ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Vorträge

Kurzfassungen

Kuratorium
für Forstliche Forschung
21. Statusseminar am 5. April 2017

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG

Vortragsverzeichnis

Naturwaldreservate und FFH-Gebiete: Wie steht es um die Eichenwälder? 5

***Phytophthora* Monitoring in Franken: Meta-genomik als neue Methode im Umweltmonitoring 11**

Ein Agroforstsystem für den Ökolandbau 13

Stadtwald 2050 – die Gesellschaft und ihre Ansprüche an den Wald der Zukunft 17

Ressourcenschonung durch grob entastetes Energierundholz 19

Brennstoff Waldhackschnitzel 23

Die Mutter des Waldes und die Fremde: Eine attraktive Mischungsoption? 25

Wachstum von Buchen-Douglasien-Misch-beständen in Abhängigkeit von Alter und Standort 27

Naturwaldreservate und FFH-Gebiete: Wie steht es um die Eichenwälder?

Entwicklung in Naturwaldreservaten von 1978 bis heute

Markus Blaschke
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

In den Jahren 1977 bis 1980 wurden im Zuge der Einrichtung von Naturwaldreservaten zahlreiche Repräsentationsflächen – meistens einen Hektar groß – eingerichtet und erstmals aufgenommen. Viele dieser Erhebungen wurden seitdem in verschiedenen Projekten als Fallstudien wiederholt. Darunter sind auch eine Reihe von Flächen, die sich meistens in der Optimalphase befinden und einen mehr oder weniger großen Anteil an Eichen enthalten.

Am Beispiel der beiden Reservate „Heilige Hallen“ bei Bad Windsheim und „Fasanerie“, zwischen München und Oberschleißheim gelegen, werden die Methodik und die Ergebnisse der Waldstrukturaufnahmen im vergangenen Jahr näher erläutert. Beim ersten Bestand, der bereits als Eichenhochwald begründet wurde, handelt es sich um einen führenden Eichenbestand mit Hainbuche und Buche im Unterstand. Hier hat die Eiche ihre dominierende Position in der Oberschicht in den vergangen Jahren weiter ausgebaut. Beim Naturwaldreservat „Fasanerie“ war die Ausgangssituation ebenfalls ein eichendominierter Bestand, der aus der Mittelwaldnutzung als Lohwald hervorgegangen ist. Allerdings wurde hier in den letzten Jahren die Eiche in der oberen Baumschicht mehr und mehr durch die Esche verdrängt. In der Unterschicht hat sich zwischenzeitlich eine sehr artenreiche Verjüngung entwickelt, in der jedoch die Eiche vollständig fehlt.

Betrachtet man die Entwicklung der Eiche im Hauptbestand bzw. in der Oberschicht in allen Reservaten mit einem nennenswerten Anteil dieser Baumart, dann zeigt sich generell auch hier eine abnehmende Tendenz der Stammzahlen. Der Rückgang der Eichen fällt dabei unterschiedlich stark aus. In einigen Beständen ist der Rückgang sehr deutlich, in anderen eher langsam. Darauf weisen insbesondere auch die Entwicklungen bei anderen waldwachstumskundlichen Parametern wie z.B. der relativen Stammzahlhaltung und der Grundflächen hin. So haben sich die relativen Stammzahlen in vielen eichendominierten Naturwaldreservaten bisher nicht verändert oder stiegen teilweise sogar an, weil v.a. andere beigemischte Baumarten (z.B. Eschen, schwächere Buchen etc.) abgestorben sind. Die vitalen Eichen in der Oberschicht leisten auch weiterhin einen messbaren Grundflächenzuwachs, sodass die Grundfläche der Eiche auf einigen Flächen entsprechend ansteigt oder zumindest auf zahlreichen Flächen bisher konstant geblieben ist. In vielen Flächen mit geringerer Eichenbeimischung nimmt dagegen der Grundflächenanteil deutlich ab.

Die Untersuchungen der Verjüngung zeigen jedoch für die eichendominierten Bestände und auch die gezäunten Flächen, dass in den ankommenden Verjüngungen keine Eichen enthalten sind bzw. sich nicht etablieren können. Dies deckt sich mit den Untersuchungsergebnissen aus niedersächsischen und schweizerischen Naturwaldreservaten.

In den meisten Naturwaldreservaten haben darüber hinaus seit den ersten Aufnahmen die Totholzmengen deutlich zugenommen. Auf einer ganzen Reihe von Flächen werden Werte von über 100 m³/ha bis hin zu 240 m³/ha Totholz gemessen. In Eichenmischbeständen gehen hohe Totholzvorräte meist auf das dauerhafte Holz absterbender Eichen zurück, sind also auch häufig Folge einer ablaufenden Konkurrenzdynamik.

Literatur

Meyer, P., Wevell von Krüger, A., Steffens, R. & Unkrig, W. (2006): Naturwälder in Niedersachsen. Schutz und Forschung (Hrsg. NWFVA), Bd 1, 339 S.

Endres, U. & Förster, B. (2013): Hohe Vorräte bei der Buche – Abnahme bei den Mischbaumarten. Ergebnisse aktueller Wiederholungsaufnahmen in Buchennaturwaldreservaten. LWF aktuell 95: 28-31.

Rohner, B., Bugmann, H., Brang, P, Wunder, J. & Bigler, C. (2013): Eichenrückgang in Schweizer Naturwaldreservaten. Schweiz. Z. Forstwes. 164 (11): 328-336.

Endres, U. & Förster, B. (2014): Die Eiche in Naturwaldreservaten – auf dem absteigenden Ast? LWF Wissen 75: 70-73.

Meyer, P,. Blaschke, M., Schmidt, M., Sundermann, M. & Schulte, U. (2016): Wie entwickeln sich Buchen- und Eichen-FFH-Lebensraumtypen in Naturwaldreservaten? Naturschutz und Landschaftsplanung 48(1): 5-14.

FFH-Gebiete

Dr. Stefan Müller-Kroehling
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Aktuell nehmen nach der dritten Bundeswaldinventur Stiel- und Traubeneiche einen Anteil von etwa 10 % der deutschen Waldbestockung ein. Etwa 15 % der eichenreichen Wälder sind als eichengeprägte Lebensraumtypen (LRTen) 9160, 9170, 9190 und *91G0 und somit als Bestandteil des europäischen Netzes Natura 2000 gemeldet (Müller-Kroehling 2013, und 2014). Deutschland ist grundsätzlich dazu verpflichtet, den Gesamtbestand des Schutzgutes und speziell den gemeldeten Anteil in einem günstigen Zustand zu erhalten.

Sorgen bereitet vor allem das Merkmal »Zukunftsaussichten«. Hintergrund ist die spezielle Problematik der Verjüngung von durch Lichtbaumarten geprägten Wald-Lebensraumtypen. Entgegen bisheriger Annahmen beschränkt sich die Problematik jedoch nicht auf so genannten „sekundären Ausprägungen“, sondern umfasst praktisch alle Eichen-Lebensraumtypen-Flächen.

