

2. Quartal 2017; ISSN 1435-4098; Einzelpreis: € 5,-

LWF

aktuell

2 | 2017

Ausgabe 113

Die Mischung macht's

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG 


ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Das Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
im Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Mischbestände

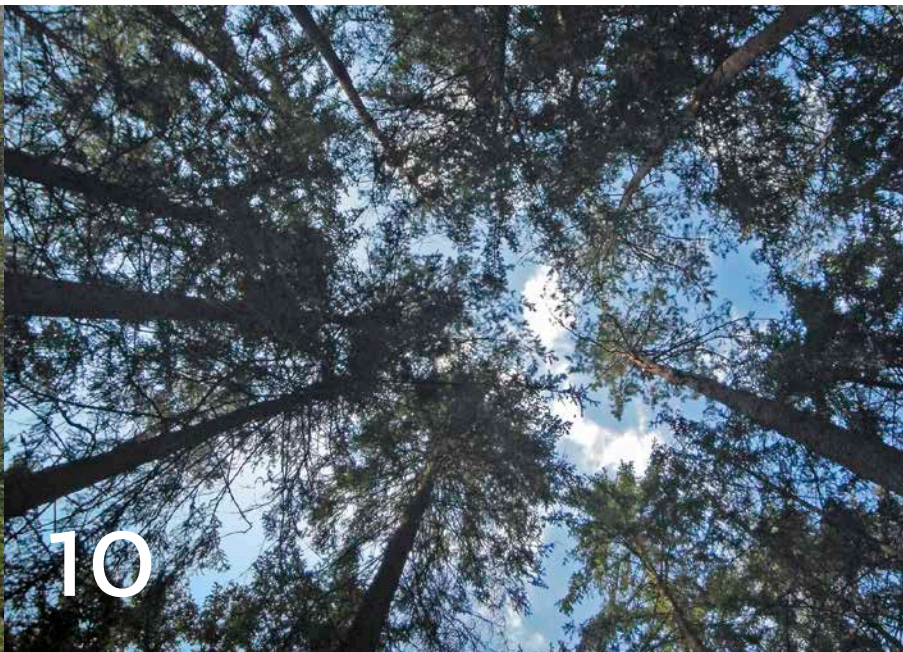
- 6 Wege zum Mischwald**
Stefan Tretter
- 10 Kiefer und Fichte:
gemischt ein starkes Doppel**
Klaas Wellhausen und Hans Pretzsch
- 17 Mehr Mischung, mehr Produktivität**
Hans-Joachim Klemmt
- 20 Douglasie: eine leistungsstarke
und klimarobuste Mischbaumart**
Eric Andreas Thurm, Enno Uhl und Hans Pretzsch
- 24 Die Mutter des Waldes und die Fremde**
Maike Cremer und Jörg Prietzel
- 26 Partner gesucht**
Michael Mößnang

Wald & Mehr

- 37 Kleinprivatwald – lohnt sich das?**
Holger Hastreiter
- 40 Forstbetriebe trotzen
Sturm und Trockenheit**
Friedrich Wühr
- 43 Wilde Katzen im Frankenwald**
Peter Hagemann
- 46 Der perfekte Schnitt?**
Johannes Windisch, Moritz Bergen und Eric R. Labelle



Wege zum Mischwald: **Unsere Wälder verändern sich. Fichte und Kiefer weichen Buchen, Eichen und Edellaubbäumen. In den letzten vier Jahrzehnten ist der Laubbaumanteil kontinuierlich gestiegen.** Foto: S. Tretter



Kiefer und Fichte: gemischt ein starkes Doppel: **140.000 ha Kiefern-Fichten-Mischbestände stocken in Bayern. Einzelstammweise gemischt fordern sie sich gegenseitig heraus – und übertreffen sich in ihren Leistungen.** Foto: Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, TUM

Titelseite: **Die Palette ist bunt und vielfältig. Waldbauern und Förster haben die Wahl. Die richtige Mischung der Baumarten reduziert das Waldschutzrisiko und erhöht gleichzeitig Wachstum und Gesundheit des Waldes und seiner Umwelt.**
Foto: ssecond, fotolia.com

Rubriken

- 4 Meldungen
- 29 Zentrum Wald-Forst-Holz
- 33 Amt für forstliche
Saat- und Pflanzenzucht
- 49 Waldklimastationen
- 55 Medien
- 56 Impressum

Kalender Seite 31
Forstliche Veranstaltungen
auf einen Blick



Liebe Leserinnen und Leser,

»Die Mischung macht's«, so lautet der Hefttitel unserer Frühlingsausgabe. Wie wichtig gemischte Wälder sind, das wissen wir spätestens seit Karl Gayer und seinem Buch »Der gemischte Wald« aus dem Jahr 1886. Dennoch darf man nicht die Augen davor verschließen, dass bis tief ins 20. Jahrhundert hinein auf großen Flächen Reinbestände begründet und bewirtschaftet wurden und daher Fichten und Kiefern auf weiten Teilen das Waldbild Bayerns prägen. Seit 1974, als das Waldgesetz für Bayern in Kraft trat, ist es gesetzlicher Auftrag der Forstverwaltung, »einen standortgemäßen Zustand des Waldes zu bewahren oder wieder herzustellen«. Während dieser Zeit ist waldbaulich Großes geleistet worden. Die Nadelwaldfläche ist von damals 78 % auf heute 64 % zu Gunsten der Laubbäume stark zurückgegangen. Und diese Entwicklung wird und muss auch weiter gehen.

Die fortschreitende Klimaerwärmung erfordert nach wie vor gewaltige Anstrengungen von Forstleuten und Waldbesitzern, und der Waldumbau läuft weiterhin auf Hochtouren. Dabei muss man aber nicht gänzlich auf Fichte und Kiefer verzichten. Auf vielen Standorten ist eine angemessene und durchaus auch führende Beteiligung von Fichte oder Kiefer auch künftig möglich.

Unterstützung erfährt der Weg hin zu Mischwäldern durch überraschende wachstumskundliche Forschungsergebnisse. Demnach ist in Mischbeständen ein teils deutlich höherer Zuwachs zu beobachten als in Reinbeständen. Die Gründe hierfür dürften vor allem in den unterschiedlichen ökologischen Verhaltensweisen der Mischbaumarten zu suchen sein. Mehr hierzu erfahren Sie in der vorliegenden Ausgabe.

Ihr

Olaf Schmidt



Der perfekte Schnitt? Während im Sägewerk die automatisierte Holzsortierung längst selbstverständlich ist, bestimmt bei der Holzernte der Maschinenführer die Sortenbildung. Foto: M. Bergen



Foto: E. Courtenay

Naturerlebnis BayernTourNatur

Am 26. März ist sie wieder gestartet: die BayernTourNatur. So hat der Landesbund für Vogelschutz ins Paartal zwischen Hohenwart und Freinhausen (Lkr. Pfaffenhofen) zu einer »Brachvogel«-Wanderung eingeladen, um den Teilnehmern einen Einblick in das Leben dieses fasanengroßen Watvogels zu geben. Im unterfränkischen Hammelburg machten sich die Naturfreunde auf den Weg ins Naturschutzgebiet »Sodenberg-Gans«. Thema dieser naturkundliche Führung am Vulkanberg Sodenberg waren die Geschichte, die Geologie und die Pflanzenwelt dieses einzigartigen Lebensraumes mit seinen ersten Frühjahrsblühern: Leberblümchen, Märzenbecher & Co. Bis Oktober stehen wieder rund 7.000 erlebnisreiche Veranstaltungen auf dem Programm der BayernTourNatur. Die meisten Veranstaltungen sind für Familien geeignet und oft kostenfrei. Die BayernTourNatur ist Wissensvermittlung in Verbindung mit körperlicher Betätigung und spielerischem Naturerleben. Diese besondere Art der »Annäherung« an Fauna und Flora soll den Teilnehmern Zusammenhänge verdeutlichen, ihre Naturkenntnisse erweitern und ihr Verständnis für die Belange der Natur wecken. BayernTourNatur ist eine Gemeinschaftsaktion von Staat, Vereinen, Verbänden, Umweltbildungseinrichtungen, Kommunen und Einzelpersonlichkeiten. Seit 2001 lädt das Bayerische Umweltministerium alljährlich Naturführer aus Vereinen, Verbänden, Behörden und Kommunen dazu ein, den Menschen die heimische Naturvielfalt auf spielerische und erlebnisreiche Weise näher zu bringen. Die BayernTourNatur gilt als die größte Umweltbildungsaktion Deutschlands. red

www.bayerntournatur.de

Feuer und Flamme – alter Holzschutz neu entdeckt

Wer sein Holz(haus) schützen wollte, der rückte dem Baustoff Holz früher schon mal mit Feuer und Flamme auf die Pelle. Was auf den ersten Blick scheinbar widersprüchlich erscheint, macht bei genauerem Hinsehen durchaus Sinn. Holzbauteile wie Pfosten, Balken oder Bretter werden oberflächlich angebrannt, wodurch eine Verkohlungsschicht entsteht, die das Holz vor Verwitterung schützt. Gleichzeitig entstehen in Folge pyrolytischer Reaktionen im Holzinnern teerartige Substanzen, die Pilze, Schimmelpilze und Schädlinge fernhalten. Dieses seit vielen Jahrhunderten bekannte Verfahren wurde jetzt wiederentdeckt und findet immer mehr Einzug in den zeitgenössischen Hausbau – im Innenbe-

reich genauso wie im Außenbereich. Nach der Verkohlung glänzt die Oberfläche schwarz-silbern und seidig. Anschließend wird sie versiegelt, damit die Kohle bei Kontakt nicht abfärbt. Gelungene Beispiele für den Einsatz im Außenbereich sind das Müritzeum in Waren oder im Bereich des Amtes für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Schweinfurt das Forstamtgebäude in Schweinfurt. Das AELF Schweinfurt war einer von acht Gewinnern des Wettbewerbs »HolzbauPlus – Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen«. Unter anderem wurde für die energetische Sanierung des Gebäudes eine Außenverschalung aus angekohelten Lärchenbrettern verwendet. red



Rückansicht
der sanierten
Fassade des AELF
Schweinfurt

Foto: Harald Müller-
Wünsche

Baubotanik – lebendiges Bauen

»Baubotanik« – das heißt, mit lebenden Pflanzen konstruieren: Dabei entstehen durch technisches Fügen und pflanzliches Wachsen kleine oder große Bauwerke, indem lebende und nicht-lebende Konstruktionselemente zu einer pflanzlich-technischen Verbundstruktur verwachsen: Einzelne Pflanzen verschmelzen und technische Elemente werden Teil in diesem neuen, größeren Gesamtorganismus. Baubotaniker konstruieren nicht nur das Bauwerk, sondern auch den pflanzlichen Organismus selbst und verlebendigen damit die Architektur. Baubotanische Bauten kann man als lebende Bauten bezeichnen. Die Lebensäußerungen der Pflanze werden zu Lebensäußerungen des gesamten Bauwerks: Im Frühjahr treibt nicht einfach eine Pflanze, sondern ein Bauwerk

aus, und im Herbst wirft nicht ein Baum, sondern eine Konstruktion die Blätter ab.

Eine »Baumkrone« kann dadurch als ein Raum entworfen werden, der vielfältige Nutzungen ermöglicht – beispielsweise in der Form eines dreidimensionalen »Pocket-Parks«. Daher ist die Baubotanik nicht nur eine Pflanzentechnologie, sondern auch eine moderne Vision des Urbanen: Sie kann zum Beispiel in dicht bebauten Innenstädten auf kleinsten Grundflächen gärtnerische Situationen schaffen, die binnen kürzester Zeit benutzbar sind und so die ökologische Qualität alter Bäume um Jahrzehnte vorwegnehmen. red

www.baubotanik.org
www.ludwig-schoenle.de



Foto: Rubner Holzbau

100 Prozent Holz, hundertprozentig metallfrei

»Nicht eine Schraube, kein einziger Nagel!« – Das war die Ansage der Bundeswehr für ihre Halle, wo künftig elektronische Geräte getestet werden sollen. Mit einer Hallenlänge von 75 m und einer Breite von 25 m war diese Anforderung eine hohe technische Herausforderung für die Holzbau-Ingenieure der Firma Rubner Holzbau. Auf den 48 x 54 cm starken Brett-schichtholzstützen ruhen 28 cm breite und bis zu 2,3 m hohe Sattel-dachträger, ebenfalls aus Brett-schichtholz. Für viele Bauteile war eine Schraubpressklebung vorgese-hen. Nach der Verleimung durch den Schraubenpressdruck mussten alle eingedrehten Schrauben wieder aus

den Bauteilen entfernt werden. Allei-ne für die 21 Brett-schichtholz-binder wurden 151.200 Schrauben wieder aus dem Holz herausgedreht. Jedes Bauteil wurde abschließend noch-mals mittels eines Metalldetektors auf metallische »Rückstände« un-tersucht, abgebrochene Schrauben hätten wieder ausgebohrt werden müssen. Heute steht das Gebäude in Schneizlreuth-Oberjettenberg im Landkreis Berchtesgadener Land. Mit dem hundertprozentig metallfreien Holzbau steht für die Bundeswehr in Zukunft einer störungsfreien Prüfung ihrer elektronischen hochempfindli-chen Geräte nichts mehr im Wege.

red



Konzipiert für die Landesgartenschau in Nagold im Jahr 2012 ist der Platanenkubus das bislang größte baubotanische Bauwerk und gleichzeitig das erste, das konkret für einen urbanen Kontext geplant wurde. Foto: L. Schoenle

Ein »Orden« an der Felswand

Die orange-gelben Rosetten erreichen Durch-messer bis über 10 cm. Aus der Entfernung be-trachtet, muten sie an wie goldene Orden – angeheftet an steile Kalkfelsen. Der Name: Hepps Schönfleck, unter Flechtenkundigen auch als *Variospora flavescens* bekannt. Nun haben die Mitglieder der Bryologisch-licheno-logischen Arbeitsgemeinschaft für Mitteleu-ropa e.V. (BLAM) Hepps Schönfleck mit dem »Orden« Flechte des Jahres 2017 ausgezeich-net.

Der orange-gelbe rosettenförmige Thallus ist im Inneren meistens mit Fruchtkörpern be-setzt. Die leicht gewölbten Lappen der Ro-sette schließen eng aneinander. Die Extrem-standorte der steilen, stark besonnten Wände sind der Lebensraum einer Vielzahl von Flech-ten, die dank spezieller Anpassungen gegen Austrocknung und Hitze gefeit sind. Einer ih-rer Vertreter ist Hepps Schönfleck. Die Flechte siedelt direkt auf nackten Kalk- oder Dolomit-felsen, gerne an etwas nährstoffreicheren Standorten (Staubanflug) und verlangt leichte bis volle Besonnung. Wie etliche andere Schönfleck-Arten ist Hepps Schönfleck hart im Nehmen, was Sonneneinstrahlung und Trockenheit angeht. Vor Schädigungen durch das UV-Licht schützt sie der Farbstoff Pari-etin. Da Flechten keinen Verdunstungsschutz besitzen, trocknen sie in der Sonne völlig aus und verfallen in einen inaktiven Ruhezustand, in dem sie nötigenfalls monatelang überleben können. Besondere Inhaltsstoffe wie der Zu-cker Trehalose schützen die Proteine vor De-naturierung. Nach dem Wiederbefeuchten kommen rasch Reparaturmechanismen an der DNA in Gang. Wegen der starken Bedrohung der Lebensgemeinschaft der Kalkfelsen sind diese im Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie aufgeführt (Lebensraumtyp LRT 8210, Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation).

www.blam-hp.eu

red



Hepps Schönfleck an einem Dolomitm-felsen der Fränkischen Alb Foto: W. von Brackel



Bergmischwald im Höllental bei Garmisch: Gemischte, gestufte und ungleichaltrige Bestände sind das Ziel einer naturnahen Forstwirtschaft. Sie stehen für ökonomisch und ökologische Stabilität.

Foto: S. Tretter, LWF

Wege zum Mischwald

Eine forstliche Generationenaufgabe

Stefan Tretter

Mischwälder haben für Mensch und Umwelt ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Vorzüge. Je nach waldbaulicher Ausgangssituation bieten sich verschiedene Wege zum Mischwald an.

Mischwälder bieten zahlreiche Vorteile. Schon die Vorreiter einer naturnahen Forstwirtschaft wie Karl Gayer (1822–1907), Karl Rebel (1863–1939) oder Alfred Möller (1860–1922) setzten sich daher für die verstärkte Begründung von Mischwäldern ein. So stellte Gayer bereits 1886 in seinem grundlegenden Werk »Der gemischte Wald« neben den ökonomischen auch die ökologischen Vorteile des Mischwaldes in den Vordergrund. In Bayern wurde in den 1970er Jahren der forstpolitische Rahmen für Förderung von Mischwäldern geschaffen. So enthält das Waldgesetz für Bayern von 1974 das Ziel, standortgemäße und naturnahe Wälder zu bewahren oder wiederherzustellen. Hinzu kamen verstärkte Anstrengungen für angepasste Schalenwildbestände.

Unsere Wälder verändern sich

Wer mit offenen Augen durch Bayerns Waldlandschaften geht, sieht, dass die veränderten Weichenstellungen Wirkung zeigen und sich das Erscheinungsbild unserer Wälder langsam, aber stetig verändert. Vielerorts geht der Anteil von Reinbeständen aus Fichte und Kiefer zurück. Gemischte Bestände aus Nadel- und Laubbäumen prägen zunehmend die Hauptbestockung und die Verjüngung. Dies belegen die Zahlen der Bundeswaldinventuren. Besonders eindrucksvoll stellt sich die Entwicklung des Laubholzanteils in Bayern in den letzten 40 Jahren dar. Dieser ist kontinuierlich von damals 22% auf heute 36% angestiegen: angesichts der langen Produktionszeiten in der Forstwirtschaft eine beachtenswerte Leistung der Waldbesitzer und Forstleute.

Trotz des gestiegenen Laubholzanteiles gibt es in Bayern weiterhin einen hohen Waldumbaubedarf. Mit waldbaulicher Förderung und speziellen Maßnahmenpaketen wie der Bergwaldoffensive oder der Initiative Zukunftswald unterstützt die Bayerische Forstverwaltung dabei die Waldbesitzer. Gleichzeitig finden sich bei angepassten Wildständen und entsprechendem waldbaulichem Vorgehen zunehmend Flächen, auf denen die Naturverjüngung des Laubholzes, insbesondere der Buche, das waldbauliche Geschehen bestimmt. Entsprechend unterschiedlich sind auch die Strategien, die eingeschlagen werden müssen, wenn man dem Ziel gemischter Bestände aus Laub- und Nadelholz näher kommen will.

Mehrwert durch Mischung

Mischwälder haben wirtschaftliche, ökologische und gesamtgesellschaftliche Vorteile. Bereits die frühen Protagonisten des Mischwaldes erkannten, dass diese ein deutlich geringeres Risiko gegenüber Schäden durch Insekten, Pilze, aber auch Windwurf und Schneedruck haben. Auch die Vorteile von Mischwäldern bei Nachfrageveränderung am Holzmarkt wurden bereits früh herausgestellt. Aktuelle Studien zeigen, dass sich diese Vorteile auch betriebswirtschaftlich belegen lassen. So zeigt Knoke (2007), dass sich mit einem Bestand aus 40 Prozent Buche und 60 Prozent Fichte größere Erträge als mit einem reinen Fichtenbestand erzielen lassen.

Mehr Wachstum

Zugleich führen Mischbestände zu einer insgesamt erhöhten Produktivität gegenüber Reinbeständen aus den jeweiligen Baumarten. So konnten Pretzsch et al. (2010) für Mischbestände aus Fichte und Buche ein erhöhtes Wachstum gegenüber Reinbeständen nachweisen. Dabei scheint die Wirkung der Mischung standortsabhängig zu sein: Während auf ärmeren Standorten eine Buchenbeimischung das Wachstum der Fichte verstärkte, erhöht umgekehrt auf besseren Standorten eine Fichtenbeimischung das Wachstum der Buche. Zum Wachstum von Mischbeständen siehe auch die Beiträge von Wellhausen und Pretzsch (Kiefer/Fichte) und Thurm et al. (Buche/Douglasie) in diesem Heft.

Mehr Stabilität und Nährstoffe

Als Ursache für diese Wachstumssteigerungen werden insbesondere ökologische Gründe angesehen. So durchwurzeln Mischwälder aufgrund der unterschiedlichen Wurzelsysteme der einzelnen Baumarten den Boden intensiver als Reinbestände. Dies führt zum einen zu einer erhöhten Stabilität gegenüber Windwurf und Schneebruch. Zum anderen verbessert dies die Nutzung des Angebots an Nährstoffen und Wasser im Boden. Tiefwurzeln Baumarten erschließen Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten und können sie über den Streufall in den Nährstoffkreislauf zurückführen. Da sich zugleich die Streu von Laubbaumarten und Tanne deutlich besser zersetzt als diejenige von Fichte und Kiefer, weisen Mischbestände mit Beteiligung von Laubbäu-



men und Tanne in der Regel günstigere Humusformen auf als Nadelholzreinbestände, mit positiven Auswirkungen auf die Nährstoffversorgung aller Baumarten.

Mehr für Mensch und Natur

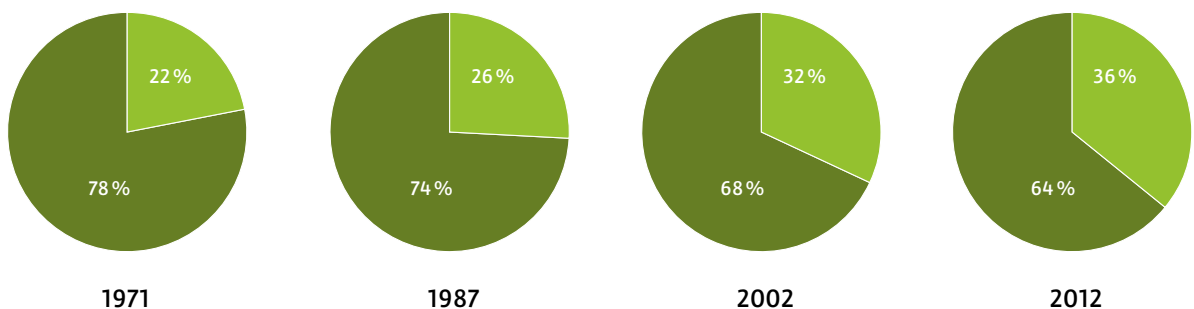
Schließlich haben Mischwälder auch gesellschaftlich relevante Vorteile. So verbessern sie die Trinkwasserqualität und erhöhen den Schutz vor Hochwasser- und Naturgefahren, letzteres ist vor allem im alpinen Bereich von hoher Bedeutung. Auch sind naturnah bewirtschaftete, gemischte Wälder naturschutzfachlich wertvoller als nicht standortgemäße Reinbestände. Und nicht zuletzt werden Mischwälder von Waldbesuchern als deutlich attraktiver empfunden. Neue Trends im Bereich Wald und Gesundheit wie das Shinrin-Yoku (»Baden« in der Waldluft) zeigen, dass gemischte, naturnahe Wälder von der Gesellschaft als Ausgleich zu einem zunehmend urbanisierten und digitalisierten Leben immer mehr geschätzt werden.

Fichten-Tannen-Buchen-Bestand bei Eisenärzt, Lkr. Traunstein: Wenn Wildbestände und waldbauliche Ausgangssituation passen, dann ist schon der richtige Grundstein für die kommende Waldgeneration gelegt. Foto: S. Tretter, LWF

Der Laubwaldanteil in Bayern ist stetig angestiegen. Quelle: Bundeswaldinventur, LWF 2014

Flächenanteile

■ Laubwald
■ Nadelwald





Auch in dichten Fichtennaturverjüngungen lassen sich häufig einzelne Mischbaumarten finden und fördern.

Foto: W. Rothkegel, LWF

Zukunftsmodell Mischwald

Darüber hinaus spielen Mischwälder auch bei einem weiteren gesellschaftlichen Megathema eine wichtige Rolle: dem Klimawandel. Dieser erhöht die Unsicherheiten und Risiken bei der Waldbewirtschaftung. Mittlerweile können wir die erwarteten Veränderungen durch den Klimawandel nicht nur global, sondern auch regional mit hoher Detailschärfe modellieren. Auch für die Eignung unserer Baumarten unter künftigen Klimabedingungen konnten wir in den letzten Jahren differenzierte Instrumente zur Beratung der Waldbesitzer entwickeln. Ein Beispiel hierfür ist das Bayerische Standortinformationssystem BaSIS (Taeger und Kölling 2016), das eine standortsspezifische Risikoeinschätzung für 21 Baumarten ermöglicht.

Dennoch bleibt hinsichtlich der tatsächlichen Klimaänderungen und der Reaktionen der Baumarten darauf eine gewisse Restunsicherheit. Wie ein risikobewusster Geldanleger niemals alles auf eine Karte setzt, sollte auch ein Waldbesitzer bei der Begründung und Pflege seines Waldes nach dem Prinzip der Risikostreuung (Diversifizierung) vorgehen. Denn gemischte Bestände können klimabedingte Ausfälle von Bäumen durch Trockenheit, Sturm oder Schädlinge besser abpuffern. Neben der Mischung (horizontale Diversifizierung) ist vor allem die Schaffung ungleichaltriger, gestufter Wälder mit ausreichend Vorausverjüngung (vertikale Diversifizierung) ein wichtiges Element der Risikostreuung.

Dies war bereits früheren Forstleuten bewusst. So schreibt Gayer (1886, S.6) unter Bezug auf den damaligen Trend, Laubholz- und Mischwälder in Fichten oder Kiefernbestände zu überführen: »Wer seinen Spieleinsatz auf eine einzige Karte stellt, über-

lässt sich dem zweifelhaften Glücke des Zufalls, er spielt bekanntlich Hasard.« Keine neue Erkenntnis also, aber unter den Aspekten des Klimawandels von neuer Aktualität.

Wege zum Mischwald

Um Mischbestände zu schaffen, bieten sich je nach Bestandesalter und waldbaulicher Ausgangssituation vielfältige Möglichkeiten. Die größte Bedeutung hat dabei der Voranbau schattentoleranter Baumarten wie Buche und Tanne in Nadelholzbeständen. Neben der gruppenweisen Einbringung durch Pflanzung gewinnt hier in den letzten Jahren zunehmend auch die Saat an Bedeutung. Der Vorteil ist dabei insbesondere die gegenüber der Pflanzung deutlich bessere Wurzel Ausbildung. Allerdings erfordert die Saat eine sehr genaue und kritische waldbauliche Beurteilung des Waldzustandes und entsprechende Kenntnisse und Erfahrungen.

Häufig steht der Waldbewirtschafter auch vor der Situation, dass sich in einem Verjüngungsbestand bereits üppige und dichte Fichtennaturverjüngung eingestellt hat. Hier sind die Möglichkeiten für die aktive Einbringung von Mischbaumarten nur mehr gering und beschränken sich auf das Auspflanzen eventuell vorhandener Fehlstellen mit geeigneten Baumarten, zum Beispiel Edellaubholz. Um hohen Pflegeaufwand zu vermeiden, ist dies in der Regel nur erfolgreich, wenn die Fehlstellen mindestens Trupp- bis Gruppengröße aufweisen.

Genaueres Hinsehen lohnt sich

Allerdings sind selbst in dichten Fichtennaturverjüngungen durchaus einzelne Mischbaumarten wie Buche, Eiche und Tanne zu finden. Diese sollten – soweit es die Wuchsverhältnisse zulassen – im Zuge einer Jungwuchspflege, die ohnehin zur Stabilisierung einer dichten Fichtennaturverjüngung zu empfehlen ist, in jedem Falle gefördert werden. Zum besseren Wiederauffinden empfiehlt sich, die Pflanzen mit Stäben zu markieren. Weitaus häufiger ist die Situation, dass sich ausschließlich Weichlaubholz wie Birke, Vogelbeere, Aspe und Salweide als Mischbaumarten in Fichtennaturverjüngungen finden. Dieses sollte nicht vollständig im Zuge einer Pflege entnommen werden. Denn bereits in geringer Beimischung können diese Baumarten durch ihren Laubfall den Humuszustand verbessern und zur ökologischen Stabilisierung des Bestandes beitragen. Zugleich können insbesondere Birke und Vogelbeere frühzeitig durch positive Pflege gefördert werden, denn durch ihr rasches Jugendwachstum können sie so in wenigen Jahrzehnten erntereif sein.

Auch im Zuge der Erstdurchforstung von Fichtenbeständen lohnt sich ein genauer Blick: Denn auch hier kann sich einzeln beigemischt Laubholz oder die Tanne finden. Dieses ist jedoch häufig von der Fichte überwachsen und weist kleine Kronen und ein sehr ungünstiges hd-Verhältnis auf. Hier müs-

sen beim Laubholz aus Gründen der Stabilität die Eingriffe zunächst sehr vorsichtig geführt werden, um Schäden durch Schneedruck zu vermeiden. Und auch hier lohnt es sich – vor allem wenn keine anderen Mischbaumarten vorhanden sind – auch Weichlaubholz nicht generell zu entnehmen, sondern gut geformte und vitale Exemplare gezielt zu fördern.

Gezieltes Licht für alle

Auch Laubholzbestände aus einer Baumart weisen höhere Betriebsrisiken zum Beispiel gegenüber Schädlingsbefall oder Klimaänderungen auf. Deshalb müssen bei der natürlichen Verjüngung von Misch- und Laubholzbeständen die jeweiligen lichtökologischen Erfordernisse der zu verjüngenden Baumarten berücksichtigt werden, um in der nächsten Waldgeneration ausreichend Mischung zu erzielen. Gerade die Buche hat bei angepassten Wildständen und langfristiger, schirmschlagartiger Verjüngung auf geeigneten Standorten ein erhebliches Naturverjüngungspotenzial. Dies kann dazu führen, dass erwünschte und in den Altbeständen vorhandene Mischbaumarten im Zuge der Verjüngung von der Buche verdrängt werden. Dies trifft nicht nur für Edellaubholz oder Eiche zu. Auch die Fichte kann so in der Verjüngung an Fläche verlieren und das unter Umständen in einem höheren Maß, als dies aufgrund ihres Klimarisikos notwendig wäre. Statt schirmschlagartigem Arbeiten auf der gesamten Bestandesfläche sollte daher räumlich differenziert betont femelartig gearbeitet werden, um lichtbedürftigere Baumarten zu fördern. Auch gezielte Pflegeeingriffe unter Schirm können zur Sicherung der Mischbaumarten sinnvoll sein (Mages und Hollersbacher 2016).

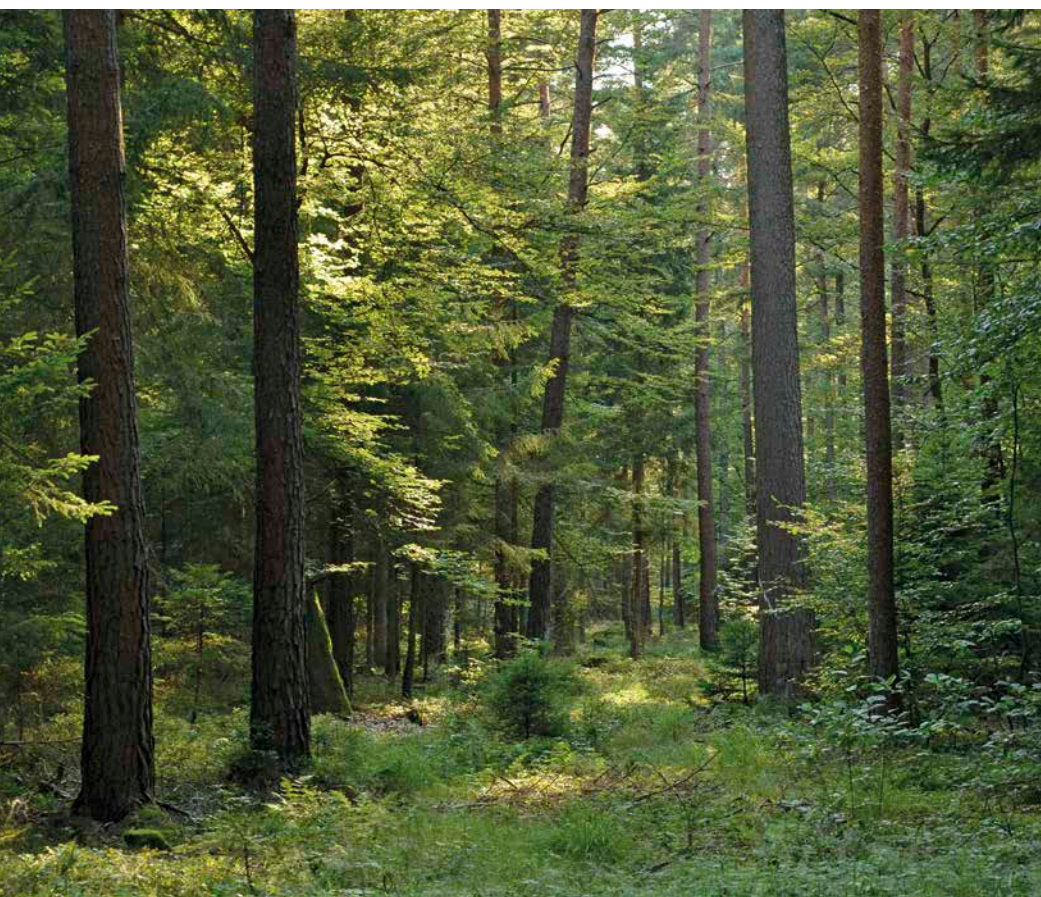
Mischung auch mit Nadelholz

Angesichts der bundesweit steigenden Laubholzanteile wird in der Forst- und Holzwirtschaft zunehmend die Frage diskutiert, ob dem Holzmarkt in Zukunft ausreichend Nadelholz zur Verfügung steht. Diese Diskussion ist angesichts der Langfristigkeit forstbetrieblicher Entscheidungen richtig und wichtig. Und sie kann durch die regelmäßig stattfindenden Bundeswaldinventuren auf einer soliden Zahlenbasis geführt werden. Angesichts des durch den Klimawandel steigenden Risikos sind Waldbesitzer gut beraten, ihr Risikopotenzial zu senken. Dies wird zu einer weiteren Reduzierung der Fichte führen. Im Gegenzug wird die Bedeutung von Nadelbaumarten wie Tanne und Douglasie zunehmen, lassen sich doch beide Baumarten gut in einen naturnahen Waldbau integrieren. Gerade bei der Douglasie geht es ausdrücklich darum, diese als bereichernde Mischbaumarten in einen naturnahen Waldbau zu integrieren (Brosinger und Baier 2008), nicht um einen großflächigen Anbau im Reinbestand.

Hierfür müssen nicht nur waldbaulich, sondern auch gesellschaftlich die entsprechenden Rahmenbedingungen gegeben sein, um auch künftigen Generationen naturnahe und gemischte Wälder zu hinterlassen. Angepasste Wildstände gehören zu diesen Rahmenbedingungen genauso wie eine sachliche Diskussion um den Anbau nichtheimischer Baumarten.

Nadelbäume wie Kiefer und Fichte werden auch in Zukunft ihren Platz in der naturnahen Forstwirtschaft haben: »Die Mischung macht's«.

Foto: J. Böhm



Literatur

- Brosinger, F.; Baier, R. (2008):** Chancen und Grenzen des Waldbaus mit der Douglasie in Bayern. LWF Wissen 59: S. 33–38
- Gayer, K. (1886):** Der gemischte Wald. Verlag Paul Parey
- Knoke, T. (2007):** Finanzielle Risiken von Rein- und Mischbeständen. LWF Wissen 58: S. 34–37
- LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2014):** Nachhaltig und naturnah, Wald und Forstwirtschaft in Bayern, Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. 32 S.
- Mages, H., Hollersbacher, M. (2016):** Ins rechte Licht rücken. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, 17. S. 28–29
- Pretzsch, H.; Block, J.; Dieler, J.; Dong, P.; Kohnle, U.; Nagel, J.; Spellmann, H.; Zingg, A. (2010):** Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. Ann. For. Sci. 67: S. 1–12
- Taege, S.; Kölling, C. (2016):** Standortinformationssystem BaSIS. AFZ–Der Wald 4, S. 10–13

Links

Fitnessprogramme für Bayerns Wälder
<http://www.stmelf.bayern.de/wald/forstpolitik/117563/>
<http://www.bergwald-offensive.de/start/>

Autor

Stefan Tretter leitet die Abteilung »Waldbau und Bergwald« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Kontakt: Stefan.Tretter@lwf.bayern.de



Kiefer und Fichte: gemischt ein starkes Doppel

Ein Waldtyp der Vergangenheit zeigt
in Mischung seine Zukunft auf

1 Fichte (li.) und Kiefer (re.) werden es unter den veränderten Klimabedingungen in der Zukunft nicht leicht haben. Aber gemeinsam könnten sie stärker sein, als man ihnen gemeinhin zutraut.

Fotos: L. Dragon, T. Kulikova, fotolia.com



Klaas Wellhausen und Hans Pretzsch

Kiefern-Fichten-Mischwälder verbindet man typischerweise mit Ländern wie Schweden, Finnland, Russland oder dem Baltikum. Aber auch in Deutschland und Bayern sind sie historisch bedingt noch weit verbreitet – alleine in Bayern auf rund 140.000 ha. Das Wissen über diesen Waldtyp ist aber vergleichsweise gering. Welchen Einfluss haben die Arten aufeinander? Und in wie weit kann dieser »aus der Mode gekommene« Waldtyp den aktuellen und zukünftigen Waldbau ergänzen? Jüngste Untersuchungen über das Wachstum der beiden Arten zeigen interessante Ergebnisse und Optionen.

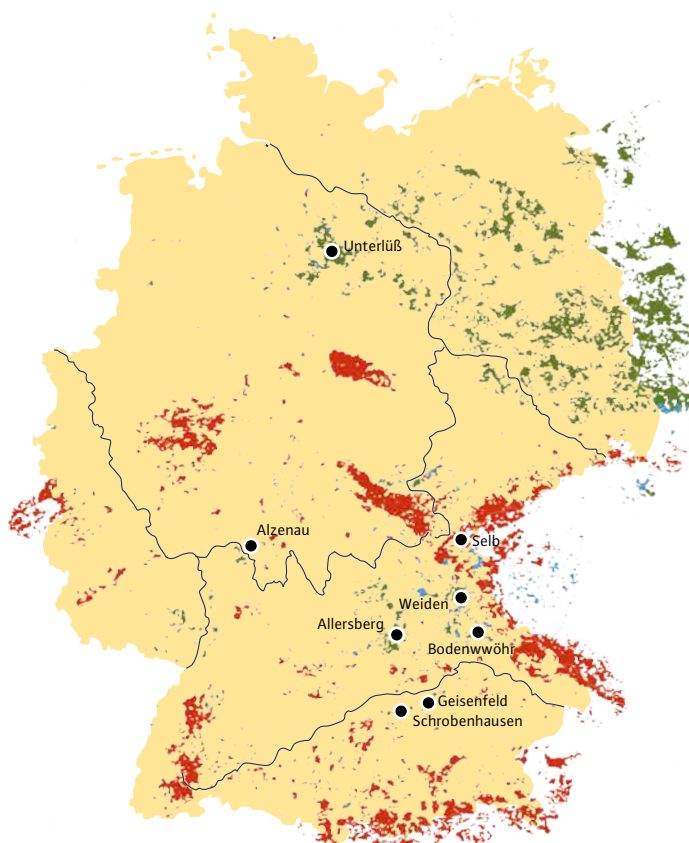
Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Fichte (*Picea abies*) sind die in Mittel- und Nordeuropa verbreitetsten und wirtschaftlich bedeutsamsten Baumarten. Rein- und Mischbestände mit führender Kiefer und Fichte machen zusammen etwa 26% der europäischen Waldfläche aus (Brus et al. 2012). In Deutschland haben die Nutzungsgeschichtlich sehr hohen Flächenanteile beider Baumarten hingegen allein im letzten Jahrzehnt um etwa 300.000 ha beziehungsweise 11% abgenommen (Thünen-Institut 2016). Mit einem Waldflächenanteil von 7,7 Millionen ha beziehungsweise 53% zählen Kiefer und Fichte allerdings weiterhin zu den wichtigsten Baumarten in Deutschland.

