akzeptiert. Die Aktivitäten zur Anpassung laufen.

Schwieriger ist es in den Räumen (siehe Abbildung 2), in denen die Fichte heute noch ein niedriges Baumartenrisiko aufweist und dieses sehr oft sogar noch mit einer besonders hohen Wuchsleistung (vgl. Abbildung 3) gepaart ist. Dort haben die Waldbesitzer über Generationen hinweg, trotz aller immer wieder erlittenen Kalamitäten, positive Erfahrungen mit ihren Fichtenbeständen gemacht. Kalamitäten lassen das Grundrisiko der Baumart Fichte immer wieder schmerzlich spüren. Diese Schadensdisposition



Foto: J. Böhm

Abbildung 1: Waldbestände mit führender Fichte können auf gut wasserversorgten Standorten bei entsprechender Pflege für eine Übergangszeit eine forstwirtschaftlich tragbare Option sein.

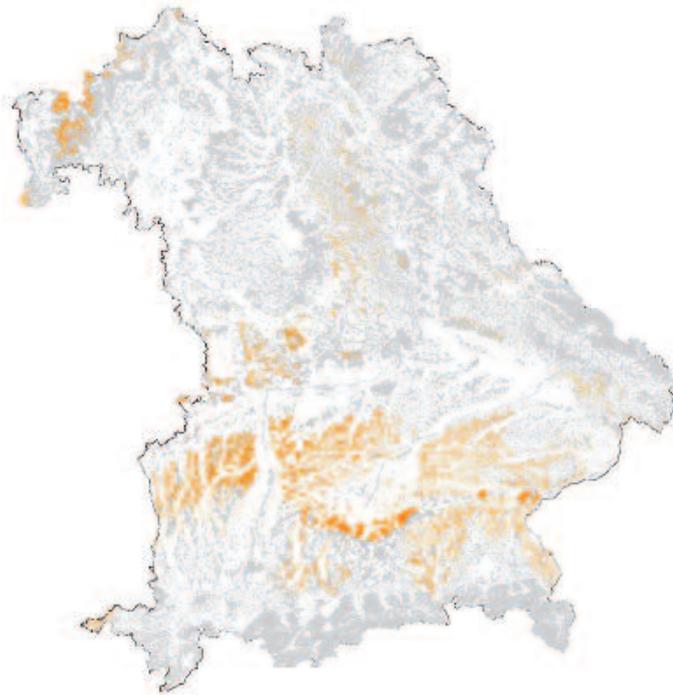


Abbildung 2: Entwicklung des Anbaorisikos von Fichte von 2000 bis 2100 (gelb: Anbaorisiko steigt von gering auf sehr hoch; orange: Anbaorisiko steigt von sehr gering auf sehr hoch)

wurde wegen der Leistungsfähigkeit der Fichte auf vielen Standorten durchaus zu Recht in Kauf genommen. Die Fichte war und ist oft bis heute unter solchen Verhältnissen das wesentliche Element unserer ertragreichen gemischten Wirtschaftswälder. Die wichtigsten Faktoren, die maßgeblich das Risiko der Fichtenwirtschaft bestimmen, waren und sind Sturm, Schneebruch, Wärme, Trockenheit, Borkenkäfer und Hallimasch. Auf all diese Faktoren wird im Folgenden kurz eingegangen.

Sturm und Schneebruch

Die überregional und topografisch unterschiedliche Sturmgefährdung sowie das höhere Risiko auf wechselfeuchten oder flachgründigen Schotter-Standorten sind durch Pflegemaßnahmen nur begrenzt zu beeinflussen. Der erhöhten Sturmschadensneigung von Fichtenbeständen auf verdichteten, stark wechselfeuchten und vernässten Standorten kann man nur dadurch entgehen, dass man auf wurzelintensivere Baumarten ausweicht. Das mit der Baumhöhe auch auf gut durchwurzelbaren Standorten ab etwa 30 m Oberhöhe stark steigende Windwurf-Risiko kann nur durch rechtzeitige Ernte begrenzt werden. Es wird im Gegensatz zum Schneebruch von der Eingriffsart bei der Durchforstung nur begrenzt modifiziert, ohne den Einfluss des h/d-Verhältnisses oder der Kronenlänge auf Sturmschäden ganz in Abrede zu stellen.

Wärme und Trockenheit

Die bekannten Temperatur-Grenzen der Fichte können bedingt durch sehr gut wasserspeichernde Standorte ausgeglichen werden. Im Weinbauklima gibt es aber auch auf den besten Standorten keine Fichtenbestände mehr. Darüber hinaus

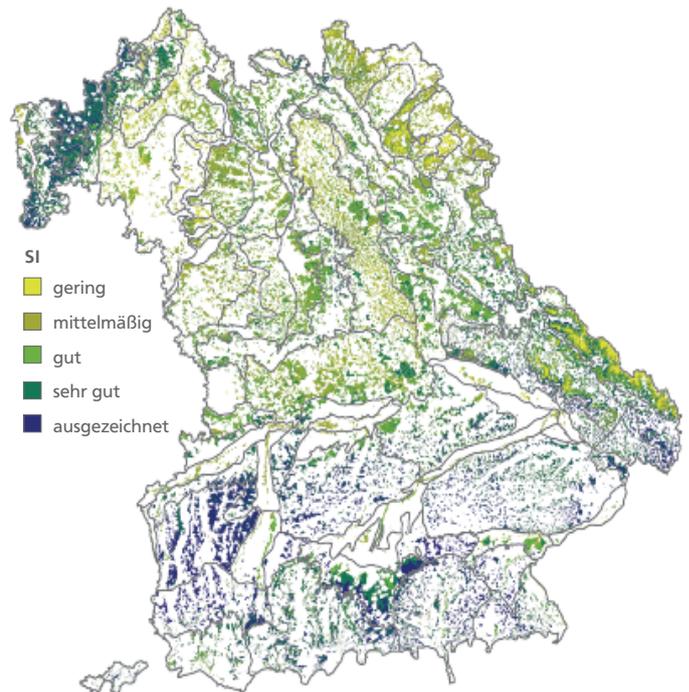


Abbildung 3: Das standörtliche Höhenwachstumspotenzial (SI) der Fichte für die Waldfläche Bayerns ohne Wuchsgebiet »Bayerische Alpen«
Quelle: Falk et al. 2015

fördern höhere Jahresdurchschnittstemperaturen die Borkenkäferentwicklung insbesondere ab dem Alter 50, auf schwächeren Standorten auch schon deutlich früher.

Borkenkäfer

Das Borkenkäferisiko ist der auf Buchen-Standorten eigentlich begrenzende Faktor einer Forstwirtschaft mit führender Fichte. Waldbaulich kann dieser Gefährdung durch Mischbestände und bei der Waldschutzvorsorge mit »sauberer Wirtschaft« vor allem im kühleren und frischeren Standortsspektrum des Buchengebiets gut entgegengewirkt werden, ganz ausgeschlossen werden kann sie nicht.

Hallimasch

Weit stärker als vielen Wirtschaftlern bewusst, sind unsere Fichtenbestände besonders auf guten, nährstoffreichen Standorten in warmen Lagen durch Hallimasch durchseucht, ohne dass befallene Bäume gleich absterben. Gerade nach Trockenjahren werden Bäume, deren Wurzelsystem durch den Pilzbefall beeinträchtigt ist, zu Ausgangspunkten für Käfernester.

Bisherige Standortseinschätzung

Die Standortkarten der 1970er bis 1990er Jahre bescheinigen in vielen Landschaften Bayerns der Fichte als führende Baumart auf großen Flächen gut geeignet zu sein. Diese Bewertung war das Ergebnis der damaligen Abwägung zwischen dem immer schon bestehenden Grundrisiko der Baumart und ihren hohen wirtschaftlichen Chancen.

Abgesehen von den stark wechselfeuchten Schlufflehmen oder flachgründigen Kiesstandorten erfüllte die Fichte in der Vergangenheit sehr oft die in sie gesetzten wirtschaftlichen Erwartungen. Von den ungünstigeren Rändern des Standortsspektrums her wurde allerdings früh deutlich, dass reine Fichtenbestände häufig vom Bodenkapital zehren. Sie bilden oft inaktive Humusaufgaben, der Nährstoffkreislauf entkoppelt sich, das Risiko für Nährstoffverluste mit dem Sickerwasser steigt. Diese Nachteile wurden seit Jahrzehnten durch das Einbringen von Mischbaumarten (Buche, Tanne, Edellaubbäume) und mittels besserer Pflege mit dem Ziel gut bekronter und bewurzelter Bäume erfolgreich abgemildert. Allen angeführten Nachteilen zum Trotz: Auch wenn die traditionelle Fichtenwirtschaft gewohnt hohe Anteile von Zwangsanfall durch Sturm, Borkenkäfer und Schneebruch in Kauf nehmen muss, sind die bayerischen Fichtengebiete – wie die BWI III nachweist – bis heute durch sehr hohe durchschnittliche Holzvorräte gekennzeichnet. Auch werden dort immer noch überdurchschnittliche Wirtschaftsergebnisse eingefahren. Aus Sicht von Forstbetrieben und Waldbesitzern sind die Fichten in diesen Räumen derzeit bedeutende Rohstoffquellen und finanzielles Rückgrat der bayerischen Forstwirtschaft. In Anbetracht des Klimawandels kann dies aber keine dauerhaft tragfähige Perspektive sein.

Schlussfolgerungen für ein Beratungskonzept

Bei dieser Ausgangslage müssen waldbauliche Empfehlungen so ausgestaltet sein, dass die Berater nicht in die Rolle der Cassandra geraten, die zwar schlussendlich sicher recht hat, aber die jetzt trotzdem niemand hören will. Ohne den akuten Handlungsbedarf beim Waldumbau zu verdrängen oder notwendige Investitionen aufzuschieben, soll daher ein Vorgehen vorgeschlagen werden, wie mit dem dargestellten Dilemma umgegangen werden kann. Die Überlegungen gehen von einer »Übersetzung« des Baumartenrisikos in ein Borkenkäferisiko aus. Das örtliche Anbaurisiko nach dem in Bayern entwickelten Standortinformationssystem BaSIS wird nämlich als maßgeblicher Faktor für das Überleben von Fichtenbeständen vom Risiko für Borkenkäferbefall geprägt. In Abbildung 4 ist deshalb gutachtlich das BaSIS-Anbaurisiko in eine Einschätzung des Borkenkäferrisikos für unterschiedliche Fichten-Anteile übersetzt. Auf den wärmeren Standorten setzt nach langer Erfahrung der Borkenkäferbefall die Grenzen für das Überleben von Fichtenbeständen.

BaSIS-Anbaurisiko	Borkenkäfer-Risiko	Reinbestände und Mischbestände	Führende Fichte	Beigemischte Fichte	
		Fichten-Anteil 100–70%	Fichten-Anteil 60–50%	Fichten-Anteil 40–30%	Fichten-Anteil 20–10%
Sehr gering	Nur nach Vorschädigung durch Sturm und Schneebruch oder mehrjährigem Niederschlagsmangel kommt es in warmen Jahren zur Massenvermehrung.	In allen Bestandsformen erreichen die Fichten regelmäßig auch als Bestände weit über 120 Jahre (frühere Ausfälle nur bei massiven abiotischen Schadereignissen).			
Gering	Auslöser einer Massenvermehrung sind außer Sturm und Schneebruch auch (die lokal-klimatisch seltenen) trocken-warme Jahre.	Bis zum Alter 80/90 Jahren nur geringe Gefahr bestandsbedrohender Schäden. Ab Alter 90/100 rasche Zunahme des Zwangsanfalls.	Schadensdisposition sinkt mit einem geringeren Fichtenanteil deutlich ab.		
Erhöht	Dauerhaft vorhanden, aber bei »sauberer Wirtschaft« und schlagkräftigem Waldschutz im Ausbruchfall beherrschbar.	Ab Alter 60 rasch ansteigende Schadensneigung, die zum Zerfall des Bestands führt.		Einzel bis truppweise beigemischte Fichte hält sich auch bis in höhere Alter (>100) gut.	
Hoch	Schon sommerliche Trockenphasen lösen regelmäßig Kalamitäten aus ohne dass Sturm oder Schneebruch auftreten.	Bereits ab 40 Jahren ausgeprägter Zuwachsrückgang. Ab Alter 50 fallen bereits viele Bestände in der Folge von Trockenjahren aus.		Zuwachsrückgang setzt meist später ein. In inniger Mischung und auf besseren Standorten halten sich Fichten bis Alter 60/80 Jahre.	
Sehr hoch	Die warme Klimatönung lässt Massenvermehrungen bereits ohne ausgesprochene Trockenphasen auch ohne Sturm oder Schneebruch als Auslöser entstehen.	Trotz hoher Waldschutzanstrengungen ist der weitgehende Ausfall der Fichte schon ab dem Alter 25/30 kaum zu verhindern.		Auf speicherfrischen Standorten (Unterhänge, Mulden) halten sich einzeln bis truppweise Fichten auch bis Alter 60/80 Jahren.	