Folgende Ausgangssituationen treten in den Eichenwald-Lebensraumtypen in den bayerischen FFH-Gebieten auf:

A) Eichen-LRT-Flächen mit aktuell noch günstigen/optimalen Voraussetzungen für eine natürliche Verjüngung (Saat) (jetzt oder zukünftig)

B) (z.T. verlichtete) Eichenbestände ohne ausreichenden Nebenbestand

C) Ei-LRT-Flächen mit weitgehend etablierter Verjüngung aus LRT-fremden Baumarten
C1) bei junger und vitaler Eiche
C2) bei alter und nicht vitaler Eiche

D) Nicht klimataugliche Nadelforst-Flächen und Kalamitätsflächen, beides auf „Problemstandorten“

Aktuell finden sich nach den Schätzungen der FFH-Kartierteams folgende Flächenanteile der vier Ausgangszustände:

A: 30 % (ca. 7500 ha)
B: 10 % (ca. 2500 ha)
C1: 35 % (ca. 8750 ha)
C2: 25 % (ca. 6250 ha)
D: weitere 1500-2500 ha

Es stellen sich folgende Handlungsoptionen:

A) Fortführung des gezielten Eichen-Waldbaus. V.a. auch der Versuchung der „Zielstärkenutzung“ widerstehen.

B) Baldmöglichst Nachbau eines LRT-konformen (d.h. aus LRT-typischen Baumarten bestehenden) Nebenbestandes

C) Das Beste aus der Situation machen:

C1) bei junger und vitaler Eiche: „eine Zwischengeneration akzeptieren“ , die aber aus LRT-typischen Baumarten bestehen sollte, und unter Überhalt möglichst vieler Alteichen

C2) bei alter und nicht vitaler Eiche: „aktives Gegensteuern“, soweit möglich

D) Umbau bzw. Neubegründung auf Kalamitätsflächen (als freiwillige Option)

Da Flächen des Typs C1 und v.a. C2 wohl in Abhängigkeit von und trotz der geführten Anstrengungen nicht immer einen Erhalt der Flächensubstanz des LRT gewährleisten können, brauchen wir in gewissem Umfang auch neue LRT-Flächen als Variante D. Hierfür kommen sowohl Kiefern als auch Fichten-Bestände als „wenig klimataugliche“ Baumarten (ungünstige Prognose) besonders in Betracht, v.a. auf Problemstandorten (z.B. wechselfeuchte bzw. Tonstandorte), also auf besonders typischen Eichen-LRT-Standorten. Nicht relevant für FFH-Thematik sind hingegen reine Sand-Standorte, da sie in aller Regel kein Eichen-Hainbuchen-LRT sind.

Ohne sehr gezielte Steuerung erhält sich praktisch auf keinem Standort ein Eichen-reicher LRT von selbst, sondern die oft zahlreich aufschlagenden Eicheln unterliegen nach wenigen Jahren schattenverträglicheren Baumarten. Im Bereich des Offenlandes sind solche, letztlich von einer (bestimmten) menschlichen Bewirtschaftung abhängenden LRTen keine Besonderheit, sondern in Form von Heiden, Mähwiesen und ähnlichen LRTen durchaus verbreitet. Im Wald stellen sie umgekehrt eher die Ausnahme dar. Eichen-LRTen bedürfen aufgrund dieser Besonderheit unter den Wald-LRTen einer speziellen Betrachtung.

Eine „möglichst schonende“, „naturverträgliche“ oder „naturnahe“ Nutzung allein reicht nicht nur nicht aus, um den Verpflichtungen der Richtlinie zu ihrem Schutz nachzukommen, sie bedeutet für den Erhalt von Eichen-LRTen langfristig sogar das sichere „Aus“. Entsprechende Vorgaben in manchen NSG-Verordnungen und LRT-Bewertungsschemata müssen daher überprüft werden. Es bedarf einer ganz speziellen, sehr gezielten Behandlung, um sowohl den Zielen zum Flächen-Erhalt Eichenreicher Wälder als auch zur Wahrung eines qualitativ günstigen Erhaltungszustandes unter Berücksichtigung aller Strukturmerkmale wie auch der vorkommenden Arten gerecht zu werden.

Literatur

EU-Kommission (2000): Natura 2000-Gebietsmanagement. Die Vorgaben des Artikels 6 der Habitat-Richtlinie 92/43/EWG. - Brüssel, 55 S. + Anh.

EU-Kommission (2003): Natura 2000 und der Wald. Herausforderungen und Chancen. Auslegungsleitfaden. – Brüssel, 118 S.

EU-Kommission (2015a): Natura 2000 and Forests - A Guidance Document Part I and II. – Brüssel, 108 S. + Anh.

[Dieser Leitfaden liegt zwischenzeitlich auch in deutscher Übersetzung vor.]

EU-Kommission (2015b): Natura 2000 and Forests - A Guidance Document. Part III Case studies. – Brüssel, 60 S.

Müller-Kroehling, S. (2013): Eichenwald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie in Deutschland – drängende Fragen und mögliche Ansätze für ein Konzept zur Erhalt und Sicherung eines günstigen Erhaltungszustandes. Naturschutz und Biologische Vielfalt 131, 199-207.

Müller-Kroehling, S. (2014): Eichenwälder in FFH-Gebieten – Kulturwald für den Naturschutz. LWF Wissen 75 (Beiträge zur Traubeneiche, Baum des Jahres 2014): 65-69.

Müller-Kroehling, S. (2016): Eichenwälder und der Leitfaden „Natura 2000 und Wald“. AFZ/Der Wald 20: 17-19.

Phytophthora Monitoring in Franken: Metagenomik als neue Methode im Umweltmonitoring

Dr. Frank Fleischmann
Fachgebiet Pathologie der Waldbäume, Technische Universität München (ehemalig)

Einleitung

Die Gattung *Phytophthora* stellt eine umfangreiche Gruppe von Pflanzenpathogenen dar und umfasst rund 130 Arten und Taxa. An Holzpflanzen verursachen *Phytophthora*-Arten vor allem Erkrankungen im Wurzelbereich, die sich bis in den Stamm ausbreiten kann. In selteneren Fällen können auch Zweige und das Laub befallen werden. Aus früheren Untersuchungen an fränkischen Eichenbeständen ist bekannt, dass bei Eiche verschiedene *Phytophthora* Arten auftreten und direkt mit dem Komplex des Eichensterbens in Verbindung stehen. Da es sich bei *Phytophthora* meist um Wurzelpathogene handelt und die Gattung keinerlei makroskopisch beobachtbare Strukturen, wie z.B. Fruchtkörper bei echten Pilzen, ausbildet, ist deren Nachweis schwierig und erfordert umfangreiches Fachwissen. Im Rahmen dieses Projekts sollte daher u.a. die neue Methode der sog. Metagenomik auf ihre Eignung im Umweltmonitoring von *Phytophthora* untersucht werden. Die Metagenomik erlaubt das simultane Erfassen verschiedener in einer Probe vorkommender Mikroorganismen mittels *next generation* Sequenzierung (NGS) von Desoxyribonukleinsäure (DNA), die aus dieser Probe gewonnen wurde.