Die natürlichen Vorkommen

Das natürliche Hauptverbreitungsgebiet der Kiefer reicht von Nordskandinavien und Russland bis in das südliche Frankreich. Hinzu kommen »Inselvorkommen« in Spanien, Frankreich, Italien, Schottland und auf dem Balkan, die sich aber in ihrer genetischen Ausstattung zum Teil deutlich von den Hauptvorkommen unterscheiden (Prus-Głowacki et al. 2012; Taeger et al. 2013). Natürliche Vorkommen der Fichte sind in den gemäßigten

Breiten ursprünglich auf die submontanen bis alpinen Lagen der Mittel- und Hochgebirge beschränkt. Damit überschneiden sich die natürlichen Hauptverbreitungsgebiete von Kiefer und Fichte

insbesondere in den Übergängen zu den Mittelgebirgen der temperierten Zone und im Boreal (EUFORGEN 2009a und b).



Baumartenvorkommen

- Kiefer
- Kiefer-Fichte
- Fichte
- Versuchsstandorte

2 Karte der acht temporären waldwachstumskundlichen W40-Versuchsstandorte und den aus Ergebnissen von Brus et al. (2012) abgeleiteten Vorkommen von Kiefern und Fichte in Rein- und Mischbeständen



3 Temporäre waldwachstumkundliche Versuchsflächen (»Tripletts«) des Projekts W40 am Versuchsstandort Allersberg: Fichten-Reinbestand, Mischbestand, Kiefern-Reinbestand (v.l.n.r.) Fotos: K. Wellhausen

Kiefern und Fichten in Bayern

Bayern liegt zwar am südwestlichen Rand des großen europäischen Kiefernhauptvorkommens, weist aber gemäß der Bundeswaldinventur III mit 417.000 ha immerhin noch fast ein Fünftel der gesamten Kiefernfläche der Bundesrepublik Deutschland auf (Thünen-Institut 2016). Eine Analyse der Ergebnisse von Immitzer et al. (2015) zeigt, dass die Kiefer in Bayern dabei auf etwa 137.000 ha in Mischung mit Fichte vorkommt und nur auf rund 87.000 ha im Reinbestand. Der aktuelle Verbreitungsschwerpunkt der Kiefern-Fichten-Mischbestände liegt in der Mitte und im Nordosten Bayerns.

100 Jahre Kiefern- und Fichtenversuche

Bereits vor 100 Jahren war man sich der großen Flächen- und Wirtschaftsbedeutung der Kiefern-Fichten-Mischbestände und der großen Zahl an offenen wissenschaftlichen und praktischen Fragen bewusst. Der Deutsche Verband Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA) forderte daher bereits 1926, auch für Kiefer und

Fichte vergleichende Versuche in Rein- und Mischbeständen anzulegen. Viele der zu Beginn des 20. Jahrhunderts, insbesondere von Schwappach (1909, 1914) und Wiedemann, angelegten Flächen sind in den Wirren der Weltkriege und der Folgezeit untergegangen (Schilling 1925; Wiedemann 1948). Nur wenige sind erhalten geblieben und konnten von Bielak et al. im Jahr 2014 erneut ausgewertet werden. Erst wieder in den 1950/60er Jahren legte man im Rahmen von Wiederaufforstungsprojekten in England und Schweden systematische vergleichende Blockversuche an (Brown 1992; Jonsson 2001). Nur wenig später begann man auch damit, das Wachstum von Mischbeständen anhand des Einzelbaumwachstums näher zu analysieren (Jonsson 1962; Agestam 1985). Dies mündete in den 1980/90er Jahren auch in Deutschland und Österreich in der Anlage einzelbaumorientierter Mischbestandsversuchsflächen und der Entwicklung einzelbaumbezogener Waldwachstumssimulatoren für Mischbestände (Pretzsch 1992; Hasenauer 1994).

W40: »Kiefern-Fichten-Mischbestände in Bayern«

Bis heute gibt es damit in Deutschland und den Nachbarstaaten nur wenige langfristige Versuche in Kiefern-Fichten-Mischbeständen (Pretzsch und Schütze 2004; Satlawa 2013). Der Großteil der Versuche wurde als temporäre Versuchsflächen angelegt (Künstle 1962; Poleno 1975, 1979, 1981, 1986; Schulze 1972; Kasa 1975;). Den meisten dieser Versuche fehlen zudem Reinbestände als Referenz, so dass bei der Auswertung Reinbestandsertragstafeln als Behelf verwendet werden mussten (Bielak et al. 2014; Pretzsch und Schütze 2004 a). Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen des Kuratoriumsprojekts W40 »Kiefern-Fichten-Mischbestände in Bayern« in den Jahren 2013 und 2014 acht Versuche in etwa 70-jährigen möglichst wenig oder undurchforsteten Waldbeständen angelegt. Die Versuche, auch »Tripletts« genannt, umfassen jeweils eine Fläche mit reiner Kiefer und reiner Fichte sowie eine Fläche mit beiden Baumarten in einzelstamm-

Bestandstyp	Statistik	Fläche	Alter	Stammzahl		Grundfläche	Vorrat	Durchmesser		Höhe		Zuwachs	
				Anzahl	SDI	g	v	dg	do	hg	ho	ig	iv
		[m ²]	[Jahre]	[N/ha]		[m ² /ha]	[m ³ /ha]	[cm]		[m]		[m ² /ha*a]	[m ³ /ha*a]
Mischbestand	min	586	60	853	937	43,8	426	21,0	32,4	20,4	24,0	0,73	12,6
	mittel	779	74	1178	1049	51,3	603	25,2	37,6	24,1	28,3	1,08	18,5
	max	1212	89	1846	1268	63,8	875	30,7	45,3	28,5	32,8	1,42	28,4
Kiefer, rein	min	251	60	472	734	36,3	394	25,6	31,7	22,3	23,2	0,59	10,9
	mittel	392	69	725	874	44,6	520	28,5	35,9	25,6	26,9	0,90	15,4
	max	541	85	989	1081	52,8	668	33,7	42,9	29,2	29,8	1,18	21,9
Fichte, rein	min	251	60	635	853	42,5	495	19,3	32,1	20,0	23,9	0,81	15,0
	mittel	417	72	1052	1034	51,2	643	25,8	38,7	25,3	29,1	1,04	19,3
	max	637	93	1866	1215	62,5	932	32,7	46,0	30,6	35,1	1,36	24,8

4 Ertragskundliche Kennwerte der acht temporären Versuchsstandorte zum Aufnahmezeitpunkt 2013/14

dg = Durchmesser des Grundflächenmittelstammes
do = Durchmesser der 100 stärksten Bäume
ig = Grundflächenzuwachs
hg = Höhe des Grundflächenmittelstammes
ho = Oberhöhe
iv = Volumenzuwachs

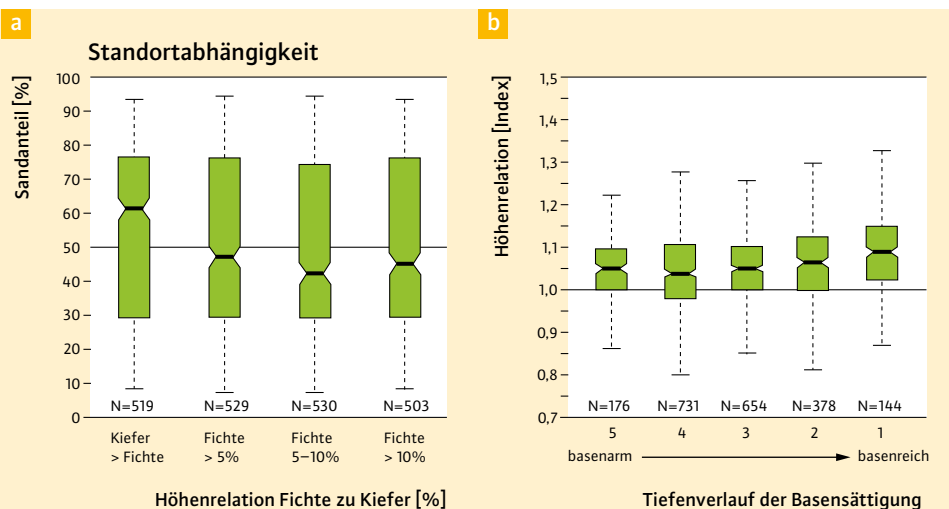
weiser Mischung (Abbildung 3; Ertragskundliche Basisdaten in Abbildung 4). Die Flächen wurden waldmesskundlich erfasst und zusätzlich an etwa 480 Bäumen Bohrspäne entnommen und an weiteren 160 Bäumen Stammanalysen auf Basis von Stammscheiben durchgeführt. Die Durchmesser- und Höhenrückmessungen bilden die Grundlage für eine Rekonstruktion der Bestands- und Volumenentwicklung über einen Zeitraum von 30 Jahren. Der im Betrachtungszeitraum ausgeschiedene Baumbestand wurde über eine Stockinventur abgebildet. Weiterhin wurden analog zur bundes- bzw. bayernweiten Bodenzustandserhebung Bodenproben auf den Versuchsflächen gewonnen. Die Abhängigkeit des Höhenwachstums und der Bestandsstruktur von den Standortbedingungen wurde auf Basis dieser Bodeninformationen analysiert. Für den Staatswald wurden auch die Daten der Stichprobeninventur und des Bayerischen Standortinformationssystem BASIS analysiert (BaySF 2015; LWF 2016).

Horizontale und vertikale Raumbesetzung
Die horizontale und vertikale Raumbesetzung in Mischbeständen wird maßgeblich von den ökologischen Eigenschaften der beteiligten Arten bestimmt. Kiefer und Fichte unterscheiden sich nicht nur in ihrer altersabhängigen Wuchsdynamik (frühkulminierend vs. spätkulminierend), sondern auch in ihrer Lichtökologie (lichtbedürftig vs. schattenertragend). Dabei verfügt die Kiefer über einen deutlich geringeren Blattflächenindex und einen geringeren Lichtextinktionsfaktor. Fichten haben einen niedrigen Lichtkompensationspunkt (Halbschattbaumart) und können auch in enger Nachbarschaft zu den lichtdurchlässigeren Kiefern positive Nettophotosyntheseleistungen erbringen. Kiefern-Fichten-Mischbestände weisen daher eine heterogenere und dichtere horizontale und vertikale Besetzung des Kronenraumes auf (Abbildung 3). Die Spannweite der Durchmesser- und Höhenverteilung ist im Mischbestand meist

signifikant höher als in den entsprechenden Reinbeständen. Es ergeben sich rechtsschiefe Verteilungen mit mehr lebensfähigen kleinen und mittleren Fichten (Pretzsch und Schütze 2015). Die Kronenschirmfläche in den Mischbeständen übersteigt die Erwartungswerte der korrespondierenden Reinbestände um etwa 40% (Spatz 2015). Die normierte Stammzahl (SDI: Stand-Density-Index nach Reineke, s. Pretzsch 2005, 2009) steigt um etwa 10% und die Grundfläche um 9%.

Höhenwachstum

Die Höhenwuchsleistung herrschender Fichten unterscheidet sich in der untersuchten Altersphase von 35 bis 85 Jahren nicht zwischen Rein- und Mischbestand. Auch für die Kiefer war kein verändertes Höhenwachstum nachweisbar. Offenbar gibt es in den Mischbeständen keine Mischungseffekte, die das Höhenwachstum steigern oder bremsen. Spatz (2015) konnte allerdings auf Basis von Schaftformanalysen nachweisen, dass das Verhältnis von Höhe zu Durchmesser (H/D-Verhältnis) im Jungbestand (Alter 20) sehr wohl noch Unterschiede zwischen Rein- und Mischbestand zeigt. Kiefern wachsen in dieser Altersphase in Mischung offenbar mit geringerem Konkurrenzdruck auf und haben entsprechend niedrigere H/D-Werte. Die Baumart Fichte gerät in dieser Altersphase durch das rasche Jugendwachstum der Kiefer un-



5 Standortabhängigkeit der Höhenrelation von Fichte und Kiefer an Inventurpunkten im Bayerischen Staatswald (Mischung mit Alter > 70 Jahre) in Abhängigkeit (a) vom Sandanteil und (b) vom Tiefenverlauf der Basensättigung

ter Konkurrenzdruck und zeigt deutlich schlankere Stämme als im Reinbestand. Dieser Unterschied zwischen Rein- und Mischbestand gleicht sich bis zum Alter von 60 bis 70 Jahren wieder aus.

Viel Sand und wenig Basen: Gut für die Kiefer, schlecht für die Fichte

In der Höhenkonkurrenz ist die Fichte der Kiefer in Mischbeständen im Allgemeinen um etwa 5% überlegen. Diese Höhenrelation der beiden Baumarten verschiebt sich mit dem Alter und den standörtlichen Wachstumsbedingungen (Künstle 1962; Schulze 1972; Kasa 1975). In der Jugend dominiert die Kiefer noch auf den meisten Standorten. In Beständen älter als 70 Jahre dominiert die Kiefer nur noch auf sandigen basenarmen Standorten. Inventurdaten aus dem Bayerischen Staatswald zeigen, dass die Konkurrenzkraft der Fichte mit zunehmendem Sandanteil nachlässt (Abbildung 5 a). Bereits bei einem Sandanteil von etwa 50% erreicht die Fichte bestenfalls die Höhe der Kiefer, kann diese aber nicht mehr überwachsen. Auch bei vergleichsweise geringem Nährstoffangebot (Tiefenverlaufstypen der Basensättigung 4 und 5 in Abbildung 5 b) lässt die Konkurrenzkraft der Fichte erkennbar nach. Die temporären Versuchsflächen des Projekts W40 bewegen sich überwiegend in diesem Bereich geringer Basenausstattung (Basenverlaufstypen 4(5)) und hoher Sandanteile von über 60%. Entsprechend findet sich dort bis zum untersuchten Alter von durchschnittlich etwa 70 Jahren ein ausgeglichenes Höhenverhältnis von Kiefer und Fichte.

Produktivität

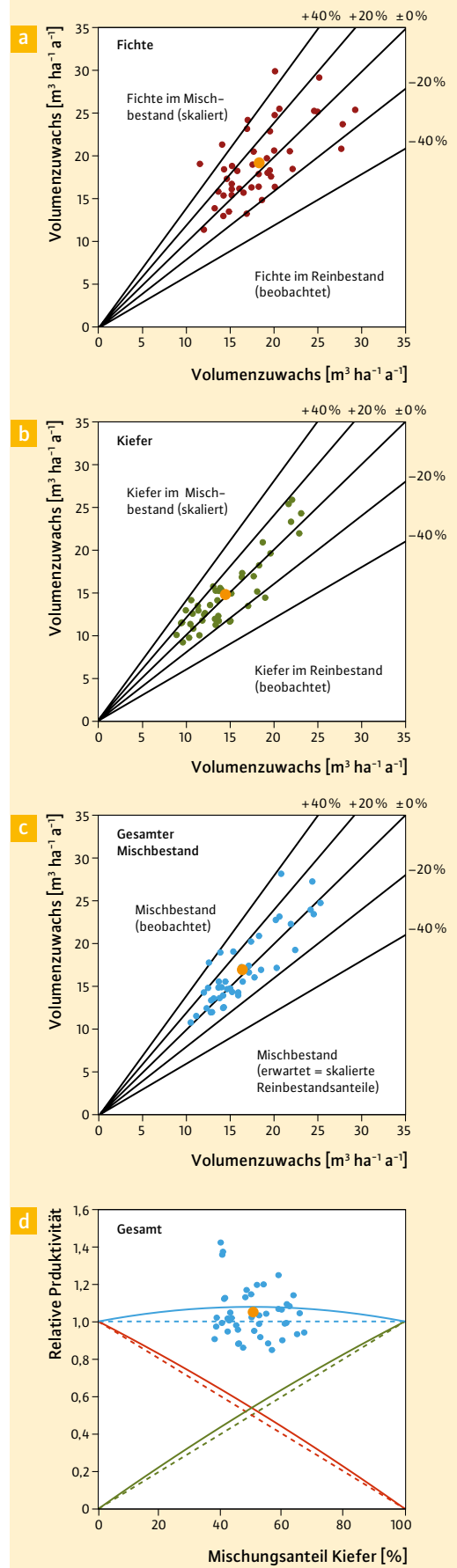
Die Grafiken (a) und (b) in der Abbildung 6 vergleichen den »rekonstruierten« beobachteten Zuwachs im Reinbestand mit dem auf Basis des Wachstums von Kiefer oder Fichte im Mischbestand erwarteten Zuwachs. Grafik (c) zeigt hingegen den Vergleich des beobachteten Zuwachses im Mischbestand mit dem auf Basis der korrespondierenden Reinbestände erwarteten Zuwachses. Grafik (d) stellt das Verhältnis der Zuwächse aus (c) im Kreuzdiagramm (relative Produktivität), inklusive der Beiträge der einzelnen Baumarten (Kiefer=grün; Fichte=rot), zusammenfassend dar. Das auf den Versuchsflächen vergleichsweise ausgegliche-

ne Konkurrenzverhältnis zwischen Kiefer und Fichte führt zu einer höheren Bestandsproduktivität und zu einem relativen Mehrzuwachs der Mischbestände (Abbildung 6 a/d). Vergleicht man den Volumenzuwachs der Mischbestände mit dem auf Basis der benachbarten Reinbestände erwarteten Zuwachs, so zeigt sich in Abbildung 6 c/d ein Mehrzuwachs von insgesamt +4%. Dieser Mehrzuwachs wird offenbar im Wesentlichen von der Baumart Fichte (a) getragen (+7%). Dies bestätigt auch die Analyse des Grundflächenzuwachses. Demzufolge leisten die Mischbestände einen relativen Mehrzuwachs von +8% (Fichte: +22%, Kiefer: -2%).

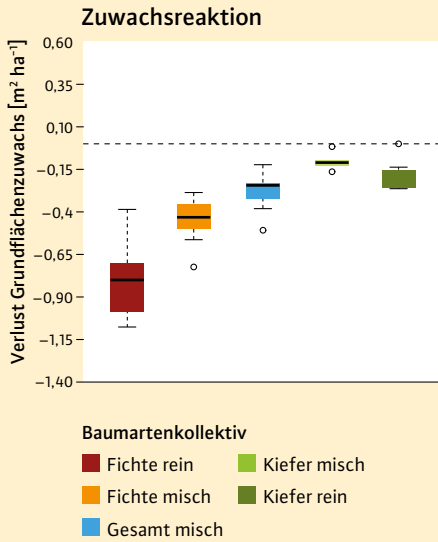
Eine weiterführende Analyse auf Einzelbaumebene bestätigt, dass die Fichte offenbar besonders vom Wachstum in Mischung mit der Kiefer profitiert. Demnach führt eine Kiefernbeimischung von 50% in unmittelbarer Nachbarschaft zu einer Fichte zu einem jährlichen Volumenmehrzuwachs von +18%. Eine vergleichbare Kiefer mit einer 50%igen Fichtenbeimischung in der unmittelbaren Umgebung büßt hingegen 7% an Volumenzuwachs ein. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Spatz (2015) zur Kronenentwicklung. Spatz zeigt auf Basis von 1.675 Kronenablotungen, dass eine Kiefernkrone eines 30 m hohen sowie eines 25 cm dicken Baumes im beobachteten Alter von durchschnittlich etwa 70 Jahren um 5% kleiner und 5% kürzer ist. Gleichzeitig weisen vergleichbare Fichten eine um 10% größere und fast 35% längere Krone auf.

Zuwachsreaktion auf Trockenstress

Auf den temporären Versuchsflächen zeigt sich weiterhin die größere Trockenheitssensitivität der Baumart Fichte. Im Vergleich zu einer jeweils dreijährigen Vorperiode beträgt der durchschnittliche trendbereinigte Zuwachseinbruch herrschender Fichten im Rein- und Mischbestand in den Trockenjahren von 1947 bis 2003 und den jeweils folgenden zwei Verlustjahren etwa -38% (Kiefer -18%). Darüber hinaus zeigt sich auch, dass die Baumarten abweichende Erholungsfähigkeiten aufweisen. Brauchen Kiefern rechnerisch 2,3 Jahre, um wieder das Zuwachsniveau vor dem Trockenjahr zu erreichen, so sind dies bei der Baumart Fichte 2,7 Jahre.



6 Vergleich des periodischen jährlichen Volumenzuwachses in den Kiefern- und Fichten-Rein- und Mischbeständen der acht temporären Versuchsstandorte



8 Entwicklungstypen in Kiefern-Fichten-Mischbeständen in Anlehnung an die Arbeiten von Schilling (1925), Schulze (1972) und Schwappach (1909). Die Konkurrenzverhältnisse determinieren den Bestandsaufbau (oben), die Alters-Höhen-Verläufe (Mitte) und die Entwicklung der Bestandsvorräte (unten).

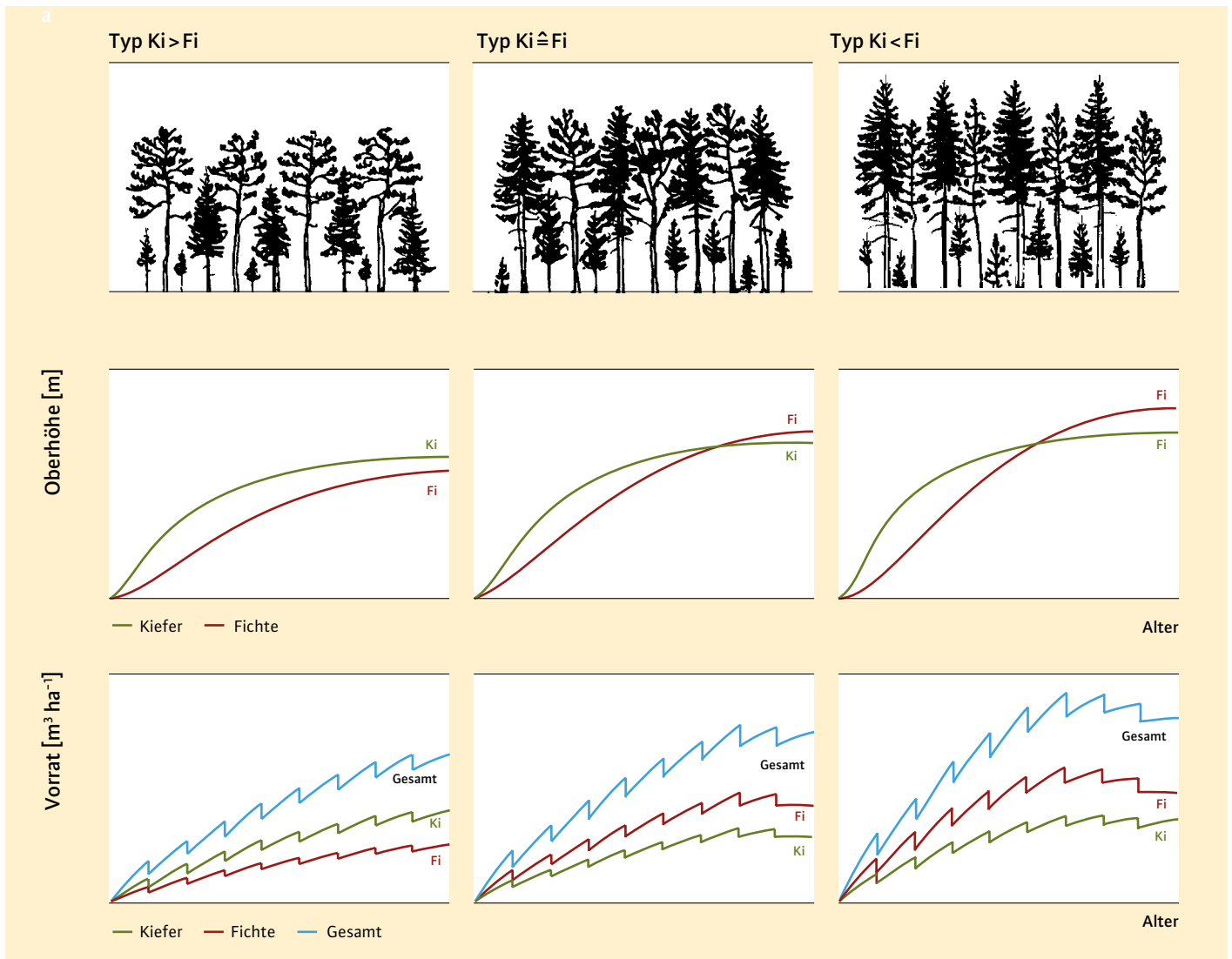
7 Jahringbasierte Analyse der Zuwachsreaktion in Trockenjahren an den acht temporären Versuchsstandorten; Zuwachsverlust gebohrter und nicht gebohrter Parzellenbäume ($n=1.361$) im Trockenjahr 2003 und den darauffolgenden zwei Verlustjahren;

Überträgt man das Zuwachsverhalten der ausgewählten Bohrungsbäume auf das gesamte Bestandeskollektiv und die Einheitsfläche von 1 ha, so zeigt sich in Fichten-Reinbeständen für das Trockenjahr 2003 und für die darauf folgenden zwei Verlustjahre ein Zuwachseinbruch von insgesamt $-0,80 \text{ m}^2/\text{ha}$ (Abbildung 7). Dieser Verlust entspricht etwa 80 % des Zuwachses eines durchschnittlichen Jahres. Fichten im Mischbestand weisen im direkten Vergleich einen geringeren Zuwachsverlust auf. Gepaart mit einem noch geringeren Zuwachseinbruch der Baumart Kiefer ($-0,15 \text{ m}^2/\text{ha}$) führt dies in der Summe in Kiefern-Fichten-Mischbeständen zu einer Abpufferung trockenheitsbedingter Zuwachsverluste. Bei einer Zunahme von Trockenereignissen könnte

dieser Effekt darüber hinaus sogar die allgemeine Produktivitätsrelation zwischen Kiefer und Fichte und zwischen Rein- und Mischbeständen weiter zu Gunsten der Mischbestände verschieben.

Entwicklungstypen

Die Auswertung der temporären Versuchsflächen und Inventurdaten aus dem Bayerischen Staatswald ermöglicht eine allgemeine Differenzierung unterschiedlicher Entwicklungstypen in gleichartigen Kiefern-Fichten-Mischbeständen (Abbildung 8). Die Abgrenzung der Bestandstypen orientiert sich dabei an den Arbeiten von Schwappach (1909; 1914), Schilling (1925) und Schulze (1972). Der Typ *Kie=Fi* spiegelt ein überwiegend ausgewogenes Konkurrenzverhältnis von Kiefer und Fichte wider (Abbildung 8, Mitte). Unter heutigen Wachstumsbedingungen repräsentiert dieser Bestandstypus das Standortspektrum mäßig nährstoff- und wasserversorgter,



schwach lehmiger oder toniger Sande. Dieser Bestandstyp entspricht in etwa den Standortverhältnissen auf den temporären Versuchsflächen des Projekts W40. Waldbauliche Eingriffe dienen hier im Wesentlichen der Steuerung von Mischungsanteilen. Solche Eingriffe können den Wuchsraum und die Größenentwicklung der jeweiligen Art fördern, sind aber nicht für den Erhalt der Arten im Bestandsgefüge erforderlich

Auf noch trockeneren, nährstoffärmeren und flachgründigen Standorten oder noch sandigeren sowie sehr feuchten Standorten nimmt die Höhenwuchsleistung der Fichte stärker ab als jene der Kiefer, so dass die Kiefer von der Jugend an dominiert und sich der Bestandstypus *Kie > Fi* ausbildet (Abbildung 8, links). Waldbauliche Eingriffe orientieren sich an den Vorgehensweisen in Kiefern-Reinbeständen.

Auf besser wasserversorgten und nährstoffreicheren, in der Regel lehmigeren Standorten, bildet sich der Entwicklungstyp *Kie < Fi* aus (Abbildung 8, rechts). In diesem Typus dominiert die Fichte die Höhenentwicklung deutlich früher im Bestandsleben (ab ca. 50–70 Jahren), unter besonders günstigen Bedingungen in Mitteleuropa zum Teil sogar bereits ab der frühesten Jugend (Kasa 1972; Künstle 1962a; Schulze 1972; Wiedemann 1951). Mit zunehmender Höhenüberlegenheit der Fichte gerät die Kiefer unter Lichtkonkurrenz und wird in ihrer seitlichen Kronenentwicklung eingeengt, was schließlich zu ihrem Ausfall führen kann. Ohne kontinuierliche Förderung wird die Kiefer in diesem Bestandstyp fortlaufend an Mischungsanteilen verlieren (s. hierzu z. B. Schilling 1925). Zum Erhalt müssten bereits in mittelalten Beständen Fichten im Umfeld der Kiefer entnommen werden. Das führt unweigerlich zu Grundflächenabsenkungen und Zuwachsrückgängen, die von der Kiefer in Altbeständen kaum kompensiert werden können. Vor dem Hintergrund laufender klimatischer Veränderungen und vergleichsweise hoher Risikoeinstufung fichtendominierter Waldbestände in weiten Teilen Bayerns (Beck et al. 2012; Taeger und Kölling 2016; Taeger et al. 2016) erscheinen Eingriffe zugunsten der Baumart Kiefer und zulasten der Baumart Fichte im Bestandstyp *Kie < Fi* aber durchaus als sinnvoll.



9 Stammzahlreicher, wüchsiger Kiefern-Fichten-Bestand auf einem wuchskräftigen, schwach lehmigen Tertiärsand (Versuchsstandort Geisenfeld): Auf solchen Standorten entwickeln sich Kiefern-Fichten-Bestände häufig hin zu fichtenreichen Folgebestockungen. Foto: Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, TUM

Entwicklungsperspektiven

Die Zukunft von Kiefern-Fichten-Mischbeständen hängt maßgeblich von den zukünftigen klimatischen und standörtlichen Entwicklungen ab. Für Bayern liegt mit dem digitalen Standortinformationssystem BaSIS und den darin enthaltenen Anbauriskokarten eine regelbasierte Abschätzung des zukünftigen Anbaurisikos für fast alle heimischen Baumarten vor (Beck et al. 2012; Taeger und Kölling 2016; Taeger et al. 2016). Diese Einschätzung beruht auf aktuellen klimatisch beeinflussten Vorkommenswahrscheinlichkeiten sowie Klimaprojektionen, Bodeninformationen und Expertenwissen. Praktikern steht damit ein wichtiges Hilfsmittel für waldbauliche und betriebliche Entscheidungen zur Verfügung.

Klimawandel schwächt Fichte mehr als Kiefer

Diese aus einer Vielzahl von Faktoren abgeleitete zukünftige Überlebensfähigkeit einer Baumart bietet aber letztlich noch keinen unmittelbaren waldwachstumskundlichen Hinweis auf eine etwaige Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse zwischen den Baumarten. Verwendet man statt einer globalen Überlebensfähigkeit das Jahrringwachstum als Vitalitätsweiser, lassen sich aus der Reaktion auf Klima- und Witterungsschwankungen allgemeine baumartenspezifische Verhaltensmuster ableiten. Auf Grundlage der hier vorgestellten Ergebnisse und der Arbeiten von Pichler und Oberhuber (2007),

Schuster und Oberhuber (2013) sowie Zang (2011) bestätigt sich die größere Zuwachsreduktion der Baumart Fichte bei Trockenstress. Damit dürfte die Fichte bei einer prognostizierten allgemeinen Erwärmung und einer häufigeren Wiederkehr von Trockenereignissen in fast allen Entwicklungstypen der Kiefern-Fichten-Mischbestände (Abbildung 8) außerhalb der Gebirgslagen an Vitalität und Konkurrenzkraft einbüßen (Falk et al. 2015) und Flächenanteile verlieren. Die Kiefer könnte ihre heutigen Flächenanteile entsprechend halten, beziehungsweise sogar ausbauen.

Waldbau fördert Schattbaumarten

Diese klimatisch bedingte natürliche Dynamik zugunsten der Baumart Kiefer wird allerdings von folgenden, im Wesentlichen menschlich beeinflussten Entwicklungen überlagert: Beispielsweise begünstigen etablierte waldbauliche Verfahren mit einzelstammweiser Nutzung und langen Verjüngungszeiträumen schattentolerantere Klimaxbaumarten. Ferner führen die erhöhten Stickstoff- und drastisch reduzierten Schwefeldepositionen sowie die abschließende Aufgabe der Streunutzung in den 1950er Jahren zu standörtlichen Verbesserungen. Dies ermöglicht eine hohe Verjüngungsdynamik der Baumart Fichte und erschwert zugleich die Verjüngungsbedingungen für die Baumart Kiefer (Brosinger und Tretter 2007).

In Kombination führen diese Faktoren letztlich zu einem deutlichen Rückgang der Kiefern-Reinbestände und Kiefern-Fichten-Mischbestände. Mit Blick auf eine ökonomische und ökologische Diversifizierung und Risikostreuung sowie die höhere Produktivität und Stabilität von Mischbeständen erscheint es allerdings durchaus sinnvoll, auch zukünftig die Chancen und Möglichkeiten von Kiefern-Fichten-Mischbeständen, gegebenenfalls als Zeitmischung sowie unter Beteiligung weiterer Mischbaumarten, zu nutzen (Brosinger und Tretter 2007). Anders als in der Vergangenheit sollte dies jedoch nicht zu großen einförmigen Beständen führen, sondern zu kleineren, aber noch gut zu bewirtschaftenden Teilflächen. Hierzu sind in geeigneten Wuchsräumen Nord- und Nordostbayerns angepasste Waldbauverfahren und Verjüngungstechniken erforderlich. Dazu gehören räumlich differenzierte, sehr leichte Schirmstellungen und gegebenenfalls auch standörtlich angepasste Bodenbearbeitungsverfahren. Zur optimalen Ausschöpfung der Wirkung von Mischbeständen (Mischbestandeffekten) sollten hierbei auch einzelstammweise Mischungsformen ermöglicht werden.

Zusammenfassung

In Bayern stocken auf 140.000 ha Kiefern-Fichten-Mischbestände. Zur Analyse des Wachstums in Rein- und Mischbeständen wurden acht temporäre Versuchsflächen angelegt und Daten der Stichprobeninventur im Bayerischen Staatswald ausgewertet. Ergebnis: Auf sandigen Bodensubstraten mit geringer Basenausstattung ist das Verhältnis der Höhenkonkurrenz von Kiefer und Fichte ausgeglichen. In entsprechenden Beständen führt das gemeinsame Wachstum der Lichtbaumart Kiefer und der Halbschattbaumart Fichte zu einer intensiveren Raumbesetzung und höheren Bestandsdichte. Gleichzeitig steigen Volumen- und Grundflächenzuwachs im Vergleich zum Erwartungswert der benachbarten Reinbestände. Der Einzelbaumzuwachs der Fichte nimmt auf Kosten der Kiefer zu. Trockenheit reduziert den Zuwachs der Fichte stärker als den der Kiefer. Der Mischbestand mindert den starken Zuwachseinbruch der Fichte. In Abhängigkeit von der Größen- beziehungsweise Konkurrenzrelation werden drei Entwicklungstypen von Kiefern-Fichten-Mischbeständen unterschieden: Kie>Fi, Kie=Fi, Kie<Fi. Aufgrund der vergleichsweise hohen Produktivität und Stabilität sollten auch zukünftig einzelstammweise gemischte Kiefern-Fichten-Mischbestände insbesondere vom Typ Kie=Fi unter Beteiligung weiterer Mischbaumarten in geeigneten Wuchsräumen in Nord- und Nordostbayern am Waldaufbau beteiligt werden.

Literatur

- Agestam, E. (1985):** En produktionsmodell för blandbestånd av tall, gran och björk i Sverige. Garpenberg, Swede (Sveriges Lantbruksuniversitet Rapportser, 91-576-2528-x, 0348-7636)
- BaySF (2015):** Daten der Stichprobeninventur im Bayerischen Staatswald
- Beck, J.; Dietz, E.; Falk, W. (2012):** Digitales Standortinformationssystem für Bayern. LWF aktuell 87, S. 20-23
- Bielak, K.; Dudzinska, M.; Pretzsch, H. (2014):** Mixed stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst] can be more productive than monocultures. Evidence from over 100 years of observation of long-term experiments. *Forest Systems* 23 (3), S. 573-589. DOI: 10.5244/fs/2014233-06195
- Brosinger, F.; Tretter, S. (2007):** Waldbau im Zeichen des Klimawandels. Anpassung durch Waldbau und naturnahe Forstwirtschaft. LWF aktuell 60, S. 21-23
- Brown, A. (1992):** Functioning of mixed-species stands at Gisburn, NW England. In: Cannell, Malcolm und Robertson (Hg.): *The ecology of mixed-species stands of trees*. Oxford: Blackwell
- Brus, D. J.; Hengeveld, G. M.; Walvoort, D. J. J.; Goedhart, P. W.; Heidema, A. H.; Nabuurs, G. J.; Gunia, K. (2012):** Statistical mapping of tree species over Europe. *European Journal of Forest Research* 137(1), S. 145-157
- DVFFA – Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten (1926):** Anleitung zur Ausföhrung von Untersuchungen in gemischten Beständen. In: *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 48 (11), S. 813-816. DOI: 10.1007/bf02424307
- EUFORGEN (2009a):** Distribution map of Norway spruce (*Picea abies* L.). EUFORGEN. Online verfügbar unter www.euforgen.org
- EUFORGEN (2009b):** Distribution map of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). EUFORGEN. Online verfügbar unter www.euforgen.org
- Falk, W.; Brandl, S.; Klemm, H.-J.; Bender, A.; Stricker, G.; Rötzer, T. et al. (2015):** Wachstumspotenzial der Hauptbaumarten. LWF-Projekt zeigt flächendeckend für Bayern das potenzielle Höhenwachstum von Fichte, Kiefer und Buche. LWF aktuell 106, S. 53-56
- Hasenauer, H. (1994):** Ein Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten- Kiefern- u. Buchen-Fichtenmischbestände. Wien: Österreichische Gesellschaft für Waldökosystemforschung u. Experimentelle Baumbauforschung (Forstl. Schriftenreihe Universität für Bodenkultur, Wien)
- Immitzer, M.; Einzmann, K.; Böck, S.; Mattiuzzi, M.; Ng, W. T.; Wallner, A. et al. (2015):** Erstellung von Fichten- und Kiefernanteilkarten auf Basis von Satellitendaten für Bayern. Bd. 214: Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan (Forstliche Forschungsberichte München), S. 19-32
- Jonsson, B. (1962):** Yield of mixed coniferous forests – The height and diameter growth of Scots pine and Norway spruce in virgin stands at various proportions mixture in northern Sweden and the provinces of Kopparberg and Värmland. Stockholm (Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut)
- Jonsson, B. (2001):** Volume yield to mid-rotation in pure and mixed stand of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* in Sweden. Unter Mitarbeit von Dept. of Forest Resource Management. Uppsala (Studia forestalia Suecica, 0039-3150)
- Kasa, H. (1975):** Untersuchungen an Kiefern-Fichten-Mischbeständen des niedersächsischen Tieflands in ertragskundlich-standörtlicher Sicht. Dissertation. Göttingen, Georg-August-Universität, Göttingen. Forstliche Fakultät
- Künstle, E. (1962):** Das Höhenwachstum von Fichte, Tanne und Kiefer in Mischbeständen des östlichen Schwarzwaldes. Allg. Forst- u. Jagdztg. 133, S. 67-79, 89-102
- Küsters, E.; Bachmann, M.; Steinacker, L.; Schütze, G.; Pretzsch, H. (2004):** Die Kiefer im Rein- und Mischbestand. Produktivität, Variabilität, Wachstumstrend. Mitteilungen aus der Bayer. Staatsforstverwaltung. München: Bayerische Staatsforstverwaltung, S. 345
- LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2016):** Bayerisches digitales Standortinformationssystem BaSIS
- Pichler, P.; Oberhuber, W. (2007):** Radial growth response of coniferous forest trees in an inner Alpine environment to heat-wave in 2003. *Forest Ecology and Management* 242 (2-3), S. 688-699. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.02.007
- Poleno, Z. (1975):** Smisene porosty smrk s borovicí (21). In: *Lesnictví* (10), S. 899-912
- Poleno, Z. (1979):** Complex evaluation of mixed forest stands. In: *Communications Instituti Forestalis* (11), S. 113-126

Autoren

Klaas Wellhausen war Mitarbeiter am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München und hat das Projekt W40 »Kiefern-Fichten-Mischbestände in Bayern« federführend bearbeitet. Prof. Dr. Hans Pretzsch ist Leiter des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München und hat das Projekt W40 wissenschaftlich geleitet.

