

Kurzfassungen der Vorträge

Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von Kronenbiomasse: Auf die Böden kommt es an.

Dr. Christian Kölling

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Bei der nachhaltigen Nutzung von Kronenbiomasse kommen die gleichen Prinzipien zur Geltung wie bei der Forsteinrichtung oder bei der Bewirtschaftung eines Geldvermögens. Alle laufenden oder periodischen Ausgaben werden in einer Bilanz den laufenden Einnahmen gegenübergestellt. Im Fall der Forstwirtschaft würde man bei den Einnahmen vom Zuwachs und bei den Ausgaben von der Nutzung sprechen. Ziel dieser Übung ist in den meisten Fällen ein Bilanzausgleich und damit ein Stabilisieren des Vermögens oder des Holzvorrats. Daneben kann es auch das Ziel sein, zeitweise ein Bilanzungleichgewicht in Kauf zu nehmen und Vermögen oder Holzvorrat systematisch auf ein neues Niveau zu bringen, d.h. bewusst Vermögen und Vorrat anzusparen oder abzubauen. Welche Ziele auch immer man verfolgt, die Kenntnis des Bilanzergebnisses ist die Voraussetzung für rationales Handeln bei der Wirtschaftsführung allgemein und auch im Forstbetrieb. Neben der unmittelbaren Betrachtung von Einnahmen und Ausgaben in Form der Bilanzausgeglichenheit ist aber auch die absolute Höhe des Vermögens bzw. des Holzvorrats wichtig. Bei ganz niedrigen Niveaus steigt die Anfälligkeit gegenüber Krisen, hier stehen dann Sicherheitsaspekte im Vordergrund, die dazu führen, sich bei Ausgaben oder Nutzungen eher zurückzuhalten und damit Vermögen und Vorrat anzusparen. Bei hohen Niveaus wiederum bestehen größere Freiheiten, hier ist übergroße Vorsicht nicht geboten und es kann auch schon einmal im Sinne des Abbaus von Rücklagen gehandelt werden.

Soll die Nutzung von Kronenbiomasse in Einklang mit der Nachhaltigkeit erfolgen, ist es wegen der hohen Nährstoffgehalte in der Baumkrone sinnvoll, diese bilanzierende Betrachtungsweise auch auf das „Kapital“ der Nährstoffausstattung der Böden zu übertragen, mit dem Ziel einer Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Auch bei den Nährstoffen Calcium (Ca), Magnesium (Mg) und Kalium (K) ist es möglich, eine Bilanzgleichung aufzustellen. Den Einnahmen aus der Mineralverwitterung und den Einträgen aus der Atmosphäre stehen die Ausgaben mit dem Sickerwasseraustrag und der Nutzung gegenüber:

$$(1) \text{ Verwitterung} + \text{Eintrag} = \text{Nutzung} + \text{Austrag}$$

Löst man diese Gleichung nach der Nutzung auf und setzt für die übrigen Bilanzglieder die am Standort geltenden Werte ein, so bekommt man als Ergebnis die maximal mögliche Nutzungsmenge, bei der noch Bilanzausgeglichenheit herrscht:

$$(2) \text{ Nutzung}_{\max} = \text{Verwitterung} + \text{Eintrag} - \text{Austrag}$$

Übersteigen die Nutzungen diesen Maximalwert, wird zwangsläufig in den Nährstoffvorrat eingegriffen. Liegen die Nutzungen unter dem Maximalwert, werden Nährstoffe angespart.

Als zweites Kriterium können neben den Nährstoffbilanzen zusätzlich noch die Nährstoffvorräte des betreffenden Standorts verwendet werden. Es ist zu entscheiden, ob man mit dem gegenwärtig erreichten Vorrat zufrieden ist, ob man ihn durch sparsame Nutzung steigern oder durch Übernutzung abbauen möchte. In den meisten Fällen wird die Pflege der Bodenfruchtbarkeit und damit Konstanz oder Mehrung der Nährstoffvorräte das herrschende Motiv sein. Man kann dies im Begriff der Vorratspflege zusammenfassen: Nährstoffe im Boden halten, erforderlichenfalls vermehren. Besonders auf den unfruchtbarsten Böden ist das Prinzip der Vorratspflege angeraten, hilft es doch, auf natürlichem Wege die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern. Für eine grobe Einschätzung der Bodenfruchtbarkeit wurden im Rahmen des Vorhabens KLIP4 „Karten für die Zukunft“ räumlich hoch aufgelöste Karten entwickelt, die eine relative Einwertung der Waldstandorte Bayerns hinsichtlich des Nährstoffpotenzials (Nährstoffversorgung) auf Basis der Nährstoffnachlieferung aus Verwitterung und des vorhandenen Nährstoffvorrats treffen.