Abbildung 4: Anbaurisiko für die Baumart Fichte

Überleben und Wuchsleistung

Der Zusammenhang zwischen Wuchsleistung (ausgedrückt durch die Oberhöhe in einem bestimmten Alter) und dem Anbaurisiko der Fichte auf gut durchwurzelbaren, speicherfrischen und normal nährstoffversorgten Standorten ist in Abbildung 5 modellhaft dargestellt. Jüngere Fichtenbestände wachsen bei guter Wasser- und normaler Nährstoffversorgung unter den wärmeren Bedingungen am besten, lassen ab dem Alter 45–50 aber im Höhenzuwachs gegenüber den kühl-feuchten Landschaften mit anhaltend hohem Zuwachs (vgl. Ertrags-tafel Assmann und Franz 1963) deutlich nach. Solange auf guten Standorten ausreichende Sommerniederschläge die Wasserversorgung sichern, hat die Erwärmung bisher den Fichtenzuwachs im Dickungs- und Stangenholzalder nicht beeinträchtigt, sondern oft sogar gefördert. Niemand sollte sich allerdings der Illusion hingeben, dass auch bei weiter fortschreitendem Klimawandel die heutigen Jungbestände als Altbestände noch so gedeihen werden wie die heutigen Altbestände. Andererseits läuft auf großen Flächen in vielen Landschaften die Fichten-Naturverjüngung mit hoher Potenz

Konsequenzen

Nicht nur bei der Baumartenwahl, sondern auch bei der Jugendpflege, Durchforstung und der Ernte des reifen Holzes stehen deshalb viele Waldbesitzer in Bayern vor der Entscheidung, welcher Weg in ihren Fichtenbeständen der richtige ist. Die bisher hohe Wuchs- und Wertleistung ist schon auf mittlere Sicht stark gefährdet.

In der Forstwirtschaft wird die Entscheidung bei der Baumartenwahl – wie bei allen wirtschaftlichen Investitionsentscheidungen sinnvoll – nicht allein nach Gesichtspunkten

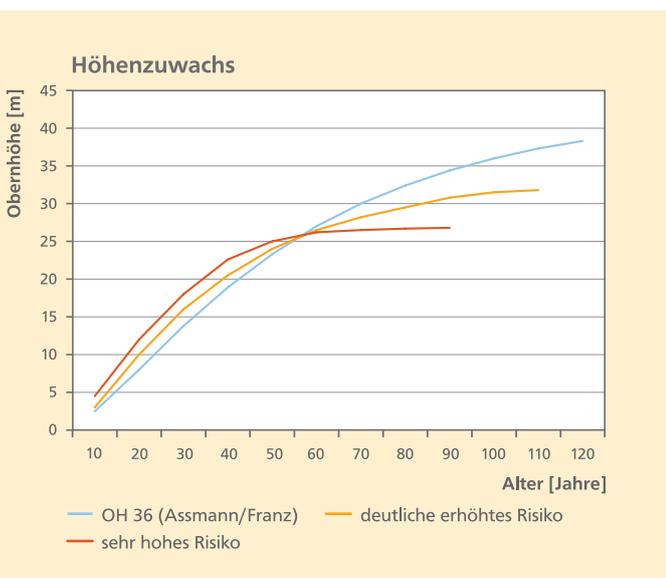


Abbildung 5: Zuwachsverlauf von Fichten-Beständen auf gut nährstoff- und wasserversorgten Standorten bei unterschiedlichem klimatischen Anbaurisiko

der Risikominimierung, sondern in einer Abwägung von Risiken und Chancen getroffen. Dabei ist es wichtig, nicht nur die Risikoeinschätzung für das Jahr 2100, sondern auch für 2050 im Auge zu behalten. Es besteht hoher Handlungsbedarf, um leistungsfähige und planvoll zu bewirtschaftende Wirtschaftswälder zu behalten, da Waldbesitzer sehr viel verlieren können. Ein Orientierungsrahmen bei der Beratung ist erforderlich, der die mit dem Bestandsalter eklatant zunehmenden Risiken nicht verdrängt, aber auch die für gewisse Zeit noch bestehenden waldbaulichen Optionen fichtenreicherer Bestände nicht ausblendet. Die Baumart Fichte an sich ist weder gut, noch schlecht. Der Umgang mit ihr sollte deshalb sehr differenziert sein. Die Fichten, für die die nachfolgenden Behandlungskonzepte gemacht sind, sind auf großen Flächen als Vorausverjüngung unter Schirm, in bereits abgedeckten Jungbeständen und auf Kalamitätsflächen schon vorhanden. Für mögliche Fichten-Mischungsanteile (zum Beispiel auch durch Pflanzung auf unzureichend verjüngten Kalamitätsflächen) gelten die gleichen Überlegungen, das heißt geringe Ausgangspflanzanzahlen von maximal 2.000 Fichten pro Hektar in den Fichten-Trupps und -Gruppen.

Vitalisierung von Fichtenbeständen durch Pflege und Durchforstung

Bei eher knappen Niederschlagsmengen kann der Anteil der Niederschläge, der den Boden erreicht, weil er nicht bereits im Kronenraum zurückgehalten wird, durch Verringerung von Überdichten in den fichtenreichen Beständen um ungefähr 100 mm pro Jahr erhöht werden. Waldbauliche Maßnahmen sollten deshalb auch auf die Vermeidung von Trockenstress ausgerichtet sein. Dies beginnt nicht erst bei der Durchforstung, sondern bereits beim Umgang mit der in der Regel sehr dicht im Gleichschluss aufwachsenden Fichtennaturverjüngung. Zielgerichtete frühe Auflockerung und vor allem das Begünstigen der Mischbaumarten verbessert die Vitalität der jungen Bäumchen und erhöht die spätere Wertleistung in der relativ kurzen zur Verfügung stehenden Zeit sehr deutlich. Stammzahlreduktion im bis zu mannshohen Stadium ist dafür weit wirksamer als auskesseln.

Die anschließend notwendigen Durchforstungen sollen nicht zu stark, aber in rascher Folge geführt werden. Um die Wasserverfügbarkeit spürbar zu erhöhen, sind bei der Durchforstung reiner oder fast reiner Fichtenbestände anders als bei strukturreichen, langlebigen Mischbeständen im kühl-feuchten Klimaraum nicht nur herrschende Bäume, sondern auch zwischenständige Bäume zu entnehmen, die gerade noch überleben, aber nicht mehr wirklich zuwachsen, weil sie in trockenwarmen Lagen kein Entwicklungspotenzial haben. Werden einzeln beigemischte Laubbäume frühzeitig begünstigt, verbessert sich dadurch die Wasserverfügbarkeit für die verbleibenden Bäume des ganzen Bestandes ebenfalls. Die Eingriffe dürfen aber nicht so stark sein, dass sie die Bodenvegetation übermäßig fördern. Besonders Brombeer-»Decken« sind massive Wasserverbraucher und Wurzelkonkurrenz.

Tabelle 1: Fichten-Pflegemodell

FICHTEN-Pflegemodell als Zwischengeneration oder Beimischung auf Zeit	
Ziel: Nutzung des sehr hohen Zuwachspotentials der Fichte auf (sehr) gut wasserversorgten Standorten. Möglichst viele Stämme liefern in kurzer Produktionszeit mittelstarkes Holz. Stabilisierung der Bestände für einen frühzeitigen Voranbau mit standortgerechten Baumarten bzw. flächige Verjüngung standortgerechter Nachfolgebestände.	
Jungwuchspflege: Ziel: gemischte Dichtung aus vitalen Bäumchen	
ab Oberhöhe 3 m	ausreichende Differenzierung nicht zu erwarten
Stammzahlreduktion	auf 2.000 Stück/ha
Mischwuchsförderung	Mischbaumarten von Fichten-Konkurrenz entlasten
Jungdurchforstung: Kontinuierliche Förderung des Durchmesserzuwachses	
ab Oberhöhe 12 m (~ 20 Jahre)	
Z-Baum-Auswahl	300–400 je ha
Eingriffe	2–3 mal im 1. Jahrzehnt, 2 mal im 2. Jahrzehnt
Erntemenge	im 1. Jahrzehnt: 40–60 Efm; im 2. Jahrzehnt: 60–80 Efm
(je Eingriff)	jeweils 1 Bedränger entnommen
Altdurchforstung: abschließende Förderung der Z-Bäume, Vorratsanstieg	
ab Oberhöhe 20–22 m (~ 40 Jahre)	
Eingriff	1 mal im Jahrzehnt: 60–80 Efm
Verjüngungsnutzung: aktive Holzernte zur Risikobegrenzung, geplante Verjüngung	
ab Oberhöhe 28 m (~ 50 Jahre)	Anlage von Gruppenschirmstellungen zum gruppenweisen Vorbau von im Altbestand nicht vorhandenen Schattbaumarten bzw. Naturverjüngung von Mischbaumarten, Fichten-Naturverjüngung im Folgebestand nur noch als Beimischung nutzen (Saumfemelschlag) und/oder Abnutzung räumlich geordnet vom Saum her (Einbringen standortgerechter Lichtbaumarten) Abschluss der Verjüngung bis spätestens Alter 60/70 Jahre (bei besonderem ZE-Risiko auch noch rascher)

Noch nachteiliger sind allerdings die leider immer noch vorhandenen, überdichten, praktisch undurchforsteten Flächen. Diese leiden schon nach kurzen Trockenperioden, was am Einbrechen des Höhenzuwachses gut abzulesen ist.

Gedacht ist dieses Konzept (Tabelle 1) nur für einen klar abgegrenzten Teil des Standortsspektrums, nämlich für die gut nährstoffversorgten, speicherfrischen und tief durchwurzelbaren Lehmstandorte mit ausreichenden Niederschlägen in der Vegetationszeit (s. Abbildung 2). Hier geht das vorgeschlagene Vorgehen aktiv mit der in der Praxis häufig schon vorhandenen sehr stammzahlreichen Fichten-Naturverjüngung um und nutzt die in den ersten Jahrzehnten sehr hohe Wuchsleistung der Fichte unter diesen heute noch sehr günstigen Standortverhältnissen. Gleichzeitig schafft es die Basis für stabilere Bestände. Dies ist die Voraussetzung für den Voranbau von Mischbaumarten und risikoärmere Nachfolgebestände. Es ist eine praxisgerechte Anpassung an das dort mit dem Klimawandel besonders stark steigende Waldschutzrisiko, ohne die noch bestehenden Chancen zu verbauen, mit der Baumart Fichte übergangsweise zu wirtschaften. Die zielgerichtete Pflege und Durchforstung bereitet die Bestände zudem optimal auf eine frühzeitige (schon in wenigen Jahrzehnten mögliche) Vorausverjüngung von künftig besser angepasster Baumarten vor.

Grenzen

Standorte, für die BaSIS bei der Fichte schon heute oder für 2050 ein hohes oder sehr hohes Risiko ausweist, sind für ein solches Vorgehen nicht mehr geeignet. Auf diesen weniger guten Standorten ist damit zu rechnen, dass bei entsprechender Jahreswitterung – ähnlich wie in Westmittelfranken ab Mitte des vorigen Jahrzehnts erlebt – Fichtenbestände schon ab so frühem Alter dem Borkenkäfer zum Opfer fallen, dass wirtschaftlich interessante Dimensionen nicht mehr regelmäßig erreicht werden können. Eine solche »Fichten-Wirtschaft« rechnet sich nicht. Undifferenziertes Handeln über Bayern hinweg nach dem Motto »Einmal Fichte geht schon noch« wäre deshalb ein schwerer fachlicher Kunstfehler. Planmäßige Forstwirtschaft sollte deshalb mit waldbaulichen Mitteln das Entstehen fichtenreicher Nachfolgebestockungen auf schon jetzt oder sehr bald nicht mehr fichtentauglichen Standorten vorsorglich unbedingt verhindern. Hier sollte die Fichte tatsächlich ab sofort nur noch als Mischbaumart und nicht mehr führend sein. Notwendige Maßnahmen sind dazu vor allem frühzeitige standortgerechte Vorausverjüngung von Schattbaumarten unter Schirm mit hohen Anteilen und rechtzeitige räumlich geordnete Abnutzung der Altbestände und gegebenenfalls Pflanzung von Lichtbaumarten. Die dafür notwendigen Investitionen mit dem Ziel klimagerechter Misch- und Laubholzbestände werden glücklicherweise durch die waldbauliche Förderung großzügig unterstützt. Sie sind die Voraussetzung dafür, dass die nachfolgende Bewirtschaftergeneration alle Optionen für natürliche Verjüngung standortgerechter Mischbestände als Schlüssel für rationelle Forstwirtschaft hat.



Foto: J. Böhm

Abbildung 6: Rechtzeitige waldbauliche Vorbereitung schafft die Basis für die Begründung standortgerechter und weniger risikoträchtiger Nachfolgebstände.

Forstliche Wirtschaftler müssen allein wegen der langen zeitlichen Perspektive Optimisten sein. Wir sollten allerdings keinen zukunftsblinden Berufsoptimismus pflegen, sondern unserer Verantwortung beim Handeln genauso wie beim Unterlassen gerecht werden.