Kontakt: Hans.Pretzsch@lrz.tum.de

Links

Weiterführende Informationen zu waldwachstumskundlichen Untersuchungen in Mischbeständen unter <http://waldwachstum.wzw.tum.de/publications.html>

Projekt

Das Kuratoriumsprojekt W40 »Kiefern-Fichten-Mischbestände in Bayern« wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

- Poleno, Z. (1981):** Vyvoj smisených porostu (Development of mixed forest stands). (In Czech with English summary). In: *Prace VULHM* (59), S. 179-202
- Poleno, Z. (1986):** Bežny prírúst ve smisených porostech (The current increment of mixed forest stands). (In Czech with English summary). In: *Prace VULHM* (68), S. 179-214
- Pretzsch, H. (1992):** Konzeption und Konstruktion von Wuchsmo- delln für Rein- und Mischbestände. Forstliche Forschungsberichte München – Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayer. Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt
- Pretzsch, H. (2005):** Link between the self-thinning rules for herbaceous and woody plants. *Scientia Agriculturae Bohemica* 36 (3), S. 96-107
- Pretzsch, H. (2009):** Forest Dynamics, Growth and Yield. From Measurement to Model. Berlin Heidelberg: Springer
- Pretzsch, H.; Schütze, G. (2004a):** Die Kiefer im Mischbestand. Analyse zu Diversität, Produktivität und Struktur von Kiefern-Mischbeständen. In: *Bayerische Staatsforstverwaltung* (Hg.): *Die Kiefer im Rein- und Mischbestand. Produktivität, Variabilität, Wachstumstrend*, Bd. 52. München (Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, 52), S. 231-326
- Pretzsch, H.; Schütze, G. (2004b):** Analyse zu Diversität, Produktivität und Struktur von Kiefern-Mischbeständen. In: *Bayerische Staatsforstverwaltung* (Hg.), Bd. 52. München: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung), S. 345
- Pretzsch, H.; Schütze, G. (2015):** Effect of tree species mixing on the size structure, density, and yield of forest stands. *Europ. J. of Forest Research*, S. 1-22. DOI: 10.1007/s10342-015-0913-2
- Prus-Głowacki, W.; Urbaniak, L.; Bujas, E.; Curtu, A. L. (2012):** Genetic variation of isolated and peripheral populations of *Pinus sylvestris* (L.) from glacial refugia. *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 207 (2), S. 150-158. DOI: 10.1016/j.flora.2011.11.006
- Satlawa, P. (2013):** Die Entwicklung der Dauerbeobachtungsflächen des Beobachtungsnetzes »Litschau«. Masterarbeit Institut für Waldwachstum, Universität für Bodenkultur Wien, S. 88
- Schilling, L. (1925):** Ostpreußische Kiefern-Fichtenmischbestände. Zeitschrift für das Forst- und Jagdwesen 57 (5), S. 267-297
- Schulze, W. (1972):** Beispiele der Anreicherung von Kiefernbeständen mit Fichte in zwei Waldgebieten Bayerns. Dissertation. München, Ludwig-Maximilians-Universität, München. Forstwissenschaftliche Fakultät
- Schuster, R.; Oberhuber, W. (2013):** Drought sensitivity of three co-occurring conifers within a dry inner Alpine environment. *Trees* 27 (1), S. 61-69. DOI: 10.1007/s00468-012-0768-6
- Schwappach, A. F. (1909):** Untersuchungen in Mischbeständen. Zeitschrift für das Forst- und Jagdwesen 41
- Schwappach, A. F. (1914):** Untersuchungen in Mischbeständen. Zeitschrift für das Forst- und Jagdwesen 46
- Spatz, S. (2015):** Vergleichende Analyse morphologischer und holzqualitätsbestimmender Merkmale in Rein- und Mischbeständen aus Fichte (*Picea abies* (L.) Karst) und Kiefer (*Pinus sylvestris* L.). Masterarbeit. München, Technische Universität, Freising. Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Studienfakultät für Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement
- Taeger, S.; Fussi, B.; Konner, M.; Menzel, A. (2013):** Large-scale genetic structure and drought-induced effects on European Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. *Europ. J. of Forest Research* 132 (3), S. 481-496. DOI: 10.1007/s10342-013-0689-y
- Taeger, S.; Jantsch, M.; Kölling, C. (2016):** Einfluss besonderer Standortfaktoren auf die Baumartenwahl. *AFZ-Der Wald* (4), S. 18
- Taeger, S.; Kölling, C. (2016):** Standortinformationssystem BaSIS. *AFZ-Der Wald* (4), S. 10-13. Online verfügbar unter www.forst-praxis.de
- Thünen-Institut (2016):** Dritte Bundeswaldinventur – Ergebnisdatenbank, Mai 2016
- Wiedemann, E. (1948):** Die Kiefer 1948; waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen. Hannover: M. & H. Schaper, 337 S.
- Zang, C. (2011):** Growth reactions of temperate forest trees to summer drought – a multispecies tree-ring network approach. Dissertation. München, Technische Universität, Freising. Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt

Mehr Mischung, mehr Produktivität

Forschungsergebnisse der Waldwachstumskunde beweisen positive Zusammenhänge zwischen Baumartenvielfalt und Produktivität

Hans-Joachim Klemmt

In einem viel beachteten Aufsatz im renommierten Wissenschaftsjournal Science ist es einem internationalen Forscherverbund, in den die TU München (Lehrstuhl für Waldwachstumskunde) und die LWF miteingebunden waren, gelungen, die positiven Effekte zwischen Baumartenvielfalt und Produktivität grundlegend nachzuweisen. Die Studie zeigt global einen positiven Zusammenhang zwischen der Biodiversität und der Produktivität von Wäldern. Baumartenverarmung löst demnach signifikante Produktivitätsverluste aus. Dagegen kann die Umwandlung von Reinbeständen in Mischbestände hohe Produktivitätsgewinne erbringen.

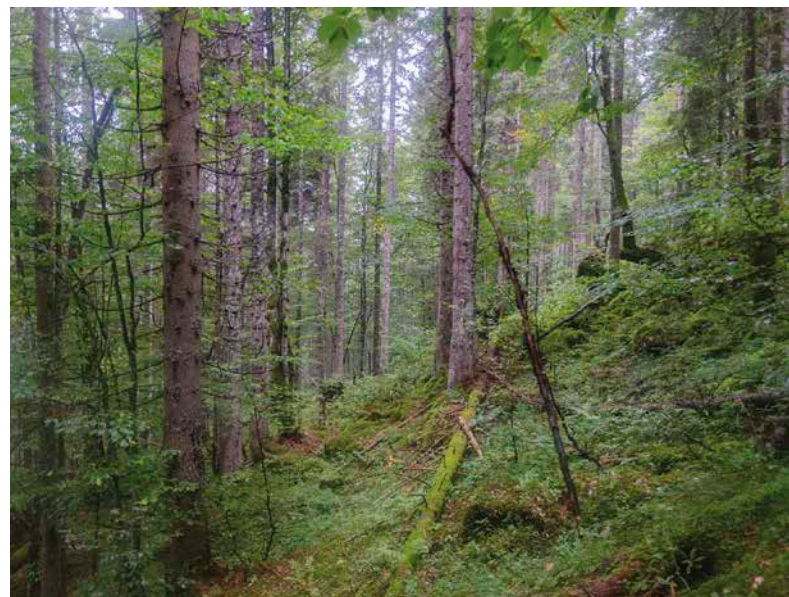
Seitdem sich Karl Gayer zu einer Zeit, als die Reinbestandswirtschaft sehr überschätzt wurde, in seinem berühmten Waldbaulehrbuch vehement für die Begründung und Pflege der Mischbestockung eingesetzt hatte, haben Forstwissenschaftler die Wuchsdynamik und die Leistung verschiedener Mischbestandstypen untersucht (Kramer 1988). Die Erkenntnisse aus Mischbestandsuntersuchungen ließen sich bisher nur schwer generalisieren. Gründe hierfür sind Unterschiede in der Mischung, im Alter sowie in den Wuchsrelationen und Standortansprüchen der beteiligten Baumarten. Daher waren die Vergleiche von Zuwächsen und Vorräten von Rein- und Mischbeständen in der Vergangenheit nicht einheitlich bzw. konnten Unter-

schiede bisher nur unzureichend quantifiziert werden. Um diese Erkenntnislücke zu schließen, hat sich ein international besetzter Forscherverbund unter Leitung von Professor Liang (West Virginia University, Morgantown, USA) zum Ziel gesetzt, die Zusammenhänge zwischen Produktivität und Baumartenvielfalt grundlegend zu untersuchen. Maßgeblich mit eingebunden waren in diesen Verbund Prof. Dr. Hans Pretzsch (Leiter des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde der TU München) sowie Susanne Brandl (Mitarbeiterin in Abteilung »Boden und Klima« der LWF). Die Ergebnisse der Forschungsaktivitäten mündeten 2016 in einem vielbeachteten, wissenschaftlichen Aufsatz im Wissenschaftsjournal Science (Liang et al. 2016).

490 Mrd. US-Dollar Verlust – jährlich
Grundlage für die weltumspannende Untersuchung bildeten im Wesentlichen Forstinventurdaten von 770.000 Inventurpunkten in 44 Ländern der Erde. Einbezogen wurden hierbei 8.737 verschiedene Baumarten in allen waldbedeutsamen Vegetationszonen der Erde. Mit Hilfe dieser Daten wurden mit geostatistischen Methoden räumlich basierte, gemischte Modelle entwickelt und angepasst. Die Ergebnisse der Studie zeigen positive Zusammenhänge zwischen der Baumartenvielfalt und der Produktivität von Waldbeständen. Die Autoren folgern daraus, dass ein Rückgang der Baumartenanzahl auf der Fläche mit deutlichen Rückgängen in der Produktivität einhergeht, während in Mischbestände umgewandelte Monokulturen signifikant höhere Holzuwächse erbringen können. Aufbauend auf den Ergebnissen zur globalen Naturalentwicklung wurde ein hypothetischer jährlicher Verlust von 490 Milliarden US-Dollar errechnet, wenn sich weltweit betrachtet baumartenreiche Mischbestände immer mehr zu baumartenärmeren Mischbeständen oder zu Reinbeständen entwickeln, wie in den vergangenen Jahren immer mehr zu beobachten war.



1 Fichten-Reinbestand im Tertiären Hügelland Foto: W. Pförtsch, AELF Bayreuth



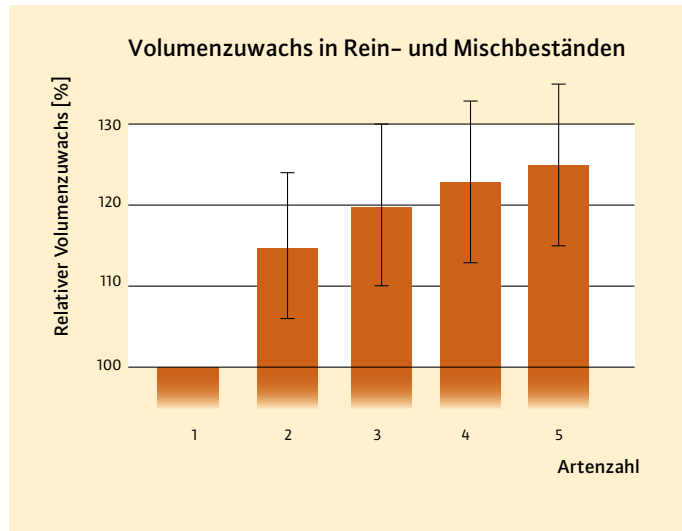
2 Bergmischwald in der Nähe von Kreuth Foto: W. Pförtsch, AELF Bayreuth

Ergebnisse für die Forstpraxis

Seit rund 150 Jahren existiert in Bayern und Deutschland ein Netz langfristig angelegter, ertragskundlicher Versuchsfelder. Aufgrund der konsequenten, kontinuierlichen Betreuung und Auswertung dieser Flächen können die generellen Ergebnisse der eingangs vorgestellten Studie weiter konkretisiert werden. In Pretzsch (2016) sind die Effekte von Baumartenmischung auf Zuwachs und Vorratshöhe von Waldbeständen für die Forstpraxis aufbereitet dargestellt.

Zuwachsniveau steigt mit der Zahl der Mischbaumarten

Die letzte Bundeswaldinventur hat für Bayern gezeigt, dass Reinbestände an Fläche verlieren, während gemischte Bestände deutlich an Fläche gewonnen haben. Aktuell sind circa 15% der Waldfläche in Bayern mit lediglich einer Baumart bestockt. Eine Auswertung der Inventurpunkte in Bayern zeigt, dass in bayerischen Privatwäldern im Durchschnitt rund zwei Baumarten je Inventurpunkt gefunden wurden. Der Vergleichswert für die öffentlichen Wälder Bayerns liegt mit circa drei Baumarten nach der letzten Bundeswaldinventur etwas höher (LWF2014). Abbildung 3 zeigt den Effekt der Baumartenzahl in Beständen auf das Zuwachsniveau. Betrachtet man zunächst nur die Mittelwerte, so erkennt man, dass das Zuwachsniveau in Beständen mit mehr als einer Baumart deutlich höher liegt als in ungemischten Beständen mit lediglich einer Baumart. Es wird allerdings auch ersichtlich, dass sich die Zuwächse durch das zusätzliche Einmischen weiterer Baumarten nicht unendlich steigern lassen. Pretzsch (2016) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass es hierzulande praktisch keine gesicherten waldwachstumskundlichen Erkenntnisse zu Mischungen mit mehr als vier Baumarten gibt.



3 Schematische Darstellung der Veränderung des Bestandeszuwachses mit zunehmender Artenzahl (verändert nach Pretzsch 2016)

Mischung bringt bis zu 30 % mehr Zuwachs

Zur Schätzung von Zuwächsen in Mischbeständen werden derzeit in der Forstpraxis häufig Reinbestandsertragstabellen auch auf Mischbestände angewendet. Dabei werden die Anteile der einzelnen Baumarten in der Regel nach dem Flächenanteilsverfahren nach Laer gewichtet und verrechnet (beschrieben in Kramer und Akca 2008). Hierbei wird allerdings unterstellt, dass Mischung einen rein additiven Effekt auf den Zuwachs und indirekt auf die Vorratshöhen hat. Neuere Forschungsergebnisse weisen allerdings auf multiplikative Effekte hin, weshalb Zuwächse und Bestandesdichten in Mischbeständen deutlich über dem gewichteten Mittel von Reinbeständen (auf gleichen Standorten) liegen können. Pretzsch führt hierzu aus, dass Artenmischungen den Zuwachs im Vergleich zum flächengewichteten Mittel entsprechender Reinbestände um 11 bis 30% erhöhen können. In Abbildung 3 symbolisieren die oberen bzw. unteren Rahmen die jeweiligen Grenzen. Ob sich in einem gemischten, gleichaltrigen Bestand das

Zuwachsniveau eher an der Obergrenze oder Untergrenze des Rahmens bewegt, hängt von der Nischenkomplementarität der in Beständen gemischten Baumarten ab. Werden Bäume mit relativ ähnlichen ökologischen Nischen zusammen ausgebracht (z. B. Fichte und Buche), so bewegen sich die Zuwachssteigerungen eher im unteren Bereich des jeweiligen Rahmens. Werden hingegen Baumarten mit unterschiedlichen ökologischen Nischen gemischt (z. B. Kiefer und Buche), können deutlich höhere Zuwachssteigerungen erreicht werden.

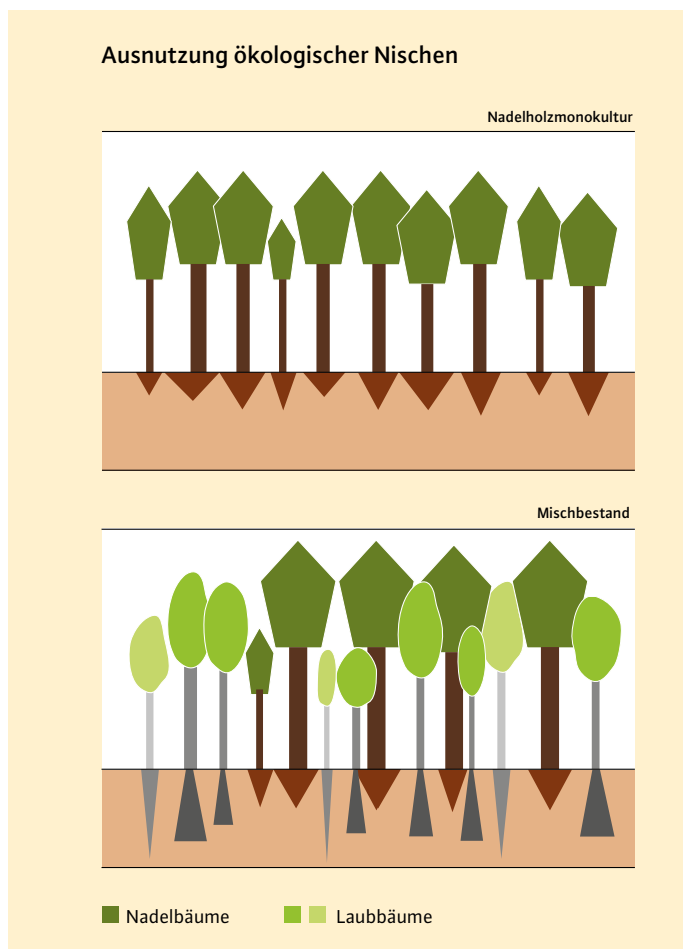
Mischbaumarten mit unterschiedlichen ökologischen Nischen

Nach Pretzsch (2016) können Mischbestände mit zunehmender Komplementarität der ökologischen Nischen ihrer Baumarten auch höhere Bestandesdichten erreichen als Reinbestände. Komplementarität kann erreicht werden durch die Mischung von Licht- und Schattbaumarten, Nadel- und Laubbaumarten, Flach- und Tiefwurzlern, früh- und spätaustreibenden Baumarten oder durch die Beimischung von stickstoffbindenden Arten. In Mischbeständen können bei gleicher Bestandeshöhe um etwa 10% bis 30% mehr Bäume, höhere Grundflächen und Vorräte stehen. Abbildung 4 verdeutlicht dies noch einmal schematisch für einen Reinbestand (oben) im Vergleich zu einem Mischbestand mit drei komplementären Arten.

»Science« und der Impact Factor

Science ist die Fachzeitschrift der American Association for the Advancement of Science (AAAS, Amerikanische Gesellschaft zur Förderung der Naturwissenschaften) und gilt neben Nature als das weltweit wichtigste Journal ihrer Art. Es besitzt einen Impact Factor von 34,661 (2015). Letzterer dient dem Vergleich der Bedeutung wissenschaftlicher Fachorgane und gibt an, wie häufig im Durchschnitt ein in dieser Zeitschrift veröffentlichter Artikel von anderen wissenschaftlichen Artikeln pro Jahr zitiert wird. Mit dem o.g. Wert liegt Science in der Kategorie multidisziplinäre Wissenschaften weltweit an zweiter Stelle (Wikipedia 2017 a, b).

4 Schematische Darstellung einer Nadelholzmonokultur (oben) und eines Mischbestandes (unten), aufgebaut aus drei komplementären Arten zur besseren Ausnutzung der ökologischen Nischen



Die dargestellten Zahlen für Zuwachserhöhungen bzw. Vorraterhöhungen von gleichaltrigen, gemischten Beständen im Vergleich zu Reinbeständen münden im zitierten Aufsatz in tabellarisch zusammengestellten Korrekturfaktoren für Reinbestandsertragstafeln. In Verbindung mit Korrekturfaktoren aufgrund verbesserter Wachstumsbedingungen lassen sich so auf Basis von Reinbestandsertragstafeln realistische Größenordnungen für Zuwächse und Vorräte in Rein- und Mischbeständen für aktuell vorherrschende Wuchsbedingungen ableiten.

Ausblick

Die angesprochenen Korrekturfaktoren stellen nur ein vorläufiges Hilfsmittel für die Forstpraxis dar. Sie ermöglichen nur eine grobe Abschätzung wichtiger Zustands- und Veränderungsgrößen für forstpraktische Zwecke. Zukünftig gilt es, die generell gewonnenen Erkenntnisse zum Wachstum von gemischten Beständen weiter zu erforschen. Eine weitere

Präzisierung nach aktuell vorherrschenden bzw. vor dem Hintergrund des Klimawandels als zukünftig wichtig erachteten Baumarten muss vorangetrieben werden. Zudem wird eine weitere Konkretisierung nach Standorten in einer Codierung, die der Praxis zugänglich ist und die potenzielle Änderungen aufgrund klimatischer Änderungen berücksichtigt, von Seiten der Forstpraxis erwünscht. Dank der Existenz sowie der konsequenten Weiterentwicklung langfristig angelegter, ertragskundlicher Versuchsflächen in Verbindung mit flächenhaft verfügbaren, weniger hochaufgelösten Daten aus Forstinventuren verfügt die Forstwissenschaft über entsprechende Datenquellen, die es ermöglichen, das Waldwachstum im komplexen Ökosystem Wald zu durchdringen und die auch zukünftig wertvolle, zuverlässige Grundlagen für die praktische Waldbewirtschaftung zu liefern.



5 Mischbestände können bis zu 30% mehr leisten als Reinbestände Foto: J. Böhm

Zusammenfassung

Baumartenvielfalt und Produktivität hängen positiv zusammen. Dies grundlegend nachzuweisen ist einem internationalen Forscherverbund im Jahr 2016 gelungen. Dank der Existenz langfristiger ertragskundlicher Versuchsflächen ist es möglich, diese generellen Erkenntnisse für Bayern und Deutschland weiter zu konkretisieren. Gegenüber Reinbeständen liegen aktuell Zuwächse und Vorräte in gleichaltrigen, einstufigen gemischten Beständen circa 10% bis 30% über den Werten von Reinbestandsertragstafeln. Die Werte steigen mit zunehmender Komplementarität der gemischten Baumarten. Aufgrund der besseren Möglichkeit der Ressourcennutzung nimmt die Komplementarität zum Beispiel bei der Mischung von Licht- und Schattbaumarten, Nadel- und Laubbaumarten, Flach- und Tiefwurzlern zu. Die Ableitung der angeführten Zahlenwerte wird für hiesige Wachstumsverhältnisse durch die Auswertung von langfristig angelegten, ertragskundlichen Versuchen sowie von Forstinventurdaten möglich.

Literatur

- LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2014): Nachhaltig und naturnah. Wald und Forstwirtschaft in Bayern. Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. LWF spezial, 34 S.
- Kramer, H. (1988): Waldwachstumslehre. Parey, 531 S.
- Kramer, H.; Akca, A. (2008): Leitfaden zur Waldmesslehre. Sauerländer, J.D., 5. Auflage, 280 S.
- Liang, J.; Crowther, T.W.; Picard, N.; Wiser, S.; Zhou, M.; Alberti, G.; Schulze, E.D.; McGuire, A.D.; Bozzato, F.; Pretzsch, H.; de-Miguel, S.; Paquette, A.; Hérault, B.; Scherer-Lorenzen, M.; Barret, C.B.; Glick, H.B.; Hengeveld, G.M.; Nabuurs, G.J.; Pfautsch, S.; Viana, H.; Vibriens, A.C.; Ammer, C.; Schall, P.; Verbyla, D.; Tchebakova, N.; Fischer, M.; Watson, J.V.; Chen, H.Y.H.; Lei, X.; Schelhaas, M.J.; Lu, H.; Gianelle, D.; Parfenova, E.I.; Salas, C.; Lee, E.; Lee, B.; Kim, H.S.; Bruelheide, H.; Coomes, D.A.; Piotta, D.; Sunderland, T.; Schmid, B.; Gourlet-Fleury, S.; Sonké, B.; Tavani, R.; Zhu, J.; Brandl, S.; Vayreda, J.; Kitahara, F.; Searle, E.B.; Neldner, V.J.; Ngugi, M.R.; Baraloto, B.; Frizzera, L.; Balazy, R.; Oleksyn, J.; Zawila-Niedzwiecki, T.; Bouriaud, O.; Bussotti, F.; Finér, L.; Jaroszewicz, B.; Jucker, T.; Valladares, V.; Jagodzinski, A.M.; Peri, P.L.; Gonmadje, C.; Marthy, W.; O'Brien, T.; Martin, E.H.; Marshall, A.R.; Rovero, F.; Bitariho, R.; Niklaus, P.A.; Alvarez-Loayza, P.; Chamuya, N.; Valencia, R.; Mortier, F.; Wortel, V.; Engone-Obiang, N.L.; Ferreira, L.V.; Odeke, D.E.; Vasquez, R.M.; Lewis, S.L.; Reich, P.B. (2016): Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science* 354: 12 S. DOI: 10.1126/science.1237437
- Pretzsch, H.; Uhl, E.; Nickel, M.; Steinacker, L.; Schütze, G. (2016): Die lange Geschichte der ertragskundlichen Versuchsflächen in Bayern. LWF Wissen 76, S. 7–30
- Pretzsch, H. (2016): Ertragstafel-Korrekturfaktoren für Umwelt- und Mischungseffekte. *AFZ-Der Wald* 14, S. 47–50
- Wikipedia (2017a): Science. <https://de.wikipedia.org/wiki/Science>
- Wikipedia (2017b): Impact Factor. https://de.wikipedia.org/wiki/Impact_Factor

Autor

Dr. Hans-Joachim Klemmt leitet die Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
Kontakt: Hans-Joachim.Klemmt@lwf.bayern.de

Douglasie: eine leistungsstarke und klimarobuste Mischbaumart

Buchenbeimischung steigert Wachstum und Stabilität der Douglasie

Eric Andreas Thurm, Enno Uhl und Hans Pretzsch

Der Umgang mit der Douglasie als nichtheimische Art wird seit geraumer Zeit kontrovers diskutiert. So wird sie beispielsweise vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) aufgrund eines möglichen Invasionspotenzials auf der Schwarzen Liste geführt. Der Deutsche Verband Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA) hat sich hingegen bewusst für einen Anbau der Douglasie ausgesprochen, denn sie zeichnet sich durch ihre hohe Zuwachsleistung und ihre höhere Trockenheitstoleranz im Vergleich zur Fichte aus.



Die Empfehlung des Deutschen Verbands Forstlicher Forschungsanstalten DVFFA richtet sich auf die Beteiligung der Douglasie in Mischung mit anderen Baumarten, insbesondere mit der Buche. Die Baumartenmischung Buche-Douglasie ist zwar schon seit einiger Zeit in geringem Anteil in den deutschen Wäldern zu finden, dennoch ist bisher wenig über das Zuwachsverhalten der beiden Baumarten in Mischung veröffentlicht worden. In den vergangenen drei Jahren hat sich der Lehrstuhl für Waldwachstumskunde im Rahmen eines von der Bayerischen Forstverwaltung geförderten Projekts intensiv mit Mischbeständen aus Buche und Douglasie auseinandergesetzt. Ziel dieser Forschungsarbeit war es, die Wechselwirkungen zwischen Douglasie und Rotbuche und ihre Effekte auf Zuwachsverhalten und Resilienz zu beleuchten, die Ergebnisse zu interpretieren und Möglichkeiten für waldbauliche Behandlungsprogramme aufzuzeigen.

Nachdem sich für einige Baumarten (z. B. Buche-Fichte oder Buche-Eiche) gezeigt hat, dass in Mischbeständen ein höherer Zuwachs als in Reinbeständen zu erwarten ist (Pretzsch et al. 2013; Pretzsch et al. 2010), wurde dies zunächst auch für die Mischung aus Buche und Douglasie angenommen. Um dies zu verifizieren, legte der Lehrstuhl für Waldwachstumskunde an verschiedenen Standorten in Bayern und Rheinland-Pfalz temporäre Versuchsflächen an und analysierte den Zuwachs von Buchen und Douglasien in Rein- und Mischbeständen. Auch bei dieser Baumartenkombination stellte sich ein höherer Volumenertrag von rund 8% ein (Thurm und Pretzsch 2016). Abbildung 2 zeigt den Verlauf des Zuwachses in Abhängigkeit des Mischungsanteils

1 Deutlich überragt die Douglasienkrone die Buchen. So kann die Douglasie ihre hohe Lichtnutzungseffizienz voll ausspielen. Die Buche als Schattbaumart hingegen kann immer noch das einfallende Streulicht in spürbares Wachstum umsetzen. Foto: B. Tuerk, clipdealer.de

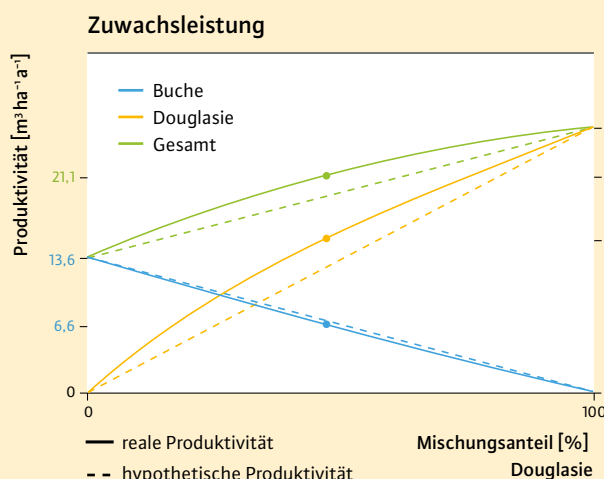
der Douglasie. Der Douglasien-Anteil von 0% spiegelt den Buchen-Reinbestand mit 13,6 Vorratsfestmetern (Vfm) Zuwachs pro Jahr wider, 100% Douglasien Anteil steht für den Douglasie-Reinbestand mit 26,1 Vfm Zuwachs. Der Mischbestand (dickere, obere Linie) in der aktuellen Untersuchung besaß einen durchschnittlichen Mischungsanteil von 47% Douglasien und produzierte 21,1 Vfm, was einem Mehrzuwachs von 8% bzw. 1,63 Vfm entspricht. Die gestrichelten Linien zeigen die rechnerische Produktivität, welche sich aus den Reinbeständen ergeben würden. Die dünneren Linien stellen die Leistung von Buche und Douglasie am Mischbestandszuwachs dar. Beim Zustandekommen des Mehrzuwachses zeigte die Mischung beider Baumarten jedoch einige Besonderheiten.

Zuwachssteigerung durch Mischung

Ausgangspunkt der Untersuchung waren sogenannte Triplets. Diese bestehen aus Untersuchungseinheiten mit jeweils einem Douglasien-Reinbestand, einem Buchen-Reinbestand und einem Mischbestand beider Arten. Die Bestände standen in unmittelbarer Nähe zueinander (rund 200 m Entfernung) und waren dem Bestandsalter und dem Standort nach identisch. Somit konnte für jedes Triplet verglichen werden, wie sich die jeweilige Baumart im Rein- und im Mischbestand verhält.

Mehrzuwachs

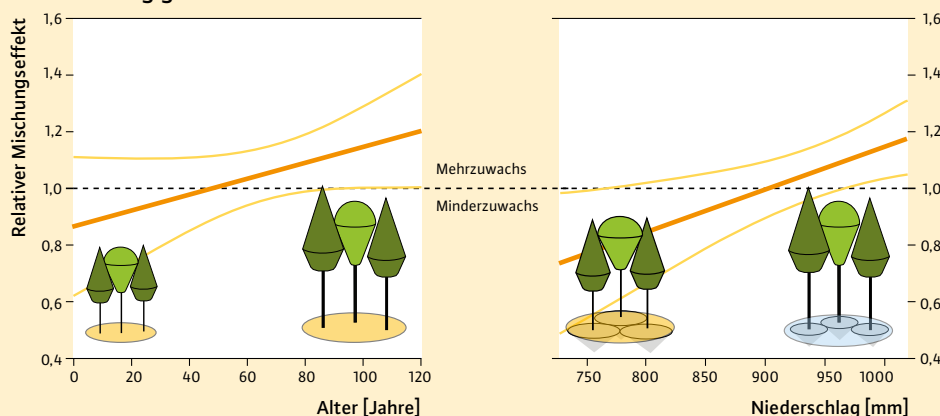
Der Mehrzuwachs ist eine rechnerische Größe, die aus dem Vergleich des Zuwachses eines hypothetischen Mischbestandes (zusammengesetzt aus der Leistung der beiden Reinbestände, gewichtet mit den Baumartenanteilen) mit dem tatsächlich gemessenen Zuwachs im Mischbestand abgeleitet wird. Es hat sich bewährt, diese Mehr- oder auch Minderzuwächse durch ein Kreuzdiagramm darzustellen (Abbildung 2). Bei gegebenem Mischungsanteil (x-Achse) kann dort der gemessene Zuwachs im Mischbestand abtragen (grüne Kurve) und mit dem hypothetischen Mischbestand (grün gestrichelte Linie) verglichen werden. Wenn der Mischbestandszuwachs den zuwachsstärksten Reinbestand übertrifft, wird dies als transgressiver Mehrzuwachs bezeichnet. Besonders bei Buche und Douglasie sind aber die Leistungsdifferenzen der Baumarten so groß, dass dies kaum zu erwarten ist.



2 Verlauf des Zuwachses anhand des Mischungsanteils der Douglasie

3 Verlauf des Mehrzuwachses in Douglasien-Buchen-Mischbeständen gegenüber Reinbeständen in Abhängigkeit a) Bestandsalter (li.) und b) Jahresniederschlag (re.)

Abhängigkeit des Mehrzuwachses

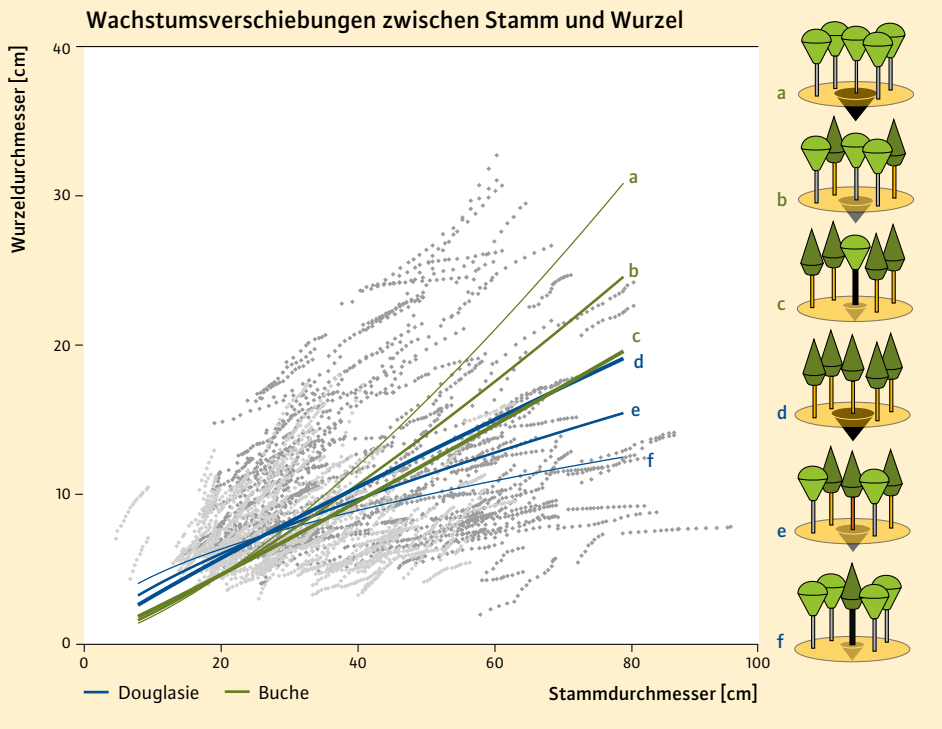


Die Anlage dieser Triplets erfolgte auf unterschiedlichen Standorten und in verschiedenen Altersklassen. Es spannten sich so ein Standortsgradient vom Feuchten zum Trocknen und ein Altersgradient von 30 bis 120 Jahre auf. Mit Hilfe der Gradienten konnte neben dem generellen Mehrzuwachs im Mischbestand aufgezeigt werden, dass der Mehrzuwachs insbesondere auf Standorten mit höherem Niederschlag und bei höherem Bestandsalter auftritt (Abbildung 3). Diese Zuwachssteigerung wird dabei im Wesentlichen durch ein stärkeres Dickenwachstum der Douglasie getragen. Die Buche zeigte ein verhältnismäßig gleiches Wachstumsverhalten im Rein- und im Mischbestand. Sie trägt erst im hohen Alter zum Mehrzuwachs im Mischbestand bei.

Die Struktur macht den Unterschied

Warum verbessert aber nun die Mischung der Baumarten den Zuwachs? Hierzu bestehen unterschiedliche Theorien, wie die einzelnen Baumarten von der Mischung profitieren: Ist es eine Verbesserung (Faszilitation) des Nährstoffangebots wie bei Douglasie und Roterle (*Alnus rubra*)? Oder ist es eine bessere Ausnutzung von Licht oder Wasser wie bei Buche und Kiefer (*Pinus sylvestris*) (Komplementarität)?

Grundsätzlich zeigt sich in der aktuellen Mischbestandsforschung, dass es einen einzigen Mischungseffekt, der für alle Baumartenkombinationen zutrifft, nicht gibt. Die Eigenschaften der jeweils gemischten Baumarten führen zu unterschiedlichen Mischungseffekten und verbessern bzw. verschlechtern die Ressourcenaufnahme der Baumindividuen. Die limitierend wirkende Ressource bestimmt letztlich auch die Abhängigkeit des Mehrzuwachses vom Standort.



4 Verschiebung des Wachstums zwischen Stammdurchmesser und Wurzel Durchmesser in Abhängigkeit der umgebenden Mischung von Buche und Douglasie; (a,d) 100 % intraspezifische Konkurrenz für den Baum – Reinbestand, (b,e) 50 % intraspezifische Konkurrenz für den Baum – Baum ist von eigenen Arten und der anderen Art umgeben, (c,f) 100 % interspezifische Konkurrenz für den Baum

Douglasie gewinnt im Licht, Buche ist im Schatten stark

Bei der Mischung von Buche und Douglasie hat sich gezeigt, dass besonders die Höhenstrukturierung den Mischungseffekt bestimmt (Thurm und Pretzsch 2016). So finden sich im Alter von 100 Jahren problemlos Bestände, in denen die Douglasie ($h_{100} = 46$ m) die Buche ($h_{100} = 36$ m) um 10 m überragt. Die Douglasie als Baumart mit einer sehr hohen Lichtnutzungseffizienz kann diese »Freistellung« des oberen Kronenbereiches effektiv nutzen. Die Buche mit ihrem niedrigen Lichtkompensationspunkt ist dennoch in der Lage, auch das einfallende Streulicht noch effizient umzusetzen. Das Licht ist bei dieser Mischung offenbar der limitierende Faktor beider Baumarten. Damit erklärt sich, dass mit höherem Alter und größerer Höhenstrukturierung der Mischungseffekt zunimmt. Der Standort hat einen ähnlichen Effekt: Auf einem besseren Standort gewinnt die Douglasie an Wuchsvorsprung und durch die somit stärkere Strukturierung stellt sich ein höherer Mehrzuwachs ein.

Die biologisch getriebene Strukturierung bietet neben der besseren Lichtausnutzung einen weiteren Vorteil: Die in Mischbeständen auftretende horizontale Struktur führt zu einer Qualifizierung der Stämme, die in Reinbeständen nur durch aufwendige Pflegemaßnahmen zu erreichen ist (Pretzsch und Rais 2016).