Wer genauere Informationen in Bezug auf die Auswirkungen der Nutzung von Kronenbiomasse haben will, benötigt zusätzliche Informationen über die in den geernteten Baumteilen enthaltenen Nährstoffe. Diese Informationen wären dann mit den Werten der Nährstoffpotenzialkarte zu verbinden, um eine vollständige Bilanz (Gleichung 1) des Geschehens auf der Fläche zu erhalten. Seit kurzem stehen solche Tafeln aus einem von der DBU geförderten Projekt zur Verfügung. Die aus beiden Quellen abgeleitete vollständige Bilanz aus Einnahmen und Ausgaben ist mit den vorhandenen Daten möglich. Sie wird ratsam, wenn man vom reinen Vorsichtsprinzip abweicht und die maximale Nutzung von Kronenbiomasse im Sinne einer Bilanzausgeglichenheit und Vorratspflege der Nährstoffe anstrebt. Die Entscheidungsfindung ist allerdings anspruchsvoll. Eine entsprechende Bilanzsoftware müsste noch entwickelt werden.

- Eine Entscheidung über die Nutzung der Kronenbiomasse wird Abwägungen zwischen der Erhaltung oder Steigerung der Bodenfruchtbarkeit und der Steigerung des finanziellen Ertrags einbeziehen. Daneben können auch Waldschutzaspekte (Brutraumentzug) oder technische Aspekte (Rückegassenarmierung) eine Rolle spielen
- Wenn kein Vorratsabbau von Nährelementen beabsichtigt ist, sollte maximal nur so viel Kronenbiomasse genutzt werden, wie die Nährstoffbilanz als Überschuss bereitstellt.
- Auf sehr armen Standorten ist es empfehlenswert, auf eine regelmäßige Nutzung von Kronenbiomasse – abgesehen z.B. von Waldschutzgründen - zu verzichten und damit in die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit zu investieren.

Wesentliche Ergebnisse des INTERREG-Projektes „Standortssicherung im Kalkalpin“

Prof. Dr. Dr. Axel Göttlein

Fachgebiet Waldernährung und Wasserhaushalt, Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TU München

Um nach einer Kalamität die Schutzfunktion von Bergwaldökosystemen möglichst rasch wieder herzustellen, müssen die hierdurch bedingten Veränderungen ökosystemarer Prozesse und Kreisläufe näher untersucht werden. Nur so können die kurz-, mittel- und längerfristigen Auswirkungen auf die Ökosystemfunktionen verstanden und beurteilt werden. Hauptziel des Interreg-Projektes SicALP war daher die Bereitstellung wichtiger Erkenntnisse zum Nährstoff-, Wasser- und Kohlenstoffhaushalt sowie zum Wachstum von Beständen und Baumverjüngung auf kalkalpinen Flächen, mit und ohne Störung. Der Fokus lag dabei auf den besonders kritischen südexponierten Standorten mit flachgründigen Auflagehumusböden.

Dabei standen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

- Gelingt der Erhalt der wichtigsten Ökosystemfunktionen (Nährstoffversorgung, Wasserspeicherkapazität) für die folgende Waldgeneration ?
- Wie verkraften unterschiedliche Baumarten klimatische Extreme (z.B. Trockenjahre) und welche Folgerungen ergeben sich daraus für die zukünftige Baumarteneignung ?
- Welche Wiederbewaldungsstrategien erscheinen erfolgversprechend, auch vor dem Hintergrund des Klimawandels ?

Praxisrelevante Ergebnisse

Auf Katastrophenflächen wurden störungsbedingte Anstiege von Erosion und Mineralisation beobachtet, welche zu einem deutlichen Humusverlust führten. Auf nahezu allen Störungsflächen wurden in den ersten zwei Jahren nach der Störung ebenfalls stark erhöhte Nitratkonzentrationen festgestellt. Mit dem Nitrat geht zunächst auch viel Kalium verloren. Der Humusverlust führt neben einem Nährstoffverlust auch zu einem Verlust an Wasserspeicherfähigkeit, so daß der Erhalt der Ökosystemfunktionen nicht in vollem Umfang gewährleistet ist.

Nach dendrochronologischen Untersuchungen reagierten die Baumarten im Kalkalpin bisher kaum auf die Klimaänderung. In Höhenlagen ab ca. 1200 m dürften die Baumarten von einem Temperaturanstieg sogar profitieren. In erster Linie scheint die geologisch bedingte Nährstofflimitierung (vor allem P) das Wachstum der

17. Statusseminar
10. April 2013 in Freising

Bestände zu bremsen. Die untersuchten Baumarten des Bergmischwaldes können Klimaextreme, wie sie bisher aufgetreten sind, gut abpuffern. Dennoch bleibt die Gefahr von im Zuge des Klimawandels zunehmenden katastrophalen Sturm- oder Insektenereignissen, insbesondere in fichtendominierten Wäldern.

Bei Pflanzungsmaßnahmen zeigten getopfte Pflanzen in der Regel höhere Überlebensraten und Zuwächse im Vergleich zu wurzelnackten Pflanzen. Lediglich bei Vogelbeere ergab sich auch bei wurzelnackten Pflanzen ein sehr guter Anwuchserfolg. Wurden die Bäume in der Nähe von strahlungsgeschützten Standorten und Wurzelstöcken gepflanzt erhöhten sich die Zuwächse und die Vitalität. Auf Dolomit kam es häufiger zu Mangelernährung bzw. zu latenten Mängeln in der Nährstoffversorgung als auf Kalk, insbesondere bei den Nährelementen P, K, Fe und Mn. Saat ist aufgrund der hohen Ausfälle in der Regel keine Option, insbesondere wenn man berücksichtigt, dass teures Hochlagensaatgut nötig ist.