Methodik

Als metagenomische Methode wurde die sog. Amplikon-Sequenzierung des *internal transcribed spacers 1* (ITS1) mittels Illumina MiSeq angewendet. Zunächst wurde Gesamt-DNA aus den Proben gewonnen und in einer Polymerasekettenreaktion (PCR) die ITS1-Region amplifiziert. Dafür wurde ein Primerpaar eingesetzt, das spezifisch für die Klasse der Oomyceten ist, zu denen die Gattung *Phytophthora* gehört. Daher beinhaltet das PCR-Produkt die ITS1-Region aller in der Probe vorkommenden Oomyceten, die sich anhand ihrer DNA-Sequenz unterscheiden lassen. Während der PCR wurden außerdem kurze (7-12 Basen) probenspezifische Erkennungssequenzen eingefügt. Dies ermöglicht das *poolen* einer großen Anzahl an Proben für die nachfolgende Sequenzierung mittels Illumina Miseq. Dabei können in einem Sequenzierlauf ca. 12-15 Millionen DNA-Sequenzen (sog. *Reads*) parallel generiert werden. Diese Rohdaten wurden bioinformatisch verarbeitet, wobei nacheinander die *Reads* den einzelnen Proben zugeordnet, auf Qualität geprüft und die reine ITS1-Region extrahiert wurde. Anschließend wurden ähnliche Sequenzen (<3% Unterschied) zu einem sog. *operational taxonomic unit* (OTU) zusammengefasst, welche über einen Abgleich mit einer Datenbank einem konkreten Taxon zugeordnet wurden. Im letzten Schritt wurde die Zuordnung jedes einzelnen *Reads* einer Probe zu einem dieser OTUs vorgenommen. Parallel dazu wurden Proben mittels klassischem Nachweis von *Phytophthora,* d.h. durch Isolation und morphologischer Bestimmung, ausgewertet.

Ergebnisse

Die Etablierung der Metagenomik erforderte umfangreiche Tests zu DNA-Extraktion aus Bodenmaterial und der passenden PCR-Bedingungen. Nach der Etablierung konnten mittels Amplikon-Sequenzierung der ITS1-Region im Vergleich zur Isolation und morphologischen Bestimmung von *Phytophthora*-Arten mehr unterschiedliche Arten bei deutlich geringerem Zeitaufwand nachgewiesen werden. Umgekehrt konnten alle Arten, die isoliert wurden, auch mittels Metagenomik nachgewiesen werden. Anders als die Isolation erlaubt diese Methode auch eine semiquantitative Beurteilung der Artenzusammensetzung innerhalb einer Probe. Jedoch lassen sich damit keine Aussagen zur Vitalität der nachgewiesenen Phytophthora-Arten treffen, da DNA, insbesondere in Oosporen von *Phytophthora*, auch nach deren Tod für längere Zeit nachweisbar bleibt. Diese Einschränkung konnte durch Verwendung von RNA anstelle DNA überwunden werden, die sich jedoch wenig für Routinemessungen eignet. Mittels Amplikon-Sequenzierung wurden auch *Phytophthora*-Arten nachgewiesen, die bislang nicht aus deutschen Forstbeständen berichtet wurden. Hierzu zählen insbesondere *Phytophthora cinnamomi*. Die Aussagekraft der Methodik stößt an ihre Grenzen, wenn einem OTU nur wenige *Reads* zugewiesen werden konnten. In diesen Fällen blieb unklar, ob es sich um reale Ergebnisse oder Artefakte handelt. Daher war eine untere Grenze der *Read*-Anzahl (>10 *Reads*) für einen positiven Nachweis zu definieren. Insgesamt liegt die Nachweisgrenze deutlich oberhalb eines Pathogen-spezifischen PCR-Tests.

Schlussfolgerung

Im Methodenvergleich von Isolation und Metagenomik besticht Letztere durch ihre enorme Datenfülle. Der Probendurchsatz liegt ebenfalls um ein Vielfaches über dem der Isolation. Zudem ist die Methode weitgehend von technischem Personal durchführbar, während die Isolation von Phytophthora viel Expertenwissen verlangt. Bei der Gesamtkostenbeurteilung schneidet die Metagenomik zunehmend besser ab. Es fallen im Vergleich zur Isolation geringere Personalkosten an, wogegen die Materialkosten stark erhöht sind. Während der Projektlaufzeit konnten nur ganze Sequenzierläufe mit Kapazität für rund 200 Proben gebucht werden, die jeweils rund 3.500,- € pro Sequenzierlauf kosteten. Mit der zunehmenden Verbreitung der Methodik ist es jetzt jedoch möglich, einzelne Proben bei Sequenzierdienstleistern analysieren zu lassen, was einen großen Kostenvorteil bei geringen Probenzahlen bedeutet. Insgesamt eignet sich die Metagenomik gut zum Zweck eines Phytophthora-Monitorings, während ein spezifischer Pathogennachweis weiterhin mittels normaler PCR oder durch Isolation erfolgen sollte. Darüber hinaus lässt sich die Methode bei Verwendung anderer PCR-Primer auch auf andere taxonomische Gruppen wie Pilze oder Bakterien übertragen.

Ein Agroforstsystem für den Ökolandbau

Andrea Winterling[1], Dr. Herbert Borchert[2], Dr. Klaus Wiesinger[1]
[1] *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft*
[2] *Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft*

Zielsetzung

Ein Ziel des ökologischen Landbaus ist es, fossile Energie durch regenerative Energiequellen zu ersetzen. Aufgrund seiner hohen Umweltleistungen eignet sich hier besonders der Anbau von Energieholz in Agroforstsystemen. Dabei werden schnellwachsende, zu Stockausschlag fähige Laubbaumarten streifenförmig in die landwirtschaftlichen Kulturen integriert.