Wenn das Licht im Mischbestand limitierend wirkt, stellt sich die Frage, wie die beiden Baumarten im Boden interagieren. Allgemein wird gelehrt, dass sich die Streu verbessert, wenn ein Nadelbaum mit einem Laubbaum gemischt wird. Fakt ist, dass die Douglasie keine so ungünstige Streu hat (Edmonds 1980; Augusto et al. 2002). Auch der positive Effekt der höheren Struktur der gemischten Nadel-Laub-Streu ist bei weitem nicht so ausgeprägt, wie es häufig vermutet wird. Es sind vielmehr die veränderten Umweltbedingungen und die faunistische Zusammensetzung, die im Mischbestand für eine schnellere Umsetzung sorgen (Berger und Berger 2014) (Prietz in diesem Heft).

Mehr Stamm-, weniger Wurzelwachstum

Ein wichtiger Aspekt bei Buche und Douglasie ist vielmehr, dass sich beide Baumarten in der Nährstoffaufnahme ergänzen, weil unterschiedliche Nährstoffe für ihre Versorgung wichtig sind (Pretzsch et al. 2014). Diese Konkurrenzmindern im Boden ermöglicht es, dass die Bäume verstärkt in das oberirdische Wachstum investieren können.

Bei unseren Untersuchungen an Wurzel und Stamm der Bäume (Abbildung 4) konnten wir feststellen, dass im Vergleich zum Reinbestand Bäume im Mischbestand eher in das Dickenwachstum des Stammes und weniger in das Dicken-

wachstum der Grobwurzeln investieren (Thurm et al. 2017). Im Reinbestand, wo die intraspezifische Konkurrenz 100% beträgt, ist der Wurzel Durchmesser im Verhältnis zum Stammdurchmesser stets größer als in Mischungssituationen, wo der untersuchte Baum von Individuen der eigenen und der anderen Art umgeben ist (50% intraspezifische Konkurrenz). Am geringsten ist jeweils der Wurzel Durchmesser, wenn der untersuchte Baum ausschließlich von der anderen Art (100% interspezifische Konkurrenz) umgeben ist. Demnach zeigt ein höherer Mischungsanteil bei beiden Baumarten eine Verschiebung der Kurve zugunsten des Stammwachstums.

Dieses veränderte Spross-Wurzel-Verhältnis zugunsten des Stammwachstums war auch im Hinblick auf andere Einflussfaktoren festzustellen. So zeigen Douglasien auf besseren Standorten ein geringeres Wurzelwachstum als auf schlechteren Standorten. Eine geringere Bestandsdichte beeinflusst die Stamm-Wurzel-Relation ähnlich zu Gunsten des Stammes. Dass die Mischung den gleichen positiven Einfluss auf das Stammwachstum hat, konnte mit der aktuellen Studie jedoch zum ersten Mal festgestellt werden. Der Vergleich von Standortgüte und Bestandsdichte zeigt jedoch, welche positive Wirkung die Mischung von Buche und Douglasie auf die Bäume ausübt.

Mischung verkürzt die Erholungszeit

Ein weiterer Teil unserer Arbeit befasste sich mit dem Einfluss von Trockenstress auf das Zuwachsverhalten (Thurm et al. 2016). Dazu untersuchten wir die Jahrringzuwächse der Stämme mit Hilfe von Bohrkernen. Betrachtet wurden die stärksten Trockenereignisse zwischen 1950 und 2010 und dahingehend analysiert, wie stark der Grundflächenzuwachs des Einzelbaumes im Trockenjahr einbricht und wieviel Zeit die Baumarten benötigen, um sich wieder auf ihr Niveau vor dem Trockenereignis einzufinden.

Dabei stellte sich heraus, dass die Mischung keinen Einfluss auf den Zuwachseinbruch im Trockenjahr hat. Abbildung 5 beschreibt den relativen Zuwachseinbruch innerhalb der Jahrringe von Buche und Douglasie im Rein- und Mischbestand in Trockenjahren und die anschließende Erholungsphase. Der Einbruch zeigt den Zuwachsverlust gegenüber dem durchschnittlichen Zuwachs an (orange Linie). Die aufstrebenden Linien stellen dar, wann sich die Bäume wieder von einem Trockenjahr erholen und sich auf dem Wachstumsniveau vor dem Trockenstress befinden. Die Douglasien brechen im Reinbestand prozentual etwas mehr ein, besitzen aber auch ein generell höheres Wachstumsniveau als die Buchen. In der Erholungsphase regenerierten sich die Douglasien im Mischbestand jedoch etwas schneller als die Douglasien im Reinbestand. Die Buchen benötigten im Mischbestand eine längere Erholungszeit. Wir vermuten, dass eine zeitlich verzögerte Wassernutzung im Folgejahr die Ursache ist. Die Douglasie als immergrüne Baumart fängt mit der Transpiration an, sobald es die Witterungsbedingungen erlauben. Die Buche beginnt erst wieder mit der Transpiration ab Laubaustrieb. Das bedeutet: Im Mischbestand kann die Douglasie bei günstigen Bedingungen im Frühjahr frühzeitig ihre Reserven wieder auffüllen, das jedoch ohne Konkurrenz der noch nicht ausgetriebenen Buche. In den jeweiligen Reinbeständen beginnen

die beiden Baumarten jeweils gleichzeitig zu transpirieren. Die Douglasie, die im Vergleich zur Fichte generell eine bessere Trockenheitsresistenz hat, profitiert also zusätzlich von der Buchenmischung nach Trockenphasen.

Schlussfolgerungen für die Bewirtschaftung

Unsere Studie hat gezeigt, dass die Mischung von Buche und Douglasie positive Effekte nach sich zieht. Das Wachstum der Douglasie wird gesteigert und das Wachstum der Buche bleibt mindestens konstant. Einen durchschnittlichen Bestandszuwachs von 21 Vorratsfestmetern je Hektar und Jahr ($V_{fm} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) im Alter von 60 Jahren auf guten Standorten erreichen sicherlich nur wenige Bestandstypen in Mitteleuropa. Im Hinblick auf eine prognostizierte Nadelholzverknappung stellt die Douglasie damit eine sinnvolle Alternative zur Fichte dar. Hohe Niederschläge fördern dabei den Mischungseffekt zusätzlich. Im besonderen Maße ist es das Alter, das zu einem Mehrzuwachs von Mischbeständen gegenüber Reinbeständen führt. Die Mischung braucht Zeit, um einen Mischbestandseffekt auszubilden (unabhängig davon, wie der Mischungseffekt zustande kommt).

Eine weitere waldbauliche Konsequenz ist, dass Buchen-Douglasien-Mischbestände aufgrund der besseren Lichtausnutzung in höheren Bestandsdichten gehalten werden können, ohne dass dadurch Zuwachsverluste verursacht werden. Diese höheren Dichten erlauben auch im späteren Bestandsalter zusätzliche waldbauliche Spielräume. Aufgrund der starken Dominanz der Buche im Jugendalter empfiehlt es sich, die Douglasie truppweise in die Buche einzubringen. Somit erhält man im Altbestand die gewünschte Durchmischung von ein bis maximal drei starken Douglasien, die von Buchen umfasst werden.

Mit Blick auf künftige klimatische Veränderungen zeigt sich die Douglasie ohnehin resistenter als die wichtige einheimische Nadelbaumart Fichte. Die Mischung mit der Buche verschafft ihr noch einen weiteren Stabilitätsvorteil für die Zukunft.

Zusammenfassung

In Rein- und Mischbeständen von Douglasie und Buche wurden die Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Baumarten hinsichtlich Zuwachsverhalten und Resilienz untersucht. Vor allem das Wachstum der Douglasie ist im Mischbestand deutlich höher als im Reinbestand. Der Zuwachs der Buche bleibt in Rein- und Mischbeständen weitgehend gleich. Wegen der besseren Lichtausnutzung sind in Mischbeständen höhere Bestandsdichten möglich, ohne dass es zu Zuwachsverlusten kommt. Nach Zuwachseinbrüchen in Trockenjahren erholen sich Douglasien in Mischbeständen schneller als in Reinbeständen.

Projekt

Das Projekt »Zuwachs- und Wertleistung von Buchen – Douglasien – Mischbeständen in Abhängigkeit von den Standortbedingungen« (W 44) wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanziert.

Partner

Besonderer Dank gilt den Forstbetrieben der Bayerischen Staatsforsten Arnstein, Burglengenfeld, Ottobeuren, Rodingen, Rothenbuch, Rothenburg o. d. T., Wasserburg am Inn, Weißenhorn und Zumarshausen sowie den rheinland-pfälzischen Forstämtern Daun, Johanniskreuz und Westrich, die uns bei der Suche und der Anlage der Versuchsflächen sehr intensiv unterstützt haben.

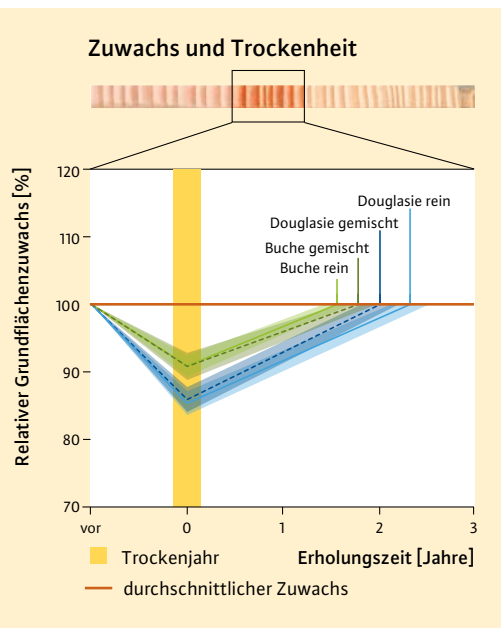
Literatur

- Augusto, L.; Ranger, J.; Binkley, D.; Rothe, A. (2002): Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. In: *Ann. For. Sci.* 59 (3), S. 233–253. DOI: 10.1051/forest:2002020
- Berger, T. W.; Berger, P. (2014): Does mixing of beech (*Fagus sylvatica*) and spruce (*Picea abies*) litter hasten decomposition? In: *Plant and Soil* 377 (1–2), S. 217–234. DOI: 10.1007/s1104-013-2001-9
- Edmonds, R. L. (1980): Litter decomposition and nutrient release in Douglas-fir, red alder, western hemlock, and Pacific silver fir ecosystems in western Washington. In: *Can. J. For. Res.* 10 (3), S. 327–337. DOI: 10.1139/x80-056
- Pretzsch, H.; Bielak, K.; Block, J.; Bruchwald, A.; Dieler, J.; Ehrhart, H.-P. et al. (2013): Productivity of mixed versus pure stands of oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient. In: *Eur J Forest Res* 132 (2), S. 263–280. DOI: 10.1007/s10342-012-0673-y
- Pretzsch, H.; Block, J.; Dieler, J.; Gauer, J.; Götting, A.; Moshhammer, R. et al. (2014): Nährstoffzüge durch die Holz- und Biomassenutzung in Wäldern. Teil 1: Schätz-funktionen für Biomasse und Nährelemente und ihre Anwendung in Szenariorechnungen. In: *Allg. Forst Jagdztg* 185 (11/12), S. 261–285
- Pretzsch, H.; Block, J.; Dieler, J.; Dong, P. H.; Kohnle, U.; Nagel, J. et al. (2010): Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. In: *Annals of Forest Science* 67 (7), S. 712. DOI: 10.1051/forest/2010037
- Pretzsch, H.; Rais, A. (2016): Wood quality in complex forests versus even-aged monocultures. Review and perspectives. In: *Wood Sci Technol* 50 (4), S. 845–880. DOI: 10.1007/s00226-016-0827-z
- Pretzsch, H.; Schütze, G. (2016): Effect of tree species mixing on the size structure, density, and yield of forest stands. In: *Eur J Forest Res* 135 (1), S. 1–22. DOI: 10.1007/s10342-015-0913-z
- Thurm, E. A.; Biber, P.; Pretzsch, H. (2017): Stem growth is favored at expenses of root growth in mixed stands and humid conditions for Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and European beech (*Fagus sylvatica*). In: *Trees* 31 (1), S. 349–365. DOI: 10.1007/s00468-016-1512-4
- Thurm, E. A.; Pretzsch, H. (2016): Improved productivity and modified tree morphology of mixed versus pure stands of European beech (*Fagus sylvatica*) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) with increasing precipitation and age. In: *Ann. For. Sci.* 73 (4), S. 1047–1061. DOI: 10.1007/s13595-016-0588-8
- Thurm, E. A.; Uhl, E.; Pretzsch, H. (2016): Mixture reduces climate sensitivity of Douglas-fir stem growth. In: *Forest Ecology and Management* (376), S. 205–220. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.06.020

Autoren

Eric Andreas Thurm ist Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und bearbeitete das Projekt »Buche Douglasie (W44)« am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde. Enno Uhl koordiniert das langfristige, ertragskundliche Versuchswesen Bayerns am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde. Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Pretzsch leitet den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München.

Kontakt: Eric.Thurm@lwf.bayern.de



5 Relativer Zuwachseinbruch innerhalb der Jahrringe von Buche und Douglasie im Rein- und Mischbestand in Trockenjahren



Die Mutter des Waldes und die Fremde

Douglasien-Buchen-Mischbestände: aus bodenkundlicher Sicht eine attraktive Mischungsoption

Maike Cremer und Jörg Prietzel

Die Anpassung der Wälder Bayerns an den Klimawandel ist ein Kernelement der waldbaulichen Planung. Eine wesentliche Rolle hierbei spielen standortgerechte, stabile und strukturreiche Mischbestände aus Laub- und Nadelbäumen. In diesem Kontext ist auch die Douglasie – vorzugsweise in Mischung mit der Buche – eine wirtschaftlich attraktive Ersatzbaumart für die Fichte, die in zahlreichen Regionen Bayerns durch die Folgen des Klimawandels zunehmend geschwächt wird. Während für Mischbestände von Buche und Fichte mittlerweile eine Fülle an Informationen über deren ökologische Eigenschaften existiert, fehlen derartige Informationen über Mischbestände von Buche und Douglasie bislang fast völlig.

1 Douglasien-Buchen-Bestand in der Abteilung Tännig – die Mischung steht für gesunden Boden, starkes Wachstum und hohe Stabilität. Foto: J. Prietzel

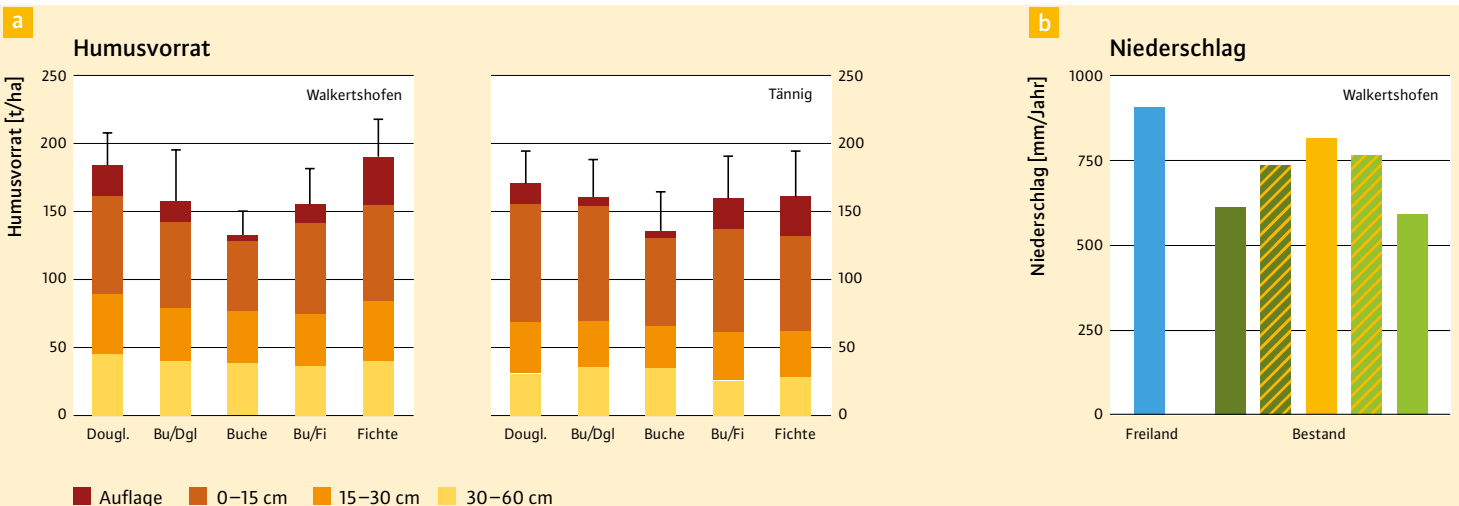
Im Rahmen eines von der Bayerischen Forstverwaltung geförderten Forschungsprojektes untersuchte der Lehrstuhl für Bodenkunde der TU München wichtige ökologische Kenngrößen von Rein- und Mischbeständen aus Buche und Douglasie auf unterschiedlichen Standorten Bayerns und verglich diese mit jenen von Rein- und Mischbeständen aus Buche und Fichte. Die untersuchten Waldorte unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit. Sie repräsentieren sowohl reiche (Südbayern, Lösslehm; z. B. Waldort Wal-

kertshofen) als auch ärmere Standorte (Spessart, Buntsandstein; z. B. Waldort Tännig). In allen Beständen wurden unter anderem das C/N-Verhältnis, der pH-Wert und die Basensättigung der Böden bestimmt sowie die Bodenvorräte an organischem Kohlenstoff (Humus) und Stickstoff quantifiziert. Im monatlichen Rhythmus wurden darüber hinaus die Menge und die Qualität des Bestandesniederschlags und des Unterbodensickerwassers über zwei Jahre hinweg untersucht.

Mischungseffekte auf den Boden sind standortsabhängig

Die untersuchten bodenchemischen Kenngrößen der Rein- und Mischbestände von Buche, Douglasie und Fichte sind sowohl vom Standort als auch vom Bestockungstyp abhängig. Die geringmächtigen Humusauflagen unter Buchenreinbeständen sind weniger sauer und haben höhere Basensättigungen als die mächtigeren Auflagen unter reiner Douglasie und insbesondere unter reiner Fichte. Auf reichen Standorten weist die Humusaufgabe unter reiner Douglasie im Vergleich zum jeweiligen Fichtenreinbestand ein engeres C/N-Verhältnis auf, welches vergleichbar mit jenem unter reiner Bu-

2 Humusvorräte, Niederschlagssummen und Nitratkonzentrationen unter Reinbeständen sowie Mischbeständen an den Waldorten Walkertshofen (Lösslehm) und Tännig (Buntsandstein)





3 Traumpaare Douglasie und Buche: Douglasienzapfen (li.) und Bucheckern (re.) sorgen für den Fortbestand dieses Waldtyps.

Foto: conny-wr, A. Ströbel, pixelio.de

che ist. Im Spessart ist die Humusaufgabe unter reiner Douglasie weniger sauer und reicher an austauschbaren Basenkationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) als unter reiner Fichte (Cremer und Prietzel 2017). Bezüglich Auflagemächtigkeit und bodenchemischen Eigenschaften sind die Buchen-Nadelholz-Mischbestände meist zwischen jenen der entsprechenden Reinbestände einzuordnen; die Buchen-Douglasien- und Buchen-Fichten-Mischbestände unterscheiden sich diesbezüglich kaum voneinander. Die Bodenhumusvorräte der Buchen-Nadelholz-Mischbestände sind im Vergleich mit den Buchenreinbeständen signifikant erhöht (Abbildung 2a): Am Waldort Walkertshofen spiegeln sie die Baumartenanteile wider, am Waldort Tännig liegen sie auf dem Niveau der Humusvorräte unter den Nadelholzreinbeständen.

Wasserhaushalt spiegelt Baumartenanteile wider

Aufgrund des ganzjährig dicht belaubten Kronendachs der Nadelholzreinbestände ist der Bestandesniederschlag unter reiner Douglasie oder reiner Fichte um etwa ein Viertel geringer als jener unter reiner Buche (Abbildung 2b) und auch die Sickerwassermenge ist unter den Nadelholzreinbeständen deutlich geringer als unter reiner Buche. In den Nadelholz-

Buchen-Mischbeständen führt die im Winter im Vergleich zu den Nadelholzreinbeständen deutlich reduzierte Evapotranspiration zu einer Erhöhung von Bestandesniederschlag, Sickerwasserspende und Grundwasserneubildung. Dabei wird allerdings nicht das hohe Niveau der Buchenreinbestände erreicht.

Buchen-Douglasien-Mischwälder reichern Stickstoff im Boden an

Unabhängig vom Standort ist den Untersuchungen zufolge in Mischbeständen von Buche und Douglasie der Stickstoffeintrag aus der Luft im Vergleich zu Reinbeständen dieser Baumarten erhöht. Mit ihrer großen Blattoberfläche filtern diese i. d. R. sehr ausgeprägt strukturierten Mischbestände offenbar Stickstoffverbindungen besonders intensiv aus der Luft (deutlich stärker als Mischbestände von Buche und Fichte) und erhöhen somit den N-Eintrag in den Bestand. Die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser (Abbildung 2c) und auch die Nitratausträge sind unter den Douglasien-Buchen-Mischbeständen hingegen ausnahmslos sehr niedrig und vergleichbar mit jenen unter Buche. Den Ergebnissen zufolge reichert sich der Waldboden unter Buchen-Douglasien-Mischungen derzeit besonders stark mit Stickstoff an.

Zusammenfassung

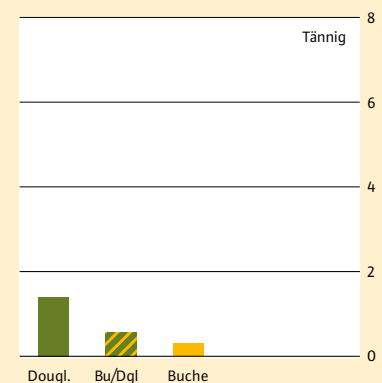
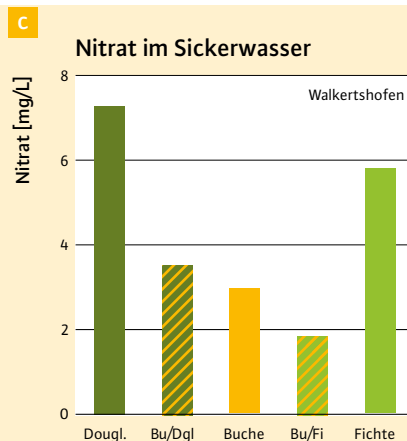
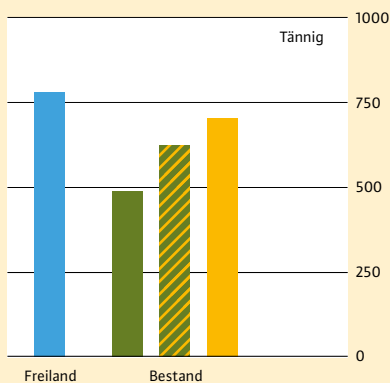
Vor allem unter dem Aspekt der Humuspflge sind Buchen-Douglasien-Mischbestände sehr positiv zu bewerten. Sie speichern mehr organischen Kohlenstoff in stabiler Form im Mineralboden als Nadelholz- oder Buchenreinbestände und ihre Gesamtbodenhumusvorräte sind nur unwesentlich niedriger als jene unter benachbarten Nadelholzreinbeständen, aber deutlich höher als unter Buchenreinbeständen. Auch die Nitratbelastung des Grundwassers ist deutlich geringer als unter Douglasien- oder Fichtenreinbeständen und nur wenig höher als unter reiner Buche. Im »Normalbetrieb« reichern diese Mischbestände offenbar besonders effizient organischen Kohlenstoff (Humus) und Stickstoff in stabiler Form im Mineralboden an. Zudem sind in Buchen-Douglasien-Mischbeständen das Kalamitätsrisiko und die damit verbundene Gefahr einer schlagartigen Freisetzung von z. B. Nitrat in Bodensicker-, Grund- und Oberflächenwasser deutlich geringer als in Reinbeständen von Buche, Douglasie oder Fichte. Buchen-Douglasien-Mischbestände sind demnach für die ökochemische Qualität von Wasser und Boden vorteilhafter als Douglasien- oder Fichtenreinbestände und oftmals nicht schlechter als Buchenreinbestände auf gleichem Standort. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Mischung von Douglasie und Buche zumindest im Hinblick auf die Qualität des Bodens und des Bodensickerwassers eine attraktive Option darstellt.

Literatur

Cremer, M.; Kern, N.V.; Prietzel, J. (2016): Soil organic carbon and nitrogen stocks under pure and mixed stands of European beech, Douglas fir and Norway spruce. For. Eco. Manage. 367, S. 30–40
 Cremer, M.; Prietzel, J. (2017): Soil acidity and exchangeable base cation stocks under pure and mixed stands of European beech, Douglas fir and Norway spruce. Plant Soil, DOI 10.1007/s1104-017-3177-1

Autoren

Maika Cremer ist Dipl.-Biogeografin und bearbeitet als wissenschaftliche Angestellte das Projekt B74 »Vergleichende Analyse wichtiger ökologischer Kenngrößen von Buchen-Douglasien-Misch- und Reinbeständen auf unterschiedlichen Standorten Bayerns« am Lehrstuhl für Bodenkunde der Technischen Universität München. Prof. Dr. Jörg Prietzel vom Lehrstuhl für Bodenkunde leitet das Forschungsprojekt. Kontakt: prietzel@wzw.tum.de



■ Douglasie ■ Bu/Dgl ■ Buche ■ Bu/Fi ■ Fichte

Partner gesucht

Kein anderer Baum im Frankensteinwald leidet so sehr unter dem Klimawandel wie die Fichte – aber es gibt Hoffnung

Die Fichte ist die Charakterbaumart des Frankensteinwaldes. Aber im Zeichen des Klimawandels ist der Waldumbau hin zu Mischbeständen unverzichtbar.

Foto: P. Hagemann

Michael Mößnang

Dürreperioden, Stürme und Borkenkäfer: Die Boten des Klimawandels machen auch im Frankensteinwald den Fichten das Leben immer schwerer. Mit der »Waldinitiative Frankensteinwald« und starken »Sekundanten« stehen Waldbesitzer und Forstleute dem gebeutelten Brotbaum seit Jahren bei.

Wer vom Prinz-Luitpold-Turm auf dem Döbraberg seinen Blick über den Frankensteinwald streifen lässt, wird schnell feststellen: Fichten, soweit das Auge reicht! Über 70 Prozent beträgt der Anteil der Fichten an der Waldzusammensetzung des Frankensteinwaldes. Die Fichte ist aus dem Frankensteinwald nicht mehr wegzudenken. Allerdings setzt der Klimawandel den Fichten seit Jahren arg zu, macht er sich doch mit immer häufigeren Trockenperioden und Sturmereignissen auch im Frankensteinwald deutlich bemerkbar. Im Schlepptau des Klimawandels zieht dann der Borkenkäfer durch die Waldbestände und gibt den Fichten häufig den Todesstoß.

Baum des Jahres: Vom Brotbaum zum Notbaum

Derweil war und ist die Fichte für viele Generationen von Waldbesitzern und Förstern der »Brotbaum« schlechthin. Mit der Klimaerwärmung ist aus dem Brotbaum aber immer mehr ein Problembaum geworden. Und dabei erfahren die Fichte und der Frankensteinwald in diesem Jahr noch besondere Aufmerksamkeit, da die Fichte zum »Baum des Jahres« und der Frankensteinwald zum »Waldgebiet des Jahres« gewählt wurden. Das ist genau der richtige

Zeitpunkt für eine Ehrenrettung, finden Peter Hagemann, Gerhard Lutz und Marco Kunz. Peter Hagemann leitet den Forstbetrieb Rothenkirchen der Bayerischen Staatsforsten, Gerhard Lutz ist stellvertretender Bereichsleiter Forsten am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Kulmbach und Marco Kunz Projektmanager am AELF Kulmbach und verantwortlich für das Projekt »WaldInitiative Frankenwald«.

Die Fichte – Garant für Arbeit und Wohlstand

»Seit etwa 200 Jahren hat die Fichte einen regelrechten Siegeszug durch den Frankenwald geführt. Die Fichte war im Frankenwald vor 300 Jahren noch kaum anzutreffen«, weiß Peter Hagemann. »Die damals vorherrschenden Buchen- und Tannenwälder sind den Übernutzungen der örtlichen Hammer Schmieden und Glashütten und einem europaweiten Holz hunger zum Opfer gefallen.« Günstig für die Fichte war auch das eher raue Klima, das zwischen 1300 und 1900 in Mitteleuropa herrschte und »Kleine Eiszeit« genannt wird. Die robuste Fichte war auf den spätfrostgefährdeten Kahlflächen leicht nachzuziehen, während Buche und Tanne immer weiter zurückgedrängt wurden. »Die zuwachsstarke Fichte war ein Garant für Arbeit und Wohlstand der Menschen im Frankenwald.«

Einmal Dürre, Käfer, Sturm und wieder zurück

Das änderte sich erst, als vor ein oder zwei Jahrzehnten sich das Klima immer mehr zum Warm-Trockenen hin wendete. »Lang andauernde Trockenphasen schwächten die Fichten soweit, dass die Fichtenborkenkäfer ganze Bestände vernichten konnten«, sagt Peter Hagemann und zeigt auf ein 30 m großes Käferloch. »Wenn der Käfer nicht »weiterarbeitet«, dann fährt eventuell der nächste Sturm in das Käferloch und reißt weitere Bäume um. So werden die Waldbestände zunehmend instabiler und Sturm und Käfer können ihr Werk fortsetzen. Es ist ein Teufelskreis.« Diese Entwicklung läuft im Frankenwald schneller ab als in vielen anderen Waldgebieten Bayerns. Verantwortlich dafür sind die flachgründigen Waldböden, die noch dazu die Fichte nur schwer durchwurzeln kann. Das Trockenjahr 2003 hat diese Entwicklung nochmals beschleunigt. Wenn man der Frankenwaldfichte helfen will, dann muss man jetzt handeln.

Mischbaumarten retten die Fichten

Die Waldbestände des Frankenwaldes sind insbesondere durch Luftschadstoffe, saure Ausgangsgesteine sowie frühere Pflanzungen von ungeeigneten Fichtenherkünften besonders anfällig für die Folgen des Klimawandels. Um im Privat- und Körperschaftswald den Aufbau standortgemäßer, herkunftsgerechter und damit widerstandsfähiger Wälder zu erhöhen, wurde im Frankenwald die »WaldInitiative Frankenwald« (WIF) gestartet. Ziel ist es, die



Waldbesitzer für die Vorteile von Mischwäldern und die Auswirkungen des Klimawandels zu sensibilisieren. In den sieben Projektgebiete der WaldInitiative Frankenwald werden besitzübergreifend Maßnahmen zur Intensivierung des Waldumbaus durchgeführt. Die Projektflächen sollen als Beispielsobjekte auch eine Wirkung über das Projektgebiet hinaus entfalten.

3.000 Tannen und Buchen für den Wald der Zukunft

Nach vier Jahren zieht Gerhard Lutz eine positive Zwischenbilanz. Dazu fahren wir in das Projektgebiet »In der Au« bei Marienroth im Landkreis Kronach. »Für dieses Projekt konnten wir über 30 Privatwaldbesitzer mit einer Waldfläche von insgesamt circa 35 ha gewinnen. Dort führten und führen wir gemeinsam Pflege- und Pflanzaktionen durch. In den vergangenen vier Jahren haben wir über 3.000 Tannen und Buchen gepflanzt. Die Weißtanne besitzt ein kräftiges und tiefreichendes Wurzelwerk und erschließt damit auch tiefere Bodenschichten. So bereitet die Tanne auch den Fichtenwurzeln den Weg in die Tiefe zu mehr Nährstoffen und Wasser. Damit wird die Fichte stabiler und standfester und somit auch robuster gegen den Klimawandel. Die Buche mit ihren Laub verbessert vor allem von oben her die Nährstoffsituation. Hier in der »Au« haben wir den Grundstein für den Wald der Zukunft gelegt.«

Ein Herkunftsversuch und 1.000 m Rückeweg

Marco Kunz, der verantwortliche Projektmanager am AELF Kulmbach, führt uns ein paar hundert Meter weiter auf eine 0,7 ha große Tannenfläche. »Hier stehen wir auf einer Fläche, auf der wir Tannen aus Rumänien ausgesät haben. Die Tannen stammen aus einem Gebiet, das klimatisch dem entspricht,

Projektmanager Marco Kunz zeigt auf einen neu gebauten Rückeweg und eine Tannenpflanzung. Erschließung und Waldumbau sind zwei zentrale Aufgaben der »WaldInitiative Frankenwald«.

Foto: K.H. Hofmann

Die Frankenwaldfichte liefert hochwertiges Nutzholz, zuweilen auch furnierfähiges Wertholz, wie diese schon in früher Jugend »geschnitzten« (gestasten) Fichtenstämme. Foto: A. Kelle



was wir hier im Frankenwald in der Zukunft erwarten dürfen. Es wird interessant sein zu beobachten, wie sich die heimischen und die rumänischen Fichtenherkünfte in Zukunft verhalten werden.«

Dieser Versuch mit verschiedenen Tannenherkünften wird vom Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht durchgeführt. Hauptaugenmerk der wissenschaftlichen Untersuchungen liegen dabei auf Austrieb, Wachstum, Sämlingsentwicklung, Qualität, Vitalität, Anpassungsfähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber abiotischen und biotischen Schäden. Die Versuche basieren auf einem Forschungsprojekt, das sich unter anderem mit der Verbesserung der Versorgung mit forstlichem Vermehrungsgut in den Herkunftsgebieten Ostbayerns beschäftigt.

Da viele Privatwaldflächen mit Forst- und Rückewegen noch ungenügend ausgestattet sind, galt ein Projektziel der Erschließung bislang schlecht erschlossener Hanglagen. So muss man im Falle einer Borkenkäfer-Massenvermehrung rasch und gründlich reagieren können. Hierzu ist die Erschließung der Waldflächen eine unverzichtbare Notwendigkeit. Gleiches gilt auch, wenn es um die Pflege und Nutzung der Waldbestände geht. »In Marienroth konnten wir einen 1.000 m langen Rückeweg in ein bislang unerschlossenes Waldgebiet bauen. Der Rücke-

Wenn der Sturm in die Bestände fährt, dann heißt es für Förster und Waldbesitzer in den nächsten Wochen und Monaten, besonders aufmerksam zu sein und auf die Fichtenborkenkäfer zu achten. Für den Voranbau geeignete Käferlöcher sollten für den Waldumbau genutzt werden. Foto: BaySF



weg ermöglicht nun für zehn Waldeigentümer eine vernünftige Nutzung des 15 ha großen Gebiets. Wir hoffen, dass dieses Wegeprojekt weitere Strahlkraft entwickelt und Vorbild für ähnlich gelagerte Fälle werden kann,« erläutert uns Gerhard Lutz.

Fichtenholz aus dem Frankenwald

Wie sieht es mit der Zukunft der Fichte aus im »Waldgebiet des Jahres«? Peter Hagemann und Gerhard Lutz haben dazu eine dezidierte Meinung: »Das Holz der Frankenwaldfichte war schon immer sehr begehrt und wird es mit Sicherheit auch bleiben. Die Waldbesitzer leben von ihr und erzielen mit ihr auf dem Holzmarkt beachtliche Preise.« »Deshalb haben die Forstleute hier im Frankenwald auch entsprechend schnell reagiert und den notwendigen Waldumbau forciert.« »Um den Nachwuchs der Fichte braucht man sich dabei schon einmal keine Sorgen zu machen. Die Fichte verjüngt sich außerordentlich üppig«, sind sich Hagemann und Lutz sicher. Überleben werde sie aber nur, wenn wir ihr möglichst viele Mischbaumarten zur Seite stellen. »Die Fichte im Frankenwald braucht starke Partner«, heißt laut Hagemann und Lutz das Gebot der Stunde. Beigemischte tiefwurzelnende Baumarten wie Tanne und Bergahorn ermöglichen es der Fichte, mit ihren Wurzeln auch tiefer liegende wasserführende Schichten zu erschließen. Laubbäume wie Buche, Birke, Vogelbeere oder Edellaubhölzer würden für die Fruchtbarkeit der Waldböden und damit auch die Nährstoffversorgung der Fichten sorgen.

Nadelholz auch für künftige Generationen

»Wir Förster handeln nachhaltig, das heißt, wir müssen viele Jahrzehnte in die Zukunft denken. Früher ging es darum, die Versorgung der Menschen mit Nutzholz sicher zu stellen. Heute geht es um die gesamte Bandbreite der Leistungen des Waldes.« Und das ist für Peter Hagemann und Gerhard Lutz in Zeiten des Klimawandels die größte Herausforderung: »Wir müssen uns möglichst breit aufstellen. Jede Baumart hat ihre Stärken und Schwächen. Schafft es die Fichte alleine nicht mehr, den Nadelholzbedarf künftiger Generationen zu decken, dann müssen andere Baumarten wie Douglasien und Lärchen ins Spiel kommen.« Und bei einem sind sich die beiden Forstleute sicher: »Mit der nötigen Unterstützung wird die Fichte auch in Zukunft mit ihrer Leistungsfähigkeit für die Menschen da sein und weiter das Gesicht des Frankенwaldes prägen.«

Autor

Michael Mößnang ist Mitarbeiter in der Abteilung »Wissenstransfer, Öffentlichkeitsarbeit, Waldpädagogik« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Kontakt: Michael.Moessnang@lwf.bayern.de



ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Neujahrsempfang und Dätzel-Medaille

Am 31. Januar 2017 lud das Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan zum Neujahrsempfang in den Hanskarl-Goettling-Saal der LWF ein. Neben dem Rückblick auf das vergangene Jahr fand die Preisverleihung der Georg-Dätzel-Medaille an die Bergwaldoffensive mit dem Projekt »Viele Völker für einen vielfältigen Bergwald« statt.

»America first – Germany förster!« Mit dieser scherzhaften Anspielung beendete Professor Dr. Michael Weber, Leiter des Zentrums Wald-Forst-Holz, den Jahresrückblick des Forstzentrums. Damit brachte er die rund 80 Gäste aus Politik, Lehre und Forschung, Vereinen und Verbänden zum Schmunzeln, welche, umrahmt durch musikalische Begleitung, die Höhepunkte des vergangenen Jahres verfolgten. Im Fokus des Rückblicks: Fachtagungen und Messeauftritte, aber auch Forschung und offizielle Besuche sowie weitere Veranstaltungen der drei Partner und der Geschäftsstelle.

Damit präsentierte sich das Forstzentrum vor dem bunt gemischten Publikum als An-

sprechpartner für die Öffentlichkeit sowie als Plattform für gemeinsame Netzwerkarbeit mit den drei Partnern – der Studienfakultät Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement der TU München, der Fakultät Wald und Forstwirtschaft der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Im zweiten Teil der Abendveranstaltung verlieh das Forstzentrum die Georg-Dätzel-Medaille an das Projekt »Viele Völker für einen vielfältigen Bergwald« im Rahmen der Bergwaldoffensive Bayern. Dieses Projekt zeichnet sich durch die enge Zusammenarbeit der beiden Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Traunstein und Holzkirchen mit dem Verein Internationale Jugendgemeinschaftsdienste e.V. aus. »In mehrwöchigen Workcamps kommen Jugendliche aus verschiedensten Ländern der Welt im Bergwald zusammen. Das Projekt setzt dort an, wo der Klimawandel reine Fichtenwälder besonders bedroht: Über 22.000 junge Tannen, Bergahorn-



ne, Lärchen und weitere Baumarten pflanzten die Jugendlichen«, erklärt Sebastian Klinger, einer der Preisträger. Der Schutz der Bergwälder, Waldwissen und Völkerverständigung sind das Ergebnis dieser fruchtbaren Zusammenarbeit. Aus mittlerweile 16 Ländern der Welt kamen in den letzten Jahren Jugendliche in den Workcamps mit Vertretern des privaten, genossenschaftlichen und staatlichen Waldbesitzes sowie der

Reger Austausch unter den Gästen am Neujahrsempfang 2017 des Forstzentrums Foto: C. Josten, ZWFH

örtlichen Jägerschaft zusammen. Der Namensgeber der Medaille, Professor Dr. Georg Anton Dätzel (1752–1847), gilt als Mitbegründer der angewandten Forstwissenschaft und als Mittler zwischen Forstwirtschaft und Gesellschaft. »Ganz im Sinne von Georg Dätzel ist bei dem ausgezeichneten Projekt die Umsetzung von Waldwissen in die Praxis und dessen Verbreitung in der Öffentlichkeit gelungen«, meinte Prof. Dr. Dr. Reinhard Mosandl in seiner Laudatio. Professor Mosandl überreichte als Vorstand des Fördervereins Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan e.V. die Medaille. Unterstützt wurde der Neujahrsempfang durch die Hopffisterei und den Förderverein Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan e.V.