Literatur

Assmann, E.; Franz, F. (1963): Vorläufige Fichtenertragstafel für Bayern. München

Falk, W.; Brandl, S.; Klemmt, H.-J.; Bender, A.; Stricker, G.; Rötzer, T.; Kölling, C.; Küchenhoff, H.; Pretzsch, H. (2015): Wachstumspotenziale der Hauptbaumarten. LWF aktuell 106, S. 53–56

Kölling, C.; Binder, F.; Falk, W. (2013): Risiko und Ertrag in ungewisser Zukunft: Der Klimawandel fordert die Generationengerechtigkeit heraus. LWF Wissen 72, S. 54–58

Kölling, C.; Zimmermann, L. (2014): Klimawandel gestern und morgen. Neue Argumente können die Motivation zum Waldumbau erhöhen. LWF aktuell 99, S. 27–31

Geier, L.; Gaisbauer, J. (2009): Die Waldbesitzer und ihre lieben Fichten. LWF aktuell 68, S. 21–23

Günter Biermayer leitet das Referat »Forstliche Forschung, Waldpädagogik« im Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Guenter.Biermayer@stmelf.bayern.de
Stefan Tretter leitet die Abteilung »Waldbau und Bergwald« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Stefan.Tretter@lwf.bayern.de

Zweiter Frühling im Spätherbst

Foto: A. Ploner



Einzelne Bergahorne in »voller Belaubung«; aufgenommen am 17.11.2015
In den Isarauen bei Dietersheim (Lkr. Freising) haben im Herbst einige Bergahorne nochmals massiv ausgetrieben, nachdem sie bereits die Vegetationszeit durch Laubabwurf abgeschlossen hatten. Das Phänomen der vorzeitigen Bildung von Sprossen aus Knospen, die normalerweise dafür angelegt sind, im Frühjahr nach der Winterruhe auszutreiben, wird als Prolepsis oder Johannistrieb bezeichnet. Erstaunlich ist aber, dass der Bergahorn, wenn überhaupt, meist nur bei jungen Pflanzen Johannistriebe bildet. Außerdem ist die Bildung proleptischer Triebe im Spätherbst selbst bei Baumarten, die zur Prolepsis neigen (wie den Eichen), völlig ungewöhnlich.

Die extreme Witterung des Jahres 2015 könnte für den vorzeitigen Knospenaustrieb verantwortlich sein. Die sommerliche Trockenheit führte dazu, dass einige Bäume die Vegetationszeit bereits im Juli/August abgeschlossen und vollständig das Laub abgeworfen haben. Nach einer anschließenden mehrwöchigen Ruhephase mit kurzzeitigem Wintereinbruch im Oktober führten die hohen Temperaturen Ende Oktober/Anfang November, verbunden mit den ersten ergiebigen Niederschlägen nach langer Dürre, zu einem vorzeitigen Austreiben der Knospen. Ob es sich dabei um »verspätete Johannistriebe« oder einen fehlgeleiteten, vorzeitigen »Frühjahrsaustrieb« handelt, muss offen bleiben.

Als negative Folge des Herbstaustriebs könnten die ersten stärkeren Fröste die jungen Triebe der Ahorne komplett erfrieren lassen. Dabei ist die Gefahr groß, dass die Knospen massiv Schaden nehmen, da sie nicht ausreichend ausreifen konnten. Zu befürchten ist, dass dieses abnormale phänologische Verhalten zu einer geringeren Blattmasse in der nächsten Vegetationsperiode und damit zu einer Schwächung der Bäume führt.

Bemerkenswert ist, dass nur einzelne der Bergahorne sich herbstlich belaubt haben, während andere kahl geblieben sind. Offenbar reagieren die Bäume dieser Population ganz unterschiedlich auf die extreme Witterung, was die Bedeutung hoher genetischer Variabilität innerhalb von Baumpopulationen verdeutlicht.

Gregor Aas und Studierende der Biologie und Geoökologie im Modul »Dendrologie« an der Universität Bayreuth

Holzbringung in schwierigem Gelände

Über Hänge und Nassstellen hinweg – Kleinseilbahnen bieten interessante Lösungen.

Thomas Fottner, Hans Feist und Konstantin Benker

Der Bayerischen Waldbauernschule steht zu Lehr- und Testzwecken eine Kleinseilbahn der Firma Maxwald zur Verfügung. Bei einer Arbeitsstudie zusammen mit der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft konnten einige Stärken und Schwächen dieser standort- und bestandsschonenden Bringungstechnik aufgedeckt und beschrieben werden.

Die Durchforstung in nadelholzreichen Jungbeständen ist eine wichtige Maßnahme zur Verbesserung der zukünftigen Bestandsstabilität unserer Wälder. In schwierigen Lagen, wie Steilhängen oder stark vernässten Standorten, wird diese wichtige Maßnahme häufig nicht oder erst zu einem sehr späten Zeitpunkt durchgeführt. Grund dafür ist, dass mit konventioneller Technik solch ein Gelände kaum befahrbar und Spezialtechnik nicht verfügbar oder zu teuer ist. Hier kann der Einsatz einer Durchforstungsseilbahn eine Lösung sein. Kurzstrecken-Seilbahnen werden von verschiedenen Herstellern angeboten. Der Bayerischen Waldbauernschule steht zu Test- und Übungszwecken eine Kleinseilbahn der Firma Maxwald zur Verfügung. An deren Beispiel soll hier zum einen das Grundprinzip der Bergauf-Seilbringung erläutert werden, zum anderen beleuchteten Ergebnisse einer Arbeitsstudie ökonomische Aspekte.

Eine Kleinseilbahn für kurze Distanzen

Bei der Seilkranbringung wird ein Tragseil in einer zuvor angelegten Trasse gespannt. Die Maxwald-Seilbahn hat in der

Grundausrüstung keinen eigenen Mast, sodass für die Fixierung des Tragseils jeweils ein Baum am Beginn und am Ende der Trasse erforderlich ist. Zum sicheren Betrieb müssen diese sogenannten Endmastbäume noch an anderen Ankerbäumen abgespannt werden. Die Tragseilhöhe richtet sich nach den Geländegegebenheiten und soll eine »Kopf-Hoch-Rückung« des Holzes ermöglichen. Die Maxwald-Kleinseilbahn ist für Trassenlängen bis etwa 250 Meter konzipiert. Bei langen Trassen oder Geländekanten kann der Einbau einer überfahrbaren Tragseilstütze (Abbildungen 1 und 2) erforderlich sein.

Ein etwa 40 kg leichter Laufwagen (Abbildung 4) fährt auf dem Tragseil durch die Schwerkraft angetrieben bergab bis zum liegenden Holz. Das Zugseil wird an der Winde am Schlepper abgebremst, sodass der Laufwagen nicht ungebremst an einen Laufwagenstopper in Form eines Schäkels am Tragseil fährt. Am Laufwagen befindet sich eine Hubrolle mit der Last, die vom Zugseil gehoben und gesenkt wird. Schließlich werden das Zugseil und der Laufwagen von einer mechanisch gesteuerten Maxwald-Anbauseilwinde bewegt. Für den Windenantrieb reicht ein kleiner Standardschlepper aus. Die Kleinseilbahn ist je nach verwendetem Tragseil für



Foto: M. Wolf

Abbildung 1: Eine überfahrbare Stütze sichert bei langen Seiltrassen oder Geländekanten eine ausreichende Tragseilhöhe.



Foto: K. Benker

Abbildung 2: An einer Buche bringt ein Arbeiter eine überfahrbare Stütze an.

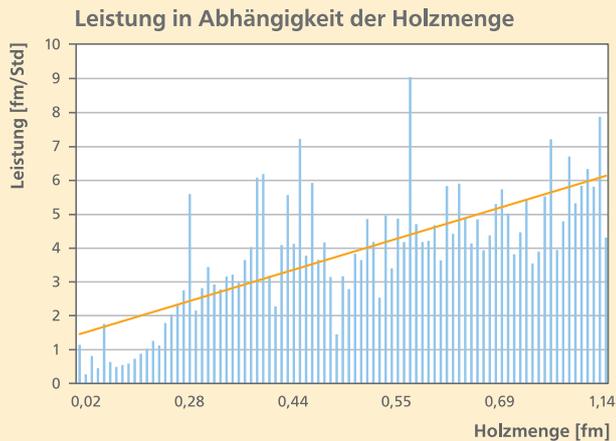


Abbildung 3: Leistung in Fm/h in Abhängigkeit der angehängten Holzmenge. Je größer die angehängte Holzmenge je Fuhre, desto höher die Leistung.

eine Anhängelast von bis zu 1.000 kg ausgelegt. Dies ist für schwache bis mittelstarke Durchforstungen ausreichend. Für die Bedienung der Kleinseilbahn sind zwei Personen notwendig. Der »Maschinist« bedient die Seilwinde am Schlepper, hängt das Holz ab und versucht dabei, die Sortimente am Lagerort zu trennen. Der »Anhänger« in der Seiltrasse bündelt das Holz mit einem Sappie vor und hängt es an der Hubrolle des Zugseils an. Funkverbindung mit vereinbarten Kommandos sind für einen sicheren und rationellen Betrieb wichtig.



Foto: K. Benker

Abbildung 4: Der leichte Laufwagen ist technisch sehr einfach gehalten. Durch das Hubrollensystem verdoppelt sich die Kraft beim Anheben der Last.

Optimale Lastbildung entscheidend für hohe Leistung

In der Auswertung der Arbeitsstudie wurde deutlich, wie stark die Holzmenge je Fuhre die Leistung beeinflusst. Dazu folgendes Beispiel: Bei 0,3 Festmeter (Fm) Lastgröße je Fuhre ergibt sich eine mittlere Leistung von 2,5 Festmeter je Stunde (Fm/h), bei 0,8 Fm steigt die Leistung auf knapp 6 Fm/h. Die Leistung der Seilbahn ist also umso höher, je mehr Holz pro Fuhre angehängt wird (Abbildung 3). Dabei darf die maximale Anhängelast nicht überschritten werden. Bei der Studie konnten wir aufgrund des schwachen Tragseils lediglich 650 kg anhängen, was bei waldfischem Fichtenholz in etwa 0,9 Fm bzw. 7,5 Stammabschnitten pro Ladung entspricht.

Um eine hohe Leistung zu erzielen, gilt es also, die Seilbahn möglichst »voll« zu beladen. Dies ist während der Arbeitsstudie mit im Schnitt 3,2 Stammabschnitten je Fuhre nicht immer gelungen. Ein Grund dafür ist das Hubrollensystem der Kleinseilbahn. Sobald der erste Stamm hängt, kann konstruktionsbedingt nur in einem kleinen Umkreis zugehängt werden. Liegt das Holz sehr verstreut, stimmt die Fällordnung nicht oder wurden die einzelnen Stämme zuvor nicht zu ausreichenden Lastgrößen gebündelt, kann man die maximale Anhängelast nicht ausnutzen. Die Folge ist eine geringere Leistung. Rückt man sortimentsweise, verstärkt sich dieses Problem. Deshalb sollte die Holzsortierung erst am Abladeplatz stattfinden. Gelingt es, durch Vorarbeit optimale Lastgrößen zu bilden, kann durchaus von höheren Systemleistungen ausgegangen werden.

In der Kürze liegt die Würze!

Die Rückedistanz wird von der Länge des Hanges vorgegeben. Im Gegensatz zur Lastgröße kann man sie bei der Arbeitsausführung nicht aktiv beeinflussen. Vor allem bei der Hiebspla-



Foto: M. Wolf

Abbildung 5: Sobald ein Stamm angehängt ist, kann nur noch in begrenzter Entfernung zugehängt werden. In diesem Fall liegen die Stämme nah genug.

Tabelle 1: Matrix zu Holzmenge und Rückedistanz. Die höchste Leistung wird bei kurzer Rückedistanz und hoher Holzmenge je Fuhre erreicht.

Rückedistanz	Holzmenge je Fuhre				
	0,2 Fm	0,4 Fm	0,6 Fm	0,8 Fm	1,0 Fm
200 m	1,4	1,9	2,9	3,6	3,8
150 m	1,6	2,2	3,4	4,2	4,4
100 m	1,8	2,4	3,7	4,6	4,8
50 m	2,0	2,7	4,2	5,2	5,5

nung ist sie aber wichtig, um Zeitbedarf und Kosten der Seilbringung einschätzen zu können.

Wie zu erwarten, wirkt sich die Trassenlänge und damit die Rückedistanz unmittelbar auf die Leistung der Seilbahn aus (Abbildung 6). Es gilt: Je länger die Rückedistanz, desto geringer die Leistung. Der Einfluss ist aber weniger stark als bei der Lastgröße. So beträgt die Leistung bei gleicher Holzmenge je Fuhre und einer Rückedistanz von 50 m etwa 4 Fm/h, bei einer Rückedistanz von 200 m immerhin noch 3 Fm/h.

Der Zeitaufwand für Auf- und Abbau der Seilbahn mit zwei Personen beträgt in etwa 4 bis 5 Stunden und verlängert sich nur geringfügig mit zunehmender Trassenlänge. Berücksichtigt man dies bei den Kosten je Festmeter, wird der Nachteil langer Trassen weiter relativiert.