Das Kooperationsprojekt der beiden Bayerischen Landesanstalten für Landwirtschaft und für Wald und Forstwirtschaft „Entwicklung und Erprobung eines Agroforstsystems im ökologischen Landbau zur Energieholzgewinnung“ beschäftigt sich seit 2009 mit Agroforstsystemen zur Energieholzgewinnung im ökologischen Landbau unter bayerischen Standortbedingungen. Eine zentrale Fragestellung des Projekts ist der Einfluss mehrreihiger Gehölzstreifen im Kurzumtrieb auf den Ertrag und die Qualität der dazwischen angebauten landwirtschaftlichen Feldfrüchte. Aufgrund von weitgehend übereinstimmenden Hinweisen aus der Literatur (Bruckhaus & Buchner 1995, Pretzschel et al. 1991) wird eine insgesamt positive Wirkung der Gehölzstreifen auf den Ertrag der angrenzenden landwirtschaftlichen Kulturen (Windschutz, höhere Bodenfeuchte) vermutet. In einem weiteren Teilprojekt wird der Anbau schnellwachsender Baumarten im Hinblick auf die Vorgaben des Ökolandbaus in einer Kurzumtriebsplantage (KUP) untersucht. Dazu wird die Wuchsleistung von autochthonen Baumarten mit im konventionellen Energiewaldanbau in Bayern üblichen Hybridpappeln verglichen. Da im ökologischen Landbau der Einsatz von Herbiziden nicht zugelassen ist, ist die Untersuchung verschiedener alternativer Begründungsverfahren ein weiterer wichtiger Bestandteil des Projekts. Nachfolgend werden Methoden und ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

Methode

Die beiden Versuchsstandorte liegen in der nördlichen Münchener Schotterebene in Pulling in der Nähe von Freising (privater Bioland-Betrieb) und auf der Fränkischen Alb bei Kaisheim (LfL-Versuchsstation Neuhof, Teilflächenumstellung auf ökologischen Landbau im Rahmen des Forschungsvorhabens). In zwei Feldversuchen wird der Ertrag landwirtschaftlicher Feldfrüchte (Winterweizen, Sommerhafer, Kleegras) in einem Agroforstsystem mit einer normalen Bewirtschaftung ohne Bäume verglichen. Dazu wurden an beiden Standorten zwei zehn Meter breite Gehölzparzellen (Pappelklone 'Max 1' und 'Max 3', Verband 1,25 m x 1,5 m, Umtriebszeit 7 Jahre) fünfreihig quer zur Hauptwindrichtung angepflanzt. Die Ertragserfassung bei den landwirtschaftlichen Kulturen erfolgte parzellenweise in definierten Abständen zum Baumstreifen bzw. ohne Einfluss der Gehölze. Die Energieholzstreifen wurden im Winter 2015/2016 beerntet. Hier erfolgte die Ertragsfeststellung durch Wiegen der oberirdischen Gesamtbiomasse und Bestimmung der Trockensubstanz. In zwei weiteren Versuchen wird an beiden Standor-

ten die Wuchsleistung der Hybridpappelklone 'Max 1'und 'Max 3' und der heimischen Baumarten Grau- und Schwarzerle (7-jähr. Umtrieb) getestet. Zusätzlich wurden im ersten Versuchsjahr verschiedene Untersaaten (Gelb-, Weißklee, Winterroggen als Frühjahrssaat, Leindotter) und eine selbstabbaubare Mulchfolie zur Regulierung der Begleitvegetation ausgebracht und mit einer unbehandelten Kontrolle (keine Regulierung der Begleitvegetation, nur Bodenvorbereitung und Kleegrasanbau als Vorfrucht) verglichen. Bei den Gehölzen wurde jährlich die Wuchsleistung gemessen. Die Ertragsfeststellung erfolgte im Winter 2015/2016 anhand des Massenlinienverfahrens nach Kopetzky-Gerhardt (Kramer & Akca 1995).

Ergebnisse

Die Auswertung des Gesamtmarktwarenertrages von Hafer und Winterweizen, jeweils bezogen auf einen Hektar der landwirtschaftlichen Kultur, ergab für alle Versuchsjahre – auch bei zunehmender Wuchshöhe der Bäume – keine signifikanten Unterschiede zwischen der Variante Agroforstsystem und der ohne Energieholzstreifen. Die Bäume beeinflussen jedoch die räumliche Ertragsverteilung - negativ im Nahbereich der Gehölze und positiv in weiter entfernten Bereichen. In den Energieholzstreifen wurden in Pulling rund 16 bzw. 17 t atro*ha^{-1}*a^{-1} geerntet, am Neuhof 5 bzw. 6 t atro*ha^{-1}*a^{-1}.

Beim Vergleich der Wuchsleistung der Baumarten in der KUP zeigten die zwei Pappelklone nach sieben Vegetationsperioden an beiden Standorten mit 9 bis 12 t atro*ha^{-1}*a^{-1} die höchsten oberirdischen Biomasseerträge. Die Grauerle erreichte 6 bis 7 t atro*ha^{-1}*a^{-1}. Die Schwarzerle hatte mit rund 4 t atro*ha^{-1}*a^{-1} die geringste Ertragsleistung. Mit Ausnahme der Pflanzung in Folie am Standort Neuhof brachten die getesteten Varianten zur Beikrautregulierung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle an beiden Standorten keinen Vorteil in Hinblick auf den oberirdischen Biomasseertrag. Am Standort Pulling zeigten die Bäume auf Gelbklee im Vergleich zu den anderen Varianten signifikant geringere Biomasseerträge.

Schlussfolgerungen

Unter südbayerischen Standortverhältnissen konnte keine Beeinflussung des Gesamtertrages bei Getreide durch Energieholzstreifen nachgewiesen werden. Mindererträge aufgrund von Schattenwirkung, Beikrautdruck, Wasser- und Wurzelkonkurrenz etc. beschränken sich auf einen ca. fünf Meter breiten Bereich zu beiden Seiten der Gehölze. Sie werden durch eine Ertragssteigerung im weiter vom Gehölzstreifen entfernt liegenden Bereich kompensiert.

Als geeignete Strategien zur Minderung der Beikrautkonkurrenz im Ökolandbau können in Hinblick auf die Biomasseerträge der Gehölze folgende Maßnahmen empfohlen werden: Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung in Kombination mit Beikrautregulierung durch a) eine selbstabbaubare Mulchfolie, b) Untersaaten mit Leindotter, Weißklee und Winterroggen (Frühjahrssaat) oder c) natürliche Begrünung (keine Einsaat).

Abschließende Empfehlungen zur Baumartenwahl und zu geeigneten Etablierungsmaßnahmen folgen nach einer Wirtschaftlichkeitsbewertung.

Literatur

Bruckhaus A. & Buchner W. (1995): Hecken in der Agrarlandschaft. Auswirkungen auf Feldfruchtertrag und ökologische Kenngrößen. Ber. Landw. 73: 435-465.

Kramer H. & Akca A. (1995): Leitfaden zur Waldmesslehre. J. D. Sauerländer´s Verlag, Frankfurt a. Main.

Pretzschel M., Bohme G. & Krause H. (1991): Einfluss von Windschutzpflanzungen auf den Ertrag landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Feldwirtschaft 32: 229-231.