Bei der Bewirtschaftung kalkalpiner Bestände sind alle Maßnahmen zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit von zentraler Bedeutung, wie z.B. das Belassen von Biomasse (Totholz, Kronenmaterial) im Wald, sowohl für den Nährstoffhaushalt, als auch für die Humusbildung. Wichtig ist es rechtzeitig für Vorausverjüngung zu sorgen, damit im Katastrophenfall die nächste Waldgeneration schon in den Startlöchern steht. Ist eine Katastrophe eingetreten, so empfiehlt sich für eine möglichst rasche Wiederherstellung der Schutzfunktion eine Beteiligung von Pionierbaumarten (Vogelbeere, Lärche, Kiefer) und ein generell breites Baumartenspektrum bei der Pflanzung, unter gezielter Berücksichtigung verjüngungsfreundlicher geschützter Kleinstandorte. Räumungsbedingte Nährstoffexporte sollten möglichst gering gehalten werden.



Kofinanziert von:



Naturwaldreservatforschung - Spurensuche zwischen Waldbau und Waldökologie (Ergebnisse, Weiterentwicklung, Forschungsbedarf)

Markus Blaschke

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Ausgehend von den Zielen, die im Rahmen der Einrichtung der Naturwaldreservate in den 1970iger Jahren aufgestellt wurden (Seibert & Hagen 1974):

- „Wissenschaftliche Erforschung der natürlichen Dynamik der Lebensgemeinschaft Wald ... als Erkenntnisquelle für optimale Waldbehandlung
- ... Grundlagenforschung für die Landschaftspflege
- ... Erhaltung von Reliktbestockungen als Anschauungsobjekte für die Bildung...“

wird an einigen Beispielen die derzeitige Forschung in den Naturwaldreservaten in Bayern vorgestellt.

Waldkundliche Strukturaufnahmen

Im Zentrum der laufenden Untersuchungen durch die LWF stehen die vollflächigen Aufnahmen des lebenden und toten Derbholzbestandes in einer Auswahl von Repräsentationsflächen (26 Reservate). Am Beispiel der Buchen(misch)wälder der Rhön wird die Entwicklung der Bestände aufgezeigt (Blaschke et al. 2012).

Ergänzt werden diese Daten inzwischen durch Analysen der von der BaySF durchgeführten Betriebsinventuren, die in vielen Reservaten jetzt verdichtet in einem 100x100m Raster durchgeführt werden. Die Entwicklung des Eichenanteils in den Naturwaldreservaten wird beispielhaft aufgezeigt.

Durch die Umrechnung der in den Repräsentationsflächen erhobenen Daten konnte inzwischen ein Modell für die Entwicklung des Kohlenstoffhaushaltes von ungenutzten Buchenwäldern verifiziert werden (Klein et al. 2013). Auf Bundesebene fließen die Daten in ein Projekt der PG Naturwälder ein.

Bei den Arten wird es komplex

Die waldökologische Forschung in den Naturwaldreservaten wird am Beispiel des Höhengradienten in acht NWR von Donau bzw. Inn bis zum Großen Arber im Bayerischen Wald aufgezeigt (Blaschke et al. 2011). Auf der Grundlage der Artenerfassungen konnten für 222 Arten Modelle der Auftretenswahrscheinlichkeit erstellt werden, die als Grundlage für weitere Forschungen zur Biodiversität im Klimawandel dienen können.

17. Statusseminar 10. April 2013 in Freising

Die Erforschung der holzbesiedelnden Käfer bzw. der Pilzflora in den Naturwaldreservaten Bayerns führte zu einer Auswahl von Urwaldreliktarten (Müller et al. 2005) bzw. Naturnähezeigern (Blaschke et. al. 2009), die inzwischen deutschlandweit Verwendung finden.

Neues Forschungskonzept als Grundlage für die weitere NWR Forschung der LWF

Um die zukünftige Forschung der LWF in den Naturwaldreservaten künftig weiter zu entwickeln wurde 2012 ein neues Forschungskonzept aufgestellt. Die Schwerpunkte dieser Arbeiten in 26 ausgewählten Reservaten werden vorgestellt, zumal die Nachfrage nach Daten aus der Naturwaldreservatsforschung aus den unterschiedlichsten Bereichen, z.B. für die Naturschutzkonzepte der BaySF, die Erstellung der Managementpläne in Natura 2000 Gebieten, Führungen und Fortbildungen, Projekten zum Klimawandel und die DAS (Deutsche Anpassungsstrategie)Indikatoren anhält. Wichtig erscheint eine Sicherung der kontinuierlichen Aufnahmen, um den oben genannten Zielen in einem Horizont von 200 Jahren gerecht zu werden.