Leistungsbeeinflussend wirkt neben Lastgröße und Rückedistanz auch der Beizug, also das Zuziehen der Last aus dem Bestand zur Trasse. Man könnte vermuten: Je größer der Trassenabstand, desto größer die Beizugentfernung und die Dauer des Beizugs. Bei der Arbeitsstudie konnten wir dies aber nicht feststellen. Die Zeit für den Beizug ist gemessen an der Gesamtzeit einer Fuhre gering, so dass sie von anderen Einflussgrößen überlagert wird. Die Beizugentfernung wirkt sich



Abbildung 6: Leistung in Fm/h in Abhängigkeit der Rückedistanz. Deutlich erkennbar: Je größer die Rückedistanz, desto geringer die Leistung.

nicht messbar auf die Systemleistung aus. Sollte der Trassenabstand allerdings größer sein (bei unserer Studie betrug er 20 bis 25 m), könnte sich die größere Beizugentfernung durchaus negativ in der Leistung bemerkbar machen.

Ausschlaggebend für die Leistung sind also Holzmenge je Fuhre und Rückedistanz. Betrachtet man diese beiden Faktoren gleichzeitig und verschneidet sie, lässt sich eine Matrix erstellen (Tabelle 1). Unter der Annahme, dass der Einfluss der Holzmenge je Fuhre bei allen Rückedistanzen gleich groß ist, ergeben sich nach unserer Arbeitsstudie diese Leistungszahlen in Fm/h. Fällen und Aufarbeiten sowie Poltern des gerückten Holzes sind dabei nicht berücksichtigt.



Foto: K. Benker

Abbildung 7: Mit circa 500 kg wurde bei dieser Fuhre die maximale Anhängelast nicht ausgereizt.



Foto: K. Benker

Abbildung 8: Die Möglichkeit, am Holzabladeplatz zu sortieren, ist sehr begrenzt. Es ist also von Vorteil, möglichst wenige Sortimente auszuhalten.

Tabelle 2: Kosten und Erlöse bei drei verschiedenen Varianten mit unterschiedlicher Rückeleistung

		Variante 1 2,0 Fm/h Seilkran	Variante 2 3,5 Fm/h Seilkran	Variante 3 5,0 Fm/h Seilkran
Kosten [€/Fm]	Bringung Seilkran	31,40 €	17,90 €	12,60 €
	Fällung und Aufarbeitung	9,50 €	9,50 €	9,50 €
	Montage/Demontage Seilkran	4,70 €	4,70 €	4,70 €
	Gantern mit Rückeanhänger je fm	6,80 €	6,80 €	6,80 €
	Gesamtkosten	52,40 €	38,90 €	33,60 €
Erlöse [€/Fm]	Holzverkauf	65,00 €	65,00 €	65,00 €
	Förderung	10,00 €	10,00 €	10,00 €
	Gesamterlös	75,00 €	75,00 €	75,00 €
Holzerntekostenfreier Erlös [€/Fm]		22,60 €	36,10 €	41,40 €

Was kostet das Ganze?

Diese Frage ist nicht so einfach zu beantworten, da die Leistung und damit die Kosten von zahlreichen Einflussgrößen abhängen und so von Einsatz zu Einsatz stark schwanken können. Tabelle 2 zeigt eine Beispielrechnung für den kompletten Prozess vom Fällen bis zum gepolterten Holz frei Waldstraße. Als Stundenlöhne der beiden Waldarbeiter (Seilwindenführer und Anhänger) haben wir in Anlehnung an übliche Maschinenringsätze jeweils 20 €/h. angenommen. Mit berücksichtigt ist die staatliche Förderung, die man unter Umständen für »Bodenschonende Bringung« nach der neuen Richtlinie (WaldFöPR 2014) in Anspruch nehmen kann.

Fazit

Wesentliches Ergebnis der Arbeitsstudie ist, dass die Leistung der Maxwald-Kleinseilbahn von folgenden Größen deutlich beeinflusst wird – Auslastung der maximalen Anhängelast sowie Rückedistanz. Das kann als allgemeingültig angesehen werden. Die exakten Leistungszahlen einer Arbeitsstudie gelten aber immer nur für bestimmte Bedingungen und sind nicht beliebig auf andere Hiebssituationen übertragbar. Die vorliegenden Zahlen haben wir während der Durchforstung eines 60 bis 80 Jahre alten Mischbestandes in den Altmühltalhängen bei Kelheim erhoben. Die Hangneigung beträgt auf der Hiebsfläche im Mittel 25 Grad. Zwei Punkte minderten die Leistung der Maxwald-Kleinseilbahn. Zum einen war der Hang im oberen Bereich zu flach. Da der Laufwagen allein durch die Gravitation bergab fährt, konnte er oft nicht zügig vom Abladeplatz oben wegfahren. Dies verlängerte die Leerfahrten wesentlich. Zum anderen waren die gerückten Stämme mit einem durchschnittlichen Mittendurchmesser von 17,2 cm so stark, dass man sie mit dem Sappie nur begrenzt an der Seiltrasse zu einzelnen Fuhren bündeln konnte. Auch das führte zu kleinen Lastgrößen. Bei der Einwertung und Verwendung der Zahlen sollte dies beachtet werden. Man kann deshalb vermuten, dass die Leistung bei günstigeren Einsatzbedingungen auch höher sein kann. Um dies bestätigen zu können, sind weitere vergleichbare Arbeitsstudien notwendig.



Foto: M. Wolf

Abbildung 9: Ein Schlepper mit Rückeanhänger sammelt das Holz auf und legt sortimentsweise an geeigneten Stellen Polter an.

Hans Feist war Mitarbeiter in der Abteilung »Forsttechnik, Betriebswirtschaft, Holz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Hans.Feist@aelf-hk.bayern.de
 Konstantin Benker ist Mitarbeiter in der Abteilung »Forsttechnik, Betriebswirtschaft, Holz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Konstantin.Benker@lwf.bayern.de
 Thomas Fottner ist Mitarbeiter der Bayerischen Waldbauernschule. Thomas.Fottner@wbs.bayern.de

Grünerle oder Latsche? – Eine Frage des Standorts

Zwei ungleiche Schwestern prägen den Krummholzgürtel der Bayerischen Alpen

Joachim Stiegler und Franz Binder

Die bayerische Hochgebirgslandschaft wird zu großen Teilen von ausgedehnten Latschengebüschen geprägt. Die Latschen-Kiefer kommt mit den schwierigen Verhältnissen in diesen Lagen offensichtlich gut zurecht. Aufgrund der Standortbedingungen in den Bayerischen Hochalpen wird die Latsche langfristig gesehen ihre Vormachtstellung beibehalten. Doch auch die Grünerle trotz den ungünstigen Bedingungen in dieser Höhe. In der Literatur finden sich widersprüchliche Aussagen zu den Standortansprüchen der Grünerle. Vor einigen Jahren noch als kalkmeidende Baumart beschrieben, sehen dies jüngere Literaturquellen deutlich differenzierter. Demnach ist für das Ankommen und die Vitalität der Grünerle vor allem eine gute Wasserversorgung ausschlaggebend.

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Latsche (*Pinus mugo ssp. mugo*) liegt oberhalb der potenziellen Hochwaldgrenze (Autonome Provinz Bozen 2010). In Lawinenbahnen steigt sie bis in die submontanen Lagen herab. Sie ist zusammen mit der Grünerle (*Alnus viridis ssp. viridis*) eine Baumart des Krummholzgürtels. Die Grünerle, auch als Laublatsche bezeichnet (Schütt et al. 2006), und die Latschenkiefer finden wir in den gleichen Höhenlagen. Sie treten zuweilen auch gemeinsam bzw. in enger Verzahnung auf (Abbildung 2). Dies ist ein erster Hinweis dafür, dass das Ausgangsgestein kaum Grund für die unterschiedlichen Besiedlungsschwerpunkte sein dürfte. Nach Reger et al. (2014) hätte der Waldtyp Carbonat-Latschengebüsch von Natur aus in den Bayerischen Alpen einen Anteil von 119,5 km², der Waldtyp Silikat-Grünerlen- und Latschengebüsch einen Anteil von 5,0 km². Das heutige Verbreitungsgebiet der Latsche und Grünerle unterscheidet sich stark vom potenziellen Verbreitungsgebiet. Vor allem Rodungen für Lichtweidegewinnung haben hierzu beigetragen.

Beide Arten sind holzwirtschaftlich ohne Bedeutung. Ihr Wert liegt im Schutz des Bodens vor Erosion und macht sie daher besonders wertvoll für die Sanierung von Schutzwaldflächen. Über ihre Ansprüche an den Standort gibt es widersprüchliche Aussagen, denen im Folgenden nachgegangen werden soll.

Vor etwa 20 Jahren beschreiben Schütt und Lang (1996) die Grünerle als Baumart, die frische, kalkarme Standorte in den Hoch- und Mittelgebirgen Zentraleuropas und Südosteuropas besiedelt. »Im Kalkgebirge wird die Besiedelung vergleichbarer Lagen von der Latsche übernommen«. Die Autoren ergänzen, dass die Baumart »auf stark sauren und alkalischen Substraten fehlt«. Zu dieser Einwertung kommen andere Autoren nicht. Nach Huber und Frehner (2012) hat die Grünerle ein viel breiteres Standortsspektrum als bisher vermutet. Sie ist nicht kalkmeidend, stockt aber weniger oft auf basisch durchlässigen geologischen Unterlagen. Auch laut Ellenberg (2010) werden die Grünerlen auf Kalkgestein meistens von Latschen abgelöst, weil sich diese auf durchlässigen Böden besser entwickeln können. Dadurch entsteht der Eindruck, dass die Grünerle kalkmeidend ist und die Latsche kalkliebend. Es sind aber beide Arten gegen den Säuregrad indifferent. So wächst, wo karbonatreiches Gestein genügend wasserhaltende Kraft besitzt, auch die Grünerle. Anders ausgedrückt: In den Kalkgebirgen sind Grünerlengebüsche an das Vorhandensein wasserhaltender Schichten gebunden (Autonome Provinz Bozen 2010).

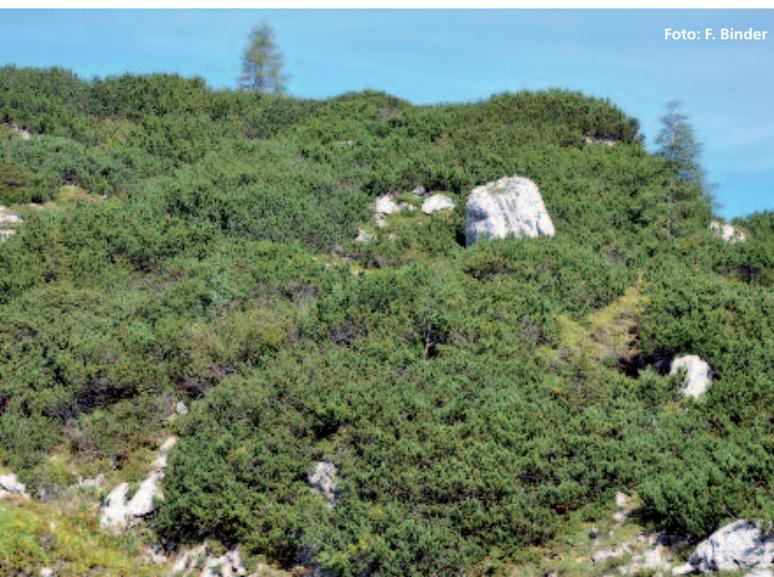


Foto: F. Binder

Abbildung 1: Die Latsche - eine ständige Wegbegleiterin in den Bayerischen Hochalpen.

Die Latsche unbestrittene Throninhaberin auf »trockenen« Kalkstandorten

Die Latschenkiefer (Abbildung 1) zählt nach Schmidt (2011) zu der formenreichen Artengruppe der Berg-Kiefern – neben Moorkiefer (*P. rotundata*) und Spirke (*P. uncinata*). Die Latsche hat ihren Verbreitungsschwerpunkt an der Waldgrenze (1.200–2.100 m ü. NN) und gilt als ausgesprochene Lichtbaumart mit sehr geringem Wärmebedarf und geringen Nährstoffansprüchen.



Foto: J. Stiegler

Abbildung 2: Grünerle und Latsche treten im Bereich der Waldgrenze häufig gemeinsam auf. Im Vordergrund Grünerlen, im Hintergrund ein ausgedehnter Latschenbestand am Mahnkopf/Karwendel

Sie ist ein an die ökologischen Bedingungen der subalpinen Stufe angepasstes Gehölz, das Krummholzbestände an und oberhalb der Waldgrenze bildet. »Sie wächst auf steinigen, neutralen bis mäßig sauren, humosen Lehm- und Tonböden, auf Fels und Schutt, über Kalk, Dolomit oder Silikat. Die Art ist an Extremtemperaturen, kurze Vegetationsperioden, mächtige Schneedecken und Schneeschub sowie kalte Winde angepasst« (Schmidt 2011) und verträgt extreme Trockenheit (StMELF 1997).