Stadtwald 2050 – die Gesellschaft und ihre Ansprüche an den Wald der Zukunft

Dr. Gerd Lupp[1], Valerie Kantelberg[2], Dr. Bernhard Förster[1], Günter Weber[1], Prof. Dr. Stephan Pauleit[1]

[1]*Technische Universität München*

[2] *Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft*

Zielsetzung

In städtischen Verdichtungsräumen ist die Bedeutung von Wäldern als Erholungsraum von zentraler Bedeutung. Herausforderungen stellen dabei der gesellschaftliche Wandel, veränderte Gewohnheiten und Ansprüche sowie eine durch neue Sportarten sich wandelnde und zunehmend diversifizierende Freizeitgestaltung dar. Die Untersuchung knüpft an Erhebungen im Großraum München aus den 1980er und 1990er Jahren z.B. am Lehrstuhl von Prof. Dr. Ammer an, um das aktuelle Besucherverhalten in den Wäldern sowie Vorstellungen, Ansprüche und Präferenzen der Waldbesucher zu analysieren. Es sollten Grundlagen für die Entwicklung multifunktionaler Waldentwicklungsstrategien und Managementkonzepte bereitgestellt werden, die auf breite Unterstützung in der Gesellschaft und Entscheidungsträgern stoßen.

Methoden

Bei der Bearbeitung des Projekts Stadtwald 2050 wurden verschiedene Methoden angewendet, um die unterschiedlichen Aspekte des Themenfelds zu bearbeiten. So wurde mit quantitativen (z.B. Befragungen von Erholungssuchenden im Wald) und qualitativen Methoden (z.B. Photovoice-Spaziergängen) der Sozialforschung gearbeitet, aber auch Datamining in Web 2.0-Anwendungen betrieben. Zusätzlich wurde ein Verfahren zur Besucherzählung mittels Wildkameras und Auswerteroutinen erarbeitet, das beispielhaft im Weltwald und am Walderlebnispfad Freising sowie am Grünten im Allgäu eingesetzt wurde, um Nutzerzahlen und Nutzergruppen quantifizieren zu können. Auch wurde analysiert, wie stadtnahe Wälder durch Trendsportarten wie Mountainbiking oder Geocaching genutzt werden und welche Auswirkungen diese auf Schutzgüter des Waldes haben können. Zusätzlich wurde mit Szenarien und Delphi-Analysen gearbeitet, um weitere Entwicklungen zu prognostizieren bzw. Auswirkungen von unterschiedlichen Handlungsoptionen zu bewerten.

Ergebnisse

Im Vergleich zu den Untersuchungen aus den vergangenen Jahrzehnten ist Wandern und Spazierengehen zwar vielfach noch immer die beliebteste Erholungsform im Wald, insbesondere Radfahren hat jedoch deutlich zugenommen. Je nach Waldgebiet sind über ein Drittel der Waldbesucher Jogger und Nordic Walker. Dabei zeigen sich in jedem Wald ganz eigene Nutzungsmuster. Das Besuchsmaximum wurde in den untersuchten Wäldern am späten Nachmittag gegen 17:00 Uhr erreicht. Im Jahresverlauf 2015 waren die meisten Besucher pro Tag an

den beiden ersten Novemberwochenenden anzutreffen. Dies dürfte auf eine ausgesprochen milde und sonnige Wetterlage in diesem Zeitraum zurückzuführen sein. An sehr heißen Tagen zeigte sich tagsüber eine geringe Nutzung und eine verstärke Inanspruchnahme stadtnaher Waldbereiche in den späteren Abendstunden.

Bei Trendsportarten konnte starke Nachfrage nach Angeboten, z.B. nach Singletrails für Mountainbiker, gezeigt werden. Besteht kein Angebot, werden diese z.B. durch Routenvorschläge selbst geschaffen und über das Internet geteilt.

Die Wünsche an den Wald sind für viele unterschiedliche Nutzergruppen überraschend ähnlich. Auch der unmittelbar an die Großstadt angrenzende Wald soll Raum für Naturerlebnisse, Ruhe, Nachdenken und Zivilisationsferne bieten, auffällige Spuren des Menschen und der Forstwirtschaft sind dabei nicht gerne gesehen. Die im Wald vorgehaltene Infrastruktur sollte nach den Wünschen einer großen Mehrheit der Waldbesuchenden bis auf die Ausschilderung möglichst sparsam und waldangepasst sein. Generell werden alle Waldtypen gerne zur Erholung angenommen. Dicke, große Bäume und strukturierte Mischbestände werden von Waldbesuchern als „natürlich“ bzw. „wild“ besonders geschätzt, auch wenn diese Eindrücke erst durch die Bewirtschaftung von Wäldern entstanden sind.

In Zukunft werden sich die Herausforderungen für die Waldbewirtschaftung verstärken. Neben der steigenden Bedeutung von Regulationsleistungen (insbesondere Wasserspeicherung und Senkung der Lufttemperatur) wird ein zunehmendes Gesundheitsbewusstsein der Bevölkerung den Bedarf nach entsprechenden Angeboten in stadtnahen Wäldern nach sich ziehen.

Fazit

Multifunktionale Bewirtschaftungsansätze und daraus resultierende abwechslungsreiche Waldbestände liefern besonders geschätzte Eindrücke für den Waldbesucher und ermöglichen gleichzeitig, wichtige Regulationsleistungen zu sichern und gezielt zu verbessern. Allerdings sollten die Spuren der Bewirtschaftung möglichst unsichtbar bleiben oder rasch beseitigt werden.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Integration von Erholung in multifunktionale Waldbewirtschaftungskonzepte ist eine genaue Kenntnis über Aktivitäten, Nutzungsmuster der Erholungssuchenden, Besuchsmotive, Bedürfnisse sowie Ansprüche und Wahrnehmungen. Ein wichtiger Bestandteil ist dabei das Besuchermonitoring. Es schafft eine objektive Datenbasis, um Konzepte zu erstellen oder zu evaluieren. Gute Kenntnisse der Nutzung und Ansprüche der Bevölkerung sind eine Voraussetzung für Kommunikation, Dialog und Einbindung der Gesellschaft sowie transparente Managemententscheidungen. Sie helfen, sachgerechte Lösungen zu finden, die eine breite gesellschaftliche Unterstützung für entsprechende Waldbewirtschaftungskonzepte finden.