Literatur

- Blaschke, M.; Helfer, W.; Ostrow, H. Hahn, Ch.; Loy, H.; Bußler, H.; Krieglsteiner, L. (2009): Naturnähezeiger – Holz bewohnende Pilze als Indikatoren für Strukturqualität im Wald, Natur und Landschaft, 84, S. 560-566
- Blaschke, M.; Bratka, J.; Bußler, H.; Fischer, H.; Müller-Kroehling, S.; Walentowski, H. & Fischer, A. (2011): Naturwaldreservate im Höhengradient als Indikatoren für den Klimawandel, LWF-aktuell, (18)85, S. 6-8.
- Blaschke, M., Burmeister, J., Förster, B., Endres, U., Klemmt, H.-J. (2012): Bestandsentwicklung ehemals bewirtschafteter Buchenrein- und Buchenmischbestände der Rhön, AFZ/Der Wald 67(6), 16-18.
- Klein, D.; Höllner, S.; Blaschke, M. & Schulz, C. (2013): The Contribution of Managed and Unmanaged Forests to Climate Change Mitigation - A Model Approach at Stand Level for the Main Tree Species in Bavaria; Forests 4, S. 43-69
- Müller, J., Bußler, H., Bense, U., Brustel, H., Flechtner, G., Fowles, A., Kahlen, M., Möller, G., Mühle, H., Schmid, J. & Zabransky, P. (2005): Urwaldrelikt-Arten – Xylobionte Käfer als Indikatoren für Strukturqualität und Habitattradition . – Waldökologie online 2: 106–112, Freising.
- Seibert, P. und Hagen, J. (1974): Zur Auswahl von Waldreservaten in Bayern, Forstw. Cbl., (93), S. 274-284

Chancen und Grenzen einer integrativen Bewirtschaftung zum Schutz von Verantwortungsarten im Wald

Dr. Wolfram Adelman, Dr. Herbert Borchert

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Bay. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Im 300. Jubiläumsjahr des Begriffes Nachhaltigkeit hat sich dessen Inhalt weit über die ursprüngliche, auf dauerhafte Sicherung produzierbarer Güter für die kommenden Generationen zielende Definition ausgeweitet und verpflichtet die moderne Forstwirtschaft sich selbst zur Sicherung verschiedenster Wohlfahrtsfunktionen, Bewahrung ökosystemarer Leistungen und zu einem erheblichen Einsatz für den Naturschutz. Im globalen Kontext der Konvention über die biologische Vielfalt ist jede Nation dazu verpflichtet, die für sie typische Lebensraum- und Artenvielfalt zu bewahren und eine besondere Verantwortung für diejenigen Arten zu übernehmen, die ihren Lebensraumschwerpunkt dort besitzen. Diese Forderung findet auch Eingang in die Gesetzgebung in §54 des Bundesnaturschutzgesetzes, wonach eine Referenzliste dieser Arten mit nationaler Schutzverantwortung per Verordnung zu erlassen sei. Bislang existiert diese Liste nur als Entwurf, dennoch gibt es zahlreiche Vorschläge (nach dem methodischen Vorgehen von Gruttke et al. 2004) die Verantwortungsarten zu erweitern.

Der vorliegende Beitrag nutzt einen Teil dieser Vorschläge und analysiert beispielhaft die genannten Arten, um Rückschlüsse auf eine nachhaltige Forstwirtschaft zu ziehen, insbesondere inwieweit sich die Lebensraumansprüche dieser Arten innerhalb einer Forstwirtschaft realisieren lassen. Die hier vorgestellten Ergebnisse sind ein Auszug des abgeschlossenen Projektes „Biodiversitätsstrategien im Vergleich: Vergleich der ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen einer Umsetzung der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt und der Bayerischen Biodiversitätsstrategie“ (2010-2012), gefördert im Rahmen des Kuratoriums für Forstliche Forschung Weihenstephan.

Die Leitfrage für die vorliegende Untersuchung lautet, inwieweit Arten mit nationaler Verantwortung existieren, die obligatorisch auf einen Nutzungsverzicht im Wald angewiesen sind, und welche Flächendimensionen daran geknüpft sind. Dieses Vorgehen skizziert somit eine Methode, absolut notwendige Flächen für Stilllegungen herzuleiten, um sie einer pauschalen 5% Forderung nach natürlicher Waldentwicklung seitens der nationalen Biodiversitätsstrategie gegenüberstellen zu können.

Methodisch wurden wald-assoziierte Arten untersucht und entsprechend ihres Reaktionsmusters auf forstliche Bewirtschaftung bzw. ihrer Abhängigkeit auf Nutzungsverzichte klassifiziert. Unterschieden wurden

Urwaldrelikte (essentielle Habitatstrukturen existieren nur in flächenhaften Nutzungsverzichten),
Urwaldstrukturzeiger (Nutzungsverzicht auf Einzelbäume mit natürlicher Alterung, Dimension und Zerfall),
Naturnähezeiger (Nutzungsverzichte auf bestimmte Teilstrukturen an Bäumen) und Kulturfolger
(Habitatstrukturen werden durch normale Bewirtschaftung bereitgestellt). Als Sonderfall wurden
Offenlandrelikte klassifiziert, d.h. Arten deren ehemals waldfreie Lebensräume sich heute fast ausschließlich in
lichten Waldstrukturen als Relikte konzentrieren.

Die untersuchten Artengruppen innerhalb des Kuratoriumsprojektes waren Pilze (Vorschlagsliste von Karasch
2012, unveröffentl.), höhere Pflanzen (Ludwig et al. 2007) und Vögel sowie Säugetiere anhand der Priorisierung
der Europäischen Vogelschutzrichtlinie bzw. FFH-Richtlinie.