Christoph Josten und Veronika Baumgarten

Die Preisträger Stephan Philipp (2. v.l.), Sandra Rosenzweig und Sebastian Klinger (5. v.l.) mit (v.l.) Heinrich Förster (ZWFH), Prof. Dr. Michael Weber und Prof. Dr. Reinhard Mosandl

Foto: C. Josten, ZWFH





v.l.: Olaf Schmidt, MdB Dr. Andreas Lenz und Heinrich Förster, Geschäftsführer ZWFH, vor dem Denkmal des Begründers der Nachhaltigkeit – Hans Carl von Carlowitz Foto: C. Josten, ZWFH

Bundestagsabgeordneter besucht Forstzentrum

Dr. Andreas Lenz (CSU), Sprecher im Parlamentarischen Beirat für Nachhaltige Entwicklung (PBNE), informierte sich über die Arbeit am Zentrum Wald–Forst–Holz Weihenstephan. Die Ziele des Beirats für Nachhaltige Entwicklung überschneiden sich mit den großen Themen am Forstzentrum: Erhalt von Natur und Umwelt, soziale Gerechtigkeit sowie dauerhaftes und ressourcenschonendes Wirtschaften.

Über langfristige, zum Teil seit über 150 Jahren andauernde wissenschaftliche Auswertungen und Forschungsprojekte zur Entwicklung des Waldes informierte der Präsident der LWF, Olaf Schmidt. Er betonte auch die Bedeutung des nachwachsenden Rohstoffs Holz für die Energiewende und den Klimawandel. Der Dekan der Fakultät Wald und Forstwirtschaft der HSWT, Professor Dr. Knut Hildebrand, stellte seine Einrichtung vor,

informierte über weiter steigende Studentenzahlen und laufende Forschungsprojekte zu Umwelt und Energie. Da Dr. Lenz auch Mitglied im Ausschuss für Wirtschaft und Energie ist, erläuterte Professor Dr. Michael Weber von der Studienfakultät Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement der TUM die Forschung zur Energieversorgung und fossilen Brennstoffen. Des Weiteren informierte er über Forschung in Mittelamerika und Ägypten zur nachhaltigen Landnutzung.

Dr. Andreas Lenz brachte seine Freude über die Forschungstätigkeiten und die Zusammenarbeit der drei Partnerinstitutionen zum Ausdruck. Er werde seine Eindrücke mit nach Berlin nehmen und lud darüber hinaus das Forstzentrum ein, die Institutionen und ihre Arbeiten in Berlin beim Beirat für Nachhaltige Entwicklung vorzustellen. Heinrich Förster

Hanskarl–Goettling–Preis für »Praxishilfe Asiatischer Laubholzbockkäfer«

Der Forschungspreis der Hanskarl–Goettling–Stiftung wurde am 21. Februar 2017 an den Autor und die Gestalter der »Praxishilfe Asiatischer Laubholzbockkäfer« verliehen. Dr. Hannes Lemme (Autor), Michael Mößnang (Redaktion) und Christine Hopf (Layout) werden dabei für die Teamleistung bei der Erstellung der bundesweit wohl einzigartigen Arbeitshilfe für das Erkennen und die Bekämpfung des Asiatischen Laubholzbockkäfers geehrt.

Er gilt als gefährlicher in Mitteleuropa eingeschleppter Baumschädling und steht daher auf der Liste der meldepflichtigen Quarantäne–Schadorganismen: Der Asiatische Laubholzbockkäfer, kurz ALB genannt. Eine erfolgreiche Bekämpfung und Ausrottung des ALB setzt voraus, dass der Befall so früh wie möglich erkannt wird. Da-

zu hat die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) gemeinsam mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) die Praxishilfe Asiatischer Laubholzbockkäfer herausgegeben. Die Praxishilfe richtet sich vor allem an Gärtner, Umweltreferenten von Kommunen, Forstleute und Baumpfleger. Mit 325 qualitativ hochwertigen Fotos, 74 Farbtafeln und vielen informativen Tabellen werden auf 118 Seiten not-

wendige Fachinformationen übersichtlich und anwenderfreundlich präsentiert.

Hanskarl Goettling war von 1973 bis 1985 Leiter der Bayerischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, der Vorläuferin der LWF. Die nach ihm benannte Stiftung zeichnet seit 1988 alljährlich besondere praxisorientierte Leistungen der angewandten forstlichen Forschung aus. Johann Seidl



v. l.: Olaf Schmidt (Vorstand der HKG–Stiftung), Michael Mößnang, Christine Hopf, Dr. Hannes Lemme und Laudator Günter Biermayer (Bayer. StMELF)

Foto: C. Josten, ZWFH

Forstlicher Unternehmertag in neuem Format

Die Professur für Forstliche Verfahrenstechnik der TU München und das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF sind für ihre Tagungsreihen »Forstlicher Unternehmertag« und »Ressource Holz« eine Kooperation eingegangen. Ab 2017 werden diese nun im jährlichen Wechsel an den Veranstaltungsorten Schloss Hundisburg bei Magdeburg und Campus Weihenstephan in Freising angeboten.

Durch die Zusammenarbeit sollen Synergien genutzt und damit das Angebot einer jährlichen hochwertigen Tagung auch für die Zukunft sichergestellt werden. Gleichzeitig kann damit der Forderung vieler Unternehmer Rechnung getragen werden, dass zu viele thematisch gleiche Veranstaltungen im jährlichen Rhythmus durchgeführt werden.

Unter Federführung der Professur für Forstliche Verfahrenstechnik der TU München wird ein Team den Unternehmertag im Zentrum Wald-Forst-Holz

Weihenstephan am 22. März 2018 organisieren. Mitglieder dieses neu gegründeten Lenkungsausschusses im Forstzentrum sind: Prof. Dr. Eric R. Labelle (Forstliche Verfahrenstechnik), Christian Kaul (Bayerischer Waldbesitzerverband), Martin Müller (Bayerische Staatsforsten), Heinrich Förster (Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan), Dr. Herbert Borchert (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft), Ralf Dreeke und Annegret Wahlers-Dreeke (Wahlers Forsttechnik), Dr. Jürgen Bauer (Cluster Forst und Holz in Bayern), Norbert Harrer (Forstunternehmerverband) und Sandra Großkopf (Forstliche Verfahrenstechnik). Alle Informationen zur diesjährigen Tagung »Ressource Holz«, die am 12. April 2017 vom Fraunhofer IFF ausgerichtet wird, finden Sie im Internet. Heinrich Förster

www.holzlogistik.iff.fraunhofer.de/holzlogistik2017.html

Entomologen geehrt

Auf der Eröffnungsveranstaltung zur Drei-Länder-Entomologentagung (D, A, CH) – organisiert vom Zentrum Wald-Forst-Holz – in München und Freising wurden drei verdiente Entomologen ausgezeichnet. So erhielten Prof. Dr. Konrad Dettner und Prof. Dr. Ernst Heiss aus den Händen von Prof. Dr. Rainer Willmann die Escherich-/Fabricius-Medaille. Prof. Dr. Bernhard Misof wurde mit der Friedrich-Brauer-Medaille geehrt, die ihm Prof. Dr. Ulrike Aspöck überreichte. Die Medaillen würdigen jeweils die Gesamtleistung der Preisträger auf verschiedenen Gebieten der Ento-



mologie. Auf dem internationalen Kongress konnten sich die rund 300 Teilnehmer vom 13. bis 16. März 2017 in sechs Seminarreihen zum Schwerpunktthema »Insekten an Gehölzen« informieren.

Die Preisträger und Verleiher der Medaillen (v.l.): Prof. Dr. Dettner (Escherich-Medaille), Prof. Dr. Mag. Heiss (Fabricius-Medaille), Prof. Dr. Aspöck (Präsidentin ÖEG), Prof. Dr. Willmann (Präsident DG-aaE), Prof. Dr. Misof (Friedrich-Brauer-Medaille) Foto: C. Josten, ZWFH

Termine

12. April 2017
Ressource Holz
 Tagung des Fraunhofer IFF/TUM
 Hundisburg
www.holzlogistik.iff.fraunhofer.de

23.–25. April 2017
DFWR-Jahrestagung 2017
 Dessau-Roßlau
www.dfwr.de

25.–27. April 2017
Deutsche Baumpflegetage
 Augsburg
www.forstzentrum.de

26.–27. April 2017
Moorschutz in Süddeutschland
 Fachtagung
 Biberach a. d. Riß
www.forstzentrum.de

9. Mai 2017
Chancen einer nachhaltigen Bioökonomie in Bayern
 Tagung
 München
www.bioekonomierat-bayern.de

17.–21. Mai 2017
68. Forstvereinstagung
 Regensburg
www.regensburg2017.de

22.–26. Mai 2017
Ligna
 Messe Hannover
www.ligna.de

30.–31. Mai 2017
Forstwirtschaft im Dschungel des Naturschutzrechts
 Tagung in Langenau
www.bayer-waldbesitzerverband.de

1. Juni 2017
25 Jahre Natura 2000 – FFH-Richtlinie
 Fachtagung der ANL
www.anl.bayern.de

7.–10. Juni 2017
Elmia Wood
 Jönköping/Schweden
www.elmia.se

Personalia



Foto: J. Gangkofler, HSWT

Präsident Heiler (HSWT) in Ruhestand

Nach elf Jahren Amtszeit als Präsident der Hochschule für angewandte Wissenschaften Weihenstephan–Triesdorf (HSWT) wurde Professor Dr. h. c. (MSUA) Hermann Heiler am 29. November 2016 von Wissenschaftsminister Dr. Ludwig Spaenle in den Ruhestand verabschiedet. Am 27. Januar 2017 haben sich auch alle Beschäftigten der Hochschule, Freunde und Förderer sowie Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik von ihm in feierlichem Rahmen verabschiedet. »Von 2005 bis 2016 hat Hermann Heiler die Hochschule in Zeiten vielfältiger Umbrüche und Herausforderungen erfolgreich geleitet«, so Staatssekretär Bernd Sibler. Gemeint sind etwa der Bologna-Prozess mit der Umstellung auf Bachelor- und Masterstudiengänge oder die steigenden Studierendenzahlen. Das grüne Profil der Hochschule »mit zukunftsweisenden Studiengängen im Bereich Natur, Ernährung und Umwelt« habe Heiler während seiner Amtszeit weiter geschärft. Professor Dr. Uta Feser, Präsidentin der Hochschule Neu-Ulm, sieht als Vorsitzende des Verbunds Hochschule Bayern gar Parallelen zwischen der Persönlichkeit des ehemaligen Präsidenten und der Farbe Grün nach Johann Wolfgang von Goethe: Ausdauer, Harmonie oder Toleranz seien für beide charakteristisch.

Tanja Tenschert

Die Forstwelt trifft sich in Regensburg

Unter dem Motto *Die Welt braucht Wald!* kommt die 68. Forstvereinstagung nach 19 Jahren zum ersten Mal wieder nach Bayern. Die Veranstaltung findet vom 17. bis 21. Mai 2017 auf Schloss St. Emmeram der Fürstenfamilie Thurn und Taxis statt. Zu der bundesweit größten Forsttagung werden über 1.000 Teilnehmer erwartet.

Mehr als 50 Halb-, Ein- und Zweitages-Exkursionen werden verschiedenste Themen rund um den Wald behandeln und zu Zielen in der Oberpfalz, in ganz Bayern sowie in Tschechien und Österreich führen. In fünf parallel laufenden Seminarreihen werden vielfältige Zukunftsthemen im Forstbereich mit Vorträgen zu *Waldmehrerung, Walderhaltung, Waldausgleich in Deutschland* oder *Waldbau & Forstwirtschaft* sowie *Forstlicher Perspektivwechsel* und weiteren Themen gehalten und diskutiert. Als weitere Höhepunkte sind eine Donauschiffahrt zur Walhalla am Begegnungsabend und eine Waldmesse im Regensburger Dom geplant. Alle drei Partner, HSWT, TUM und LWF, sowie die Geschäftsstelle des Forstzentrums sind mit zahlreichen Beteiligungen auf der fünftägigen Forstvereinstagung vertreten.

Christoph Josten

www.regensburg2017.de



Ausreichend Nahrung für Rehe in der Kulturlandschaft

Foto: A. König, TUM

Dieser Frage ist die Arbeitsgruppe Wildbiologie und Wildtiermanagement der TU München in einem dreijährigen Forschungsprojekt nachgegangen und hat einige erstaunliche Erkenntnisse ge-

Finden Rehe ausreichend Nahrung?

wonnen. Die Untersuchungen fanden in einem Agrar- sowie einem naturnahen Waldhabitat statt. Die Rehe wurden nicht gefüttert. Mit behördlicher Schonzeitaufhebung erfolgte die Datenaufnahme jeweils über zwölf Monate.

Qualität und Energiegehalt der Äsung wurden anhand von Proben des Panseninhalts bestimmt. Zudem wurden Kondition, Stressniveau und Anpassung des Pansen bei den Rehen sowie die Qualität und Verfügbarkeit von Äsung in den Projektgebieten erfasst.

Anders als erwartet, können Rehe aus der Äsung in der Agrarlandschaft mit 6,3 Megajoule pro Tag signifikant mehr Energie gewinnen als aus der Vegetation in ihrem naturnahen Lebensraum Wald (5,4 MJ). Waldrehe gleichen die geringe-

re Energiedichte über eine höhere Nahrungsaufnahme aus. Agrar- und Waldrehe kommen so im Durchschnitt auf mindestens 7,1 MJ pro Tag.

Rehe können sich optimal an die vorhandene Vegetation anpassen. Sie gewinnen aus faserreicher Winteräsung mehr Energie als man auf Grund ihres Äsungsverhalten als Selektierer erwarten würde. Im gesamten Jahresverlauf bezogen sie aus der Vegetation mehr Energie als die angegebenen Bedarfswerte von 4,3 MJ pro Tag.

PD Dr. habil. Andreas König, TU München

Bericht zum Projekt: Forstlicher Forschungsbericht 215, Zentrum Wald-Forst-Holz (www.forstzentrum.de), 26,75 Euro

Die Elsbeere – Herkunftsfragen im Klimawandel



40-jährige qualitative hochwertige Elsbeere auf einem sehr trockenen Standort bei Freiburg (Kaiserstuhl) Foto: M. Šeho

Die Elsbeere (*Sorbus torminalis*) wird schon seit geraumer Zeit als eine der seltensten Baumarten in Deutschland an Waldrändern und heute zunehmend als klimatolerante Baumart im Wald angebaut. Auf warm-trockenen, edaphischen Sonderstandorten kann sie sich in Höhenlagen bis zu 700 m ü. NN behaupten. Die Elsbeere erreicht dabei Höhen von bis zu 25 m und Durchmesser von bis zu 100 cm. Mit einer 2–3 m tiefreichenden Pfahlwurzel trägt die Elsbeere zur Stabilisierung der Waldbestände bei.

Wie bei anderen seltenen Baumarten, die sich durch besonders wertvolles Holz auszeichnen, fand bei der Elsbeere während der letzten Jahrhunderte häufig eine positive Auslese statt. Wie bei den Hauptbaumarten ist auch bei den seltenen Baumarten auf den Erhalt der genetischen Vielfalt zu achten. Eine hohe genetische Vielfalt ist wichtig, um das Fortbestehen der Art an dem Standort und die Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen

zu sichern. Da seltene Baumarten meist nicht dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) unterliegen, fehlen bei diesen häufig die fachlichen Grundlagen, um Herkunftsfragen und genetische Gesichtspunkte entsprechend berücksichtigen zu können. Im Projekt »Erarbeitung von Herkunftsempfehlungen und Verbesserung der Erntebasis für die seltene, klimatolerante Baumart Elsbeere in Bayern und in Baden-Württemberg« schließt das ASP derzeit diese Lücke.

Unabhängig davon sollte in der Diskussion von Alternativbaumarten im Klimawandel die Bewertung stets das Thema »geeignete Herkunft« hinterfragen und folgende weitere Merkmale berücksichtigen:

- Anpassungsfähigkeit an klimatische und standörtliche Bedingungen
- Wüchsigkeit
- Holzqualität
- Trockenstress-Sensitivität
- Frostresistenz
- Anfälligkeit gegenüber Schadorganismen

Einen unverzichtbaren Beitrag für die Beurteilung der Eignung von Baumarten und Provenienzen unter Bedingungen des Klimawandels leisten die Herkunftsversuche, die einen bestimmten Gradienten an Umweltfaktoren im Herkunfts- als auch im Anbaug Gebiet abdecken. Um eine breite und möglichst abschließende Bewertung der Baumart vornehmen zu können, ist eine nationale und internationale Zusammenarbeit nötig. Dadurch kann die Auswertung von koordinierten Praxisversuchen vorgenommen und die Frage beantwortet werden, welche Provenienzen für den Anbau am besten geeignet sind.

Ein Beispiel für solch eine nationale Zusammenarbeit ist die Kooperation der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) und des Bayerischen Amtes für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP). Neben zahlreichen Projekten, die in beiden Bundesländern umgesetzt werden und deren Ergebnisse eine weitreichende Bedeutung für die Praxis bekommen, wurde auch ein Herkunftsversuch bei der Elsbeere gemeinsam gepflegt, aufgenommen und vom ASP ausgewertet.

Besonders interessant ist bei der Versuchsfläche in Baden-Württemberg, dass die Bäume auf einem der trockensten und heißesten Standorte Deutschlands stocken. Die Ergebnisse lassen eine Aussage unter Bedingungen des Klimawandels zu, da hier bereits heute Bedingungen herrschen, die sich in den nächsten Jahrzehnten auch in einigen Regionen Bayerns einstellen könnten. Bei dem internationalen Herkunftsversuch wurden acht unter-

schiedliche Herkünfte aus Deutschland, Belgien, Luxemburg, Frankreich und Tschechien angebaut. Drei der vier deutschen Herkünfte stammen aus Bayern.

Der vor ca. 40 Jahren angelegte Elsbeeren-Herkunftsversuch befindet sich in einem ausgezeichneten Zustand und lässt erste orientierende Aussagen zu. Die wärmeliebende Baumart kommt auf dem trockenen Standort gut zurecht, insbesondere die Herkünfte aus dem südlichen Teilbereich. Bei den bisher untersuchten wachstumsrelevanten Merkmalen (BHD, Höhe) schneiden die bayerischen Herkünfte Sailershausen und Schweinfurt zusammen mit der Herkunft Frankreich am besten ab. Es wird deutlich, dass bei der Elsbeere herkunftsspezifische Unterschiede innerhalb Deutschlands (Nord-Süd) als auch innerhalb Europas vorliegen. Dieser Versuch belegt damit schön, wie wichtig es ist, bei der Verwendung von Pflanzmaterial der Elsbeere für forstliche Zwecke auf geeignete Herkünfte zu achten und die regionaltypischen, wertvollen Genressourcen nicht durch Einbringung von ungeeignetem Material zu verändern. In nächsten Schritten werden die einzelnen Herkünfte genetisch charakterisiert sowie deren Qualität (Stamm- und Astmerkmale) beurteilt. Diese Ergebnisse werden weitere wichtige Informationen zur Bewertung dieser sehr interessanten und wertvollen Baumart liefern. Mit dem Herkunftsversuch und dem derzeit bearbeiteten o.g. Projekt ergeben sich insgesamt wertvolle Hinweise für die Forstpraxis und für Generhaltungsmaßnahmen bei der Elsbeere. Dr. Muhidin Šeho und Dr. Roland Baie

Internationaler Workshop: Harmonisierung von Erntezulassungsregistern

Im Rahmen des EU-Projekts SUSTREE (siehe LWF aktuell 4/2016) organisierte das ASP vom 27. bis 29. März 2017 einen internationalen Workshop. Es wurden Repräsentanten der sechs Partnerländer Polen, Tschechien, Slowakei, Deutschland, Österreich und Ungarn eingeladen, um über den Aufbau einer international einheitlichen Datenbank von Forstsaatgutbeständen zu diskutieren. Trotz einer allgemein gültigen EU-Richtlinie erschweren aktuell verschiedene länderspezifische Vorgaben sowie die unterschiedlichen Sprachen in den Mitgliedsländern den grenzüber-

schreitenden Informationsaustausch über Forstvermehrungsgut. Dieser ist jedoch mit Blick in die Zukunft wichtig, da sich der voranschreitende Klimawandel nicht an geopolitische Grenzen hält. Die Harmonisierung von Herkunftsgebieten und Datenbanken zur Verfügbarkeit von Forstvermehrungsgut sind wichtige Grundlagen für die Suche nach klimatolerantem Forstvermehrungsgut über Ländergrenzen hinweg. Der Workshop war thematisch zweigeteilt. Zunächst wurden politische Entscheidungsträger über die Bedeutung und Inhalte des Projekts informiert sowie

das Bewusstsein der Risiken, die durch den Klimawandel für die Wälder einhergehen, verstärkt. Im zweiten Teil wurde diskutiert, wie aus der aktuellen heterogenen Datengrundlage harmonisierte Erntezulassungsregister der Projektpartnerländer erstellt werden können.

Dr. Julian Gaviria



Florian Knutzen entnimmt einen Bohrkern an einer Rotbuche zur Jahrringanalyse für das GenTree-Projekt. Foto: ASP

Der Klimawandel sorgt für erhebliche Veränderungen der Umweltbedingungen, denen Wälder in starkem Maße ausgesetzt sind. Bäume können darauf reagieren, indem sie ihr Erscheinungsbild anpassen, zum Beispiel durch eine verstärkte Ausbildung von Feinwurzeln bei Trockenheitsperioden. Hier haben Bäume einen gewissen Rahmen, der als »phänotypische Plastizi-

GenTree: EU untersucht forstliche Genressourcen

tät« bezeichnet wird. Aber auch die genetische Struktur einer Waldpopulation bietet Möglichkeiten, auf klimatische Veränderungen zu reagieren.

Genau hier setzt das von der EU finanzierte Projekt GenTree an. Das Projekt mit einer Laufzeit von März 2016 bis Februar 2020 richtet sich an Waldbesitzer, politische Entscheidungsträger und Forstwissenschaftler. Ziel von »GenTree« ist es, die wichtigsten Baumarten Europas in ihrer äußeren Erscheinung und ihrer genetischen Konstitution zu charakterisieren sowie ihre Anpassungsreaktionen auf Umweltänderungen abzuleiten. Es wird die Bewertung, Ausweisung und die Nutzung wichtiger Forstgenressourcen unterstützen sowie die europaweite Datengrundlage verbessern. Die gewonnenen Erkenntnisse werden helfen, den europäischen Forstsektor mit besseren Kenntnissen, Methoden und Werkzeugen auszustatten sowie neue Strategien zur dynamischen Erhaltung forstgenetischer Ressourcen in Europa zu entwickeln. Projektteilnehmer sind 22 öffentliche und private Organisationen, die über ganz Europa verteilt sind. Das ASP ist »Baumartenleader« für die Buche.

Von Großbritannien bis Griechenland und von Finnland bis Spanien werden zwölf wichtige Baumarten nach einem genau definierten Protokoll genotypisch wie phänotypisch untersucht. Das ASP untersucht Waldpopulationen der Buche, Schwarzapfel, Zirbe und Eibe. Hierbei werden Merkmale wie Stammdurchmesser, Baumhöhe und Wuchsform gemessen sowie ökophysiologische Parameter wie Blattgröße und Isotopenverhältnisse ermittelt. Auch die soziale Stellung der Bäume, die Naturverjüngung und die Bestandsstruktur werden genau beschrieben. Um die langjährige Antwort der Bäume auf klimatische Veränderungen zu erfahren, werden Bohrkernentnommen, die den Stammzuwachs in jedem Jahr exakt abbilden. Für die genetische Analyse adaptiver Merkmalsunterschiede, der Variabilität und des Genflusses zwischen Altbestand und Naturverjüngung werden Samen und Blätter bzw. Zapfen und Nadeln analysiert. Für jede Baumart laufen die Informationen an verschiedenen Stellen in Europa zusammen und werden von Expertenteams wissenschaftlich ausgewertet.

Dr. Florian Knutzen und Gerhard Huber

Aus der Landesstelle



2016 konnten so viele Bucheckern wie schon lange nicht mehr geerntet werden. Damit hat sich die kritische Versorgungslage beim Buchensaatgut deutlich entspannt. Foto: ASP

Saatguternte in Bayerns Wäldern

2016 war insgesamt ein gutes Erntejahr für Forstbaumarten. ZüF-Ernten (Zertifikat überprüfbar Forstliche Herkunft) von 20 unterschiedlichen Arten sind ein Beleg dafür, dass fast alle Baumarten geblüht und fruktifiziert haben. Ohne Zweifel war 2016 aber das Jahr der Buche! Nicht nur in Bayern, sondern europaweit blühten und fruktifizierten die Buchen wie schon lange nicht mehr. Dementsprechend intensiv war auch die Erntetätigkeit. Die in den Vorjahren teilweise als kritisch eingeschätzte Versorgungslage mit Buchensaatgut dürfte sich jetzt deutlich entspannt haben. Ähnlich stark war der Fruchtbehang bei

Hainbuche. Auch hier wurde reichlich geerntet, wenn man die doch deutlich geringere Nachfrage bei dieser Baumart berücksichtigt. Insgesamt zufriedenstellend waren auch die Erntemöglichkeiten bei Bergahorn, Tanne und Douglasie. Bei der Eiche war die Situation nach Arten unterschiedlich: bei der Rot- und Traubeneiche eher unterdurchschnittlich.

Zur großen Zufriedenheit des ASP wurden in diesem Jahr auch die bayerischen Samenplantagen intensiv beerntet.

Dr. Monika Konnert

Überdurchschnittliche Ernte in Samenplantagen

Neben der Generhaltung dienen die Samenplantagen der Bayerischen Forstverwaltung der Saatgutproduktion. Sie leisten dadurch einen wichtigen Beitrag zur Versorgung mit hochwertigem und identitätsgesichertem Saatgut für Bayerns Wälder. Da ist es besonders erfreulich, dass die gute Erntesituation 2016 effektiv genutzt werden konnte. Fast alle fruktifizierenden und amtlich zugelassenen Plantagen wurden beerntet. Die beiden Pflanzgartenstützpunkte der Bayerischen Staatsforsten AÖR in Bindlach und Laufen wie auch gewerbliche

Saatgutfirmen konnten in 20 Plantagen von elf verschiedenen Baumarten lohnenswerte Ernteergebnisse erzielen. Dabei waren nicht nur die Mengen meist überdurchschnittlich hoch, sondern es wurden einige Plantagen zum ersten Mal vollständig abgeerntet. In vielen Plantagen konnte sogar das Saatgut aller vertretenen Klone eingebracht werden – ein wirklich nennenswerter Erfolg im Bestreben nach genetischer Vielfalt. Gerade bei Baumarten wie den Erlen oder der Winterlinde, die selten in großflächigen Beständen vorkommen, ist dies von großer Bedeutung. Das letzte Erntejahr zeigte deutlich, dass das vom ASP betreute bayerische Samenplantagenprogramm seinem Auftrag voll gerecht wird.

Michael Luckas



Saatguternte in einer Samenplantage

Foto: M. Luckas

Neue Energiewald-Sorten für den Praxisanbau zugelassen

Im November hat der »Sachverständigenbeirat für geprüftes Vermehrungsgut« die Zulassung für zwei Pappelklone zur Biomasseproduktion in KUP empfohlen. Die Sorten Fastwood 1 und Fastwood 2 können somit nach dem Forstvermehrungsgutgesetz in der Kategorie »geprüft« für die Anbaupraxis bereitgestellt werden. Es handelt sich um Kreuzungen von Balsampappeln (*Populus maximowiczii* x *P. trichocarpa*). Das ASP wird die Liste der empfohlenen Sorten in den »Herkunftsempfehlungen für forstliches Vermehrungsgut in Bayern« ergänzen.

Die neuen Sorten entstammen einer Serie von Pappelklonen, welche im Rahmen des Verbundprojekts »FastWood« auf ihre Anbaueignung hin überprüft wurden. In dieser Serie wurden neben bekannten Altsorten bislang unbekannte Klone auf Eignung zur Biomasseproduktion im Kurzumtrieb getestet. Deutschlandweit wurde die Serie 2010 auf sechs Sortenprüffeldern gepflanzt und in zwei dreijährigen Rotationszyklen bewirtschaftet. Als Kontroll-

gruppe wurden die Standardsorten »Max 1« und »Hybride 275« herangezogen. Die Ergebnisse der zweiten Ernte zeigen ein hohes Leistungspotenzial der neuen Sorten. Der mittlere Biomasseertrag lag in der zweiten Rotation 24 % über der Kontrollgruppe, einzelne Pflanzen der Neuzüchtungen übertrafen den Ertrag der Vergleichssorten um mehr als 50 %.

Das ASP beobachtet die neuen Sorten auf Prüffeldern in den Landkreisen Traunstein, Mühldorf und Landsberg a. L. Auf allen bayerischen Prüffeldern schneiden die beiden Fastwood-Sorten überdurchschnittlich ab. Während der ersten dreijährigen Rotation lag die jährliche Biomasseproduktion bei 10 t Trockenmasse/ha gegenüber 6,6 t bei der Kontrollgruppe. In der zweiten Rotation steigerte sich die Biomasseleistung deutlich auf 13,2 t (Fastwood 1) und 15,1 t (Fastwood 2) gegenüber 8,1 t in der Kontrollgruppe.

Julia List und Randolf Schirmer

Phänologische Beobachtungen an der Tanne

Die phänologischen Beobachtungen wurden im Rahmen des LIFE-GENMON-Projektes vorgenommen. Das Ziel des Projektes ist es, die Anpassungsfähigkeit der Wald-Genressourcen an sich verändernde Umweltbedingungen durch die Entwicklung eines Systems für forstgenetisches Monitoring auf europäischer Ebene langfristig zu erhalten. Parallel dazu hat das ASP die Teilnahme an einem bundesweiten Projekt zum forstgenetischen Monitoring begonnen (siehe nachfolgenden Beitrag). Hieraus entstehen wertvolle Synergien. Für die forstgenetische Langzeitbeobachtung im EU-Projekt wurden in Bayern zwei Monitoringflächen (je eine für Weißtanne und Buche) eingerichtet. Eine der geplanten Arbeiten ist die Beobachtung der Blühphänologie, da eine regelmäßige und reichliche Blüte und die anschließende Samenproduktion das Fortbestehen der Art an dem Standort sichert.

Gleichzeitig sind durch den Genfluss eine Erhöhung der genetischen Diversität und damit der Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen gegeben. Im Klimawandel wird ein häufigeres Auftreten von Extremereignissen wie beispielsweise Sturm, Trockenheit und Spätfrost erwartet, die einen negativen Einfluss auf das Waldökosystem haben könnten.

Während der letzten zwei Jahre konnten wir einen negativen Einfluss des Spätfrostes auf die Samenproduktion bei der Weißtanne beobachten. Spätfrost während der Blütezeit hat die Blüten eines Großteils der Bäume geschädigt. Ein geringerer Anteil an Bäumen wurde nicht geschädigt und konnte Samen produzieren. Daraus ergibt sich die Gefahr, dass wiederholt eine geringe Anzahl gleicher Einzelbäume Samen produziert und beerntet wird, was zu einer Abnahme der genetischen Diver-



sität bei den Nachkommen führt. Des Weiteren können beim stärkeren Auftreten von Extremereignissen vermutlich geringere Saatgutmengen geerntet werden, was zu Versorgungsengpässen führen könnte. Aus diesem Grund kann das forstgenetische Monitoring als ein Frühwarnsystem genutzt werden, um mögliche Auswirkungen des Klimawandels rechtzeitig zu erkennen.

Geschädigte Zapfen nach dem Frostereignis (braun); gesunde Zapfen (hellgrün) Foto: D. Kavaliauskas

Dr. Darius Kavaliauskas und Dr. Barbara Fussi

Projekt »GenMon« gestartet

Der Klimawandel wirkt sich auch auf das Blüh- und Fruktifikationsverhalten von Waldbeständen aus. Auch die genetische Vielfalt und genetische Zusammensetzung von Beständen und ihre Verjüngung kann über Selektionseffekte verändert werden – mit langfristigen Folgen für die spätere Bestandszusammensetzung und Stabilität. Um solche Veränderungen zu beobachten, wird nun erstmalig in

dem aus dem Waldklimafonds geförderten Projekt »GenMon« in Deutschland ein Flächen-Netzwerk zum forstgenetischen Monitoring für Buche (*Fagus sylvatica*) und Fichte (*Picea abies*) eingerichtet. Es wird 14 Buchen- und zehn Fichtenflächen verteilt über ganz Deutschland umfassen. Zwei Buchenflächen und eine Fichtenfläche liegen in Bayern. Das ASP koordiniert die Arbeiten des Verbundvorhabens mit zehn Partnern. Es wird die Fichten- und Buchenflächen in Bayern einrichten und betreuen, aber auch genetische Analysen für Flächen aus anderen Bundesländern durchführen. Die gute Buchenmast im vergangenen Jahr wurde bereits zur Sicherstellung von Samenproben auf allen 14 Buchenflächen genutzt. Im Frühjahr 2017 erfolgen die ersten phänologischen Untersuchungen zu Austriebs- und Blühverhalten auf allen Flächen nach einem standardisierten Verfahren. Das Datenmanagement erfolgt über eine online-Datenbank.

Dr. Monika Konnert



Buchen-Monitoring-Fläche Adlgass
Foto: D. Kavaliauskas

ASP-Stipendiatin bei Doktorprüfung erfolgreich



Foto: M. Walter

Vor knapp einem Jahr war Anna Mária Szász Len aus Rumänien als erste Stipendiatin der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) an das ASP gekommen, um hier die Methodik der DNA-Untersuchungen zu erlernen und sie dann zur Erforschung der genetischen Vielfalt in Saatguterntebeständen der Buche aus Rumänien anzuwenden. Dies war das Thema ihrer Doktorarbeit. Nun hat sie diese mit dem Rigorosum an der Universität für Landwirtschaft und Tiermedizin in Klausenburg/Rumänien erfolgreich abgeschlossen. Die Universität hat seit einigen Jahren auch eine Sektion Forstwirtschaft. Frau Dr. Monika Konnert, die Leiterin des ASP, war als Gutachterin in die Prüfungskommission berufen worden. Dr. Monika Konnert

Kleinprivatwald – lohnt sich das?

»Testbetriebsnetz Kleinprivatwald« der LWF hakt nach

Holger Hastreiter

»Du scho wieder – gib't di a no? Is scho wieder soweit!« Derartig scherzhaft gemeinte Begrüßungen kommen einem schon mal zu Ohren, wenn man mehrere Jahre hintereinander die gleichen Menschen am Telefon interviewt. Man könnte fast schon von einer gewissen Routine sprechen, die sich auch auf Seite der Befragten eingestellt hat. Die Rede ist von den Interviews zur Waldbewirtschaftung, welche die LWF seit 2012 jährlich mit 50 Kleinprivatwaldbesitzern durchführt.

Vorab ein paar Zahlen: Die Privatwaldfläche in Bayern umfasst 1,45 Millionen Hektar (ha), die sich auf 480.000 Eigentumsstände mit rund 700.000 Waldbesitzern verteilen. Die mittlere Betriebsgröße beträgt ca. 3 ha. In den Besitzgrößenklassen unter 200 ha befinden sich 99,9% aller privaten Waldeigentümer und 85% der privaten Waldfläche. Wie es um die Waldbewirtschaftung bestellt ist, das verraten bei Forstbetrieben über 200 ha die aktuellen Zahlen des Testbetriebsnetz Forst Bayern.

Kleinprivatwald – der große Unbekannte

Wo aber erhält man Informationen, wenn das Interesse dem *kleinen* Waldbesitz in Bayern gilt? Nachdem 2010 die Zusatzerhebung für landwirtschaftliche Betriebe mit Wald ganz eingestellt wurde, gab es schlichtweg keine aktuellen Zahlen mehr zum Privatwald unter 200 ha in Bayern. Die Abteilung »Waldbesitz, Beratung, Forstpolitik« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) hat es sich zum Ziel gemacht, diese Wissenslücke zu schließen und auch im bayerischen Kleinprivatwald eine dem Testbetriebsnetz ähnliche Erhebung aufzubauen – das Testbetriebsnetz Kleinprivatwald TBN-KPW. Für diesen Zweck ist es notwendig, dass bei den teilnehmen-

den Betrieben allen betrieblichen Erträgen sämtliche entstandenen Aufwendungen gegenüber gestellt werden.

Im Rahmen dieses Artikels werden sowohl die Methodik, als auch die ersten Ergebnisse vorgestellt. Passend zum Thema sind einige Äußerungen der Waldbesitzer sinngemäß wiedergegeben, die über die Jahre gefallen sind und die humorvoll Probleme des Projektes auf den Punkt bringen. Dadurch soll auch deutlich gemacht werden, dass hinter all den nüchternen Zahlen, Daten und Statistiken immer Menschen mit eigenen Idealen, Erfahrungen und Interessen stehen.

Schon bei den nur 50 befragten Waldbesitzern zeigte sich, dass die Sichtweise auf den Wald und infolgedessen auch auf die Art seiner Bewirtschaftung (z. B. die eingesetzten Arbeitsverfahren und Maschinen) sehr individuell und deshalb sehr vielfältig ist. Eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse war deshalb nicht einfach herzustellen.

»Des Heftl ist Gold wert«

In kleineren Privatwaldbetrieben ist es, wie erwartet, eher unüblich, (lückenlose) Tätigkeitsberichte über die eigene Waldbewirtschaftung zu führen. Um den Teilnehmern ein Hilfsmittel für die telefonische Abfrage an die Hand zu geben, haben wir eine DIN A5-Broschüre mit dem Titel »Mein Wald« erstellt, die weitgehend anlog zu den Tabellenblättern der Testbetriebsnetzdatei aufgebaut ist. Diese schicken wir den Waldbesitzern zu Beginn des für die Abfrage relevanten Jahres zu. Dadurch entsteht ein praktischer Doppelnutzen. Zum einen können die Waldbesitzer am Ende des Jahres alle mit der Bewirtschaftung des eigenen Waldes verbundenen Einnahmen und Ausgaben nachvollziehen oder beispielsweise an-

hand der Dokumentation des Maschineneinsatzes im Wald die tatsächliche Auslastung der eingesetzten Maschinen ermitteln, zum anderen können sie die seitens der LWF benötigten Kennzahlen während des Interviews direkt nachschlagen und weitergeben. Die Dokumentationshilfe selbst ist zum Verbleib bei den Unterlagen der TBN-Teilnehmer gedacht. Die Erfahrung zeigt, dass einige Interviewpartner diesen Vorteil erkannt haben und diese Hilfestellung auch im Eigeninteresse gerne verwenden. Mittlerweile ist das Heft in der Publikationsliste der LWF bestellbar und wird auch rege nachgefragt.