Der Wuchs ist überwiegend strauchförmig mit mehreren niederliegenden bis bogig aufsteigenden, elastischen Stämmen. Dadurch sind sie sehr gut dem winterlichen Schneedruck in den Hochlagen angepasst (Schmidt 2011). Unter hohen Schneeaufgaben, zum Beispiel in schneereichen Muldenlagen oder auf Schattseiten, kann es zu Schäden durch Schneeschimmel kommen. Infolgedessen sterben die lange vom Schnee bedeckten Triebe ab (Autonome Provinz Bozen 2010).

Die Latsche verfügt über ein extensives, flachstreichendes und weitreichendes Wurzelsystem, das in steilen Lagen zur Bodenbefestigung und Geröllfestlegung beiträgt. Auf Flächen, die nicht vom Hochwald bestockt werden können, leistet die Latsche dadurch einen wichtigen Beitrag zur Bodenbefestigung. Die Wurzeln sind jedoch empfindlich gegen Bodenverdichtung.

Die Art bildet in den Alpen vor allem in kalk- und dolomitreichen Gebieten ausgedehnte Bestände, ist jedoch keineswegs an Kalk gebunden, sondern kommt auf verschiedensten baumfeindlichen Standorten vor (Ellenberg 1996).

In den Krummholz-Beständen erfolgt die Verjüngung überwiegend vegetativ. Durch Schnee oder Geschiebe werden Äste zu Boden gedrückt und bilden sekundäre Wurzeln. Generative Vermehrung ist vor allem dort von Bedeutung, wo offene, konkurrenzfreie, noch nicht von anderen Gehölzen besiedelte Pionierstandorte zur Verfügung stehen (Schmidt 2011).

Latschengebüsche im Gebirge unterbinden die Bodenerosion und mindern Gefahren durch Steinschlag und Rutschungen (Schmidt 2011). Wegen der federnden Wirkung der Latschen können bei vollständiger Schneebedeckung und der dadurch unter Spannung stehenden Latschen allerdings Schneebewegungen ausgelöst werden (Autonome Provinz Bozen 2010). Lärche oder Fichte können im Schutz der Latsche ankommen, sich etablieren und aufwachsen.

In den bayerischen Hochalpen nimmt die Latsche augenscheinlich einen deutlich höheren Flächenanteil ein als die Grünerle. Dies steht im Einklang mit der Ausscheidung der Waldtypen nach dem Waldinformationssystem Nordalpen (Reger et al. 2014).

Die Grünerle – eine Baumart mit viel Durst

Die Grünerle besiedelt in den Bayerischen Alpen Standorte mit einer Höhenlage von bis zu 2.050 Metern (StMELF 1997). Der Schwerpunkt ihrer natürlichen Verbreitung liegt in Bayern auf einer Höhenlage zwischen 1.600 und 1.700 m ü. NN (Reger et al. 2014). »Natürliche Standorte der Grünerle sind feuchte und häufig nordexponierte Hänge in der subalpinen Stufe, wo sich der Wald infolge topografischer Ungunst oder regelmäßiger Lawinnenniedergänge aufgelöst hat oder nicht auszubilden vermochte« (Rubli 1974) (Abbildung 3).

Aufgrund des hohen Bedarfs an Feuchtigkeit bevorzugt sie daher wenig durchlässige Silikatgesteine und Tonschiefer (Ellenberg 2010). Die Transpirationen der Grünerlenblätter können Werte von etwa 1.000 Litern pro Hektar in einer Stunde erreichen (Rubli 1974). Der hohe Wasserbedarf kann nach Richard (1969) – zitiert in Huber und Frehner (2012) – im Sommer zum limitierenden Faktor werden und erklärt auch die Vorliebe der Grünerle für Nordhänge der subalpinen Stufe, wo geringere mittlere Temperaturen die Evapotranspiration vermindern und die verzögerte Schneeschmelze die Wasserversorgung sicherstellt. »Auf quell- und sickerfeuchten Standorten in Schattenlage oder in Nordexposition bildet sie annähernd reine Bestände« (Schütt und Lang 1996).

Hinsichtlich der Lichtansprüche zählt sie zu den Halblicht- bzw. Lichtpflanzen (Ellenberg 1979). Die Grünerle hat eine säbelwüchsige, aufsteigende, strauchförmige und mehrstämmige Wuchsform. Sie weist eine sehr hohe Stammelastizität auf (Huber und Frehner 2012). Ihr rasches Wachstum ermöglicht ihr ein gutes Durchsetzungsvermögen auch bei dichter Bodenvegetation (StMELF, 1997).

Nach Binder (1992), der auf einem Nordhang in 1.400 m ü. NN in den Ammergauer Alpen (Hauptdolomit-Plattenkalk-Hangschutt) eine Erstaufforstung untersuchte, nahmen die Sproßlängen der Grünerle auf der Freifläche im Durchschnitt in den ersten fünf Jahren um 17 cm zu. Im Vergleich dazu waren es bei der Vogelbeere auf der gleichen Beobachtungsfläche lediglich 7 cm.



Foto: J. Stiegler

Abbildung 3: Die Grünerle bevorzugt Standorte mit guter Wasserversorgung.

Infolge ihrer sehr elastischen Beastung und der oft niederliegenden Stämme erträgt sie nach Schütt und Lang (1996) Schneedruck ohne Schaden. Das steht im Widerspruch zur Aussage, dass die Grünerle zwar in besonderer Weise an Schneesetzen, -kriechen und -gleiten angepasst ist, dennoch häufig Schäden aufweist (Autonome Provinz Bozen 2010). Die Grünerle wird durch den hangabwärts wandernden Schnee weniger geschädigt als die Weide und gedeiht besser auf Rohböden als die Vogelbeere (Rubli 1974). Die Grünerle trägt viel zur Stabilisierung rutschgefährdeter Böden bei (Schütt und Lang 1996) und ist daher von Bedeutung für den Bodenschutz, da laut Rubli (1974) in den Hochlagen nur wenige Laubbaum- und Straucharten zur Sicherung erosionsgefährdeter Hänge zur Verfügung stehen. Grünerlenbestände können durch ihre Stammelastizität und ihrem schnellen Regenerationsvermögen auch auf steinschlaggefährdeten Hängen überdauern und weisen eine große Resistenz gegen Überschüttung auf (Mürner 1999). Bezüglich Lawinenschutz nimmt die Grünerle eine indifferente Stellung ein, da sie die Schneedecke festigen kann. Vollständig niedergedrückte Grünerlen allerdings können ähnlich wie die Latsche auch Schneebewegungen auslösen (Autonome Provinz Bozen 2010). Benecke (1972) merkt an, dass die Grünerle zwar keinen Lawinenschutz bietet, dafür aber in den Lawinenzügen zum Bodenschutz beiträgt und das Schneegleiten verhindert.

Die Grünerle vermehrt sich ähnlich wie die Latsche: Innerhalb eines bestehenden Grünerlenbestandes vegetativ über Ablegerbildung und in der Pionierphase vor allem über die Samenausbreitung (Schütt und Lang 1996). Nach Michiels (1993) – zitiert in Huber und Frehner (2012) – werden zur Ansamung feuchte, humose Mineralböden bevorzugt. Aufgrund der vegetativen Vermehrung von Grünerlen entstehen nach Rubli (1974) sehr resistente Dauergesellschaften. Nach Störungen wie zum Beispiel Steinschlag schließt sich die Lücke innerhalb kurzer Zeit wieder (Huber und Frehner 2012).

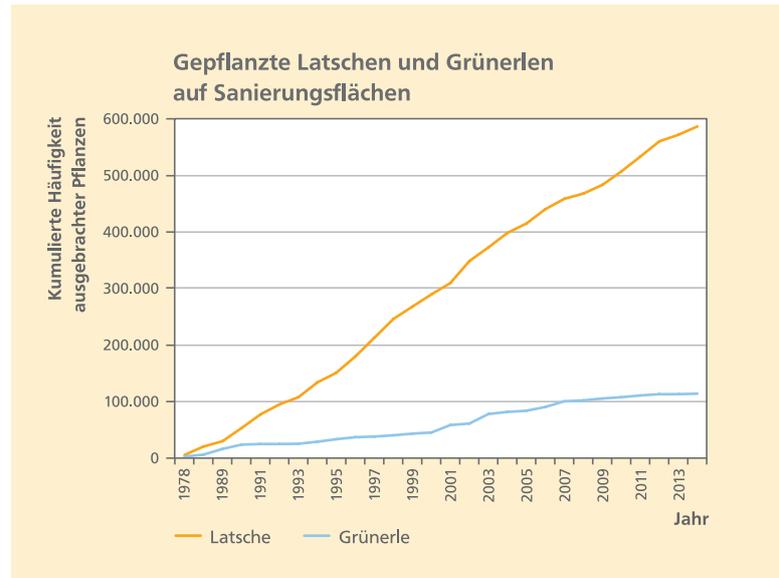


Abbildung 4: Kumulative Häufigkeit der im Rahmen der Schutzwaldsanierung in Bayern seit 1987 ausgebrachten Latschen und Grünerlen (Quelle: FSWM 2015)

Friede, Freude, Grünerle?

Die Grünerle ist in der Lage, Extremstandorte im Gebirge zu besiedeln, hohe Ansprüche stellt sie lediglich an die Wasserversorgung. Doch ihr starkes Durchhaltevermögen und ihre effiziente Ausbreitungsstrategie können auch nachteilig wirken. Unter Umständen behindert der hohe Dichtschluss andere Gehölzarten am Wachstum. Zudem entwickeln sich auf den mit Stickstoff angereicherten Böden zum Teil üppige Hochstaudenfluren, die das Aufkommen von Baumarten praktisch nicht ermöglichen (Rubli 1974). Mehrjährige Beobachtungen von Mürner (1999) in der Innerschweiz zeigten, dass Grünerlen sehr viel schneller wachsen als Fichten. Wird ein für beide Sämlinge identisch günstiger Boden gleichzeitig durch beide Arten besiedelt, so hat die Fichte das Nachsehen. Dieses schnellere Wachstum der Grünerle gegenüber Fichte bestätigen auch die Ergebnisse von Binder (1992). Nach Mössmer und Ammer (1994) ist die Grünerle in der Lage, bodennahe Schneegleitbewegungen zu reduzieren. Sie vermuten, dass sie damit anderen Baumarten, wie etwa der Fichte, das Aufwachsen ermöglichen.

Die Situation in Bayern

In den Bayerischen Alpen sind etwa 20.000 Hektar mit Krummholzbeständen aus Latsche oder Grünerle bedeckt (StMELF 2000). Das entspricht einem Anteil von 8 % der gesamten Waldfläche im bayerischen Alpenraum. Die Grünerle nimmt dabei flächenmäßig eine eher unbedeutende Rolle ein. Dies zeigt eine Untersuchung, welche die genetischen Ressourcen seltener Baumarten in Deutschland erfasste und dokumentierte. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden in Bayern lediglich elf sehr große und zusammenhängende Grünerlenbestände mit einer Gesamtfläche von knapp 900 Hek-

tar gefunden (BLE 2013). Kleinere Grünerlenbestände können jedoch fast überall in den Alpen auf geeigneten Standorten vorkommen. Äußerst selten ist sie im Bereich des Karwendel- und Wettersteingebirges (BLE 2013).

In der Schutzwaldsanierung spielen die beiden Krummhölzer Latsche und Grünerle auf flachgründigen erosionsgefährdeten Standorten eine sehr wichtige Rolle. Seit 1987 wurden etwa 700.000 Pflanzen ausgebracht (Abbildung 4). Auch in diesem Zusammenhang wird die führende Rolle der Latsche deutlich. Sie wurde während dieses Zeitraums etwa sechsmal häufiger gepflanzt als die Grünerle. Interessant ist auch, dass 63 % aller Grünerlen auf Sanierungsflächen im Allgäu (Flächenanteil von 34 % aller Sanierungsflächen) gepflanzt und lediglich 37 % der Grünerlen auf Sanierungsflächen in Oberbayern ausgebracht wurden. Es liegt nahe, dass die unterschiedliche geologische Situation dafür ausschlaggebend ist. Im Allgäu kommen im Gegensatz zu oberbayerischen Gebirgsstandorten »trockene« Standorte auf Hauptdolomit, Wettersteinkalk und Dachsteinkalk kaum vor. Derartige Standorte werden von der Grünerle gemieden. Ihr sagen »nasse« Standorte zu, wie wir sie in der landschaftsprägenden Helvetikum- und Flysch-Zone der Allgäuer Alpen vorfinden.

Fazit

Die Latsche ist vielerorts standortsbedingt die dominierende Baumart im subalpinen Bereich der Bayerischen Hochalpen, während die Grünerle nur punktuell vorzufinden ist. Beide Baumarten kommen mit den extremen Bedingungen im Gebirge gut zurecht. Die Grünerle wird laut Huber und Frehner (2012) jedoch häufig unterschätzt und zu wenig wahrgenommen, auf gut wasservorsorgten Kalkstandorten könnte sie jedoch zukünftig an Bedeutung hinzugewinnen. Sie eignet sich in Lagen mit langer Schneebedeckung als gute Alternative zur Latsche (Schneeschemmel), wenn auch mit standortsbedingten Einschränkungen. Auch wegen ihrer ökologischen Funktionen und ihrer geringen Verbreitung sollte ihr mehr Aufmerksamkeit zukommen.