Als ein Ergebnis kann festgehalten werden, dass bei den 118 untersuchten höheren Pflanzenarten keine an
Nutzungsverzicht seitens der Forstwirtschaft obligatorisch gebunden sind. Vielmehr zeigen bestimmte
Pflanzenarten mit Verantwortungsstatus eine hohe Bindung an bestimmte, leider seltener werdende
Bewirtschaftungsformen (Nieder- und Mittelwaldnutzungen) oder an die Erhaltung bestimmter – vor allem
lichter – Sonderstrukturen in Wäldern, welche bislang durch Waldnutzungen gefördert werden. Eine große
Gruppe endemischer Arten der Gattung *Rubus* wird sogar durch Kahlschlagwirtschaft gefördert.

Bei den Pilzarten sind zahlreiche Beispiele bekannt, die durch Nutzungsverzicht gefördert werden, jedoch nur
wenige bei den Verantwortungsarten. Von den 13 vorgeschlagenen Verantwortungsarten konnten fünf Pilzarten
als Urwaldstrukturzeiger definiert werden, eine als Urwaldrelikt. Die exakte Flächengröße nutzungsfreier
Waldfläche lässt sich bei Pilzen schwer abschätzen, auch weil Pilze über Sporen als hochmobil gelten und ihr
Minimumareal lediglich einzelne Substrateile (Einzelstamm, Äste) umfassen kann. Für die Urwaldstrukturzeiger
erscheint die Zersetzungssukzession in Abfolge verschiedener zeitlich hintereinander wirkender Zersetzer
essentiell zu sein. Und hier spielt die Dimension des Substrates eine wichtige Rolle: Bestimmte Pilzarten
besiedeln nur Stämme mit vorauslaufenden Zersetzungsstadien und Dimension, welche die üblichen
Bewirtschaftungsdimensionen übersteigen. Diese Arten sprechen für ein dauerhaftes Durchwachsen von
Biotopbäumen bis zum natürlichen Absterben eines Baumes. Für die als Urwaldrelikt zu wertende Pilzart
Zitronengelbe Tramete (*Antrodiella citrinella*) konnte ein Schwellenwert von 130 Festmeter Totholz pro Hektar
festgestellt werden. Das Vorkommen von *Antrodiella citrinella* ist ein hochisolierter Reliktstandort im
ehemaligen Bannwald Mittelsteighütte im Bayerischen Wald. Heute kann sich die Art in die umgebenden
totholzreichen Nationalparkflächen wieder ausbreiten. Auch bei *Antrodiella citrinella* zeigt sich eine
Abhängigkeit von einer Zersetzungssukzession durch einen Vorpilz, den nicht seltenen Fichten-Porling
(*Fomitopsis pinicola*). Jedoch muss der Fichtenporling in einer erheblich höheren Abundanz auftreten, um
Antrodiella citrinella ein Substrat vorzubereiten, daher die festgestellte Abhängigkeit zur hohen Totholzmenge

(vgl. Bässler u. Müller 2010). Die bisherige Überdauerung schaffte diese Pilzart jedoch in dem relativ kleinen Gebiet von 60 ha.

Bei Vögeln ist der Verantwortungsstatus noch nicht geklärt. Betrachtet wurden stellvertretend die Arten nach Vogelschutz-Richtlinie und bzw. prioritären Arten der FFH-Richtlinie (41 untersuchte Waldarten), wohlwissend, dass diese Liste umfangreicher ist, als eine spätere Verantwortungsartenliste. Bei den Vögeln lassen sich sieben Urwaldstrukturzeiger und eine Urwaldreliktart definieren. Der Weißrückenspecht (*Dendrocopos leucetos*) ist obligatorisch auf Wälder mit extrem hohem Anteil an Alt- und Totholz angewiesen, mit einem Minimumareal von 100-400 ha, je nach Dichte und Abundanz des stehenden Totholzes. Der Weißrückenspecht kann somit als Urwaldrelikt gewertet werden, ist jedoch in Deutschland am Rand seines großen Verbreitungsgebietes in Osteuropa und Asien. Es wird sich zeigen, inwieweit unsere zwei bekannten Vorkommen als isolierte Vorposten zu werten sind oder ob genetisch eine neue Art zu definieren sein wird. Wichtiger ist der sorgfältige Umgang mit den Urwaldstrukturzeigern (Habichtskauz *Strix uralensis*; Raufußkauz *Aegolius funereus*; Sperlingskauz, *Glaucidium passerinum*; Dreizehenspecht, *Picoides tridactylus*; Schwarzspecht, *Dryocopus martius*; Halsbandschnäpper, *Ficedula albicollis*; Zwergschnäpper, *Ficedula parva*), um die sich eine nachhaltige Forstwirtschaft bemühen muss: Hier ist die Garantie zu geben, ein optimal umgesetztes Biotopbaumkonzept zu etablieren, um sowohl die Habitatkontinuität (Stichwort: Bewahrung der Laubholzdominanz in reinen Laubwaldbeständen) als auch die individuelle Qualität der angebotenen Biotopbäume zu sichern. Für diese Arten ist ein kleinflächiger Nutzungsverzicht von Baumgruppen (Altholzinseln) ein essentieller Beitrag.