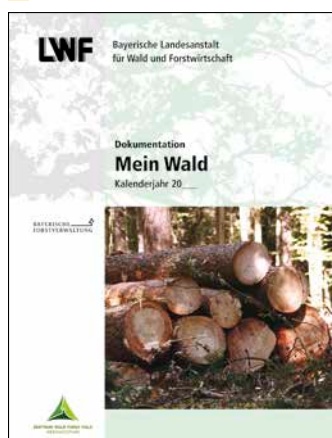
»Wissen's, i bin scho 78 Jahr old, früher wor i a schneller!«

Um den jährlichen Aufwand für die Waldbewirtschaftung zu ermitteln, kamen unter den gegebenen Voraussetzungen grundsätzlich zwei Methoden in Betracht: Die erste basiert darauf, direkt messbare Kenngrößen (z. B. Festmeter Holzeinschlag, Pflanzenzahlen, Pflegefläche) mit entsprechenden Leistungs- und Kostensätzen zu multiplizieren. Derartige Sätze waren aber zum damaligen Zeitpunkt nicht in ausreichendem Umfang vorhanden. Des Weiteren wäre die Übertragbarkeit von Kosten- und Leistungssätzen, die i. d. R. durch Zeitstudien ausgebildeter Forstwirte entstanden sind, auf die Verhältnisse im Kleinprivatwald fragwürdig. Deshalb wurde ein alternativer Ansatz gewählt. Als Grundlage für die Ermittlung des Betriebsaufwands wurden alle bei der Waldbewirtschaftung üblichen Tätigkeiten erfasst und die dort angefallenen Arbeitsstunden der beteiligten Waldeigentümer erfragt. Die geleisteten Stunden werden mit kalkulatorischen Lohnkosten und gegebenenfalls mit entsprechenden Maschinenkostensätzen multipliziert. Dazu lassen sich bei Bedarf weitere i. d. R. externe Kosten wie Unternehmer- bzw. Materialkosten addieren.

»Holz ausm eignen Wald is ja umsonst!«

Da fehlende Werte bei der Berechnung ein Problem darstellen, müssen sie sowohl bei den Erträgen als auch bei den Aufwendungen durch kalkulatorische

1 Dokumentationsheft »Mein Wald«



Tätigkeit	Kosten
Holzeinschlag	6,00 €/Fm
Holzrückung	5,00 €/Fm
Holztransport	3,00 €/Fm
Scheitholzbereitstellung	9,00 €/Rm
Walderneuerung	18,00 €/ha
Waldschutz	9,00 €/ha
Waldpflege	7,00 €/ha
Walderschließung	15,00 €/ha

2 Kennzahlen – Kostensätze der Tätigkeiten im Wald (ohne kalkulatorischen Lohnansatz)

Größen ersetzt werden. Beispielsweise wird ein Großteil des Holzeinschlages vor allem in den kleineren Besitzgrößenklassen nicht vermarktet, sondern dient der Deckung des Eigenbedarfs. Obwohl diese Holz mengen nicht verkauft werden, stellt der Eigenverbrauch eine kalkulatorische Einnahme für den Betrieb dar. Die Aufarbeitung des selbst verbrauchten Holzes stellt folglich auch einen Aufwand dar. Die bei der Erhebung genannten Eigenverbrauchsmengen gehen deshalb mit am jeweiligen Marktpreis angelehnten Durchschnittserlösen des Sortimentes in die Berechnung ein. Der entstandene Aufwand wird analog zu den Verkaufssortimenten ermittelt.

»Beim Brennholzspaltn do hilft d' Frau mid, oba de kost ja nix!«

Arbeiten im kleineren Privatwald werden häufig in unentgeltlicher Eigentätigkeit bzw. Familienarbeit ausgeführt. Für die monetäre Bewertung der eigenen Arbeitsleistung wurden 10 Euro/Stunde als kalkulatorischer Satz gewählt. Dieser Wert basiert auf den gemittelten, empfohlenen Kostensätzen für Forstarbeiten des Kuratoriums der bayerischen Maschinenringe KBM Bayern e.V. Diese reichen von 8,- € für leichte Arbeiten (Pflanzhilfe) bis zu 12,50 € für schwere, körperliche Arbeiten (Starkholzeinschlag). Dagegen die Berücksichtigung der eigenen, i. d. R. unentgeltlichen Arbeitsleistung einen bedeutenden Einfluss auf das Betriebsergebnis hat, wurde die Berechnung sowohl mit als auch ohne diesen Faktor durchgeführt.

»Den Schlepper leih i ma von meim Bruada aus, des kost maximal a Tragl Bier!«

Einen weiteren erheblichen Kostenfaktor in der Waldbewirtschaftung stellen die dafür eingesetzten Maschinen und Geräte dar. Da es sich bei der Hälfte der Teilnehmer um aktive bzw. ehemalige Voll-

erwerbs- und Nebenerwerbslandwirte handelt, ist die individuell zur Verfügung stehende Maschinenausstattung häufig gut bzw. sehr gut. Die bei den Betrieben vorhandene Bandbreite eingesetzter Maschinen war enorm und reichte vom elektrischen Holzspalter aus dem Baumarkt bis zum betriebseigenen Radlader. Leistungsfähigkeit, Alter, Anschaffungskosten und die anzunehmende Abschreibung der Maschinen mussten für die weitere Berechnung »nivelliert« werden, um einen innerhalb des TBN vergleichbaren Kostenansatz zu erhalten. Deshalb wurden dafür ebenfalls die jeweils aktuellen Maschinenstundensätze des KBM angewendet. Diese enthalten alle in der Maschinenkostenkalkulation zu berücksichtigenden Kostenansätze (inkl. Treibstoff, Abschreibungen). Das KBM gibt meistens eine breite Kostenspanne für jeden Maschinentyp an. Deren Mittelwert wurde als Kalkulationsgrundlage für das Testbetriebsnetz herangezogen. Wenn eigene Maschinen bei der Waldarbeit eingesetzt waren, wurden diese damit genauso behandelt, als hätte sie der Waldbesitzer beim Maschinenring ausgeliehen.

»Der Wald is mei Hobby!«

Um vorab einen Überblick zu erhalten, welche Bedeutung der Wald für den Einzelnen hat, wurde jeder Teilnehmer beim ersten Interview dazu befragt. Die Antworten wurden in Kategorien eingeteilt, wobei jeder Befragten so viele Bedeutungen nennen konnte, wie er wollte. Über 95% der Waldbesitzer messen dem Wald grundsätzlich eine positive Bedeutung bei. Mehr als die Hälfte sehen den eigenen Wald als Ausgleich zum Beruf. Da häufig viele Stunden im Wald verbracht werden, wird der Wald einem Hobby gleichgestellt. Vielen macht die Arbeit in und mit der Natur Freude und Spaß. Nur 11% drückten dabei auch eine explizit monetäre Bedeutung aus. 21% deuteten eine Geldersparnis an, da das (Brenn-) Holz aus dem eigenen Wald den teuren Zukauf überflüssig macht. Auch bei der Frage nach den Bewirtschaftungszielen wird der Wertsteigerung bzw. Gewinnorientierung nur ein sehr kleiner Raum beigemessen. Die überwiegend genannten Ziele wie Nachhaltigkeit und Walderhalt mit 59% oder Waldumbau im Zuge des Klimawandels mit 32% lassen gar jedes Försterherz höher schlagen, entsprechen und harmonisieren sie doch mit den Zielen

der Forstverwaltung. Nachhaltig ist eine Bewirtschaftungsform dann, wenn nicht mehr entnommen wird als nachwächst. Dies kann im kleineren Privatwald durchaus auch bedeuten, dass sogenannte »aussetzende« Betriebe ein oder mehrere Jahren aus verschiedenen Gründen ganz auf die Holznutzung verzichten. Nach so einer »Ruhephase« wird dann wieder verstärkt Holz gemacht. Der klimabedingte Waldumbau erfordert ebenfalls stetige Eingriffe. Es wird also auch im kleineren Privatwald regelmäßig gewirtschaftet.

»Des ham mia oiwei so gmacht«

Manche der wiedergegebenen Waldbesitzeraussagen aus dem ersten Teil des Beitrages unterstreichen die Ergebnisse der Befragung dahingehend, dass in vielen kleineren Privatwaldbetrieben das Hauptaugenmerk der Bewirtschafteter nicht zwingend auf der Optimierung des Betriebsergebnisses liegt und »auf Teufel komm raus« eine Rendite erzielt werden muss. Dies zeigt sich beispielsweise auch beim Einsatz von für bestimmte Zwecke völlig überdimensionierten Maschinen oder bei der Anwendung wenig produktiver Arbeitsverfahren. Für einen außenstehenden Betrachter läge hier die zu empfehlende Lösung klar auf der Hand: Leistungssteigerung durch die Anwendung von Verfahren nach neuesten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen und Kostensenkung durch den Einsatz geeigneter Maschinen. Der sprichwörtliche Unterschied zwischen Theorie und Praxis offenbart sich hier dadurch, dass die genutzten Maschinen aus dem landwirtschaftlichen Betriebsteil häufig sowieso vorhanden sind und eine Neuinvestition enorme Kosten bedeuten würde und deshalb in keinem Fall rentabel wäre. Arbeitsverfahren wurden vielfach von der Vorgängergeneration übernommen und sind dann im Laufe der Jahre zur Gewohnheit geworden oder sind aufgrund fehlender technischer Möglichkeiten einfach nicht anders umsetzbar.

3 31 Stunden arbeiteten die Waldbesitzer pro Hektar in ihrem Wald. Foto: C. Mühlhausen, landpixel.de



Aber kommen wir nun von den Besonderheiten des Kleinprivatwaldes wieder zurück in die Welt der Zahlen und zur Kernfrage, die ein betriebswirtschaftliches Testbetriebsnetz beantworten soll: Lohnt sich die Bewirtschaftung im kleineren Privatwald auch in finanzieller Hinsicht?

Ergebnisse und Kennzahlen der vergangenen vier Jahre

Die befragten Betriebe haben im Mittel eine Waldfläche von 7,4 ha und liegen damit weit über dem bayerischen Durchschnitt von 3 ha. Die Baumartenausstattung ist mit 79% sehr »nadelholzgeprägt«. In den Jahren 2012 bis 2015 wurden im Mittel jährlich 10 Fm/ha eingeschlagen. Um einen Festmeter Holz zu ernten, waren 1,2 Stunden Arbeitszeit erforderlich. Im Schnitt arbeiteten die Befragten 31 Stunden pro Jahr und Hektar in ihrem Wald. 12 Stunden davon entfielen auf die Holzernte (Hiebsvorbereitung, Holzeinschlag und Holzbringung), 10 Stunden auf die sonstigen Forstbetriebsarbeiten (Walderneuerung, Waldschutz, Waldpflege und Walderschließung) und 9 Stunden auf die Scheitholzbereitstellung. Lässt man den kalkulatorischen Lohnansatz für die Eigentätigkeit außen vor, so erwirtschafteten die Betriebe pro geleistete Stunde ein Einkommen (ohne staatl. Zuschüsse) von 13,84 €/ha. Um alle bei der Waldbewirtschaftung anfallenden Kosten (Holzernte, Brennholzbereitstellung, sonstige Betriebsarbeiten, Verwaltung) zu decken, war ein jährlicher Einschlag von 4,55 Fm/ha erforderlich. Als Verwaltungskosten im weiteren Sinn wurden bislang nur die Beiträge für die Berufsgenossenschaft sowie eventuelle Mitgliedsbeiträge für forstliche Zusammenschlüsse erhoben. Möchte ein Waldbesitzer lediglich diese Kosten decken, dann wäre dazu pro Jahr nur ein Einschlag von 0,61 Fm/ha erforderlich. Nachfolgend noch einige der ermittelten Kenngrößen (Mittelwerte) für die Haupttätigkeiten bei der Waldbewirtschaftung, wiederum ohne Berücksichtigung des kalkulatorischen Lohnansatzes.

Reinertrag und Deckungsbeitrag

Aus der Differenz zwischen Ertrag und Aufwand ergibt sich der Reinertrag. Addiert man zum Reinertrag die kalkulatorischen Lohnkosten, erhält man den Deckungsbeitrag. Für den Waldbesitzer, der

Jahr	2012	2013	2014	2015	Mittelwert 2012–2015
Holzertrag	728	736	614	839	729
Sonstige Erträge (z. B. Förderung)	31	14	22	13	20
Summe Betriebsertrag	759	750	636	852	749
Aufwand für Holz- und Forsterzeugnisse ¹	401	469	382	486	434
Aufwand für Betriebsarbeiten ¹	145	150	147	134	144
Aufwand für Verwaltung	39	39	38	42	40
Summe Betriebsaufwand	585	658	567	662	618

¹ inkl. kalkulatorischer Lohnkosten

Reinertrag (Ertrag – Aufwand)	174	92	69	190	131	4 Ertrag und Aufwand im Kleinprivatwald [€/ha] sowie die Berechnung von Reinertrag und Deckungsbeitrag
Kalkulatorische Lohnkosten	279	346	302	340	318	
Deckungsbeitrag	453	438	371	530	449	

seinen Wald hauptsächlich in Eigenregie bewirtschaftet und deshalb den eigenen Lohn nicht kalkuliert, ist der Deckungsbeitrag das Maß für die Rentabilität seines Waldes. Abbildung 4 zeigt Ertrag, Aufwand, Reinertrag und Deckungsbeitrag für die bisherigen Erhebungsjahre und den Mittelwert aus diesen Jahren.

Fazit: Kleinprivatwald lohnt sich

Abschließend kann man sagen, dass sich die Bewirtschaftung auch kleinerer Waldflächen finanziell, natürlich bei den entsprechenden Holzpreisen, sehr wohl auszahlt. Das Testbetriebsnetz Kleinprivatwald ermöglicht einen guten Einblick, wie es um die wirtschaftliche Lage im flächenmäßig bedeutendsten Teil des bayerischen Privatwaldes bestellt ist. Es ist deshalb angedacht, die erhobenen Zahlen für den Klein- und Kleinstprivatwald zukünftig im jährlichen Agrarbericht des Landes zu veröffentlichen und dadurch die Datenlücke »unter« dem Testbetriebsnetz Forst zu schließen. Weiterhin können die erhobenen Zahlen und Zeitreihen als Grundlage für zukünftige forstpolitische Entscheidungen dienen. Neben der Darstellung der generellen ökonomischen Bedeutung der Waldbewirtschaftung lassen die Ergebnisse auch die Rentabilität der Waldarbeit für den einzelnen Waldbesitzer greifbarer werden. Es zeigte sich in dieser Anfangsphase aber auch, dass die Etablierung einer neuen Erhebung ein laufender, sich stetig fortentwickelnder Prozess ist, bei dem jeder neue Durchgang zusätzliche methodische Erkenntnisse mit sich bringt. Anpassungen und Änderungen in der Methodik waren und können durchaus auch in Zukunft noch notwendig sein. Die jährlich wiederkehrenden Interviews führten zu ei-

ner gewissen Routine bei den Befragten und dadurch zu konstanteren und verlässlicheren Werten. Die intensive persönliche Auseinandersetzung mit jedem einzelnen Teilnehmer bzw. dessen Waldbesitz scheint einer sich oft in rein schriftlichen Befragungen einschleichenden Befragungsmüdigkeit entgegenwirken zu können.

Ein ganz besonderer Dank gebührt an dieser Stelle den freiwilligen Teilnehmern am Testbetriebsnetz Kleinprivatwald, die ihre Zeit opfern und uns bereits seit mehreren Jahren einen zahlenmäßigen Einblick in das Betriebsgeschehen in ihrem Wald ermöglichen.

Zusammenfassung

Zur Erfassung der betriebswirtschaftlichen Lage des Privatwaldes werden im Testbetriebsnetz Forst jährlich Daten erhoben – allerdings nur von Privatwaldbetrieben mit einer Fläche von über 200 ha. Dabei ist der größte Teil der Privatwaldfläche in Händen der Klein- und Kleinstwaldbesitzer, die gleichzeitig über 99% aller Waldbesitzer repräsentieren. Seit 2012 befragt die LWF auf freiwilliger Basis Kleinprivatwaldbesitzer über ihr betriebswirtschaftliches Tun im Wald und schließt damit eine große Datenlücke. Ergebnis der ersten vier Befragungsjahre: Forstwirtschaft im Kleinprivatwald lohnte sich bisher.

Autor

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

Kontakt: Holger.Hastreiter@lwf.bayern.de

Links

Mein Wald – Dokumentationsheft für Waldbesitzer: www.lwf.bayern.de/service/publikationen/index.php
Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebs-hilfsringe e.V.: www.kbm-info.de

Forstbetriebe trotzen Sturm und Trockenheit

Testbetriebsnetz Forst: Forstbetriebe bleiben 2015 in der Gewinnzone

Friedrich Wühr

Läutete das Sturmtief »Niklas« das Ende der goldenen Jahre für die Forstbranche ein? Es war in der Tat alles andere als ein Erfolg versprechender Auftakt: Sturm Niklas bescherte – zumindest regional – große Mengen an Schadholz – mit entsprechenden Auswirkungen auf den Holzpreis. Dann folgte ein außergewöhnlich trockener Sommer mit drohender Borkenkäferkalamität. Unter diesen nicht gerade günstigen Vorzeichen starteten die Forstbetriebe in das Wirtschaftsjahr 2015.

1 Die Sturmschäden des Orkantiefs Niklas belasteten zunächst den Holzmarkt, doch die stabile Konjunktur relativierte die ökonomischen Schäden deutlich. Foto: C. Reichert, LWF



Am 31. März 2015 fegte das Orkantief »Niklas« über Deutschland hinweg und hinterließ auch in Bayerns Wäldern zum Teil erhebliche Sturmschäden. Die großen Sturmholzmengen drückten die Holzpreise nach unten. Keine guten Aussichten für ein erfolgreiches Forstwirtschaftsjahr 2015. Doch die konjunkturelle Lage in Deutschland mit ihrem soliden und stetigen Wirtschaftswachstum machte vieles wett. Der Geschäftsklimaindex für Holzgewerbe und Holzgroßhandel befand sich auf hohem Niveau. Der anhaltende Bauboom sorgte für rege Nachfrage auf dem Holzmarkt. Wie sich am Ende des Tages die Forstbetriebe in diesen unruhigen Zeiten behaupten konnten, zeigen die Auswertungen des Testbetriebsnetzes.

2 Verteilung der Teilnehmer nach Größenklasse, Regierungsbezirk und Hauptbaumart

		Privatwald	Körperschaftswald
Mittl. Holzbodenfläche [ha/Betrieb]		826	1096
Größenklasse	GK 1: < 500 ha	11	10
	GK 2: ≥ 500 < 1000 ha	3	10
	GK 3: ≥ 1000 ha	4	10
Regierungsbezirk	Unterfranken	1	10
	Oberbayern/Schwaben	10	10
	Niederbayern/Oberpfalz	5	3
	Ober-/Mittelfranken	2	7
Baumarten-gruppe	Fichte/Tanne/Douglasie	13	11
	Kiefer/Lärche	1	4
	Laubholz	3	10
	Übrige Betriebe	1	5

Wozu das Testbetriebsnetz Forst?

Mit dem Testbetriebsnetz Forst (TBN-Forst) wurde eine wichtige Datengrundlage für die Beurteilung der wirtschaftlichen Lage in der Forstwirtschaft geschaffen. Darüber hinaus können, was für die Betriebe von großer Bedeutung ist, die Leistungen, aber auch die Kosten des gesamten Forstsektors abgebildet werden. Für die forstpolitischen Entscheidungen auf Bundes- und Landesebene gilt das TBN-Forst als wichtige und zuverlässige Datenquelle. Voraussetzung hierfür ist die freiwillige Teilnahme möglichst vieler Betriebe des Privat- und Körperschaftswaldes.

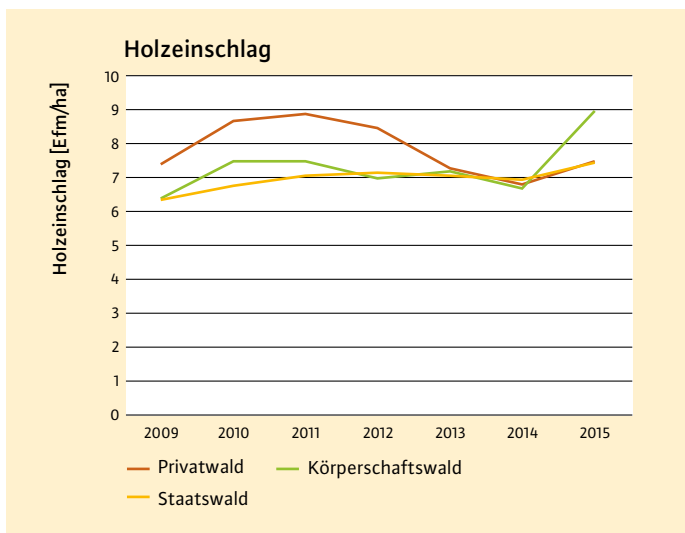
Zahl der Teilnehmer leicht gestiegen

Deshalb ist es erfreulich, dass im Erhebungsjahr 2015 wieder mehr bayerische Forstbetriebe daran teilgenommen haben. So konnte die Datensammlung des Testbetriebsnetzes im Forstwirtschaftsjahr 2015 von 18 Privatwald- und 30 Körperschaftswaldbetrieben fortgeschrieben werden. Die Meldebetriebe repräsentieren die vielfältigen Produktionsbedingungen in Bayern. Um fundierte und differenzierte Aussagen über die standörtlichen oder holzartenspezifischen Gegebenheiten in den Eigentumsarten treffen zu können, aber auch um den zwischenbetrieblichen Vergleich zu gewährleisten, wurden die Betriebe nach den Kriterien *Größenklasse*, *Hauptbaumart* und *Region* eingeteilt (Abbildung 2).

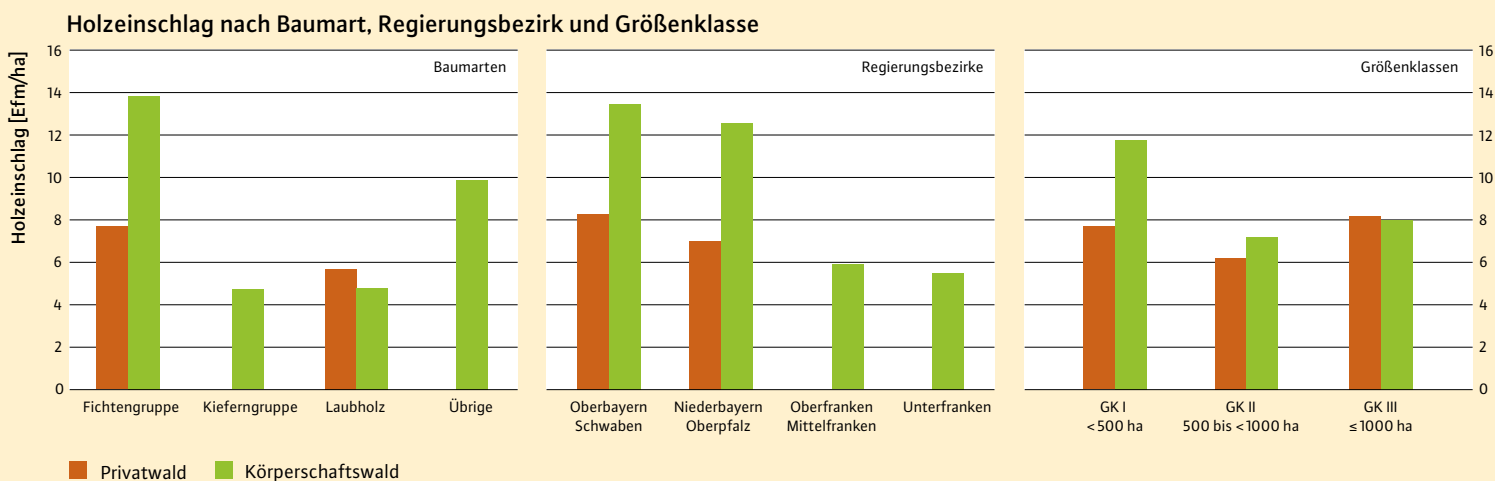
Regional deutlich höherer Holzeinschlag

Zum Ende des ersten Quartals wurde der Holzmarkt durch das Sturmtief »Niklas« gehörig durchgerüttelt. Obwohl dieses Schadereignis regional auftrat und besonders den südlichen Landesteil betraf, verhielt dies anfangs nichts Gutes. Die Forstbetriebe waren erstmals nach Jahren wieder gezwungen, größere Mengen an Schadholz aufzuarbeiten und zu deutlich schlechteren Bedingungen zu vermarkten. Doch die anhaltend starke Binnenkonjunktur, mit ausgelöst durch das

3 Entwicklung des Holzeinschlags in Privat-, Körperschafts- und Staatswald.



4 Holzeinschlag des Privat- und Körperschaftswaldes, differenziert nach Baumart, Regierungsbezirk und Größenklasse



Flaggschiff des Baugewerbes, den Wohnungsbau, löste einen regelrechten Nachfrageschub aus. Daher boten sich der Forstwirtschaft doch noch beste Absatzmöglichkeiten, weshalb sich der Holzmarkt auch rasch stabilisieren konnte.

Am Ende dieses unruhigen Jahres fiel der Holzeinschlag in allen drei Besitzarten im Vergleich zum Vorjahr höher aus (Abbildung 3). Im Privatwald stieg der Holzeinschlag um 1,1 Festmeter (+11%) auf 7,5 Festmeter je Hektar (Fm/ha) Holzbodenfläche an. Deutlicher nahm er im Körperschaftswald zu. Mit 9,0 Festmeter je Hektar Holzbodenfläche erreichte er den höchsten Stand im Betrachtungszeitraum. Gegenüber dem Vorjahr bedeutete das eine Steigerung um 2,3 Festmeter je Hektar (+34%). Im Staatswald wurden mit 7,5 Festmetern je Hektar um 0,5 Festmeter (+7%) gegenüber 2014 mehr eingeschlagen.

Entsprechend den regionalen bzw. lokalen Schwerpunkten des Sturmereignisses waren gravierende Unterschiede bei der

Erntemenge sowohl in den Regionen als auch bei den Baumartengruppen festzustellen. Deutlich wird dies, wenn man, wie in Abbildung 4 dargestellt, den Holzeinschlag der Fichtenbetriebe mit dem der Laubholzbetriebe und die Einschlagshöhe in den Regierungsbezirken gegenüberstellt.

Die Fichtenbetriebe des Privatwaldes übertrafen mit dem Einschlag von 7,7 Festmeter je Hektar deutlich die Laubholzbetriebe (5,7 Fm/ha). Das meiste Holz wurde mit 8,3 Festmeter je Hektar in den Regierungsbezirken Oberbayern/Schwaben und von den Betrieben der Größenklasse 3 (8,2 Fm/ha) eingeschlagen. Auch im Körperschaftswald verzeichneten die Fichtenbetriebe mit 13,9 Festmeter je Hektar einen fast dreimal höheren Einschlag als die Laubholzbetriebe (4,8 Fm/ha). Regional fielen die deutlich größeren Holz mengen in der südlichen Landeshälfte an.

Ertragslage blieb insgesamt gut

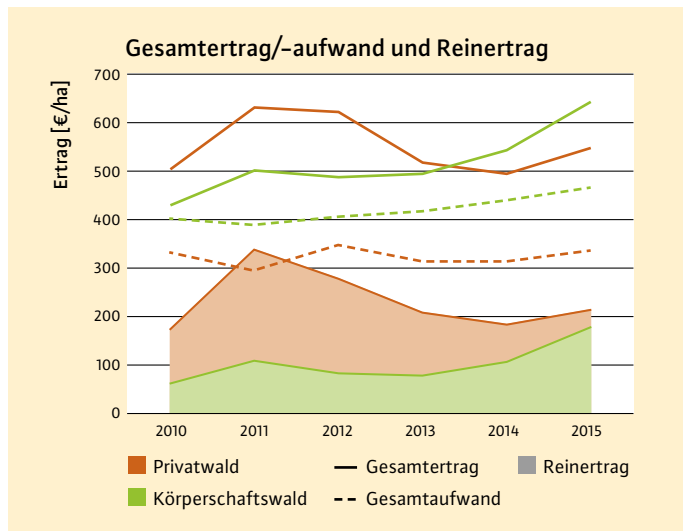
Trotz der zunächst widrigen Startbedingungen blieb die allgemeine Ertragslage der bayerischen Meldebetriebe auch im fünften Jahr in Folge gut (Abbildung 5). Zu verdanken war dies in erster Linie dem hohen Holzeinschlag und der konstant anhaltenden Nachfrage nach Rohholz.

Im Vergleich zum Vorjahr stieg der Gesamtertrag (Produktbereiche 1–5) im Privatwald um 53 Euro auf 550 Euro je Hektar. Im Körperschaftswald erreichte er mit 644 Euro sogar den Zehnjahreshöchstwert.

Entgegen den anfänglichen Befürchtungen kam es trotz Sturmholz und Käferbefall nicht zu einem größeren Holzpreisverfall. Dennoch mussten Einbußen hingenommen werden, was für die Privatbetriebe einen Rückgang beim Holzlös (ohne Selbstwerber) um 8 Euro auf 68 Euro je Festmeter zur Folge hatte. Im Einzelnen wurde für die Fichte 70 Euro je Festmeter (2014: 71 €/Fm), die Kiefer 47 Euro je Festmeter (2014: 42 €/Fm), die Buche 40 Euro je Festmeter (2014: 57 €/Fm) und die Eiche 64 Euro je Festmeter (2014: 96 €/Fm) erzielt.

Die Körperschaftswaldbetriebe erlösten mit 75 Euro je Festmeter (ohne Selbstwerber) hingegen zwei Euro mehr als im Vorjahr. Baumartenbezogen erzielten sie für die Fichte 75 Euro je Festmeter (2014: 78 €/Fm), für die Kiefer 57 Euro je Festmeter (74 €/Fm), für die Buche 51 Euro je Festmeter (2014: 48 €/Fm) und für die Eiche 61 Euro je Festmeter (2014: 53 €/Fm).

5 Entwicklung von Ertrag, Aufwand sowie Reinertrag; der Reinertrag berücksichtigt nicht die Fördermittel, die die Forstbetriebe eventuell erhalten.



Sturm- und Käferschäden führten zu höherem Aufwand

Schadereignisse hinterlassen immer Spuren. Die Aufarbeitung von Sturm- und Käferholz fordert ihren Tribut. Wie aus dem »Lagebericht« des TBN-Forst hervorgeht, schlug sich das im erhöhten betrieblichen Aufwand nieder (Abbildung 5). Dieser nahm bei den Betrieben des Privatwaldes um 23 Euro auf 335 Euro je Hektar zu. Jedoch belegt nicht, wie aufgrund des erhöhten Einschlaßes anzunehmen wäre, der Aufwand für die Holzernte mit 109 Euro je Hektar (2014: 92 €/ha) die Spitzenposition, sondern der Verwaltungsaufwand schlägt mit insgesamt 127 Euro je Hektar (2014: 127 €/ha) kräftig zu Buche. Steigende Tendenz auch bei den Löhnen (+ 9,4%) und Gehältern (+9,2%), beim Materialaufwand (+22%) und beim Unternehmereinsatz (+11%). Im Durchschnitt wurden 3,2 Arbeitskräfte je 1.000 ha (2014: 2,6) beschäftigt.

Auch bei den Betrieben des Körperschaftswaldes war der Aufwand insgesamt höher. Beim Gesamtaufwand von 465 Euro je Hektar (2014: 439) stand hier der Aufwand für die Holzernte mit 162 Euro je Hektar (2014: 122 €/ha) an erster Stelle, es folgte mit 160 Euro je Hektar (2014: 168 €/ha) der Verwaltungsaufwand. Leicht rückläufig waren Löhne (-4,4%) und Gehälter (-1,4%). Gestiegen ist der Aufwand für den Unternehmereinsatz um 34%, bei den sonstigen Kostenarten stieg der Aufwand um 39% an. Die Zahl der regelmäßig beschäftigten Waldarbeiter sank auf 3,5 AK/1.000 ha (2014: 3,7).

Rückblick auf gutes Geschäftsjahr

Das Jahr 2015 war für die Forstbranche alles andere als ein leichtes und normales Arbeitsjahr, denn die Herausforderungen (Sturmholzaufarbeitung, Trockenheit und Borkenkäferbefall) waren enorm. Summa summarum konnten die Forstbetriebe jedoch an die guten Abschlüsse der Vorjahre anknüpfen und ein befriedigendes bis sogar gutes Gesamtergebnis verbuchen (Abbildung 5).

Im Erhebungszeitraum mussten die Meldebetriebe des Privatwaldes zwar einen Rückgang beim Holzerlös um fast 11 Prozentpunkte und Steigerungen beim Aufwand hinnehmen, konnten diesen aber aufgrund des um 17% höheren Einschlaßes wieder wettmachen und den Reinertrag I um 16% steigern. Dabei konnten fast 90% des Kollektivs einen positiven Reinertrag I erwirtschaften. Über die Hälfte (56%) der Teilnehmer lag mit ihrem Betriebsergebnis über dem Durchschnitt von 215 Euro je Hektar. Es handelte sich dabei fast ausschließlich um Fichtenbetriebe mit überdurchschnittlich hohen Einschlägen. Bei einem Drittel fiel die Bilanz zwar positiv aus, lag aber teilweise deutlich unter dem Mittelwert. Lediglich bei zwei Teilnehmern war der Reinertrag I negativ.

Auf Rekordkurs befanden sich die Körperschaftswaldbetriebe. Sie bilanzierten als Langzeithoch das Rekordergebnis von 180 Euro je Hektar. Das bedeutete einen Anstieg um 67% zum Vorjahr. Der Holzerlös erreichte mit 75 Euro je Festmeter ebenfalls den Spitzenwert.

Die Situation im Körperschaftswald bedarf jedoch der differenzierten Betrachtung. Zwar konnten 23 von 30 Teilnehmern positiv abschließen. Davon lagen sieben erheblich über dem Durchschnittswert von 180 €/ha, fünf im Bereich dessen und elf zum Teil deutlich darunter.

Gravierende Unterschiede zeigten sich beim Vergleich der Baumartengruppen. Höchstes Niveau erreichten wieder die Fichtenbetriebe mit 414 Euro je Hektar. Damit konnten weder die Laubholzbetriebe (38 €/ha) noch die Übrigen Betriebe (88 €/ha) konkurrieren. Eine, wenn auch knappe, positive Bilanz zogen die Kiefernbetriebe (3 €/ha).

Beim Vergleich der Regierungsbezirke zeichnete sich eine Zweiteilung innerhalb Bayerns ab, die in einem deutlichen Nord-Süd-Gefälle ihren Ausdruck fand. Die Teilnehmer aus Niederbayern/Oberpfalz erwirtschafteten 471 Euro je Hektar, die aus Oberbayern/Schwaben 278 Euro je Hektar. In Nordbayern lagen die Teilnehmer aus Unterfranken bei 117 Euro je Hektar. Das untere Ende markierten Ober- und Mittelfranken mit 5 Euro je Hektar.

Zusammenfassung

Die Forstbetriebe haben die Herausforderungen des Jahres 2015 gut gemeistert. Vor dem Hintergrund einer wachsenden Konjunktur und einer boomenden Baubranche stabilisierte sich der Holzmarkt, so dass am Ende die Forstbranche ein zufriedenstellendes bis gutes Geschäftsjahr bilanzieren konnte. Im Meldejahr hat sich die Erkenntnis aus den Vorjahren manifestiert, dass der Fichte weiterhin ein überproportional hoher Anteil am Betriebserfolg zukommt.

Erkenntnisgewinn des Meldejahres 2015 ist aber auch, dass bei differenzierter Betrachtung der positive Gesamteindruck nicht auf alle Betriebe übertragen werden kann. Gravierende Unterschiede bestanden einerseits regional zwischen dem südlichen und dem nördlichen Landesteil und andererseits zwischen den Fichtenbetrieben und den Kiefern-, Laubholz- und Übrigen Betrieben. Letztendlich war das außerordentlich gute Ergebnis im Körperschaftswald den hohen Einschlägen, bedingt durch den Sturm »Niklas« im Frühjahr 2015, geschuldet. Ansonsten wären sowohl die Höhe des Einschlaßes als auch der Reinertrag deutlich gemäßigter ausgefallen.

Autor

Friedrich Wühr ist Mitarbeiter in der Abteilung »Waldbesitz, Beratung Forstpolitik« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

Kontakt: Friedrich.Wuehr@lwf.bayern.de

Link

Dokumentationheft: www.lwf.bayern.de/service/publikationen/sonstiges/106100/index.php



Wilde Katzen im Frankenwald

Monitoring bestätigt die Rückkehr der Europäischen Wildkatze.

Peter Hagemann

Erst seit wenigen Jahren ist die Rückkehr der Europäischen Wildkatze in den Frankenwald zweifelsfrei nachgewiesen. Aus dem Gebiet des Forstbetriebs Rothenkirchen der Bayerischen Staatsforsten lagen bis 2013 einzelne genetische Untersuchungen verunfallter Exemplare sowie verlässliche Sichtungen von Forstleuten und Jägern jedoch ohne systematische zeitliche und örtliche Dokumentation vor. Im Rahmen eines einfachen Monitorings wurde deshalb in den Jahren 2014 und 2015 ein Wildkatzenhabitat nahe der Ködeltalsperre genauer beobachtet.

1 Sie fühlen sich sichtlich wohl im Frankenwald. Immer mehr Wildkatzen finden den Weg in dieses große, zusammenhängende Waldgebiet. Foto: X. Klausner

Der Frankenwald war in den zurückliegenden zwei Jahrzehnten Schauplatz tiefgreifender forstlicher Veränderungen. Wohl kein anderes bayerisches Mittelgebirge wandelte so rasch sein Gesicht. Forstlich besonders relevant sind im Frankenwald die historisch bedingte Dominanz der Fichte und die überwiegend flachgründigen Schieferstandorte mit sehr geringer Wasserhaltekapazität – in Kombination die Ursache für den hier beschleunigten Ablauf der bekannten Dynamik aus Sommertrockenheit, Borkenkäfer- und Sturmschäden als Folge des Klimawandels. Gleichzeitig wurde in allen Waldbesitzarten der Waldumbau hin zu klimastabileren Bestockungen vorangetrieben. Weiter nicht zu unterschätzen für das neue Erscheinungsbild der Waldregion ist auch die konsequente Umsetzung der Regionalen Naturschutzkonzepte im Staatswald, der im Frankenwald einen Besitzanteil von über 40 % ausmacht. Diese Entwicklungen führten innerhalb weniger Jahre zu:

- deutlicher Verschiebung der Baumartenzusammensetzung
- großer Anzahl an Freiflächen mit mischungsreichen Jungwüchsen

- zahlreichen neuen Strukturen durch systematische Vorausverjüngung von Tannen und Buchen
 - deutlich höheren Anteilen an Totholz, Biotopbäumen, Altholzinseln
 - großer Anzahl naturnaher, extensiv genutzter Wald- und Offenlandbiotope
- Einige dieser Faktoren oder auch deren Kombination sind sicher die Grundlage dafür, dass sich Anzahl und Situation bestimmter Lebensgemeinschaften im Frankenwald deutlich positiv verändert haben. Die wohl repräsentativsten »Aushängeschilder« für diese Entwicklung sind der Schwarzstorch und die Wildkatze, die sich zunehmend wohler im Frankenwald fühlen.

Den Wildkatzen auf der Spur

In den fünf Frankenwaldrevieren des Forstbetriebs Rothenkirchen wurde im Jahr 2014 mit Hilfe Baldrian-getränkter Lockstäbe versucht, Haarproben für genetische Nachweise der Wildkatze zu gewinnen. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde dafür kein Rasterverfahren gewählt, sondern nur Lockstäbe gezielt an Orten gesetzt, wo bereits früher mutmaßliche Exemplare gesehen oder im Schnee

gespürt worden waren. Da diese Stellen ausnahmslos in größerer Entfernung zu Wohnbebauung oder öffentlichen Verkehrswegen lagen, wurden – anders als in den Revieren im südlich angrenzenden Obermaingebiet – in keinem einzigen Fall Haare von Hauskatzen gefunden. Die Ausbringung der Stäbe und die Sicherung der Haarproben wurden nach der LWF-Anleitung »Wildkatzenmonitoring mittels Lockstöcken« (LWF 2011) vorgenommen. Die Auswertung der Proben erfolgte über die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (Michael Friedrich) am Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) (Dr. Barbara Fussi).