Literatur

Autonome Provinz Bozen (Hrsg.) (2010): Waldtypisierung Südtirol Band 1 und 2, 309 S.

Benecke, U. (1972): Physiologische Untersuchungen zur Eignung verschiedener Baumarten bei der Aufforstung in Hochlagen. Forschungsberichte der Forstl. Forschungsanstalt München Nr. 5, 87 S.

Binder, F. (1992): Aufforstung in Waldschadensgebieten – Untersuchungen zur künstlichen Verjüngung von Beständen im Frankenwald, Fichtelgebirge und in den Bayerischen Kalkalpen. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 119, S. 224

BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) (2013): Erfassung und Dokumentation genetischer Ressourcen seltener und gefährdeter Baumarten in Deutschland, Teillos 4: Grauerle (*Alnus incana*), Grünerle (*Alnus viridis*) und Traubenkirsche (*Prunus padus*)

Ellenberg, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl., Verlag E. Goltze KG, Göttingen

Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 6. Aufl., Ulmer, Stuttgart

FSWM (2015): Fachstellen Schutzwaldmanagement. Ausgebrachte Pflanzen im Rahmen der Schutzwaldsanierung – interne Zusammenstellung

Huber, B.; Frehner, M. (2012): Forschungsprojekt Grünerle. Bericht erstellt im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern. Abenis AG Chur und Forstingenieurbüro Monika Frehner, Sargans

Michiels, H.-G. (1993): Die Stellung einiger Baum- und Straucharten in der Struktur und Dynamik der Vegetation im Bereich der hochmontanen und subalpinen Waldstufe der Bayerischen Kalkalpen. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 135

Mössmer, E.-M.; Ammer, U. (1994): Pioniereigenschaften von Gehölzen in Schneeleitgefährdeten Schutzwaldlagen im montanen und subalpinen Bereich der Bayerischen Kalkalpen. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 140

Mürner, R. (1999): Grünerlengebüsche der Innerschweiz – Untersuchungen zur Vegetation, Ökologie und Dynamik, mit besonderer Berücksichtigung der Moose und Pilze. MSc. thesis, Universität Bern

Reger, B.; Häring, T.; Ewald, J. (2014): The TRM Model of Potential Natural Vegetation in Mountain Forests. *Folia Geobot* (2014) 49: S. 337–359

Richard, L. (1969): Une interprétation éco-physiologique de la répartition de l'aune vert (*Alnus viridis*). *Doc. Carte Veg. Alpes* 7. S. 7–23

Rubli, D. (1974): Waldbauliche Untersuchungen in Grünerlenbeständen. Abhandlung zur Erlangung des Titels eines Doktors der technischen Wissenschaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

Schmidt, P. (2011): *Pinus mugo* agg. In Enzyklopädie der Holzgewächse – 58. Erg.-Lfg.

Schütt, P.; Lang, U. (1996): *Alnus viridis*. In Enzyklopädie der Holzgewächse – 4. Erg.-Lfg.

Schütt, P.; Weisgerber, H.; Schuck, P.; Lang, U.; Stimm, B.; Roloff, A. (2006): Enzyklopädie der Sträucher. 423 S.

StMELF - Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (1997): Handbuch zur Sanierung von Schutzwäldern im bayerischen Alpenraum. München 1997

StMELF - Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (2000): Der Schutzwald in den bayerischen Alpen (Funktionen, Zustand, Sanierung), 52 S.

Dr. Franz Binder und Joachim Stiegler sind Mitarbeiter in der Abteilung »Waldbau und Bergwald« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Franz.Binder@lwf.bayern.de; Joachim.Stiegler@lwf.bayern.de

Der »Carbon Footprint« von Wärme aus Holz

»ExpResBio« erstellt Ökobilanzen für die Bereitstellung von Rohholz und anschließender Wärmeerzeugung

Daniel Klein, Christian Wolf, André Tiemann, Gabriele Weber-Blaschke, Hubert Röder und Christoph Schulz

Jeder Produktionsprozess hat bestimmte Auswirkungen auf die Umwelt. Mit Ökobilanzen können diese Umweltwirkungen quantifiziert werden. Dabei beschreibt der »Carbon Footprint« als eine mögliche Wirkungskategorie in Ökobilanzen die Treibhausgas-Emissionen, die beispielsweise bei der Herstellung, Nutzung oder Entsorgung von Produkten entstehen. Im Projekt »ExpResBio« werden sektorübergreifend für die Land-, Forst- und Holzwirtschaft Ökobilanzen für verschiedene Biomasse-Bereitstellungsketten erstellt. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem Carbon Footprint für die Bereitstellung von Bioenergie.

Die Ökobilanz ist mittlerweile ein gut etabliertes Werkzeug, um ökologische Auswirkungen von Unternehmen, Produkten oder Dienstleistungen aus den unterschiedlichsten Sektoren zu beschreiben und zu analysieren. Dabei ist eine Ökobilanz nicht auf den Carbon Footprint beschränkt, sondern kann je nach Zielsetzung zahlreiche andere Wirkungskategorien wie z. B. Feinstaub oder Versauerungspotenzial bis hin zu Lärm-belästigung beinhalten. Der Carbon Footprint beschreibt somit lediglich eine von zahlreichen möglichen Umweltwirkungen, die mittels einer Ökobilanz dargestellt werden können. Grundsätzliches zu Ökobilanzen sowie zum Verbundprojekt »ExpResBio« kann im LWF aktuell 103 nachgelesen werden (Klein und Schulz 2015).

In »ExpResBio« beschäftigt sich die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft mit der Bereitstellung von Rohholz bis zur Waldstraße bzw. bis zum Werkstor oder Hoftor. Die weiteren Produktionsschritte für die Erzeugung von Wärme werden an der Holzforschung München bilanziert. Die Frage, was eine Minderung von Treibhausgas (THG)-

Emissionen (THG-Vermeidungskosten) durch den Einsatz von Holz als Brennstoff kostet, bearbeitet das Fachgebiet Betriebswirtschaft Nachwachsender Rohstoffe der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.

Carbon Footprint – Begrifflichkeiten

Neben dem Begriff »Carbon Footprint« finden sich zahlreiche, Verwirrung stiftende Bezeichnungen wieder, die letztlich alle gleichermaßen die Auswirkungen auf den Klimawandel, ausgedrückt in CO₂-Äquivalente, beschreiben: Klimawandel, Klimaänderung, THG-Emissionen und englische Bezeichnungen wie Carbon Footprint, Global Warming Potential oder Climate Change. Lediglich die Bezeichnung »CO₂-Emissionen« kann irreführend sein und es ist darauf zu achten, ob tatsächlich nur die CO₂-Emissionen berücksichtigt werden, oder ob (wie üblich) auch andere THG-Emissionen wie z. B. Lachgas oder Methan mit in die Berechnungen einfließen. In »ExpResBio« werden alle prozessbedingten THG-Emissionen berücksichtigt und im Folgenden als Carbon Footprint beschrieben. CO₂-Freisetzungen aus biogenen Prozessen (Kohlenstoff, der im Holz gespeichert ist und als CO₂ wieder freigesetzt wird) bleiben jedoch unberücksichtigt.

Der Carbon Footprint von Wärme aus Holz

Wärme aus Holz wird durch die Verbrennung von Scheitholz, Hackschnitzel oder Pellets erzeugt. Auf Basis der Anlagenverteilung zur Nutzung biogener Festbrennstoffe in Bayern (Joa et al. 2015) ist es möglich, einen mengengewichteten Gesamtwert (Menge an erzeugter Energie) für die Wärmebereitstellung aus Holz abzuschätzen (Holzwärmemix Bayern). Darauf aufbauend und in Kombination mit insgesamt acht modellierten Bereitstellungsketten für Wärme aus Holz kann der Carbon Footprint des Holzwärmemix Bayern berechnet werden. Innerhalb der betrachteten Verarbeitungsketten werden alle relevanten Prozessgruppen berücksichtigt (Abbildung 2), beginnend bei der Erzeugung und Bereitstellung von Rohholz [A], über die Transformation des Rohholzes zum Bioenergieträger [B] (z.B.



Foto: maho, fotolia.de

Abbildung 1: Wie groß ist der CO₂-Fußabdruck, der mit dem Einsatz von Holz zur Wärmegewinnung verbunden ist? Antworten darauf haben die Experten von ExpResBio.

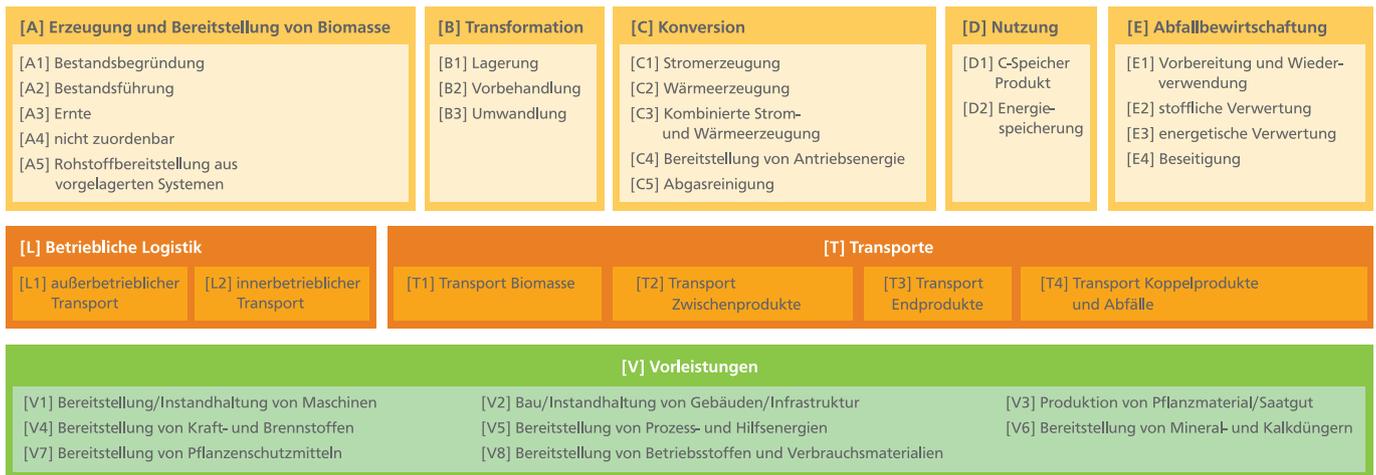


Abbildung 2: Das harmonisierte System aus »ExpResBio« zur Ökobilanzierung der Bereitstellung von Energie aus Biomasse

Hacken) bis hin zur Konversion des Bioenergieträgers in Wärmeenergie [C] inklusive aller Transport- [T] und Logistikprozesse [L] sowie aller vorgelagerten Prozesse [V], wie z. B. die Herstellung von Maschinen oder die Bereitstellung von Treibstoff. Die Nutzung [D] (in erster Linie Kohlenstoffspeicher von Holzprodukten) sowie Wiederverwertung und Beseitigung eventueller Reststoffe [E] (z.B. Asche) werden hier nicht dargestellt, da [D] bei Energieholz nicht relevant ist und sich [E] mengenmäßig nicht bedeutend auf die THG-Emissionen auswirkt. Alle Prozessgruppen beinhalten wiederum einzelne Unter-Prozessgruppen, die sich in mehrere Prozesse gliedern. Details zur Methodik können in Klein et al. (2016) und Wolf et al. (2015a) bzw. im »ExpResBio«-Methodenhandbuch, das 2016 erscheint, nachgelesen werden. Der Rohholzinput für die verschiedenen Biomasselinien basiert auf der bayerischen Holzeinschlagsstatistik aus 2013 und den Auswertungen zur Bundeswaldinventur 2012, so dass alle Energieholzsortimente gewichtet nach Erntemengen berechnet werden. Zudem wurden für die Prozessgruppen [A], [B], [C] und [T] folgende Annahmen für die Bilanzierung getroffen:

Prozessgruppe [A]: Erzeugung und Bereitstellung von Biomasse

Alle drei Sortimente (Stammholz für Pellets aus Sägereestholz, Industrieholz für Hackschnitzel und Scheitholz) werden separat nach Baumarten bilanziert. Die Bestandsbegründung erfolgt durch manuelle Pflanzung, bei Fichte durch Naturverjüngung. Außer bei Fichte wird eine Einzäunung angenommen. Zudem werden verschiedene Pflegemaßnahmen veranschlagt. Die Holzernte erfolgt mit Harvester in der Durchforstung und motormanuell in der Endnutzung, die Holzbringung mit Forwarder. Lediglich Scheitholz wird manuell vorgeliefert. Außerdem werden regelmäßige Wegepflege- und Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt.

Prozessgruppe [B]: Transformation

Für Pellets wird Industrierestholz (Sägenebenprodukte) als Rohholzinput angenommen, welches technisch getrocknet und pelletiert wird. Für das Scheitholz liegt die Annahme eines Selbstwerbers zugrunde, der mit Hilfe von Senkrechtspalter und Brennholzkreissäge den Bioenergieträger erzeugt. Das Scheitholz unterliegt zudem einer zweijährigen Lufttrocknung. Für die Bereitstellung von Hackschnitzeln aus Industrieholz wurde der Einsatz eines LKW-gestützten Hackers bilanziert.