Von den 17 wald-assoziierten Säugetierarten mit hoher Verantwortung können zwei Fledermausarten als Urwaldstrukturzeiger gewertet werden: Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) und Bechstein-Fledermaus (*Myotis bechsteinii*). Die beiden Fledermausarten sind Waldarten mit nur geringen Nutzungsanteilen von Offenlandstrukturen (Schlapp 1990, Meschede 2009) und profitieren von Wäldern mit optimalen Schwarzspechthabitaten. Viele der Säugetierarten profitieren jedoch von einer naturnahen Forstwirtschaft mit Teilverzicht auf Nutzung und Bewahrung von Sonderstrukturen.

Ausblick:

Noch ist der Verantwortungsstatus nicht bei allen Artengruppen bearbeitet, vor allem fehlen kritische Gruppen wie z.B. xylobionte Käferarten. Zwar sind Urwaldrelikte beschrieben (Müller et al. 2007), aber noch keine Definition der nationalen Verantwortung. Auch Müller-Kroehling (2012) liefert über Laufkäfer weitere Verantwortungsarten, die einen flächigen (hier ca. 10-20 ha großen) Nutzungsverzicht für ihre Erhaltung obligatorisch erfordern. Verantwortungsarten sind nur die Spitze des Eisberges, schließlich gehören die streng geschützten Arten nach BNatschG genauso in den – gesetzlich definierten – Verantwortungsbereich einer nachhaltigen Forstwirtschaft. Aber im Gegensatz zu einer pauschalen Forderung nach 5% Stilllegung, kann mit

17. Statusseminar
10. April 2013 in Freising

dem vorliegenden Vorgehen systematisch der reale Bedarf an nutzungsfreien Waldflächen hergeleitet und somit effizienter notwendige Maßnahmen einleitet werden.

Für die Zukunft ist daher ein äußerst behutsamer Umgang mit Standorten alter Wälder, bislang nutzungsfreier Waldflächen (wie es sie auch zahlreich außerhalb von Schutzgebieten gibt) und langer Habitattradition zwingend notwendig – nur hier liegen die potenziellen Habitate von Verantwortungsarten mit enger Bindung an nutzungsfreie Waldflächen.

Um die Glaubwürdigkeit einer nachhaltigen Forstwirtschaft zu stärken, gilt es vermehrt wissenschaftlich zu belegen, welche Arten trotz oder gerade durch eine Bewirtschaftung gefördert im Wald existieren. Die kontinuierliche Bereitstellung essentieller Habitatstrukturen für die verschiedensten Verantwortungsarten und kleinräumiger Nutzungsverzichte ist dabei eine überragende logistische Herausforderung und kein Selbstläufer im Sinne einer „Kielwassertheorie“.

Literatur:

- Bässler, C. u. J. Müller (2010): Importance of natural disturbance for recovery of the rare polypore *Antrodiella citrinella* Niemelä u. Ryvarden. *Fungal Biology* Vol. 114, Iss. 1: 129–133.
- Gruttke, H. u. G. Ludwig (2004): Konzept zur Ermittlung der Verantwortlichkeit für die weltweite Erhaltung von Arten mit Vorkommen in Mitteleuropa: Neuerungen, Präzisierungen und Anwendungen. – *Natur und Landschaft* 79 (6): 271-275.
- Ludwig, G., May, R., Otto, C. (2007): Verantwortlichkeit Deutschlands für die weltweite Erhaltung von Farn- und Blütenpflanzen – vorläufige Liste, BfN-Skripten 220, 32 S.+ Anhang.
- Meschede, A. (2009): Verbreitung der Fledermäuse in Bayern. Diss. Universität Paderborn. 336 S.
- Müller, J., Bußler, H., Bense, U., Burstel, H., Flechtner, G., Fowles, A., Kahlen, M., Möller, G., Mühle, H., Schmidl, J. u. P. Zabransky (2005): Urwaldrelikt-Arten - Xylobionte Käfer als Indikatoren für Strukturqualität und Habitattradition, *Waldökologie online*, Heft 2: 106-113.
- Müller-Kroehling, S. (2012): Prioritäten für den Wald-Naturschutz – Die Schutzverantwortung Bayerns für die Artenvielfalt in Wäldern, am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae): *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz*, 16 S. – published online (urn:nbn:de:0041-afsv-01318).
- Schlapp, G. (1990): Populationsdichte und Habitatansprüche der Bechsteinfledermaus im Steigerwald. *Myotis* 28: 39-58.

Der Schwarzspecht – Zeiger oder Verursacher von Stammfäulen?

Prof. Dr. Volker Zahner

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Wald und Forstwirtschaft

Die enge Beziehung von Spechten zu Tot- und Faulholzstrukturen ist seit vielen Jahren bekannt. Kontrovers wird jedoch diskutiert, inwieweit der Schwarzspecht, als größte paläarktische Spechtart, auf Fäulen beim Höhlenbau in der Buche angewiesen ist. Die Bäume, in denen er seine Höhlen anlegt, sind überwiegend vitale Bestandesglieder. Ob sich hinter der äußerlich vitalen Erscheinung eine Kernfäule befindet, lässt sich in der Regel nicht erkennen.