Das Untersuchungsgebiet

Nur in den südlich gelegenen Forstrevieren Ködel und Wilhelmsthal gab es im Jahr 2014 positive Wildkatzennachweise. Zusammen mit den im Jahr davor begonnenen Fotofallenauswertungen zeigte sich ein deutlicher Schwerpunkt von Katzenbesuchen an zwei Standorten ein bzw. zwei Kilometer nordwestlich der Ködeltalsperre im Revier Ködel. Hier und ab 2015 an einem zweiten nahen Standort wurde das weitere Monitoring konzentriert.



2 Wildkatzenhabitat »Mäusbeutel«: Der Name ist fast schon Programm. Alte, strukturreiche Mischwälder mit Totholz bilden ideale Lebensräume für die heimlichen Katzen. Foto: P. Hagemann

Die Monitoring-Standorte »Dörrleite« (560 m ü. NN) und »Buchenkanzle« (540 m ü. NN) liegen im Abstand von 1.300 m innerhalb eines 150 ha großen, sehr strukturreichen Jungwuchs/Dickungskomplexes auf früheren Käfer- bzw. »Kyrill«-Freiflächen. Die Jungbestände aus Fichte, Buche, Birke, Vogelbeere, Lärche und Douglasie werden teilweise von Überhältern und Altholzinseln aus Buche und Bergahorn beschirmt und waren zum Aufnahmezeitpunkt örtlich noch nicht geschlossen. Zwischen beiden Standorten erstreckt sich ein besonders laubholz- und totholzreicher Bestandesteil in zum Teil extrem steiler SW-Hanglage. Diese bildet den Taleinschnitt der »Tschirner Ködel«, einen der beiden Talsperrenzuflüsse. Westlich davon grenzt der 200 ha große Buchen-Altholzkomplex »Mäusbeutel« mit Edellaubholz, Fichte, Tanne, Lärche und Douglasie in Verzahnung mit älteren Fichtenbeständen an. Dieses Gebiet ist Teil des FFH-Gebietes »Täler und Rodungsinseln im Frankenwald mit Geroldgrüner Forst« und bildet mit seinem hohen Anteil an Totholz und Biotopbäumen und zahlreichen Bachtälchen ein besonders strukturreiches Stück Frankenwald (Abbildung 2). Der dritte Monitoringpunkt »Kerschenbamer Weg« (600 m ü. NN) liegt hier im Abstand von etwa 1.000 m zu den anderen Standorten in einer Randlage zwischen Buchen- und Fichtenaltholz.

Genetische Nachweise

Aus Kostengründen wurden die genetischen Untersuchungen auf Stichproben beschränkt, d.h. viele Wildkatzenbesuche an den Lockstäben wurden allein mit der Wildkamera dokumentiert. Gezielt wurden zwischen Februar 2014 und April 2015 an den drei Standorten 19 Haarproben gesammelt und ausgewertet. Dabei konnten 14 verschiedene Individuen nachgewiesen werden, davon sieben weibliche und sechs männliche Tiere. Einmal gelang kein Individualnachweis und einmal war eine Geschlechtsbestimmung nicht möglich. Nur zwei weibliche und zwei männliche Tiere wurden doppelt nachgewiesen, dabei nur ein weibliches Individuum in beiden Kalenderjahren (Juli 2014 und April 2015). Alle anderen doppelten Nachweise lagen innerhalb eines jeweiligen Zeitraums von unter vier Wochen. Trotz der relativen Nähe der Probenpunkte zueinander kam es zu keinen Überschneidungen an den Standorten, d.h. keine Wildkatze besuchte mehrere Stäbe.

Diese Ergebnisse lassen keine gesicherten Rückschlüsse auf die Ortstreue bzw. Territorialität der Wildkatzen zu. Wäre ihr Streifraum wirklich sehr begrenzt (unter einem Kilometer), hätte es mutmaßlich zu häufigeren Wiederholungsnachweisen am selben Lockstab über einen längeren Zeitraum kommen müssen. Würde es sich andererseits vor allem um »wandernde« Exemplare mit nur geringer Aufenthaltsdauer handeln, wäre der Besuch zumindest einer der anderen, relativ nahe gelegenen, Monitoringstellen wahrscheinlich gewesen. Auffällig bleibt insgesamt die große Anzahl verschiedener Tiere auf engem Raum.



3 Ausgiebig und intensiv »parfümiert« sich die Wildkatze an einem mit Baldrian besprühten Lockstab ein. Das Monitoring macht sich diese Leidenschaft zu Nutze, weil sich die scheuen Katzen mit Baldrian leicht anlocken lassen. (Foto einer Wildkamera) Foto: P. Hagemann

Nachweise mit Fotofallen

Bei sechs der genetisch untersuchten Wildkatzenbesuche gelang gleichzeitig ein Bilddokument mit den installierten Wildkameras. Dies waren die ersten »Doppelnachweise« von Wildkatzen im Frankenwald. Bei weiteren 26 Kontakten an den Monitoringstandorten in den Jahren 2014 und 2015 wurden Bildnachweise gesichert, ohne dass Haarproben gesammelt wurden. Insgesamt wurden bei 20 Terminen 186 Einzelbilder und bei weiteren zwölf Terminen 26 Kurzvideos (jeweils 30 Sekunden) ausgewertet.

Dieses zwischen März 2014 und Dezember 2015 durchgeführte Fotofallen-Monitoring kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben: Der Standort »Dörrleite« wurde nur im Jahr 2015 beobachtet und aufgrund technischer Defekte oder anderer Ursachen kam es an allen drei Lockstäben zu längeren Zeiträumen ohne Kameraüberwachung.

Leider verfügen Wildkatzen nicht über sichtbare charakteristische Fellzeichnungen, die eine Identifizierung anhand von Fotomaterial (wie beispielsweise beim Luchs) ermöglichen. Es gelang deshalb nicht, Wiederholungsbesuche einzelner Exemplare zweifelsfrei bildlich nachzuweisen. Bilderserien und Kurzvideos, die im Februar, März und Mai 2015 am Standort »Dörrleite« jeweils innerhalb von etwa zwei Wochen entstanden, lassen allerdings aufgrund von Aussehen und Verhalten der Tiere auf regelmäßige Besuche desselben Individuums schließen.

Auch die Geschlechtsbestimmung anhand äußerer Merkmale scheint nicht gesichert möglich zu sein. So entpuppte sich ein wegen seines prächtigen Schwanzes zunächst als »Kuder« angesprochenes Exemplar aufgrund genetischer Untersuchung eindeutig als »Kätzin«.

Gleiches gilt für das Verhalten unmittelbar am Lockstab. Beide Geschlechter zeigen identisches »Einparfümieren« des gesamten Körpers mit Baldrianduft, indem zunächst der Kopf, dann die Hals- und Brustpartie und anschließend der Rücken ausgiebig am Stab gerieben werden. Danach wird der Stab oft mit den Vorderpfoten umklammert, um unter Drehung um die eigene Längsachse den gesamten Körper mit dem Baldrian am Lockstab in Kontakt zu bringen (Abbildung 3). Anschließend wird – ebenfalls von beiden Geschlechtern – der Stab gerne noch »nach Katzenart« mit Urin benetzt. Zwei der im März 2015 am Standort »Dörrleite« automatisch gedrehten Kurzvideos mit diesem typischen Wildkatzenverhalten am Lockstab haben es inzwischen bei »YouTube« unter dem Titel »Wildkatze bei Tag« bzw. »Wildkatze bei Nacht« zur (vergleichsweise bescheidenen) Berühmtheit von zusammen 2.500 »Klicks« gebracht.

Jahreszeitlich ist eine Häufung von Lockstab-Besuchen eindeutig im Februar und März festzustellen, was mit der Ranzzeit der Wildkatze im Spätwinter zu tun haben dürfte. Nur zweimal gelang es, ein Wildkatzenpaar zu dokumentieren: Im Februar 2015 besuchte es im Abstand von sechs Tagen zweimal den Standort »Dörrleite« (Abbildung 4).

Die Aktivität der Wildkatze scheint nicht an die Tages- oder Nachtzeit gebunden zu sein. Über ein Drittel der fotografisch dokumentierten Besuche fanden bei Tageslicht statt. Die in den Monaten Februar und März festgestellte verstärkte Aktivität spielte sich überwiegend nachts ab. Insgesamt wurden tagsüber die Nachmittags- und frühen Abendstunden und bei Dunkelheit jeweils die zweite Nachthälfte eindeutig bevorzugt.

Im Frankenwald angekommen

Die Ergebnisse dieses einfachen Monitorings lassen auf die Anwesenheit einer größeren Wildkatzenpopulation im untersuchten Gebiet schließen. Allein die hohe Anzahl an verschiedenen Exemplaren bei begrenzter Stichprobenzahl lässt eine große »Dunkelziffer« an nicht erfassten Tieren vermuten. Das Fehlen überschneidender Nachweise an den nahe gelegenen Monitoringstandorten weist auf verhältnismäßig kleine Reviere hin. Erkennbare Jungtiere konnten anhand der Fotofallenergebnisse nicht identifiziert werden, was eventuell daran liegen könnte, dass der Lockstoff Baldrian für geschlechtsreife Katzen möglicherweise eine höhere Anziehungskraft hat.

Die sprichwörtliche »Heimlichkeit« der Wildkatze ist während der zwei Beobachtungsjahre ebenfalls bestätigt worden: Obwohl das untersuchte Gebiet während der Jagdzeiten relativ intensiv mit Einzel- und Sammelansitzen bejagt wurde, kam es in diesem Zeitraum nur zu zwei Wildkatzenbeobachtungen, jeweils in den frühen Abendstunden. Wenn keine Tiere gesehen werden, ist das also kein Beweis für die Abwesenheit der Wildkatze. Sicherer als Nachweis ist wohl das »Spüren« bei Schneelage. Dabei nimmt die Verwechslungsgefahr mit der Hauskatze – zumindest unter Mittelgebirgsbedingungen – mit zunehmender Ortsferne und gerade im Winter deutlich ab.

Aufgrund einzelner Sichtungen seit etwa 2010 und der inzwischen von 2013 bis 2016 vorliegenden Fotofallennachweise kann für das Untersuchungsgebiet von einer durchgehenden Besiedlung durch die Wildkatze ausgegangen werden. Sicher spielen hierbei die abwechslungsreichen Habitatstrukturen eine entscheidende Rolle. Im Frankenwald hat sie sich offenbar zunächst die strukturreichsten und ungestörtesten Staatswaldkomplexe in den unteren Höhenlagen als Lebensraum ausgesucht. Es bleibt abzuwarten, ob ihr von hier aus auch die Besiedlung der höheren und rauerer Lagen und der Waldbestände mit aus forstlicher Sicht einförmigeren Bestandeszusammensetzungen gelingt. Die Forstleute im Frankenwald werden die Wildkatze weiter im Auge behalten.



4 Wildkatzenpaar in der Ranzzeit (Foto einer Wildkamera) Foto: P. Hagemann

Zusammenfassung

Einzelne Nachweise von Wildkatzen im Frankenwald seit 2010 waren der Beleg, dass die Wildkatze wieder den Weg in den Frankenwald zurückgefunden hat. Ein Wildkatzen-Monitoring mit Baldrian-Lockstäben, genetischen Haaranalysen und Fotofallen zeigt nun, dass ein circa 200 ha großer Staatswaldkomplex mit Wildkatzen dauerhaft besiedelt ist. So ließen sich innerhalb eines Jahres anhand von Haarproben 14 verschiedene Wildkatzenindividuen unterscheiden. Die zahlreichen Fotonachweise unterstreichen den »Wildkatzen-Reichtum« des kleinen Untersuchungsgebiets.

Literatur

- Friedrich, M. (2014): Wildkatzen in Bayern. LWF aktuell 102, S. 44–46
 Heurich, M.; Gahbauer, M.; Bufka, L.; Burg, M.; Weingarh, K. (2016): Wie zählt man die Luchse?; AFZ/DerWald, 2, S. 10–12
 LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2011): Genetisches Wildkatzenmonitoring in Bayern. Abschlussbericht ST 252, 33 S.
 Müller-Kroehling, S. (2001): Wildkatze – scheuer und seltener Mäusejäger. LWF aktuell 29, S. 20–21
 Schönfeld, F. (2009): Kleine Tiger in bayerischen Wäldern. LWF aktuell 73, S. 30–32
 Schönfeld, F. (2010): Bayern hat der Wildkatze viel zu bieten. LWF aktuell 74, S. 52–53

Link

www.wildtierportal.bayern.de

Autor

Peter Hagemann leitet den Forstbetrieb Rothenkirchen des Unternehmens Bayerische Staatsforsten AöR.

Kontakt: Peter.Hagemann@baysf.de

Der perfekte Schnitt?

Welchen Mehrwert haben Aushaltungsoptimierungssysteme für die Wertschöpfung der Kiefer?

Johannes Windisch, Moritz Bergen und Eric R. Labelle

Der Harvester, eines der wichtigsten Produktionsmittel in der Forstwirtschaft, besitzt neben der hohen Produktivität seit Beginn der 1990er Jahre auch Bordcomputer mit zahlreichen Funktionen. Unter anderem bieten sie die Möglichkeit, die Sortenbildung mit Hilfe von Preis- und Bedarfsmatrizen zu optimieren. Ob diese Methode dazu geeignet ist, in bayerischen Kiefernbeständen eine höhere Wertschöpfung zu realisieren, untersuchte eine Studie der Professur für Forstliche Verfahrenstechnik der TU München.

Die Konkurrenz um Holz nimmt zu (Mantau 2010). Während Sägewerke ständig daran arbeiten, die Schnittholzausbeute technologisch zu maximieren, firmiert dahingehend bei der maschinellen Holzernte immer noch das Auge des Maschinenführers als das Maß der Dinge, und es wird manuell ausgehalten. Das heißt, ausgewählte Baumarten, Sortimentslänge und -durchmesser werden in den Computer des Harvesters eingegeben und den »Hot-Keys« am Joystick des Maschinenführers zugeordnet. Die Aushaltung erfolgt ohne Unterstützung des On-Board Computers (OBC), rein aufgrund der visuellen Beurteilung des Maschinenführers.

Mensch gegen Computer

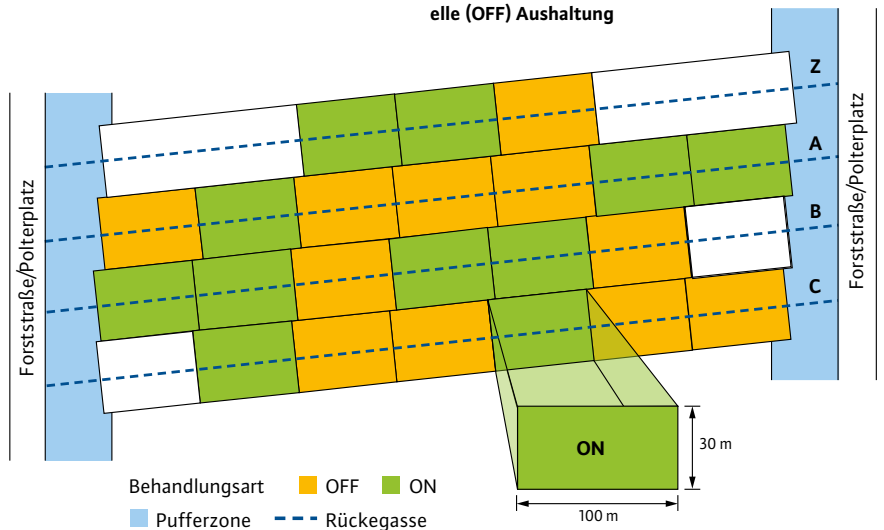
Die OBC von Harvestern bieten jedoch bereits seit Jahren eine Optimierungsfunktion zur Sortenbildung. Mit Hilfe von auf Stammkurven basierenden Algorithmen ist der OBC in der Lage, vom Durchmesser des Baumes auf Höhe des Fällschnitts eine Vorhersage über den Stammverlauf zu errechnen. Wird nun eine Preismatrix für die verschiedenen Sortimente hinterlegt, kann der OBC die Sortenbildung so gestalten, dass die Wertschöpfung für den Stamm optimal, d.h. maximal ist. Der Maschinenführer muss die vorgeschlagene Sortenbildung lediglich per Knopfdruck bestätigen. Das Ablängen erfolgt dann vollautomatisch. Eingriffe seitens des Maschinenführers

sind nur notwendig, wenn der Stamm, beispielsweise auf Grund von Wipfelbrüchen oder Faulstellen, vom prognostizierten Verlauf abweicht. In der Praxis wird diese Technologie in Bayern und Deutschland bisher allerdings kaum angewandt. Ob sie auch unter den Bedingungen der deutschen Forstwirtschaft potenzielle Vorteile bietet, wurde nun unter Praxisbedingungen untersucht. Hierfür wurde eine rein manuelle Aushaltung der Stämme – d. h. basierend auf der visuellen Einschätzung des Maschinenführers – mit einer durch den OBC optimierten Aushaltung verglichen. Als Bewertungskriterien wurden die Ausbeute (Fm m. R./Baum) und der Erlös (€/Fm) herangezogen.

2 Der Atlas Kern T23 Königstiger bei der Arbeit (li.); der Ponsse H6-Fällkopf (re.), verbunden mit der Aufarbeitungssoftware Opti4G im Führerstand des Harvesters, übernimmt die automatische Sortimentsbildung. Der Maschinenführer muss lediglich die Sortimentsauswahl am Computer bestätigen.

Fotos: M. Bergen

1 Studiendesign mit Lage und Verteilung der Plots für automatische (ON) und manuelle (OFF) Aushaltung



Der Versuchsaufbau

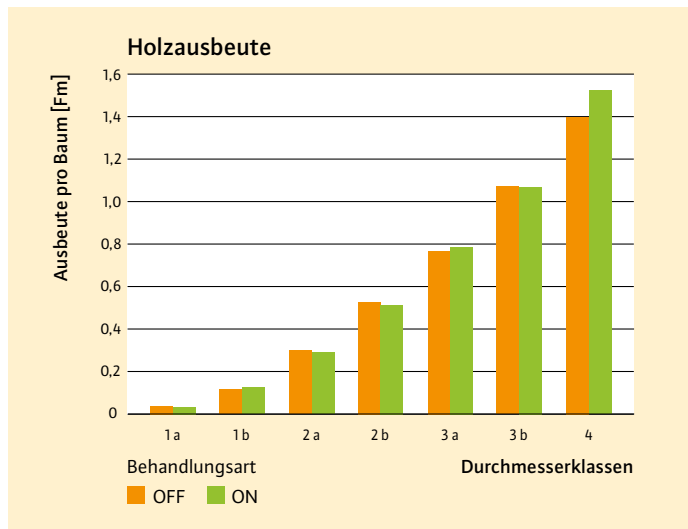
Zusammen mit den Bayerischen Staatsforsten AöR wurde am Forstbetrieb Schnaittenbach ein 9 ha großer Versuchsbestand ausgewiesen, der Teil einer 136 ha großen Kiefernaldurchforstung ist. Laut Forsteinrichtungswerk sind die Baumartenanteile 95 % Kiefer (*Pinus sylvestris*) und 5 % Fichte (*Picea abies*) mit einem Alter von 89 bis 143 Jahren (im Mittel 120 Jahre). Der Holzvorrat liegt bei 280 m³/ha. In diesen Bestand wurden 22 Plots einer Größe von 30 x 100 m gelegt (Abbildung 1). Anschließend wurde diesen zufällig eine der beiden Behandlungsarten a) die automatische Aushaltung mit Unterstützung durch den On-board Com-



3 Ausgehaltene Sortimente

Baumart	Sortiment und Länge [m]	Zopfdurchmesser [cm o.R.]
Kiefer	Standardlänge (4)	≥ 12
	Palette (2,35)	≥ 13
	Industrieholz (2)	≥ 9
Fichte	Standardlänge (4 und 5)	≥ 12 für beide
	Palette (2,35)	≥ 13
	Industrieholz (2 und 3)	≥ 7 und ≥ 9

4 Holzausbeute je Baum nach Stärkeklasse und Behandlung



5 Erlös [€/fm] der beiden Behandlungsarten (ON und OFF), getrennt nach Stärkeklassen

Stärkeklasse	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4	Mittelwert
OFF	67,00	66,71	67,30	72,75	77,29	79,87	80,37	74,93
ON	67,00	66,93	67,80	71,91	76,16	77,16	79,25	73,31
OFF-ON	—	-0,21	-0,50	0,84	2,70	1,12	1,12	1,62

puter (sog. ON-Plots) und b) die manuelle Aushaltung durch den Maschinenführer (sog. OFF-Plots) zugewiesen. Der Bestand wurde mit einem Atlas Kern T 23 (Abbildung 2) der BaySF Technik durchforstet, der mit einem Ponsse H6-Fällkopf ausgerüstet war. Dementsprechend war auf dem OBC die Ponsse-eigene Optimierungssoftware Opti4G installiert.



Die Kranreichweite der eingesetzten Maschine beträgt 14,5m, wodurch manuelles Beifällen nicht notwendig war und die Maßnahme vollmechanisiert durchgeführt werden konnte. Ausgehalten wurden die in Abbildung 3 aufgeführten für Kiefer üblichen Sortimente.

Die Ausbeute: Mehr Nutzholz beim OBC

Als Ausbeute (Fm/Baum) wird hier das Volumen bezeichnet, das an nutzbarem/verkaufbarem Holz pro Stamm anfiel. Über den gesamten ausscheidenden Bestand gerechnet, ergab sich in den Plots mit aktivierter Aushaltungsoptimierung eine Ausbeute von 89% des während der Vorinventur errechneten Volumens. Das bedeutet einen NH-Anteil (nicht verwertbares Derbholz) von 11%. In den Plots, die manuell ausgehalten wurden, belief sich die Ausbeute auf 87% und somit einem NH-Anteil von 13%. Mit 1,40 Fm/Baum (OFF) zu 1,53 Fm/Baum (ON) ist der Unterschied jedoch lediglich in der Stärkeklasse 4 statistisch signifikant und kann somit auf einen positiven Effekt der Aushaltungsoptimierung zurückgeführt werden (Abbildung 4).

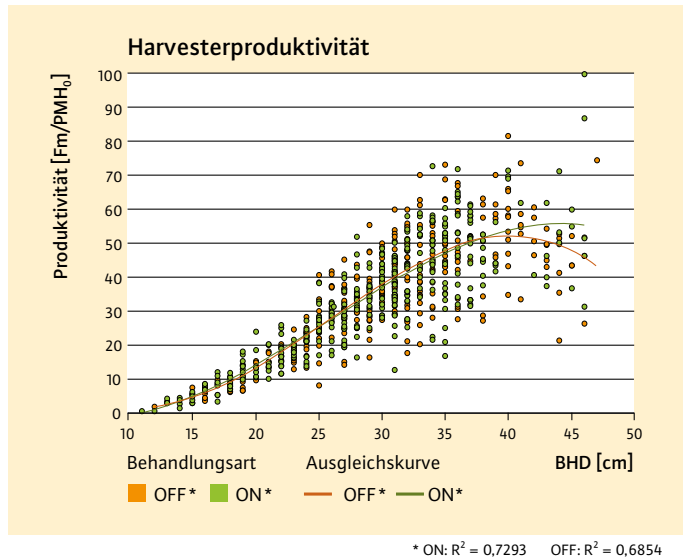
Der Erlös: Leichter Vorteil für den Maschinenführer

Aufgrund verschiedener Volumen in den einzelnen Stärkeklassen zwischen den Behandlungsvarianten ON und OFF wurde der Erlös pro Stärkeklasse errechnet. Hierzu wurden die Daten aus dem Harvesterprotokoll genutzt. Im Harvesterprotokoll sind alle aus dem ausscheidenden Bestand geschnittenen Sortimente inkl. der einzelnen Durchmesser und Längen hinterlegt. Nachdem dieser Datensatz mit den Daten der Vorinventur verschnitten wurde, ließ sich einzelstammweise nachvollziehen, welche Sortimente aus den Bäumen der verschiedenen Stärkeklassen geschnitten wurden. Somit konnte ein Durchschnittserlös pro Festmeter für die einzelnen Stärkeklassen errechnet und zwischen beiden Behandlungsvarianten verglichen werden (Abbildung 5). Entgegen der Erwartung, dass die Nutzung der Optimierungssoftware den Erlös pro Festmeter erhöhen würde, zeigte sich ein gegenteiliger Effekt. Dieser ist für die Stärkeklassen 3a, 3b und 4 signifikant zu Gunsten der manuellen Aushaltung durch den Maschinenführer ausgefallen.

Die Stammform muss stimmen

Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass die Optimierungsalgorithmen auf Stammkurven für Nordische Kiefern beruhen, die davon ausgehen, dass der Stamm kontinuierlich in die Spitze verläuft und die Krone schmal und kegelförmig ist. Solch eine Wuchsform ist hierzulande allerdings kaum anzutreffen. Kiefern hierzulande weisen meist eine asymmetrische, schirmförmige Kronenarchitektur auf. Aufgrund dieser Unterschiede im Kronenaufbau und der sich daraus ergebenden Stammform entspricht die von der Optimierungssoftware vorgeschlagene Aushaltung nur in seltenen Fällen dem tatsächlichen Stammverlauf. Kärhä et al. (2016) kommen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass in Kiefernbeständen die Optimierungssoftware regelmäßig zu einer niedrigeren Wertschöpfung im Vergleich zur manuellen Sortenbildung führte. Auch diese Studie deutet darauf hin, dass selbst die Stammform der Nordischen Kiefer von den Algorithmen nur unzulänglich vorhergesagt werden kann.

6 Produktivität des Harvesters Kern T23, abhängig von BHD und Aushaltungsmethode für die Baumart Kiefer



Die Produktivität: auch hier ein kleines Plus für den Harvesterfahrer

Um die Produktivität zu ermitteln, wurde während des Hiebes eine Zeitstudie durchgeführt, in der der Zeitbedarf für die Arbeitselemente *Kran aus*, *Fällen*, *Aufarbeiten* und *Fahren* getrennt für beide Behandlungsmethoden ermittelt wurde. In der Analyse wurde dann die Produktivität der Maschine berechnet. Da unproduktive Arbeitselemente, wie zum Beispiel Standzeiten der Maschine und Pausen, nicht berücksichtigt wurden, beziehen sich die Angaben zur Produktivität auf effektive Maschinenarbeitsstunden (PMH_0). Auch die Produktivität der Maschine war entgegen den Erwartungen in den OFF-Plots ($36 \text{ Fm}/PMH_0$) um 5,9% höher als in den ON-Plots ($34 \text{ Fm}/PMH_0$). Diese Werte sind jedoch statistisch nicht signifikant. Bemerkenswert ist jedoch die höhere Produktivität der Behandlungsvariante ON in den niedrigen (15 bis 25 cm) und hohen (über 36 cm) Stärkeklassen, während im mittleren Stärkebereich OFF die höhere Leistung liefert (Abbildung 6).

Autoren

Dr. Johannes Windisch ist Mitarbeiter im Team »Technische Produktion« der Bayerischen Staatsforsten, Moritz Bergen Abteilungsleiter Forst am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Fürth. Beide waren während der Projektbearbeitung wissenschaftliche Mitarbeiter an der Professur für Forstliche Verfahrenstechnik der Technischen Universität München.
Asst. Prof. Dr. Eric R. Labelle leitet diese Professur.
Kontakt: eric.labelle@tum.de

Mehr Sortimentewechsel, mehr Kranbewegungen

Ein Grund für die höhere Produktivität bei manueller Aushaltung könnte die höhere Anzahl an Kranbewegungen sein, die bei eingeschalteter Optimierung zu beobachten war. Dies lag daran, dass bei dieser Behandlungsart der OBC entschieden, welches Sortiment als nächstes ausgehalten werden sollte. Jedoch wechselt der OBC häufig die Sortimente von einem zum nächsten Abschnitt. Das heißt, es wurde zum Beispiel als erstes das Sortiment *Palette* vorgeschlagen, gefolgt von zwei *Standardlängen*, anschließend wieder eine *Palette* und zum Schluss zwei *Industrieholzsortimente*. Da es in der deutschen Forstwirtschaft üblich ist, die Stammabschnitte für den nachfolgenden Rückzugsfahrer so abzulegen, dass er diese mit möglichst wenig Aufwand aufladen und abtransportieren kann, wurden die Abschnitte getrennt nach Sortimenten gepoltet. Bei einem häufigen Wechsel zwischen den Sortimenten ist der Maschinenführer gezwungen, immer wieder den Kran zum entsprechenden Polter zu bewegen, um die Abschnitte dort ablegen zu können. Während der manuellen Aushaltung waren diese häufigen Wechsel und der somit höhere Zeitaufwand nicht nötig. Da der Maschinenführer bei dieser Methode selbst entschied, welches Sortiment geschnitten wurde, fanden hier kaum Wechsel der Sortimente zwischen den einzelnen Abschnitten statt.

Schlussfolgerung

Die Studie hat gezeigt, dass die automatische Sortimentsbildung durch die Optimierungssoftware des Harvestercomputers in Kiefernbeständen derzeit nicht die gewünschte Steigerung der Wertschöpfung leisten kann. Vielmehr ist ihr unter den gegebenen Bestandsbedingungen die manuelle Sortimentsbildung durch den Maschinenführer überlegen. Derzeit läuft die Auswertung einer Studie in einer Fichtenendnutzung. Erste Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die automatische Aushaltung einen um etwa 0,5 €/Fm höheren Erlös erzielt.

Die unzulänglichen Funktionen zur Vorhersage der Stammkurven für Kiefer zeigen deutlich den weiteren Forschungsbedarf auf. Möchte man auch in der Kiefer eine Erhöhung der Wertschöpfung durch Optimierungsalgorithmen realisieren, müssen dementsprechend zuverlässige, auf die hiesige Wuchsform der Kiefer abgestimmte Funktionen entwickelt und in der Praxis geprüft werden. Des Weiteren sollten auch die Effekte der optimierten Aushaltung auf nachfolgende Prozessschritte, zum Beispiel die Rückung und die Distributionslogistik, untersucht und in einer ganzheitlichen Kosten-Nutzen-Betrachtung monetär bewertet werden.

Zusammenfassung

Harvester sind seit vielen Jahren mit On-Board Computern ausgestattet, die eine automatische Sortimentsbildung während der Holzerteilung zulassen. Diese Möglichkeit einer optimalen Holz-aushaltung wird jedoch in der Regel nicht angewendet. Eine Studie der TU München untersuchte, in wie weit damit eine höhere Wertschöpfung in Kiefernbeständen erreicht werden kann. Die Ergebnisse bei Ausbeute, Erlös und Produktivität sind in den unterschiedlichen Stärke- und Sortimentsklassen nicht einheitlich, deuten jedoch darauf hin, dass das Auge des Maschinenführers in der Kiefer den derzeitigen Optimierungsalgorithmen überlegen ist. Allerdings bestehen durch geeignete Anpassungen in der Computersoftware durchaus Verbesserungsmöglichkeiten. Weitere Untersuchungen in diesem Forschungsbereich sind daher wünschenswert.

Literatur

Mantau, U. (2010): Wood resource balance – is there enough wood for Europe?. In: Mantau U. (ed.) EUwood – real potential for changes in growth and use of EU forest. University of Hamburg. Centre of Wood Science. Hamburg. S. 19–34
Kärhä, K.; Änäkälä, J.; Hakonen, O.; Sorsa, A.; Palander, T.; Räsänen, T.; Moilanen, T.; Järveläinen, H.; Korvenranta, M. (2016): Utilization of manual bucking in cutting softwood logs in Finland. Presentation at Formec Conference 2016, Warsaw

Witterung 2016: »Normal« und doch extrem!

Neben »Durchschnittlichem« kennzeichnen auch Sturzfluten, Trockenheit und winterliche Waldbrände das Jahr 2016

Das Jahr 2016 war deutschlandweit mit einer Jahresmitteltemperatur von 9,6 °C wieder einmal deutlich wärmer (+1,4°) als im langjährigen Mittel, stellte aber keinen Rekord wie 2014 mit 10,3 °C auf. Ganz anders zu beurteilen ist das Jahr 2016 hingegen, wenn man die Erde als Ganzes im Auge hat. In Bayern war 2016 »nur« das achtwärmste Jahr seit Beginn flächendeckender Messreihen 1881 (Abbildung 1). Mit einer Jahresmitteltemperatur von 8,9 °C lag es 1,4 Grad über dem langjährigen Mittel 1961–90. Bei Niederschlag (–2 %) und Sonnenscheindauer (+1 %) lagen die Werte allerdings fast im langjährigen Klimamittel. Trotz dieser unspektakulären Jahreswerte wies der Jahresverlauf der Witterung doch einige Extreme auf.

Sehr milder Winter

Es begann mit einem der mildesten Winter in Deutschland seit 1881: 2015/2016 dominierten milde und meist sehr feuchte atlantische Luftmassen. Entscheidenden Einfluss hatte dabei auch der Rekord-Dezember 2015. Durch die warme Witterung kam es am 30. Dezember 2015 im Bergwald auf 1.260 m Seehöhe oberhalb von Garmisch-Partenkirchen zu einem kleineren Waldbrand, begünstigt durch eine Inversionswetterlage und die fehlende Schneedecke. Aufgrund der Niederschlagsarmut war bis Ende Dezember der Bodenwasserspeicher an vielen Waldklimastationen noch nicht wieder aufgefüllt.

Im *Januar* betrug die Abweichung der Lufttemperatur vom Mittel an den Waldklimastationen +1,7 Grad (Abbildung 2). Beim Niederschlag fielen mehr als 50 % Prozent über dem Soll, wobei sich das Plus südlich der Donau konzentrierte. Der überdurchschnittliche Niederschlag füllte die Bodenwasserspeicher. Bis zum Ende des Monats wurde an allen Waldklimastationen 100 % der nutzbaren Feldkapazität erreicht (Abbildung 3). Die Sonne schien für einen Januar normal (+3 %). Auch der *Februar* war an den Waldklimastationen insgesamt viel zu warm (+2,8 Grad). Die Nadelwälder nutzten dies für eine erhöhte Transpiration, so dass die Bodenwasservorräte unter den Fichtenbeständen an den Waldklimastationen im Ebersberger Forst sowie im Höglwald bei Augsburg leicht zurückgingen. Auch im Februar gab es wieder deutlich mehr Niederschlag als normal (+44 %). Daher blieben die Bodenwasserspeicher insbesondere unter Laubwald gut gefüllt. Die Sonne blieb rund 30 % unter dem Soll. Wegen der milden Witterung hielt sich auch in den höheren Lagen die Schneedecke nur in geringem Umfang. Neu gefallene Schneemengen tauten meist wieder schnell weg.

Durch den extrem warmen Dezember, den sehr milden Februar und den Umstand, dass sich im Januar die winterliche Witterung mehr oder weniger auf eine Woche konzentrierte, war der Winter 2015/2016 (mit 1974/1975) mit seiner Durchschnittstemperatur von 3,7 °C der zweitwärmste in der 135-jährigen Wetterdienstzeitreihe in Bayern (nach dem Winter 2007/2008). Er wich 3,6 Grad vom langjährigen Mittel 1961–90 ab. Zum Start des Frühjahrs war die Wasserversorgung der Wälder aber angesichts der Niederschlagsverhältnisse optimal.

Durchschnittliches Frühjahr mit Spätfrost

Die Abweichung der Lufttemperatur war im Frühling 2016 im Gegensatz zu den Vorjahren vergleichsweise gering (+0,8 Grad). In den letzten Jahren fiel die positive Temperaturabweichung deutlich höher aus. In der Nähe des Solls bewegte sich auch der Wert für die Sonnenscheindauer (–3 %). Auch der Niederschlag lag leicht unter dem Soll (–4 %). Dennoch waren die Wasserspeicher der Waldböden gut gefüllt.

Der Monatsauftakt gestaltete sich winterlich. Im *März* waren die Abweichungen vom langjährigen Mittel bei Lufttemperatur und Sonnenscheindauer nicht allzu groß. Gleichzeitig fiel fast ein Fünftel weniger Niederschlag als normal. Die Wasserspeicher der Waldböden waren dennoch fast überall weiter vollständig gefüllt. Zum Monatsende stiegen sie sogar zum Teil deutlich über die Feldkapazität an, so dass mit einer entsprechenden Grundwasserspende gerechnet werden konnte. Der *April* wurde dann wieder seinem Namen gerecht. Es herrschte ein mondstypischer Mix aus sommerlichen Temperaturen, frostigen Nächten, Schauern mit Graupel und Schneeregen sowie kurzen Gewittern und geschlossenen Schneedecken. Das Monatsmittel der Lufttemperatur wich nicht groß vom langjährigen Mittel ab, aber hier glichen sich sehr warme und sehr kalte Perioden aus. Die Waldbäume erwachten zum Teil aus ihrem »Winterschlaf« und begannen mit dem Laubaustrieb. Für die Buchen an den Waldklimastationen im Tiefland begann die Vegetationszeit gut eine Woche früher als normalerweise. In der letzten Monatsdekade führte arktische Polarluft zu einem markanten Kaltlufteinbruch mit Schneefall und Graupelschauer. Bei Buchen kam es dadurch teilweise zu Spätfrostschäden. Insgesamt fiel rund 15 % weniger Niederschlag. Dennoch blieben die Wasserspeicher der Waldböden weitgehend gefüllt, da die Vegetation noch relativ wenig Wasser verbrauchte.

Den *Mai* prägten drei große Kaltlufteinbrüche. Häufige Temperaturwechsel sind typisch für diesen Frühlingsmonat. Über den ganzen Monat gesehen war aber weder bei der Lufttemperatur noch beim Niederschlag die Abweichung vom langjährigen Mittel spektakulär. Im Gegensatz zum Mai 2015 konnte von einer Frühjahrstrockenheit im Jahr 2016 nicht die Rede sein. Die Bodenwasserspeicher blieben weiter gut gefüllt. Die Eisheiligen machten zu ihrem Ende hin ihrem Namen alle Ehre, oft gab es im Mai aber auch sommerliche Wärme. Die Vegetationsentwicklung verlief daher insgesamt eher normal. Die Zunahme der Baumdurchmesser blieb jedoch bei Fichten, Buchen und Eichen an den Waldklimastationen (WKS) mit wöchentlicher Durchmessererfassung um bis zu 60 % hinter dem normalen Zuwachs zurück (Abbildung 4). Nur die Kiefern an der WKS Altdorf wiesen eine um fast 80 % stärkeren Durchmesserzunahme auf. In vielen Gebieten Süddeutschlands war Pfingsten 2016 kälter als das extrem warme Weihnachten 2015. Besonders der letzte Kaltlufteinbruch nach Fronleichnam hatte es in sich: Heftige Gewitter mit Sturm, Starkregen und Hagel richteten örtlich in der letzten Maidekade durch Sturzfluten schwere Schäden an.

Sturzfluten und spätsommerliche Trockenheit

Der Sommer 2016 lag beim Niederschlag mit -1% fast in der Norm. Begünstigt durch häufige Tiefdruckgebiete mit hoher Gewitterneigung blieben die Bodenwasservorräte im Juni und Juli ungewöhnlich lange gut gefüllt. Gleichzeitig konnte man eine starke Buchenmast als typische Reaktion auf den Hitzesommer 2015 beobachten. Auch beim Sonnenschein lag der Sommer nahe dem Klimamittel 1961–90 ($+2\%$). Die Abweichung der Lufttemperatur betrug dagegen im Sommer 2016 1,5 Grad über dem langjährigen Mittel.