Prozessgruppe [C]: Konversion

Für die Konversion des Holzes in Wärme kommen je nach Bioenergieträger unterschiedliche Technologien zum Einsatz. Die Nutzung von Hackschnitzeln erfolgt in Konversionsanlagen mit einer Leistung zwischen 50 kW und 300 kW sowie in einem Hackschnitzelheizwerk mit 1.000 kW. Pellets werden in Holzzentralheizungen im Leistungsbereich zwischen 15 kW und 50 kW verwendet. Für Scheitholz werden sowohl eine moderne Einzelraumfeuerstätte als auch ein traditioneller Kamin- und Kachelofen angenommen.

Prozessgruppe [T]: Transporte

Veranschlagt wird eine einfache Transportentfernung von 100 km für Rundholz und je 15 km für Scheitholz (Lieferung Scheitholzrollen zum Hof zur Weiterverarbeitung zu Scheitholzstücken, Lieferung des fertigen Scheitholzes zum Ort der Verbrennung). Zusätzlich treten Transportprozesse für den Transport der Pellets und Hackschnitzel auf (je 100 km einfach).

Auf Basis der oben beschriebenen Grundannahmen ergibt sich ein THG-Wertebereich von 8 bis 25 g CO₂-Äq je Megajoule (MJ) Wärme mit den geringsten THG-Emissionen für moderne Scheitholzöfen und den höchsten für Pellets in 15 kW Anlagen (Abbildung 3). Die THG-Emissionen für den Holz-wärmemix in Bayern belaufen sich auf 11 g CO₂-Äq je MJ. Dieser Wert liegt eher im unteren Bereich der Wertespanne und erklärt sich durch den hohen Anteil von Scheitholzöfen an der Wärmebereitstellung aus Holz in Bayern von 83 % (Joa et al. 2015). Die THG-Emissionen können im Einzelfall durchaus von den hier dargestellten Ergebnissen abweichen, beispielsweise

aufgrund veränderter Transportentfernungen, anderer Erntemethoden oder Trocknungsverfahren. Diese Wertespanne liefert somit nur einen Anhaltspunkt unter Annahmen, die für bayerische Verhältnisse als realistisch anzusehen sind.

Innerhalb der einzelnen Biomasselinien trägt die Bereitstellung von Rohholz bis zur Waldstraße etwa 15 % (Scheitholz) bis 36 % (Hackschnitzelheizkraftwerk) zu den gesamten THG-Emissionen bei. Prozessgruppe [A] ist bei letzterem sogar Hauptverursacher, da als Holzinput zum Hackschnitzelmix bei Heizkraftwerken etwa ein Viertel Pellets angenommen werden, die neben den THG-Emissionen aus der Bereitstellung von Rundholz auch THG-Emissionen aus dem Sägeprozess anteilig für die Herstellung von Sägenebenprodukten berücksichtigen. Beim Scheitholz verursachen Konversionsprozesse [C], d.h. die Verbrennung des Holzes, die höchsten THG-Emissionen, wobei es sich, wie oben bereits beschrieben, nicht um das freigesetzte biogene CO₂ handelt, sondern um die bei der Verbrennung entstehenden Treibhausgase Methan und Lachgas. Das bei der Verbrennung freigesetzte CO₂ muss nicht berücksichtigt werden, wenn durch die Holznutzung bedingte langfristige Verringerungen im Kohlenstoffspeicher auf der Fläche nicht anzunehmen sind, was in Bayern anhand der Auswertungen zur BWI 3 (Klemmt et al. 2015) nachgewiesen werden kann. Im Gegensatz zum Scheitholz sind bei Pellets Transformationsprozesse [B] (Herstellung der Pellets) die Hauptverursacher von THG-Emissionen.

Skaliert auf einen Erntefestmeter mit Rinde werden bei der Wärmebereitstellung zwischen 53 kg (moderner Scheitholzofen mit hoher Effizienz) und 145 kg CO₂-Äq (15 kW Pelletheizung) verursacht. Hier zeigen sich nochmal die höheren THG-Emissionen der Pellets im Vergleich zu den anderen beiden Produkten. Der Grund dafür sind die hohen THG-

Emissionen bei der Rohholzbereitstellung sowie die vergleichsweise energieaufwendige Herstellung und die größeren Transportentfernungen.

THG-Vermeidungseffekte durch Substitution konventioneller Energieträger

Die Ergebnisse zeigen, dass die Bereitstellung von Wärme aus Holz keineswegs CO₂-neutral (bzw. klimaneutral) ist, da die für die Bereitstellung notwendigen Prozesse THG-Emissionen verursachen. Jedoch ist eine Bewertung dieser Umweltwirkung erst durch den Vergleich mit anderen Energieträgern zur Bereitstellung von Wärme aussagekräftig. Hier zeigt Wärme aus Holz einen unschlagbaren Carbon Footprint und die in »ExpResBio« erarbeiteten Daten liefern einen weiteren Beleg für die positive Klimawirkung von Wärme aus Holz. So liegen die THG-Emissionen der Wärmebereitstellung aus Heizöl mehr als 9-mal höher als bei Wärme aus Holz, bei Wärme aus Strom sogar 15-mal höher (Abbildung 4). Im Vergleich zu anderen erneuerbaren Wärmequellen (»sonstige Erneuerbare« in Abbildung 4: Mengengewichteter Mix aus Biogas, Geothermie etc.) ist die Differenz geringer, jedoch ist Wärme aus Holz mit 0,011 kg zu 0,028 kg CO₂-Äq je MJ aufgrund oft aufwendigerer Technologien bei anderen erneuerbaren Energieträgern noch weitaus günstiger. Eine reine Wärmeversorgung aus heimischem Holz würde im Vergleich zum aktuellen Wärmemix in Bayern nur circa 13 % der aktuellen THG-Emissionen verursachen (Wolf et al. 2015b). Jedoch ist das ein theoretischer Wert und aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit und vielfältigen Nachfrage von Holz natürlich nicht umsetzbar.

Ersetzt man Heizöl durch Holz, so können für jeden eingesetzten Erntefestmeter (Efm m.R.) etwa 550 kg CO₂-Äq vermieden werden (Referenz: Holzwärmemix Bayern). Die Substitution von Erdgas bringt circa 410 kg CO₂-Äq an THG-Einsparung. Die in »ExpResBio« erarbeiteten Daten lie-

THG-Emissionen verschiedener Bereitstellungsketten für Holzenergie

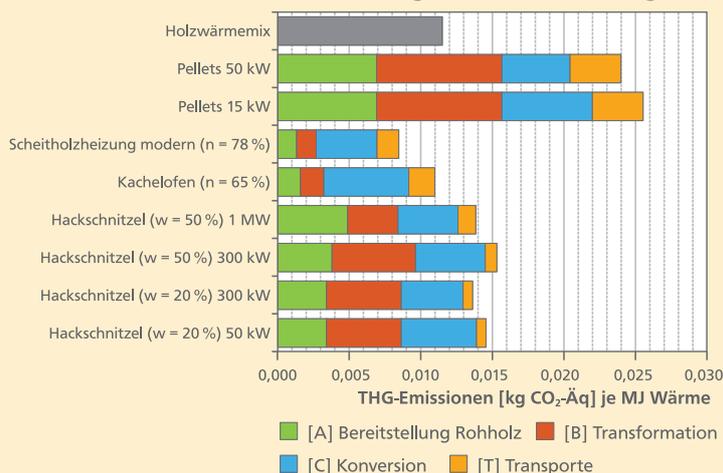


Abbildung 3: Die THG-Emissionen verschiedener Bereitstellungsketten für Wärme aus Holz; Äq = Äquivalente, n = Wirkungsgrad, w = Wassergehalt, kW = Kilowatt, MW = Megawatt, MJ = Megajoule. Transformation [B] = die Umwandlung von Rohholz zum Energieträger, Konversion [C] = die Umwandlung vom Energieträger zu Energie.

THG-Emissionen verschiedener Energieträger

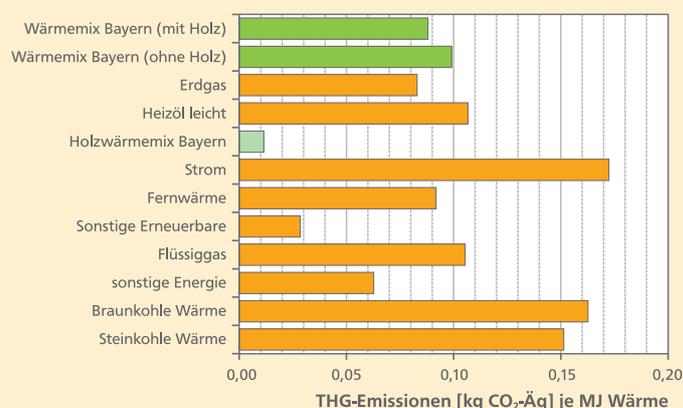


Abbildung 4: Vergleich der THG-Emissionen verschiedener Energiequellen zur Erzeugung von Wärme

fern somit bayernspezifische Zahlen für Substitutionseffekte der energetischen Holznutzung. Dadurch können bisher verwendete und zumeist sehr allgemeine Substitutionsfaktoren aus der Literatur mit bayernspezifischen Werten ersetzt werden, wodurch der Beitrag der Holzverwendung zum Klimaschutz präziser berechnet werden kann.

THG-Vermeidungskosten

THG-Vermeidungskosten geben Aufschluss darüber, welche Kosten die Einsparung von Treibhausgasen verursacht, wenn mit Wärme aus Holz andere Energieträger substituiert werden. Dabei werden sämtliche Kosten der Bereitstellung von Wärme auf Vollkostenbasis berechnet. Es werden sowohl Einzelkosten (z.B. Betriebsstoffkosten) als auch Gemeinkosten (z.B. Verwaltungskosten) berücksichtigt. Erste Ergebnisse für Wärme aus Hackschnitzeln und Scheitholz (Fichte, Buche) zeigen einen Wertebereich im Leistungsspektrum 6–300 kW von –40 bis +305 € pro Tonne vermiedener Treibhausgase. Wärme aus Holz kann somit bezogen auf ein MJ erzeugter Energie in bestimmten Fällen durchaus eine kostengünstige (geringe positive Werte), in Einzelfällen sogar eine günstigere Alternative (negative Werte) zur Energieerzeugung aus fossilen Brennstoffen darstellen (Referenz: Heizöl, Erdgas).

Der breite Wertebereich verdeutlicht, dass bestimmte Voraussetzungen bei der Wärmebereitstellung durch Holz erfüllt werden müssen, um möglichst günstige Vermeidungskosten gegenüber der konventionellen Wärmeerzeugung zu gewährleisten. Negative Vermeidungskosten (= Kosteneinsparung) verursacht die Wärmebereitstellung mittels Fichtenhackschnitzeln in einer 50 kW Anlage bei Substitution von Heizöl. Entscheidend ist die Wechselwirkung zwischen absoluter Vermeidungsleistung je MJ und den Kosten der Brennstoffbereitstellung je MJ. Im günstigsten Fall liegt eine Kombination aus motormanueller Holzernte in der Endnutzung sowie einem hohen Mechanisierungsgrad (effektiver Forwarder und Harvester) in Durchforstung und Transformation (LWK-gestützter Hacker) vor. Schwach mechanisierte Produktionsverfahren verfügen zwar über hohe THG-Vermeidungsleistungen (Bringung mit Schlepper, motormanuelle Holzernte auch in der Durchforstung, Anhängelhacker an Schlepper), der im Vergleich zur stark mechanisierten Brennstoffproduktion erhöhte Zeitaufwand kann allerdings zu Gesamtkosten führen, die diesen positiven ökologischen Effekt ökonomisch aushebeln. Daher ist die Mechanisierung der Arbeitsvorgänge eine entscheidende Stellschraube, um bei gleichzeitig möglichst hohen THG-Vermeidungsleistungen, aber geringen Kosten geringe THG-Vermeidungskosten zu erreichen.

Fazit und Ausblick

Wärme aus Holz ist nicht klimaneutral. Jedoch sind die THG-Emissionen im Vergleich zu anderen Energieträgern deutlich geringer, und jeder energetisch genutzte Festmeter Holz kann je nach Referenzprodukt zwischen 100 kg (sonstige Erneuer-

bare) und 920 kg (Wärme aus Strom) an THG-Emissionen einsparen und damit einen nennenswerten Beitrag zum Klimaschutz leisten. Jedoch ist die Verfügbarkeit von Holz in Bayern nicht unbegrenzt und die nachhaltig verfügbaren Holzmengen reichen bei weitem nicht aus, um ganz Bayern mit Holzenergie zu versorgen. So kann Wärme aus Holz lediglich eine von mehreren Maßnahmen sein, dem Klimawandel entgegenzuwirken. Weitere Untersuchungen sollen auch zeigen, welche bayernspezifischen THG-Einsparpotenziale die stoffliche Nutzung von Holz unter Anwendung der harmonisierten Methodik mit sich bringt. Die präzise Beschreibung dieser ökologischen und ökonomischen Bewertungsmethodik land- und forstwirtschaftlicher Produktsysteme wird in einem »ExpResBio«-Methodenhandbuch im Jahr 2016 veröffentlicht.