Kontrolliert man fertige Höhlen des Schwarzspechts (*Dryocopus martius*), entdeckt man häufig Fäuleansätze. Doch kam die Fäule mit dem Specht oder wählte der Specht den kernfaulen Stamm gezielt zur Höhlenanlage aus? Zu dieser Frage ermittelten wir mit einem Resistografen (Resi 400, IML) den Holzwiderstand an Initialhöhlen des Schwarzspechts und verglichen die Ergebnisse mit benachbarten Referenzbuchen ähnlicher Dimension und Klasse.

Durch den Resistografen konnte verminderte Holzdichte (Pilzbefall) nachgewiesen werden. Damit testen wir folgende Hypothesen: 1. der Schwarzspecht bevorzugt Bäume mit Kernfäulen zur Höhlenanlage, 2. er wählt den kürzesten Weg zur Kernfäule, 3. Höhlenbäume weisen ein typisches Befallsmuster auf, 4. der Schwarzspecht überwindet den intakten Splint mit Hilfe von Pilzen und dem Faktor Zeit.

Dabei zeigte sich, dass 94 % der Buchen mit Höhlenanfängen eine Fäule trugen, jedoch nur 20 % der Referenzbäume, damit wählten Schwarzspechte signifikant häufiger Buchen mit Faulstellen (Chi² test: $\chi^2 = 30.06$, $df = 1$, $N = 30$, $p = 0.001$). Bei einem Test zwischen frisch bearbeiteten und alten Initialhöhlen erwiesen sich die älteren als signifikant weicher. Der Schwarzspecht nutzt folglich soweit irgend möglich Buchen mit einem Faulkern. Den noch harten Splint überwindet er u. a. mit der Hilfe von Holz zersetzenden Pilzen (Basidiomyceten) in dem er den Stamm anschlägt und erst nach einigen Jahren die Initialhöhle ausbaut. Je nach Waldgebiet (Hienheimer Wald bei Kelheim und Biosphären Reservat Schwäbische Alb) ergaben sich 1,5 bis 3,2 Schwarzspechthöhlen und 0,06 bis 1 Initialhöhle pro 100 ha. Großhöhlen entstehen folglich über einen längeren Zeitraum (oft 5-10 Jahre) und stellen eine Struktur dar, deren Dichte auf der Fläche um den Faktor 100 geringer ist, als die der Kleinhöhlen. Zudem zeichnen sie sich durch eine besondere Langlebigkeit aus (ca. 30 J.). Sie stellen für 40 Waldarten ein Lebensraumrequisit dar und bilden so eine zentrale Struktur für die Biodiversität in Wäldern

17. Statusseminar
10. April 2013 in Freising

Waldbaukonzepte die in kurzen Zeiträumen (<100 J.) Buchenstarkholz produzieren sollen, erzielen zwar die notwendige Stammdimension, aber der Anteil der Buchen mit Stammfäulen im Kronenbereich ist geringer. Durch eine bemessene Zahl von Biotopbäumen die weiter altern, lässt sich dies ausgleichen, wenn das Strukturelement Großhöhle nicht als Einzelstruktur, sondern als Höhlenzentrum mit mehreren Bäumen auf einer Fläche von 100 bis 200 ha berücksichtigt wird. Diese Höhlenzentren sollten im Sinne einer ökologischen Nachhaltigkeit solange für Schwarzspechte und Folgenutzer tauglich gehalten werden, bis andere Bestände auf dieser Skalenebene in die Funktion hineinwachsen.

Literatur:

- Gorman, G. (2011): The Black Woodpecker. A monograph on *Dryocopus martius*. Lynx. 184 S.
- Jackson, A.J. & Jackson, B.J., (2004): Ecological relationships between fungi and woodpecker cavity sites. *Condor* 106, 37–49.
- Knoke, T., Schulz-Wenderoth, S., (2001): An approach to predict probability and extend of red coloured heartwood in beech *Fagus sylvatica*. – *Forstwiss. Centralblatt* 120, 154–172.
- Martin, T. E. (1995): Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation, and food. *Ecol. Monogr.* 65, 101–127.
- Meyer, W. & Meyer, B. (2001): Construction and use of black woodpecker holes in Thuringia Germany. English summary. *Abh. Ber. Mus. Heineanum* 5, Sonderheft: 121-131.
- Rinn, F. et al. (1996): Resistograph and X-ray density charts of wood. Comparative drill resistance profiles and X-ray density charts of different wood species. *Holzforschung International Journal of the Biology, Chemistry, Physics and Technology of Wood* 50, 303–311.
- Rolstad, J., Rolstad, E. & Saeteren, O. (2000): Black woodpecker nest sites: characteristics, selection, and reproductive success. *J. Wildl. Manage.* 64, 1053–1066.
- Schweingruber, F. H. (2007): *Wood structure and environment*. Springer, Berlin.
- Scheps, J., Lohr, S., Martin, T. E. (1999): Does tree hardness influence nest-tree selection by primary cavity nesters? *The Auk* 3, 658-665.
- Wimmer, N. & Zahner, V. (2010): *Spechte – ein Leben in der Vertikalen*. G-Braun. 112 S.
- Zahner, V., Sikora, L. Pasinelli, G. (2012): Heart rot as a key factor for cavity tree selection in the black woodpecker. *Forest Ecology and Management*. 271:98-103.