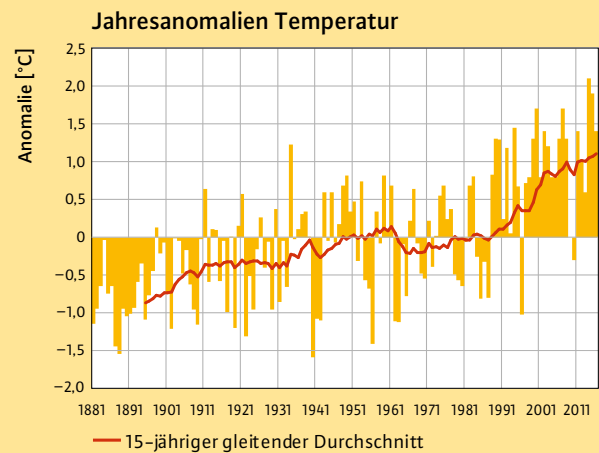
Anfang *Juni* sorgten hochreichende, stationäre Gewitterzellen lokal für extremen Starkregen. Eine Flutwelle, ausgelöst durch einen extremen gewittrigen Regen mit über 180 l/m^2 in 48 Stunden, forderte am 2. Juni bei Simbach am Inn sieben Menschenleben. Ungewöhnlich war die lange Dauer der auslösenden Wetterlage »Tief Mitteleuropa«. So fiel der Juni etwas zu nass ($+7\%$) aus. Obwohl der Sonnenschein wegen der vielen Tiefdruckgebiete mit ihren Wolken unterdurchschnittlich ausfiel, war es insgesamt doch etwas wärmer als normal ($+1,1$ Grad). Die Bodenwasserspeicher waren an allen Waldklimastationen mit Bodenfeuchtemessungen gut gefüllt. Dennoch blieb die Durchmesserzunahme auch in diesem Monat hinter dem langjährigen Mittel zurück, außer bei den Kiefern in Altdorf und den Fichten im Höglwald bei Augsburg.

Im *Juli* wuch die Lufttemperatur an den Waldklimastationen um $+1,5$ Grad vom Soll ab und es fiel 22% mehr Niederschlag. Die Wasserspeicher der Waldböden blieben nahezu überall gut gefüllt. Fichten, Buchen und Eichen an den Waldklimastationen zeigten normales bis starkes Dickenwachstum. Nur die Kiefern an der WKS Altdorf legten weniger stark zu. Im *August* wechselten sich Hochdruckgebiete mit Tiefausläufern ab. Gegen Ende des Monats brachten eine südwestliche Strömung und Hochdruckeinfluss heißes und sonniges Sommerwetter. Wie die beiden ersten Sommermonate war auch der August zu warm mit einer markanten Hitzewelle zum Monatsende. Heiße Luft aus Spanien führte zu einer Hitzewelle mit Lufttemperaturen über $30\text{ }^\circ\text{C}$. In Kitzingen wurde am 27. und 28. August vom Deutschen Wetterdienst als höchste Temperatur in Bayern jeweils ein Wert von $35,8\text{ }^\circ\text{C}$ gemessen. In diesem Monat kam es zu einer Zerteilung der Bodenfeuchte an den Waldklimastationen. Während es in den Mittelgebirgen (WKS Flossenbürg und Mitterfels) und in der Münchner Schotterebene (WKS Ebersberg) weiter feucht blieb, gingen die Bodenwasservorräte unter Laubwald an den Waldklimastationen in Freising, Riedenburg und Würzburg bis in den Trockenstressbereich zurück. Die Zunahme der Baumdurchmesser blieb jedoch auf fast allen Waldklimastationen hinter der normalen Entwicklung um bis zu 80% zurück.

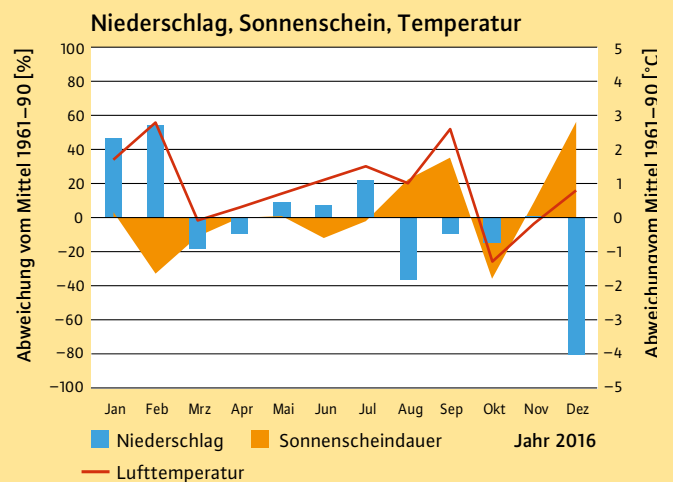
»Hochsommer« im September

Der Herbst 2016 erreichte mit 194 l/m^2 Niederschlag fast die Norm (-5%). Beim Sonnenschein lag er etwas über dem Klimamittel ($+6\%$). Die Abweichung der Lufttemperatur betrug $1,0$ Grad über dem langjährigen Mittel. Damit war er unten den 20 wärmsten Herbstes seit 1881, wesentlich bestimmt durch einen ungewöhnlich warmen Monat. Der *September* 2016 war der viertwärmste September in Bayern und wuchs schon rekordverdächtig ($+3,1$ Grad) vom langjährigen Mittel 1961–90 ab. Ursächlich war eine für Ende August bis Mitte September untypische hochsommerliche Witterungsperiode, Diese Hitzeperiode mit ihren vielen »heißen Tagen« stellte eine klimatologische Besonderheit dar und sorgte

auch für viel Sonnenschein ($+35\%$). Niederschlag fiel ausreichend, der durch intensive Ereignisse zur Monatsmitte dann aber doch landesweit das Soll erreichte. Allerdings reichte die Spanne in einer Nordwest–Südost–Diagonalen von -75% in Unterfranken bis $+75\%$ südlich von Passau.



1 Jahresanomalien der Lufttemperatur (Jahresmitteltemperatur minus Periodenmittel 1961–1990) im Gebietsmittel für Bayern 1881–2016 Quelle: Deutscher Wetterdienst



2 Monatliche Niederschlags-, Sonnenscheindauer- und Temperaturabweichungen an den 19 bayerischen Waldklimastationen sowie an der Wetterstation Taferlruok

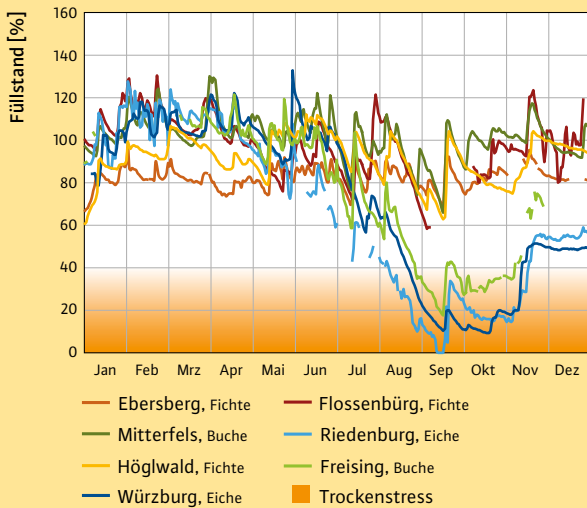


Das Dickenwachstum im Jahr 2016 blieb bei vielen Bäumen auf den Waldklimastationen hinter der durchschnittlichen Entwicklung zurück. Lediglich bei den Kiefern auf der WKS Altdorf war eine überdurchschnittliche Durchmesserentwicklung abzulesen. Foto: Archiv LWF

Besonders in Unterfranken hielt damit der Trockenstressbereich im Waldboden bis in den September hinein an, verstärkt durch Temperaturspitzenwerte teilweise über 30 °C. Positiv reagierte das Baumwachstum auf die Wärme. Die Durchmesserzunahme lag an allen Messstationen über dem langjähri-

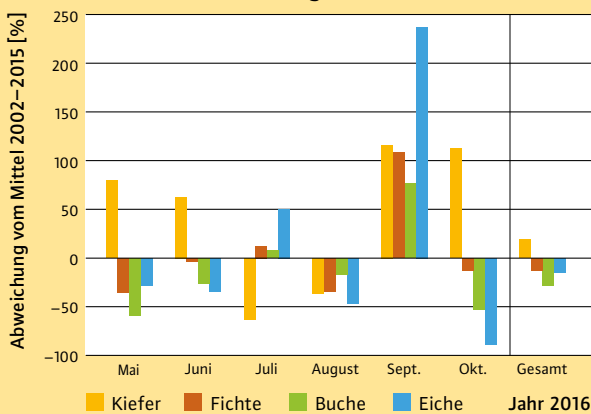
gen Mittelwert. Der *Oktober* fiel als erster Monat im Jahr 2016 wieder etwas zu kalt (-1,3°) aus. Die herbstliche Blattverfärbung von Buche und Stieleiche verzögerte sich wegen der warmen Witterung um mehrere Tage. Beim Niederschlag fehlten 15 % zum Soll. Beim Sonnenschein zeichnete ein Defizit von 31 % ein trübes Bild von diesem Oktober. Im Verlauf des Monats änderten sich die Bodenfeuchteverhältnisse kaum noch. Auf schon im September trockenen Standorten blieben die Füllstände der Bodenwasserspeicher weiterhin unter 40 % der nutzbaren Feldkapazität. An Fichtenstandorten wie an der WKS Höglwald sorgte die hier weiterlaufende Transpiration für eine kontinuierliche Abnahme der Bodenfeuchte. Hier blieb auch, genauso wie bei der Kiefer an der WKS Altdorf, weiterhin die Durchmesserzunahme höher als normal, während sie an den anderen Messstationen deutlich geringer war. Am Ende der Vegetationsperiode ergab sich außer für die Kiefern an der WKS Altdorf und die Fichten an der WKS Höglwald ein geringeres Dickenwachstum für Fichten, Eichen und besonders für die Buchen. Ob dies noch mit dem vorangegangenen Hitzesommer 2015 in Verbindung gebracht werden kann, bedarf weiterer Untersuchungen. Zumindest für die Buche dürfte jedoch auch die ausgeprägte Mast von Bedeutung gewesen sein. Der *November* war witterungsmäßig ein wechselhafter Monat mit einem kurzen winterlichen Intermezzo, ansonsten aber wegen der häufigen Südwestlagen mit teils spätsommerlichem Wetter, besonders im Alpenbereich verstärkt durch Föhnwind, meist mild. Dadurch lag er nahe beim statistischen Mittel, bei der Lufttemperatur knapp (-0,2 Grad) darunter, beim Niederschlag sogar fast punktgenau beim Soll. Die Sonne schien 9 % mehr als gewöhnlich. Im Verlauf des Monats füllten sich die Bodenwasservorräte an allen Waldklimastationen langsam wieder auf.

Bodenwasserspeicher



3 Entwicklung der Bodenwasservorräte im gesamten durchwurzelten Bodenraum in Prozent zur nutzbaren Feldkapazität an den Waldklimastationen im Jahr 2016

Durchmesseränderung



4 Prozentuale Abweichung der monatlichen Durchmesserentwicklung während der Vegetationszeit (Mai–Okt.) an den Waldklimastationen vom mehrjährigen Mittel

Sehr trockener Dezember

Hochdruckgebiete bestimmten die Witterung im *Dezember*. Er lag zwar mit 0,3 °C nur 0,8 Grad über dem langjährigen Mittel 1961–90. Dafür gab es hingegen reichlich Sonnenschein (+56 %). Exzeptionell war er dann aber beim Niederschlag: mit landesweit 23 l/m² wies er ein sattes Minus von -74 % zum langjährigen Mittel auf. Damit war er der fünftrockenste Dezember seit 1881. Der Hochdruck sorgte für eine Inversionswetterlage. Daher gab es in höheren Lagen reichlich Sonnenschein und milde Lufttemperaturen, während es in tieferen Lagen unter einer Hochnebeldecke oft tagelang neblig-trüb blieb und eiskalt war. In Kombination mit einer nicht vorhandenen Schneedecke führte dies zu einer starken Austrocknung der Bodenoberfläche in höher gelegenen Wäldern. In der Silvesternacht 2016 kam es dann durch ein außer Kontrolle geratenes Lagerfeuer zweier Wanderer auf dem Jochberg am Walchensee zu einem verheerenden Waldbrand in steilem Gelände, der rund 100 ha wertvollen Schutzwald mit teils über 300 Jahren alten Kiefern vernichtete.

Literatur

- DWD – Deutscher Wetterdienst (2016):** Pressemitteilung Deutschlandwetter im Jahr 2016. http://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2016/20161229_deutschlandwetter_jahr2016.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- NASA-NOAA (2017):** NASA, NOAA Data Show 2016 Warmest Year on Record Globally. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-noaa-data-show-2016-warmest-year-on-record-globally>
- Raspe, S.; Zimmermann, L. (2016):** Sturm und Trockenheit belasteten Wald 2015. LWF aktuell 109, S. 34–37

Autoren

Dr. Lothar Zimmermann und Dr. Stephan Raspe sind Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. **Kontakt:** Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de



Der heiße Sommer 2015 machte im Herbst 2016 eine außergewöhnliche Buchenmast möglich. Foto: ASP



Waldbrand in den Alpen: eine Folge des schneelosen Dezembers. Foto: Freiwillige Feuerwehr Köchel

Winter 2016/17: Trocken und sonnig

Niederschlag – Temperatur – Bodenfeuchte

Dezember

Hochdruckgebiete bestimmten die Witterung im Dezember und es fiel sehr wenig Niederschlag. Damit war er der fünftrockenste Dezember seit Beginn flächenhafter Wetteraufzeichnungen 1881. Nur die Dezember in den Jahren 1888, 1972, 1963, 1932 sowie 1890 (nur 4,9 l/m²) waren noch trockener in Bayern. In Baden-Württemberg war er sogar der zweitrockenste Dezember, während er es bundesweit nur auf Platz 9 brachte (DWD 2017 a).

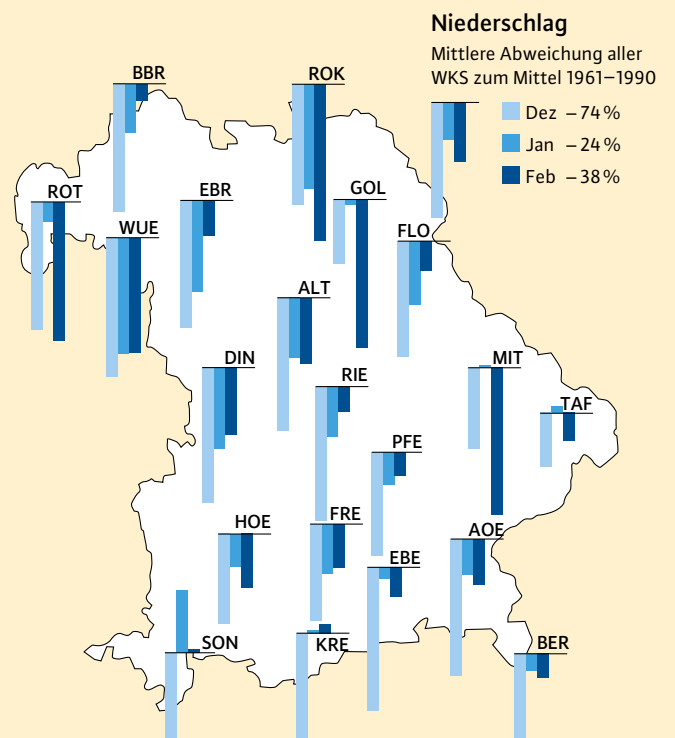
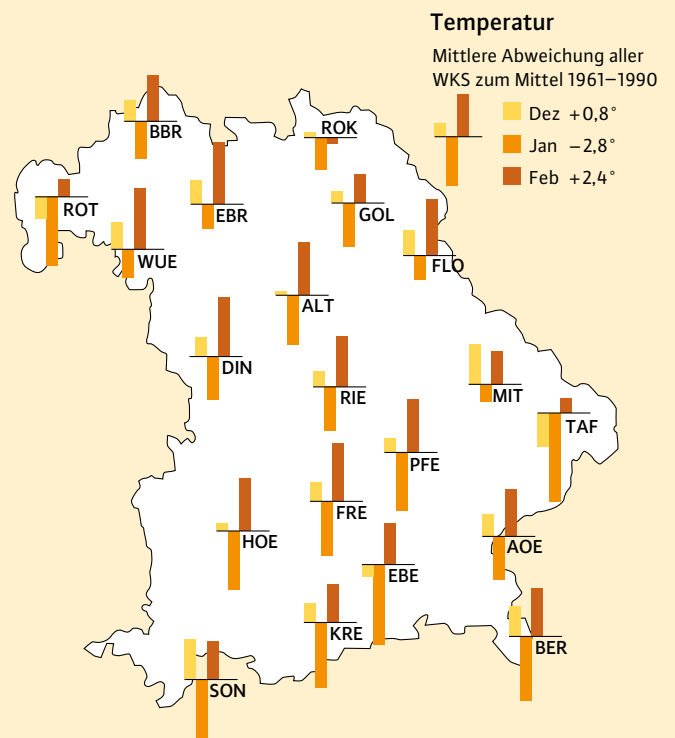
In der ersten Woche bestimmte Hochdruck das Wetter. Eine Inversionswetterlage versorgte die höheren Lagen mit reichlich Sonnenschein und milden Lufttemperaturen, während es in tieferen Lagen unter einer Hochnebeldecke oft tagelang neblig-trüb blieb und eiskalt war. Ab der zweiten Woche brachten Sturmtiefs über dem Nordatlantik milde Luft, die sich jedoch unter dem Hochdruckeinfluss abschwächte und damit kaum Niederschläge brachte (DWD 2017 b). Zur Monatsmitte sorgte kalte Polarluft wieder für hohen Luftdruck. Nur im Osten kam es dabei zu etwas Niederschlag. Bis Weihnachten war daher wieder Nebel in den tiefer gelegenen Lagen sowie Sonne in den Bergen angesagt. Zu den Feiertagen unterbrachen atlantische Tiefausläufer mit milder Luft und Regen sowie stürmischem Wind vorübergehend die Hochdrucklage. Nur oberhalb von 1.000 m gab es stellenweise etwas Schnee (DWD 2017 b). Danach setzte sich wieder ein Hochdruckgebiet über Mitteleuropa fest, so dass es trocken blieb und sich wieder eine Inversionslage mit Nebel unten und Sonne oben bildete. In Kombination mit einer nicht vorhandenen Schneedecke führte dies zu einer starken Austrocknung

der Bodenoberfläche in höher gelegenen Wäldern. In der Silvesternacht 2016 kam es dann durch ein außer Kontrolle geratenes Lagerfeuer zweier Wanderer beim Jochberg am Walchensee zu einem verheerenden Waldbrand, der laut Presse 100 ha wertvollen Schutzwald mit teils über 300 Jahren alten Kiefern vernichtete und erst nach drei Tagen gelöscht werden konnte (s. Kasten).

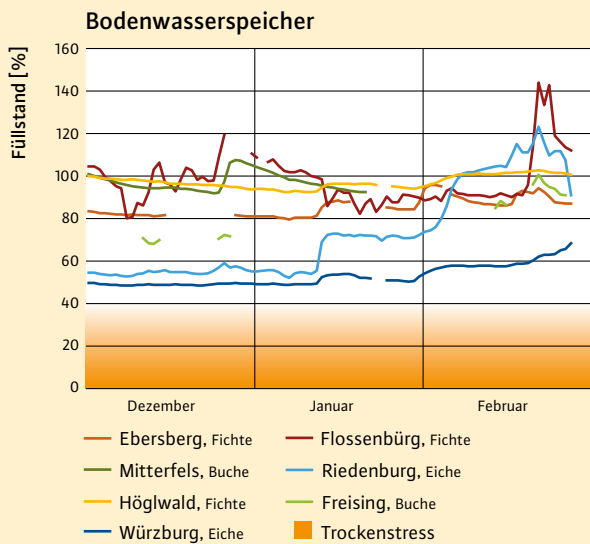
Der Dezember lag an den Waldklimastationen mit $-0,3^{\circ}\text{C}$ nur 0,8 Grad über dem langjährigen Mittel 1961–90, war aber extrem sonnig (+56%). Exzeptionell war er dann aber beim Niederschlag: Mit nur 23 Liter/Quadratmeter an den Waldklimastationen wies er ein sattes Minus von -74% zum langjährigen Mittel auf. Aufgrund der geringen Niederschläge und des geringen Wasserverbrauchs durch die Bäume im Winter änderte sich im Dezember wenig an den Bodenfeuchteverhältnissen an den Waldklimastationen. Während an den Stationen in Süd- und Ostbayern (WKS Höglwald, Ebersberg, Mitterfels und Flossenbürg) die Füllstände der Bodenwasserspeicher zwischen 80 und 100% der nutzbaren Feldkapazität lagen, blieb es an der WKS Riedenburg (südliche Frankenalb) und an der WKS Würzburg (südliche Fränkischen Platte) weiter mit Füllständen um nur 50% relativ trocken. Wegen der Vegetationsruhe dürfte das jedoch für die Bäume keine größere aktuelle Bedeutung gehabt haben.

Januar

Auch im Januar blieb es bei häufigem Hochdruckeinfluss, der aber immer wieder von Tiefausläufern unterbrochen wurde, die reichlich Schnee brachten. Insgesamt blieb es aber deutlich zu trocken, dafür wurde es aber recht frostig, so



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



2 Entwicklung der Bodenwasservorräte im gesamten durchwurzelten Bodenraum in Prozent zur nutzbaren Feldkapazität

Waldklimastationen	Höhe ü.NN [m]	Dezember 2016		Januar 2017		Februar 2017	
		Temp, [°C]	NS [l/m²]	Temp, [°C]	NS [l/m²]	Temp, [°C]	NS [l/m²]
Altdorf (ALT)	406	-0,4	10	-4,7	36	2,5	29
Altötting (AOE)	415	-0,1	8	-5,2	46	2,1	39
Bad Brückenau (BBR)	812	-0,4	17	-4,9	52	0,4	53
Berchtesgaden (BER)	1500	0,3	20	-6,1	164	0,3	81
Dinkelsbühl (DIN)	468	-0,5	9	-5,2	26	2,0	28
Ebersberg (EBE)	540	-0,7	4	-5,5	43	1,9	37
Ebrach (EBR)	410	0,5	13	-3,5	26	2,9	41
Flossenbürg (FLO)	840	-1,6	19	-5,8	32	0,0	42
Freising (FRE)	508	0,3	21	-5,2	32	2,6	33
Goldkronach (GOL)	800	-2,4	68	-6,8	94	-1,6	4
Höglwald (HOE)	545	0,0	1	-4,9	41	2,8	32
Kreuth (KRE)	1100	1,5	26	-6,8	138	1,2	127
Mitterfels (MIT)	1025	-0,8	63	-5,5	110	-0,7	5
Pfeffenhausen (PFE)	492	0,1	19	-5,5	41	2,4	39
Riedenburg (RIE)	475	-1,1	7	-5,9	31	1,3	34
Rothenkirchen (ROK)	670	-2,1	24	-5,7	26	-3,1	0
Rothenbuch (ROT)	470	-2,1	21	-6,1	79	0,1	9
Sonthofen (SON)	1170	1,6	21	-5,0	140	1,2	100
Taferluck (TAF)	770	-3,6	87	-7,8	114	-0,8	72
Würzburg (WUE)	330	1,6	7	-2,8	13	3,7	11

3 Mittlere Lufttemperatur und Niederschlagssumme an den Waldklimastationen sowie an der Wetterstation Taferluck

dass sich bei Dauerfrost Eis auf den Seen und Flüssen bildete (DWD 2017a). Durch den Hochdruck schien die Sonne aber ungewöhnlich viel.

Nach Silvester hielt die Hochdruckwetterlage noch kurz an, stellte sich aber am 2. Januar um. Eine Kaltfront brachte von Westen aus Schnee, so dass die vollständige Löschung des Waldbrands am Jochberg erleichtert wurde. Durch den Austausch der ausgekühlten bodennahen Luft wurde es vorübergehend wieder etwas wärmer, bevor es zu Heilig-Drei-König mit einem Sturmtief, das kalte Festlandsluft aus Nordosten nach Bayern brachte, wieder kälter wurde und es schneite. Unter einem nachfolgenden Hochdruckgebiet entwickelte sich bei Windstille und über der frisch gefallenen Schneedecke sehr strenger Bodenfrost. Als Spitzenwert wurden am 7. Januar in Reit im Winkel $-26,3^{\circ}\text{C}$ gemessen. Am 13. Januar 2017 fegte der Wintersturm »Egon« von Westen kommend mit Orkanböen und ergiebigen Schneefällen über Deutschland hinweg und verschonte auch Bayern nicht. Besonders betroffen waren die Rhön und der Spessart. Auf der Wasserkuppe auf 921 m ü. NN und 16 km von der WKS Bad Brückenau (Böenspitze dort nur rund 50 km/h) entfernt, wurde als Spitzenböe eine Orkan-Böe mit 121 km/h gemessen. Im Spessart wurde in Neuhütten immerhin mit 116 km/h noch eine orkanartige Sturmböe gemessen. Die Windgeschwindigkeiten an den WKS-Freiflächen liegen wegen der Abschwächung des Windes durch den umliegenden Wald deutlich unter einer Offenlandstation, wie sie der DWD betreibt. Sturm »Egon« verursachte in den Wäldern des Freistaats aber kaum Schäden. Lediglich in Nordbayern und Schwaben kam es zu punktuellen Windwürfen und -brüchen.

Zu Beginn der zweiten Monatshälfte übernahmen wieder Hochdruckgebiete das Regiment, so dass es besonders über den verschneiten Gebieten, wo die Schneedecke isolierend wirkte, zu teils strengem Dauerfrost kam. Im letzten Monatsdrittel sorgte kurzfristig mildere Luft aus südlichen Gebieten besonders im Alpenvorland und in den Hochlagen des Bayerischen Waldes für milde Verhältnisse. In den tiefer gelegenen Gebieten machte sich die milde Luft jedoch kaum bemerkbar. Zum Monatsende sorgte ein Tiefausläufer aus Westen wieder für mildere Verhältnisse, brachte aber auch starke Glätte mit gefrierendem Regen, besonders in Ostbayern, mit sich.

An den Waldklimastationen betrug die Abweichung der Lufttemperatur vom Mittel $-2,8$ Grad. In der 139jährigen Zeitreihe des Deutschen Wetterdienstes belegt der Januar 2017 allerdings nur den Platz 18 der kältesten Januare. Beim Niederschlag fielen mehr als 24 % weniger, wobei am Alpenrand und im bayerischen Oberland durchschnittlich viel Niederschlag fiel. Im übrigen Bayern gab es deutlich weniger, am wenigsten in Franken mit teilweise nur einem Viertel des langjährigen Mittels. Anfang Januar änderte sich zunächst noch wenig an den Bodenfeuchteverhältnissen der meisten Waldklimastationen. Erst nachdem zur Monatsmitte in den Niederungen Tauwetter einsetzte, stieg auch an der WKS Riedenburg die Bodenfeuchte auf über 70 % der nutzbaren Feldkapazität an. An der WKS Würzburg war zwar zu dieser Zeit auch ein geringer Anstieg der Bodenwasservorräte zu beobachten, der Füllstand ging jedoch über 55 % nicht hinaus. Die Sonne schien für einen Januar mit 88 Stunden überdurchschnittlich häufig (+77 %).

Februar

Der letzte Wintermonat war warm mit etwas weniger Niederschlag als im langjährigen Mittel, dafür aber mehr Sonne. Tagsüber war es oft wenig winterlich, während in zwei Drittel der Nächte das Thermometer unter dem Gefrierpunkt fiel (DWD 2017b). Lange hielt sich ein sehr stabiles Hoch über Mitteleuropa, ein Sturmtief brachte dann aber in der letzten Monatsdekade einen großen Schwall Warmluft und ließ das Thermometer auf frühlingshafte Temperaturen steigen.

Zu Monatsanfang schaufelte ein Tief kräftig Warmluft nach Bayern, allerdings im Widerstreit mit einem Hoch über Osteuropa, so dass sich das Wetter in einem Kampf zwischen Warm- und Kaltluft wechselhaft gestaltete. Auch zu Ende der ersten Woche bestimmten weiterhin Tiefausläufer die Witterung. Zur Monatsmitte setzte sich ein kräftiges Hoch über Mitteleuropa fest, das häufig Hochnebel mit sich brachte. Regional konnten aber auch absinkende Luftbewegungen auftreten, die die Wolken auflösten und für sonniges Wetter sorgten. Auf jeden Fall dominierte ruhiges Hochdruckwetter. Tiefausläufer brachten dann ab dem 18. Februar wieder wechselhaftes Schauerwetter mit Schnee im höheren Bergland mit sich. Zum Weiberfasching war es weder richtig Winter noch richtig Frühling. Ein Nordsee-Sturmtief transportierte dann am 23. Februar in breitem Strom milde Atlantikluft heran und die Lufttemperaturen stiegen auf frühlingshafte Werte. In den östlichen Mittelgebirgen und den Alpen setzte Tauwetter ein. Eine Kaltfront brachte zum Monatsende dann teils erhebliche Schauerniederschläge, wobei auch Gewitter vorkamen und Schnee bzw. Graupel auch in den tieferen Lagen fielen.

Insgesamt war der Februar auch an den Waldklimastationen mit einer Abweichung von +2,4 Grad viel zu warm. Bezüglich der Zeitreihe zwischen 1881 und 2017 liegt er in Bayern auf Platz 18 der wärmsten Februale. Die Sonne schien 90 Stunden und blieb damit rund 15 % über dem Soll. Auch wenn der Niederschlag insgesamt 38 % unter dem Soll lag, füllten lokal ergiebige Niederschläge und Tauwasser die Bodenwasserspeicher weiter auf. An der WKS Riedenburg war der Bodenwasserspeicher ab dem 7. Februar wieder vollständig gefüllt. Auch an der WKS Würzburg wurden die Waldböden langsam wieder feuchter. Zum Monatsende betrug der Füllstand des Bodenwasserspeichers hier immerhin schon 70 %. Auch an den übrigen Waldklimastationen, an denen die Bodenfeuchte permanent gemessen wird, waren zum Ende des Februars die Bodenwasserspeicher nahezu gefüllt. Mit den noch zu erwartenden Niederschlägen in den verbleibenden Monaten der Vegetationsruhe ist daher davon auszugehen, dass zu Beginn der Vegetationszeit überall die Bodenwasserspeicher gefüllt sein werden.

Winter 2016/2017

Der Winter war mit nur 105 l/m² recht trocken (-51 %), dafür mit 245 Stunden sehr sonnenscheinreich (+43 %) und mit -0,5 °C geringfügig kälter (-0,7 °) als im langjährigen Mittel. Der Grund hierfür war, dass nur wenige Tiefdruckgebiete mit ihren Niederschlägen Mitteleuropa erreichten – meist dominierten die Hochdruckgebiete mit trocken-kalter Luft. Häufig verliefen die Nächte klar; dadurch fielen die Temperaturen unter den Gefrierpunkt. Über Schnee trat vor allem im Süden mehrfach sogar strenger Frost auf. Erst Mitte Februar geriet Deutschland in eine kräftige westliche Strömung, die feuchtere und auch frühlingshafte Luft heranführte.

Warum brennen Wälder im Winter?

Selbst erfahrene Kollegen aus der Forstverwaltung fragten nach:

»Wie kann es denn sein, dass im Winter solch ein verheerender Waldbrand wie am Jochberg entsteht?« Für einen Verbrennungsprozess brauchen wir drei Faktoren: a) genug Brennstoff, b) ausreichend Wärme bzw. Zündenergie, um den Verbrennungsprozess in Gang zu setzen und c) ausreichende Zufuhr von Sauerstoff, um den Verbrennungsprozess zu unterhalten. Wird die Wärmezufuhr unterbrochen oder der Brennstoff entfernt oder der Sauerstoff entzogen, erlischt das Feuer.

Im Fall des Waldbrandes am Jochberg gab es im lichten Bergwald durch die dichte abgestorbene und verwelkte Grasvegetation genügend Brennstoff. Je trockener der Brennstoff ist, desto weniger Energie muss aufgewendet werden, um das Wasser als Wasserdampf auszutreiben, bevor der Verbrennungsprozess sich selbst aus dem Brennstoff unterhalten kann. Der trockene Dezember 2016 brachte häufig Inversionswetterlagen, d. h. oben war es wärmer als unten. So gab es in höheren Lagen reichlich Sonnenschein, milde Lufttemperaturen und geringe Luftfeuchte (z. T. 20 bis 40 % r. F.), während es in tieferen Lagen unter einer Hochnebeldecke oft tagelang neblig-trüb und eiskalt war. Wegen der nicht vorhandenen Schneedecke und der hohen Einstrahlung trockneten die Böden in höher gelegenen Wäldern stark aus. Jetzt musste nur noch eine ausreichende Zündenergie in Form eines Lagerfeuers zur Verfügung gestellt werden. Die Brandausbreitung wurde dann durch das steile Relief beschleunigt. Die hohe Hangneigung begünstigt zum einen durch einen kleinen Kontaktwinkel zum Brennmaterial, zum anderen durch einen entstehenden thermischen Aufwind die Feuerausbreitung in den Runsen. Gleichzeitig erschwerte das steile Gelände die Löscharbeiten, so dass Hubschrauber für die Löschung eingesetzt wurden.

L. Zimmermann



Waldbrand am Jochberg Foto: Freiwillige Feuerwehr Kochel

Literatur

DWD (2017 a): DWD (2017a): Witterungsreport Express Dezember 2016 – Februar 2017.
DWD (2017 b): Agrarmeteorologischer Witterungsreport Dezember 2016 – Februar 2017.

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



Deutschland, deine Buchenwälder

In Deutschland liegt das Zentrum des natürlichen Verbreitungsareals der europäischen Buchenwälder. Unser Land trägt somit eine große Verantwortung für den Schutz dieses typisch mitteleuropäischen Waldökosystems. Wie aber ist es um unsere Buchenwälder bestellt? Wie werden sie behandelt? Der Autor hat Daten der Bundeswaldinventur ausgewertet und analysiert sowie zahlreiche Waldbegänge unternommen und versucht, sich ein Bild vom Zustand unserer Buchenwälder zu verschaffen. Die Rückschlüsse, die der Autor zieht, sind negativ, werden aber von weiten Teilen der Forstwirtschaft nicht mitgetragen. Das Buch ist damit ein weiterer Beitrag in der aktuellen Diskussion über das Management der Buchenwälder in Deutschland.

Norbert Panek: **Deutschland, deine Buchenwälder – Daten, Fakten, Analysen.** Ambaum-Verlag 2016, 208 Seiten. 18,90 Euro. ISBN: 978-3-940616-24-1



Wortwechsel im Blätterwald

Wie können Forstleute den Dialog mit der Gesellschaft verbessern? Was macht Forstliche Öffentlichkeitsarbeit wirksamer? Welche Konzepte und Methoden können dazu beitragen, die Akzeptanz für die Nutzung des Waldes zu erhöhen? Zu diesen Fragen präsentieren die Autoren kurzweilig aufbereitete Analysen und zahlreiche wichtige Hinweise. Sie bieten auch einfache Werkzeuge für ein wirksames »Storytelling« an. Mit dem Einsatz von Erzählungen und Erzählstrukturen, der »Heldenreise« oder dem »Aktantenmodell« können – so die Autoren – wichtige Botschaften in der öffentlichen Wahrnehmung besser durchdringen. In einer Zeit, in der es immer schwieriger wird, im »Blätterwald« mit fachlichen Argumenten und den klassischen Methoden der Öffentlichkeitsarbeit Gehör zu finden, bietet das Buch neue und innovative Konzepte an, die die Sichtweise auf öffentliche Kommunikation verändern und die Praxis Forstlicher Öffentlichkeitsarbeit zukunftsweisend verbessern kann.

Günter Dobler, Michael Suda, Gerhard Seidl: **Wortwechsel im Blätterwald.** BoD – Books on Demand, Norderstedt 2016, 212 Seiten. 29,95 Euro. ISBN: 978-3-7412-8372-7



Invasive Arten

«Invasive Arten» sind diejenigen nicht-einheimischen Pflanzen und Tiere, die auf vielfältige Weise von außerhalb Europas nach Europa gelangen, sich hier etablieren können und sich nach einer gewissen Eingewöhnungsphase stark vermehren. Sie können hohen wirtschaftlichen Schaden anrichten.

Das Buch zeigt, auf welche Weise nicht-einheimische Arten nach Europa gelangen und wie sich deren Vermehrung negativ auswirken kann: auf die Umwelt, die Landwirtschaft, die Infrastruktur und auch auf die menschliche Gesundheit. Schließlich werden Kontroll- und Bekämpfungsmöglichkeiten vorgestellt und wird beschrieben, wie vorbeugende Maßnahmen aussehen müssen – denn Vorbeugen ist einfacher als Bekämpfen.

Wolfgang Rentwig: **Invasive Arten.** Haupt Verlag 2010, 128 Seiten. 9,90 Euro. ISBN: 978-3-8252-3383-9



David G. Haskell: **Das verborgene Leben des Waldes.** Verlag Antje Kunstmann 2015, 328 Seiten. 22,95 Euro. ISBN: 978-3-95614-061-7

Das verborgene Leben des Waldes

Die Welt in einer Nusschale: Über ein Jahr hat der amerikanische Biologe David Haskell einen Quadratmeter altgewachsenen Wald bis ins Detail studiert. Ausgerüstet nur mit Objektiv, Lupe und Notizbuch, Zeit und Geduld richtet er den Blick auf das Allerkleinste: Flechten, Moose, Tierspuren, einen vorbeihuschenden Salamander oder die ersten Frühlingsblüten. Und entfaltet mit dem Wissen des Naturforschers und der Beschreibungskunst eines Dichters ein umfassendes Panorama des Lebens im Wald, des feingewobenen Zusammenlebens in einem jahrhundertertealten Ökosystem. Eine »Grand Tour« zwischen Wissenschaft und Poesie.

Fischer schaffen Lebensraum

Mit einer Kampagne und dem Handbuch »Fischer schaffen Lebensraum« will der Schweizerische Fischerei-Verband aufzeigen, wie mit relativ einfachen Maßnahmen der Lebensraum in und an Fließgewässern aufgewertet werden kann. Konkret geht es vor allem um das »Instream restaurieren«: Maßnahmen mit lebenden Pflanzen, Totholz, Steinen und Felsbrocken sowie Kies und Geschiebe. Das Handbuch ist eine sehr gute Hilfe nicht nur für Gewässerbewirtschaftler, sondern auch für Försterinnen und Förster.

Samuel Gründler, Matthias Mende, Jens Schäfer: **Fischer schaffen Lebensraum.** Schweizerischer Fischerei-Verband (Hrsg.) 2016, 135 Seiten, Format DIN A 4, mit zahlreichen Fotos und Skizzen. 25,00 CHF (zzgl. Versand), im SFV-Shop erhältlich. ISBN: 978-3-033-05484-4.



Nächste Ausgabe

3 | 2017

Quarantäneschädlinge

Die Globalisierung mit ihrem damit verbundenen internationalen Warenverkehr und die Klimaerwärmung machen es möglich: Immer mehr und immer häufiger verbreiten sich neue Arten in Gebieten und Regionen, in denen sie bislang nicht vorgekommen sind. Von manchen dieser Neulinge kann die Gefahr ausgehen, dass sie sich unkontrolliert ausbreiten und für ihre Wirtspflanzen bestandsbedrohend werden können. Einzelne dieser Arten haben sogar das Potenzial, die biologische Vielfalt zu beeinträchtigen. Besonders gefährliche Schadorganismen erklärt die Europäische Union zu sogenannten Quarantäneschadern. Derzeit sind in den entsprechenden Listen über 300 Quarantäneschädlinge aufgeführt. Eine kleine Auswahl an Arten, die für Bayern relevant sind, stellen wir in unserer nächsten Ausgabe vor.

Impressum

Herausgeber:

Olaf Schmidt für die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Prof. Dr. Michael Weber für das Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising
Telefon: 08161 71-4881, Telefax: 08161 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, Stefan Geßler
Christoph Josten (Zentrum Wald-Forst-Holz)

Gestaltung: Christine Hopf

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,-

Jahrgang: 24. Jg.

Erscheinungsweise: Viermal jährlich

Erscheinungsdatum: 6. April 2017

Auflage: 2.800 Stück

Druck und Papier: PEFC zertifiziert

Druckerei: Kastner AG, Wolnzach

Vervielfältigung, Verbreitung und Bearbeitung bzw. jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts, insbesondere außerhalb des privaten Gebrauchs, ist nur nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers erlaubt.