Ressourcenschonung durch grob entastetes Energierundholz

Dr. Elke Dietz, Fabian Schulmeyer, Dr. Marianne Schütt, Karl Hüttl, Dr. Brigit Reger, Dr. Herbert Borchert

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Zielstellung

Die Produktion von Waldhackschnitzeln hat sich gerade im Rahmen der Energiewende als fester Bestandteil der Forstwirtschaft etabliert. Um eine umfassende Nachhaltigkeit bei steigender Nachfrage zu sichern, müssen die damit verbundenen Nährstoffentzüge berücksichtigt werden. Die Intensität der Nutzung kann u. a. durch die Wahl von geeigneten Ernteverfahren an das Potenzial des Standorts angepasst werden. Bei der Bereitstellung von Hackholz aus Baumkronen können alternativ zur Bringung der ganzen Kronen diese im Bestand grob entastet werden. Das Verfahren kann insbesondere in nadelholzdominierten Durchforstungs- bis Endnutzungsbeständen motormanuell oder vollmechanisiert angewendet werden. Im Rahmen des vorgestellten Projekts wird die Auswirkung konventioneller Erntemethode (z.B. nur Stammholz oder Stammholz und gesamte Krone) mit der Methode des groben Entastens bei motormanueller und vollmechanisierter Ernte sowie unterschiedlichen Aushaltungsgrenzen verglichen. Ziel ist es, die mögliche Nährstoffschonung und über Arbeitsstudien den monetären Aufwand der Methode des groben Entastens zu ermitteln.

Methodik

Über Bayern verteilt wurden vier fichtendominierte Altdurchforstungs- bis Endnutzungsbestände anhand der Basenausstattung am Standort ausgewählt. Im Fokus standen Standorte mit vergleichsweise geringer Basenversorgung. Von jedem Standort wurden 5 – 6 Bäume repräsentativ für die Bestandesstruktur ausgewählt. Zur Ermittlung der gesamten Kronenbiomasse wurden die Bäume über einer Plane i. d. R. durch Baumsteiger „abgebaut“ und die einzelnen Kompartimente bereits im Bestand gewogen. Für die Nährstoffgehalte (Basen, Haupt- und Spurenelemente) wurden repräsentative Proben gewonnen, im Labor aufbereitet und so die Verteilung der Nährstoffe in Abhängigkeit von der Exposition der Äste sowie deren Höhe in der Krone im Baum bestimmt. An drei von vier Standorten wurden Zeitstudien zum Ernteverfahren durchgeführt.

Erste Ergebnisse

Ziel des Projekts ist es unter anderem, die Verteilung der Nährstoffe in den unterschiedlichen Kronenbereichen im Baum abzubilden und ggf. Gesetzmäßigkeiten abzuleiten, um die Nährstoffentzüge bei der Holzernte je nach Ernteverfahren und Zopfdurchmesser genauer zu quantifizieren. Auf diese Weise kann eine standortsbezogen Beratung gezielt unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten erfolgen. Nach Mellert & Göttlein (2013) führen Phosphor

und Kalium bei Unterversorgung zu Wachstumseinbußen. Gerade bei diesen Nährstoffen ist eine sehr differenzierte Verteilung innerhalb der Krone zu erwarten.

Erste Auswertungen erfolgten für den Standort Selb. Hierfür wurde eine „intensive Nutzung“, bei der von einem Ernteverlust durch Ast- und Kronenbrüche in Höhe von etwa 20 % der Kronenbiomasse ausgegangen wurde, einer „Stammholz- und Kronennutzung mit Belassen des Schlagabraums“ sowie einer „Nutzung des Stammholzes mit grobem Entasten der Spindel“ gegenübergestellt. Erwartungsgemäß verbleiben bei der intensiven Nutzung je nach Nährstoff und Aufarbeitungsgrenze (Ø 14 bzw.18 cm) nur zwischen 10 – 20 % der Nährstoffe bezogen auf die Entnahmebäume im Bestand. Werden Stammholz und Krone genutzt, der Schlagabraum aber im Bestand belassen, so konnten bereits zwischen etwa 20 – 50 % der Nährstoffe geschont werden. Wird zudem noch die Krone grob entastet und nur die Spindel genutzt, erhöht sich das geschonte Potenzial um 10 – 39 %. Eine Kombination von grobem Entasten und Belassen von Schlagabraum im Bestand (incl. Ernteverlust) ergibt damit die Möglichkeit, zwischen 35 und 75 % der in der gefällten Biomasse enthaltenen Nährstoffe im Bestand zu belassen. Im Gegenzug muss etwa auf 12-26 % (Mittel: 17 %) der Biomasse verzichtet werden. Mit grobem Entasten und Belassen des Schlagabraums konnte für Kalium und Phosphor auf diese Weise eine Nährstoffschonung von etwa 40 – 60 % erreicht werden.

Durch die Änderung der Aufarbeitung stieg die Reine Arbeitszeit (RAZ) in der Ernte um 10,9 % (motormanuell) bzw. 10,7 % (vollmechanisiert). Bei der Rückung von grob entasteten Spindeln fielen je Schüttraummeter (Srm) längere Kranarbeitszeiten an, da je Kranhub weniger Biomasse bewegt wurde. Gleichzeitig nahm die Fahrtzeit je Srm ab, da die Zuladung insbesondere in der vollmechanisierten Variante deutlich gesteigert wurde. Durch die unvollständigere Entastung (Unterseite) war die Steigerung in der motormanuellen Variante nicht so ausgeprägt. In der vollmechanisierten Variante konnten die Mehrkosten der Ernte durch die Produktivitätssteigerung beim Rücken und Hacken kompensiert werden. In der motormanuellen Variante fielen Mehrkosten von 2,77 €/Srm an. Die Hackschnitzelausbeute sank um 63 % (motormanuell) bzw. 41 % (vollmechanisiert). Feinanteil und Aschegehalt der Hackschnitzel wurden deutlich reduziert.

Fazit

Je stärker der Zopfdurchmesser der stofflichen Sortimente ausfällt und je niedriger die soziale Stellung des Baumes ist, desto positiver wirkt sich das grobe Entasten auf Biomasse- und Nährstoffschonung aus. Das grobe Entasten der Kronen hat sich als ökologisch und ökonomisch brauchbare Alternative zur Nutzung ganzer Kronen herausgestellt. Wo die Standortgüte Zurückhaltung bei der Kronennutzung erfordert, können mit geringem Aufwand die Nährstoffentzüge gesenkt werden. Die Ausbeute wird dabei reduziert, die Hackschnitzelqualität jedoch erheblich gesteigert.

Literatur

Mellert; K.H. & Göttlein A. (2013): Identifikation und Validierung von Schwellenwerten und limitierenden Ernährungsfaktoren der Fichte unter Anwendung neuer Ernährungskennwerte sowie moderner Regressionsverfahren. Allg. Forst-u. J.-Ztg.,184. Jg., 9 / 10: 198-203.

Brennstoff Waldhackschnitzel

Fabian Schulmeyer, Nicolas Hofmann, Kathrin Schreiber, Dr. Herbert Borchert
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Dr. Daniel Kuptz, Theresa Mendel, Dr. Hans Hartmann
Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

Holz ist Bayerns bedeutendster erneuerbarer Energieträger zur Wärmeerzeugung. Im Wald gehört die Hackschnitzelproduktion heute zu den forstlichen Standardverfahren: Waldhackschnitzel haben einen Anteil von rund 10 % am gesamten bayerischen Holzeinschlag. In Zeiten zunehmender Nachfrage ist es besonders wichtig, die zwar nachwachsende, aber dennoch begrenzte Ressource Holz möglichst effizient und zielführend einzusetzen. Bei den Waldhackschnitzeln gehört hierzu unter anderem ein sachgerechtes Qualitätsmanagement, die Vermeidung von übermäßigen Verlusten und je nach Einsatzzweck eine Aufwertung des Brennstoffs.