Literatur

Joa, B.; Wolf, C.; Weber-Blaschke, G. (2015): Einzelöfen verursachen die höchsten Emissionen. Forschungsprojekt untersucht regionale Verteilung und Emissionen von Holzfeuerungsanlagen in Bayern. Holz-Zentralblatt, Nr. 30, 24. Juli 2015, S. 748–750

Klein, D.; Schulz, C. (2014): ExpResBio - Expertengruppe bilanziert CO₂-Emissionen für verschiedene Biomasseprodukte. LWF aktuell 103, S 26–28

Klein, D.; Wolf, C.; Schulz, C.; Weber-Blaschke, G. (2016): Environmental impacts of various biomass supply chains for the provision of raw wood in Bavaria, Germany, with focus on climate change. Science of the Total Environment 539, S. 45–60

Klemmt, H. J.; Neubert, N.; Mößang, M.; Hopf, C. (2014): Nachhaltig und naturnah. Wald und Forstwirtschaft in Bayern. Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Eine Broschüre der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 32 S.

Wolf, C.; Klein, D.; Richter, K.; Weber-Blaschke, G. (2015a): Systematic review and meta-analysis of life cycle assessments for wood energy services. Journal of Industrial Ecology. DOI: 10.1111/jiec.12321.

Wolf, C.; Klein, D.; Richter, K.; Weber-Blaschke, G. (2015b): Environmental Effects of Shifts in a Regional Heating Mix through an Increased Utilization of Solid Biofuels for Energetic Purposes - Case Study Bavaria. Eingereicht beim Journal of Environmental Management im August 2015

Dr. Daniel Klein und Christoph Schulz sind Mitarbeiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Christoph Schulz leitet den Projektteil »Ökobilanzierung von Rohholz« in »ExpResBio«.

Christian Wolf ist Mitarbeiter und Prof. Dr. Gabriele Weber-Blaschke Leiterin des Forschungsbereiches Stoffstrommanagement an der Holzforschung München der TU München. Prof. Dr. Gabriele Weber-Blaschke leitet den Projektteil »Ökobilanzierung der Weiterverarbeitung von Holz«.

André Tiemann ist Mitarbeiter und Prof. Dr. Hubert Röder ist Leiter des Fachgebiets »Betriebswirtschaft Nachwachsender Rohstoffe« der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Prof. Dr. Hubert Röder leitet den Projektteil »Ökonomische Bewertung der Forstwirtschaft«.

Korrespondierender Autor: Daniel.Klein@lwf.bayern.de

Nachrichten

Nachrichten

Nachrichten

Nachrichten

»Schräge Möbel«



Foto: Baumgart/StMELF

Staatsminister Helmut Brunner (li.) und Schreiner Wolfgang Sachs, einer der elf Preisträger, vor der »Hobelrobe«: Der traditionelle Arbeitstisch des Schreiners, die Hobelbank, wurde in die neue Funktion einer Garderobe überführt und stilsicher in Szene gesetzt.

Welche vielfältigen Möglichkeiten der heimische Werkstoff Holz bietet, zeigt alljährlich ein Wettbewerb, den das Forstministerium gemeinsam mit dem Schreinerhandwerk durchführt: Diesmal zeichneten Forstminister Helmut Brunner und der Vizepräsident des Bayerischen Schreinerhandwerks, Bernhard Daxenberger, auf der Messe »Heim + Handwerk 2015« elf gelungene Möbelstücke aus. »Schräge Möbel«, so lautete das mehrdeutige Motto. Wie jedes Jahr ließ es breiten Raum für die Kreativität der Schreiner, die dazu innovative und ausgefallene Stücke aus verschiedensten Holzarten eingereicht hatten – von der schrägen Bike-Box über eine schiefe Schlafstatt bis zum beschreibbaren Schiefer-Tisch. »Ob Eiche, Esche, Fichte oder Tanne – kein Material ist so individuell wie Holz und sorgt für mehr Vielfalt bei der Gestaltung von Innenräumen«, sagte der Minister bei der Preisverleihung. Möbel aus Holz seien zeitlos, wertbeständig und schafften ein natürliches Raumklima. red

Weitere Informationen über die »schrägen Möbel« und ihre Preisträger unter: <http://www.stmelf.bayern.de/wald/holz/bauen-mit-holz/121850/index.php>

VBF stellt »Positionspapier Waldnaturschutz« vor

Die Vertreter der Bayerischen Forstwirtschaft (VBF) haben anlässlich des Aktionsjahres Waldnaturschutz ihr »Positionspapier zum Waldnaturschutz« vorgestellt. Ziel ist, die Leistungen der multifunktionalen Forstwirtschaft für die Biodiversität und den Naturschutz herauszustellen. Gleichzeitig wird

gezeigt, dass die gesamte Branche geschlossen den bewährten »bayerischen Weg« eines integrativen Waldnaturschutzes mitträgt. Dazu werden acht konkrete gesellschaftspolitische Forderungen formuliert. Das Papier liefert überzeugende Argumente, die zeigen, dass der bayerische Weg der verantwortungsvollen, naturnahen Waldbewirtschaftung unserer Gesellschaft und der Natur am besten dient.

Die Vertreter der Bayerischen Forstwirtschaft wollen sich auch weiterhin für das Prinzip »Schützen und Nutzen« auf grundsätzlich ganzer Fläche einsetzen. Das Positionspapier kann unter www.cluster-forstholzbayern.de kostenlos heruntergeladen werden. red

Vormarsch auf leisen Pfoten



Foto: R. Vornehm

Lange Zeit galt sie bei uns als ausgestorben, aber so langsam wird sie in Bayern wieder heimisch: die europäische Wildkatze. Dieses erfreuliche Ergebnis hat ein bayernweites Monitoring-Projekt bestätigt, das Forstminister Helmut Brunner und der Vorsitzende des Bund Naturschutz in Bayern (BN), Prof. Dr. Hubert Weiger, im November letzten Jahres in Freising vorstellten. »Wir haben nach dieser breit angelegten Untersuchung jetzt den eindeutigen Beleg dafür, dass die Wildkatze in Bayern wieder auf dem Vormarsch ist«, so Brunner. Das genetische Monitoring mit Hilfe von 2.200 Lockstöcken habe die scheuen Waldbewohner von Nordbayern bis zur Donau, im Bayerischen Wald und auch in Schwaben genetisch nachgewiesen. Schätzungen zufolge gibt es demnach in ganz Bayern eine Wildkatzenpopulation von rund 600 Tieren. Das Ergebnis ist nach Aussage des Ministers ein Erfolg des 2010 vom Forstministerium gestarteten Aktionsplans zur Förderung der Wildkatze, gleichzeitig aber auch eine eindrucksvolle Bestätigung für die naturnahe Bewirtschaftung der Wälder im Freistaat.

An der Umsetzung des »Aktionsplans Wildkatze« haben nach den Worten des Ministers zahlreiche Partner wie Bund Natur-

schutz, Bayerische Staatsforsten, Jagdverband, Waldbesitzerverband, Bauernverband, Landesbund für Vogelschutz mit unzähligen Ehrenamtlichen aktiv mitgewirkt. Für den Aktionsplan hat das Forstministerium 350.000 Euro zur Verfügung gestellt. red

Weitere Informationen zum Aktionsplan, zur Wildkatze und Karten zu ihrer Verbreitung in Bayern gibt es unter:
www.wildtierportal.bayern.de

Ein Wurm der Extraklasse



Foto: Naturschutzzentrum Südschwarzwald

Er ist wohl die größte *Lumbricus*-Art Europas. Bis zu 60 cm lang und 16 mm dick durchwühlt der Badische Riesenregenwurm (*Lumbricus badensis*) ein kleines Areal im südlichen Schwarzwald. *Lumbricus badensis* ist ein Endemit der Fichtenwälder des Feldberg-Gebietes. Er kommt weltweit nur in der Schwarzwaldregion zwischen Feldberg, Belchen und Wiesental vor und wurde schon in Höhenlagen bis 1.400 m über dem Meeresspiegel beobachtet. In den relativ sauren Böden auf Urgestein der Fichtenwälder fehlen der Gemeine Regenwurm (*Lumbricus terrestris*) und weitere verwandte Arten. Somit musste *Lumbricus badensis* keine anderen »Konkurrenten« fürchten und konnte sich ungehindert ausbreiten.

Der Badische Riesenregenwurm erreicht ein Lebensalter von bis zu 20 Jahren. In seiner bis zu 2,5 m tiefen Wohnröhre legt er für seine Brut Erdkammern an und betreibt auf diese Weise Brutfürsorge. Indem er sehr tief in den Boden führende Röhren anlegt, ist der Regenwurm auch während sehr strenger Winter vor Frost-Tod bestens geschützt. Seine Wohnröhre kleidet er mit seinen humosen Exkrementen aus. Die Regenwürmer zersetzen unter Mitwirkung von Mikroorganismen die Fichtennadeln und sind daher für den Streu-Abbau in den Böden des Südschwarzwaldes von Bedeutung. red

Nächste Ausgabe: Holz – vielfach nachgefragt

Schon seit Jahren wird intensiv über eine effiziente und nachhaltige Nutzung von Holz diskutiert. Begriffe wie »Stoffliche und/oder energetische Holznutzung«, »Stoffstrommanagement« oder »Kaskadennutzung« bestimmen vielerorts die Diskussionen. Holz, sei es Scheitholz, Hackschnittel oder Pellets, spielt eine wichtige Rolle im Konzept der Energiewende. Aber gleichzeitig ist Holz ein wertvoller Rohstoff, der vielseitig Verwendung findet, zum Beispiel in der Bau-, Werkstoff und Papierindustrie. Holz hat wieder deutlich an Wert gewonnen – und das ist gut so. Holz wird wieder nachgefragt. Das führt aber auch zu einer fühlbaren Holzverknappung. Umso wichtiger ist es, zu wissen, welches Holz für welche Nutzung zu welchen Preisen verwendet wird. red

Impressum

LWF aktuell – Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft im Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan

LWF aktuell erscheint viermal jährlich zuzüglich Sonderausgaben.

Erscheinungsdatum der vorliegenden Ausgabe: 7. Januar 2016

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

Herausgeber:

Olaf Schmidt für die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Prof. Dr. Volker Zahner 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 und www.forstzentrum.de, redaktion@lwf.bayern.de

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

Redaktion: Michael Mößnang, Dagmar Förster,

Heinrich Förster (Waldforschung aktuell)

Gestaltung: Christine Hopf

Layout: Grafikstudio 8, Freising

Bezugspreis: EUR 5,- zzgl. Versand

für Mitglieder des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan e. V. kostenlos

Mitgliedsbeiträge: Studenten EUR 10,- / Privatpersonen EUR 30,- /

Vereine, Verbände, Firmen, Institute EUR 60,-

ISSN 1435-4098

Druck und Papier: PEFC zertifiziert

Druckerei: Humbach und Nemazal, Pfaffenhofen

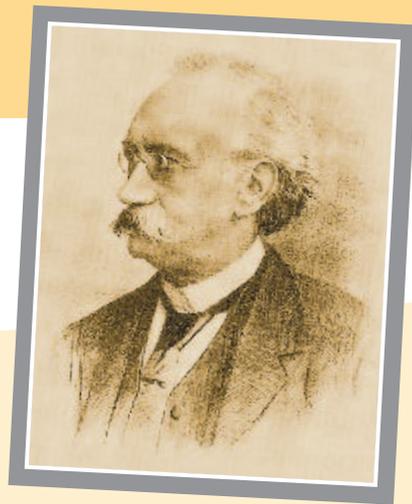
Auflage: 4.000 Stück



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



Humuspflege anno 1898

Karl Gayer steht wie kein anderer »Forstklassiker« für die naturnahe Forstwirtschaft. Er hatte schon Mitte des 19. Jahrhunderts erkannt, dass Wald mehr ist als ein Holzacker. In einer Zeit, als man aus dem Wald so viel wie möglich versuchte »herauszuholen«, propagierte er Mischwälder und eine umfassende Nachhaltigkeit. In seinem Buch »Der Waldbau« befasst er sich unter anderem auch intensiv mit Humusbildung und Humuspflege. *»In der Regel dagegen handelt es sich bei der Humuspflege um Erhaltung oder um Verbesserung der konkreten Zustände. Das ist nur erreichbar durch unverkürzte Erhaltung der Streudecke und aller sonstigen, dem Boden zugehenden oder ihm entstammenden organischen Körper, des Leholzes, der Wurzelreste, der Gräser und Kräuter, des Mooses u.s.w. Abwendung der Nutzung und des Frevels der Streu, Verhinderung der Streuentführung durch den Wind [...], beiführung jener äußeren Verhältnisse, welche einen mäßig beschleunigten Zersetzungsprozeß der organischen Stoffe vermitteln, sind die zunächstliegenden Verpflichtungen der Bodenpflege in dieser Richtung.«*

Karl Gayer (1898): Der Waldbau. Vierte, verbesserte Auflage, Verlagsbuchhandlung Paul Parey, 557 S.

red