Lagerung

Die Lagerung von Waldhackschnitzeln ist ein wichtiger Schritt in der Bereitstellungskette, da sie räumliche Unterschiede zwischen Anfall und Verbrauch ausgleichen sowie zur Mengenbündelung beitragen kann. Waldfrische Hackschnitzel haben einen Wassergehalt von 45 – 55 % und sind nicht lagerstabil, d. h. durch mikrobielle Aktivität kommt es zu Verlusten an Trockenmasse. Andererseits kann während der Lagerung ein natürlicher Trocknungsprozess in Gang kommen.

In Freilandversuchen wurde festgestellt, dass die Lagerdauer, die Jahreszeit, das Sortiment sowie die Verwendung eines Regenschutzes (diffusionsoffenes Vlies) einen signifikanten Einfluss auf Trockenmasseabbau und Wassergehaltsänderungen bei der Lagerung von Hackschnitzeln aus Waldrestholz (Wrh-Hs) und aus Energierundholz (Er-Hs) hatten. Da sich während der Lagerung der wasserfreie Heizwert (d. h. der rechnerische Heizwert des trockenen Holzes) und der Aschegehalt kaum änderten, bestimmten die Trockenmasseverluste und die Änderungen im Wassergehalt wesentlich die Menge an Energie, die zum Zeitpunkt der Nutzung des Brennstoffs zur Verfügung stand. Mikrobielle Aktivität führte bei den Wrh-Hs sowohl im Sommer als auch im Winter binnen weniger Tage zu einem Anstieg der Temperatur im Inneren der Lagermieten auf über 60 °C. Bei Er-Hs war dieser Effekt weniger ausgeprägt. Im Winter kam es in Folge bei den Er-Hs zu keiner nennenswerten Trocknung. Die Wrh-Hs trockneten auch im Winter, bei offener Lagerung wurde dies jedoch durch die Wiederbefeuchtung wieder aufgehoben. Bei Vliesabdeckung der Wrh-Hs wurde nach 5 Monaten eine Abnahme des Wassergehalts um 13,8 Prozentpunkte gemessen, so dass trotz eines Trockenmasseverlustes von 8,0 % der nutzbare Energieinhalt nur um 2,9 % abnahm (11,3 % bei nicht abgedeckten Wrh-HS). Im Sommer war bei trocken-warmem Witterungsverlauf in allen Varianten eine deutliche natürliche Trocknung nachweisbar. Trotz erheblichen Trockenmasseverlusten von 7,0 – 11,1 % änderte sich der nutzbare Energieinhalt bei beiden Sortimenten kaum.

Alternativ zur Lagerung von Hackschnitzeln wurde die Lagerung von ungehacktem Holz in Poltern auf einem besonnten Lagerplatz außerhalb des Waldes untersucht. Im Winter war hier nahezu keine Trocknung nachweisbar. Im Sommer trocknete das Wrh auf einen Wassergehalt von 39,5 %, das Er sogar auf 24,2 %. Beim Wrh wirkte sich das Abrieseln von Nadeln, Feinreisig und Rinde positiv auf den Aschegehalt aus. Der Trockenmasseverlust lag in Summe (Abbau und Abrieseln) im Winter in vergleichbarer Größenordnung zur Lagerung von Hackschnitzeln, im Sommer war er mit 11,8 % deutlich stärker ausgeprägt als bei der offenen Lagerung von Wrh-Hs. Beim ungehackten Er wurde hingegen nur ein untergeordneter Trockenmasseverlust gemessen, so dass sogar eine Steigerung des nutzbaren Energieinhalts festgestellt wurde.

Sekundäre Aufbereitung

Die Brennstoffqualität hat neben der Anlagentechnik und der sachgerechten Bedienung einen entscheidenden Einfluss auf das Emissionsverhalten und auch auf den störungsarmen Betrieb insbesondere von kleinen und mittlere Feuerungsanlagen. Da Waldhackschnitzel ein heterogenes Naturprodukt sind, können Qualitätsparameter wie Wassergehalt, Aschegehalt oder der Gehalt an verbrennungskritischen Stoffen (z. B. Kalium oder Chlor) stark schwanken. Um den Brennstoff aufzubereiten, kommen insbesondere eine mechanische Siebung und eine natürliche oder technische Trocknung in Frage.

In einer Umfrage unter Anbietern von hochwertigen Hackschnitzelsortimenten in Deutschland gaben rund ein Drittel der 91 Teilnehmer an, Siebtechnik zur Aufbereitung einzusetzen. Vorrangig wurden Schwingsiebe genannt, daneben kommen Trommel- und Sternsiebe zum Einsatz. In Fallstudien wurde ermittelt, dass durch die gängigen Siebverfahren der Feinanteil der Hackschnitzel i. d. R. zuverlässig auf unter 3 % reduziert werden kann. Die Siebkosten schwankten erheblich und lagen bei 0,09 – 0,99 € je Schüttraummeter (€/Srm). Nach dem Sieben verblieb eine Ausbeute am Zielsortiment von 57,4 – 88,6 %. Die Vermarktbarkeit der Nebenprodukte (z. B. als Einstreu) spielt für den Betriebserfolg daher eine große Rolle. Bei der technischen Trocknung wurde weit überwiegend die Verwendung von mobilen Containern genannt, aber auch Band- und Trommeltrockner werden eingesetzt. Im professionellen Betrieb stellte die technische Trocknung mit im Mittel 5,20 €/Srm einen erheblichen Kostenfaktor dar. In allen Fallstudien wurde hierdurch ein Wassergehalt von unter 15 % erreicht. Dies kann eine Voraussetzung für den Marktzugang zu Betreibern von kleinen Feuerungsanlagen sein. Zudem sind trockene Hackschnitzel deutlich lagerstabiler als frische, so dass sie in größeren Mengen am Betriebshof vorgehalten und umgeschlagen werden können.

Die beim Statusseminar präsentierten Forschungsprojekte von LWF und TFZ wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) gefördert.

Die Mutter des Waldes und die Fremde: Eine attraktive Mischungsoption?

Prof. Dr. Jörg Prietzel und Maike Cremer
Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München

Die Anpassung der Wälder Bayerns an den Klimawandel ist ein Kernelement der waldbaulichen Planung. Eine wesentliche Rolle hierbei spielen standortsgerechte, 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.

Im Rahmen eines von der Bayerischen Forstverwaltung geförderten Forschungsprojekts 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 Walkertshofen) 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.

Vor allem unter dem Aspekt der Humuspflege sind Buchen-Douglasien-Mischbestände sehr positiv zu bewerten. Sie speichern mehr organischen Kohlenstoff in stabiler Form im Mineralboden als Nadelholz- oder Buchenreinbestände; ihre Gesamt-Bodenhumusvorräte sind nur unwesentlich niedriger als jene unter benachbarten Nadelholzreinbeständen, aber signifikant höher als jene unter angrenzenden Buchenbeständen gleichen Alters. Auch die Nitratbelastung des Grundwassers ist deutlich geringer als unter Douglasien- oder Fichtenreinbeständen und nur wenig höher als unter reiner Buche. Zudem ist 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.

Wachstum von Buchen-Douglasien-Mischbeständen in Abhängigkeit von Alter und Standort

Eric Andreas Thurm[1,2], Enno Uhl[1], Prof. Dr. Hans Pretzsch[1]

[1] *Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München*

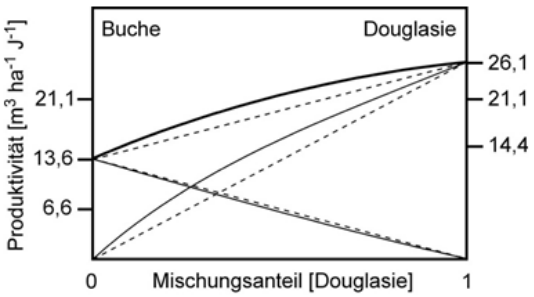
[2] *Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft*

Mischbestandsforschung

Durch Umwandlung von Rein- in Mischbestände strebt die Forstwirtschaft vielerorts an, den wachsenden Ansprüchen an den Wald durch die Gesellschaft und den Herausforderungen durch den Klimawandel gerecht zu werden. Mehrere Meta-Analysen zeigten, dass Mischbestände Ökosystemleistungen wie die Bereitstellung von Holz oder Erhöhung der Biodiversität besser erfüllen können als Reinbestände (Zhang et al. 2012; Gamfeldt et al. 2013; van der Plas et al. 2016). Trotz dieses generellen Trends zeigen die Studien auch, dass je nach Artkombination unterschiedliche Mischungseffekte zu erwarten sind und sich diese auch unterschiedlich auf die Bestandes-struktur und den Zuwachs auswirken. Es ist daher wichtig, die gewünschte Artenkombination gesondert zu untersuchen, um so abschätzen zu können, welche positive Mehrleistung von der Mischung zu erwarten ist.

Gesteigerte Produktivität in Mischbeständen aus Buche und Douglasie

Im Rahmen eines durch das Kuratorium für forstliche Forschung geförderten Forschungsprojekts (W44) untersuchte der Lehrstuhl für Waldwachstumskunde die Mischung von Buche und Douglasie. Es wurde analysiert, ob diese Mischung Mehrzuwächse generieren kann, wie diese zustande kommen und ob die Klimastabilität davon beeinflusst wird. Versuchsgrundlage bildeten sogenannte Triplets. Ein Triplet weist in sich homogene Alters- und Standortsbedingung auf und besteht aus und einem Buchen-Reinbestand, einem Douglasien-Reinbestand und einem Mischbestand beider Baumarten. Durch diesen Versuchsaufbau ist es möglich, die Reaktionen der Bäume unter Mischbestandsbedingung mit denen unter Reinbestandsbedingungen zu vergleichen. Insgesamt 18 dieser Triplets wurden in Deutschland in verschiedenen Altersklassen und unter verschiedenen Standortsbedingungen angelegt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mischbestände eine höhere Produktivität erreichen, als von der reinen, gewichteten Zusammenfassung der Reinbestände erwartet hätte werden können. Dieser Mehrzuwachs, der insbesondere von der Douglasie geleistet wird (siehe Abbildung), erreicht seine größte Entfaltung insbesondere im höheren Alter und unter besseren Standortsbedingungen (Thurm und Pretzsch 2016).



Klimastabilität von Mischbeständen

Durch Analysen an über 2500 Bohrkernen konnte gezeigt werden, dass sich das Wachstum der Douglasien durch die Mischung mit der Buche unter klimatischen Stressbedingungen stabilisiert. Die Douglasie zeigte im Mischbestand zwar gleichstarke Zuwachseinbrüche in Trockenjahren wie im Reinbestand, sie erreichten in den Jahren danach allerdings schneller wieder ihr Zuwachsniveau aus den Jahren vor dem Trockenstress (Thurm et al. 2016).

Veränderte Baumallometrie in der Mischung

Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt war die Wirkung der Mischung auf allometrische Grundbeziehungen, insbesondere auf die Biomasseverteilung zwischen Stamm und Wurzel. Es hat sich gezeigt, dass Buchen und Douglasien im Mischbestand vermehrt in das Stammwachstum investierten (Thurm et al. 2017). Dieses Allokationsmuster konnte in der Studie auch auf besseren Standorten und unter geringeren Dichtstand der Bäume beobachtet werden. Die Fähigkeit von Pflanzen, unter günstigeren Bedingungen das Stammwachstum gegenüber dem Wurzelwachstum zu befördern, ist bereits aus älteren Untersuchungen bekannt. Dass die Mischung eine ähnliche Wirkung wie eine Standortsverbesserung oder Konkurrenzminderung hat, konnte bisher allerdings noch nicht belegt werden. Wahrscheinlich spielt die effizientere Ausnutzung des Lichts, des Wassers und des Bodens hier eine wesentliche Rolle (siehe auch Vortrag von J. Prietzel).

Fazit

Insgesamt zeigten die Ergebnisse, dass sich aus der Mischung mit Buche und Douglasie ein Mehrwert, sowohl hinsichtlich der Stabilität als auch der Produktivität, entsteht. Der Mehrwert ist umso größer je länger die Umtriebszeit und je intensiver die Durchmischung der Arten im Alter ist.

Literatur

Gamfeldt, Lars; Snall, Tord; Bagchi, Robert; Jonsson, Micael; Gustafsson, Lena; Kjellander, Petter et al. (2013): Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. In: Nature communications 4, S. 1340. DOI: 10.1038/ncomms2328.

Thurm, Eric Andreas; Biber, Peter; Pretzsch, Hans (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, Eric Andreas; Pretzsch, Hans (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, Eric Andreas; Uhl, Enno; Pretzsch, Hans (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.

van der Plas, Fons; Manning, Peter; Allan, Eric; Scherer-Lorenzen, Michael; Verheyen, Kris; Wirth, Christian et al. (2016): Jack-of-all-trades effects drive biodiversity-ecosystem multifunctionality relationships in European forests. In: Nature communications 7, S. 11109. DOI: 10.1038/ncomms11109.

Zhang, Yu; Chen, Han Y. H.; Reich, Peter B. (2012): Forest productivity increases with evenness, species richness and trait variation. A global meta-analysis. In: Journal of Ecology 100 (3), S. 742–749. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2011.01944.x.