Möglichkeiten und Grenzen der nachhaltigen Bewirtschaftung im Kleinstprivatwald

Prof. Dr. Michael Suda, Anika Gaggermeier, Marc Koch

Lehrstuhl für Wald und Umweltpolitik, Technische Universität München

Über 71 % der rd. 700.000 bayerischen Privatwaldeigentümer besitzen weniger als 2 ha Wald und fallen somit in die Kategorie des Kleinstprivatwaldes. Gemeinsam verfügen diese Waldeigentümer über 15 % des 1,4 Mio. ha umfassenden bayerischen Privatwaldes [1], [2]. Die Auswertung der Befragung der Kleinstprivatwaldeigentümer ergab, dass der durchschnittliche Waldeigentümer 61 Jahre alt ist. 87 % der Befragten erhielten ihren Wald durch Vererbung. Obwohl 50 % der Befragten angaben, dass ihre Waldflächen aus wirtschaftlicher Sicht unrentabel sind, bewirtschaften dennoch 70 % ihren Wald. Die wichtigste Rolle bei der Nutzung spielt die Brennholzgewinnung für die Eigenversorgung. Eine Vermarktung an Dritte findet nur in einem sehr geringen Umfang statt. Die im Kleinstprivatwald schlummernde Ressource steht daher dem Markt bzw. der Holzindustrie nur bedingt zur Verfügung.

Die Waldflächen der befragten Eigentümer sind durch vielfältige Strukturnachteile beeinträchtigt. Über die Hälfte des Waldeigentums (im Durchschnitt 0,74 ha groß) ist in mehrere verstreut liegende Teilflächen zersplittert. Zusätzlich herrschen im Kleinstprivatwald ungünstige Flächenformen wie schmale und lange „Handtuchflächen“ vor. Bei 41 % der Befragten existieren keine eindeutigen Grenzmarkierungen im Wald und über der Hälfte der Waldflächen fehlt der direkte Zugang zu einem nutzbaren Erschließungssystem mit LKW-befahrten Waldwegen. Ein Großteil der Befragten wohnt noch in unmittelbarer Nähe zu ihrem Waldeigentum. Über die genannten strukturellen Nachteile hinaus verschärft der Strukturwandel im ländlichen Raum mit einer stetigen Abnahme landwirtschaftlich geprägter Waldeigentümer die Situation im Kleinstprivatwald zunehmend. Abnehmendes Wissen über die Lage der Grundstücke und die Möglichkeiten einer Bewirtschaftung sowie die schwindende Bereitschaft, in den Wald zu investieren und ihn zu pflegen ist oft Ergebnis dieses Prozesses der Marginalisierung des Waldes [2]. Im Extremfall werden ganze Waldflächen aus der Nutzung genommen und zur Sozialbrache [3]. Dieser Trend widerspricht dem Paradigma der nachhaltigen Bewirtschaftung und ist somit nicht im Interesse des Gesetzgebers.

Aus diesem Grund versucht Bayern mit Hilfe von verschiedenen Steuerungsinstrumenten, eine nachhaltige Bewirtschaftung bei den Privatwaldeigentümern in Umsetzung der Ziele nach Artikel 1 BayWaldG zu fördern. Die Unterstützung erfolgt im Rahmen der gemeinwohlorientierten Beratung und durch finanzielle Förderung von Maßnahmen im Wald durch die Bayerische Forstverwaltung.

17. Statusseminar 10. April 2013 in Freising

Eine Möglichkeit die beschriebenen Strukturdefizite im Kleinstprivatwald zu beheben, ist die Waldflurbereinigung. Sie bedarf jedoch, als tiefgreifende Strukturverbesserungsmaßnahme, der Zustimmung einer großen Mehrheit der Eigentümer. Die Analysen zeigen, dass der Impuls aus den Reihen der Waldeigentümer kommen muss. Ursache für diese intrinsische Motivation der Waldeigentümer kann der steigende „Leidensdruck“, z. B. Grenzstreitigkeiten mit benachbarten Waldeigentümern, sein. Oft spielt auch der Generationswechsel eine zentrale Rolle. Kommen dann externe Impulse durch engagierte, lokale Akteure, wie z. B. den örtlichen Förster oder den Bürgermeister einer Gemeinde hinzu, sind wichtige Voraussetzungen für die erfolgreiche Anwendung des Instruments der Waldflurbereinigung erfüllt [4], [5].

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts lassen den Schluss zu: Die Waldflurbereinigung ist eine „Starthilfe mit Langzeiteffekt“. Sie schafft nicht nur Zufriedenheit bei den beteiligten Waldeigentümern, sondern auch Strukturen, die Kleinstprivatwaldeigentümer in die Lage versetzen, ihre Wälder wieder nachhaltig zu bewirtschaften. Darüber hinaus lässt sich ein gesteigertes Interesse am Wald feststellen. Der Wald rückt wieder mehr ins Zentrum der Wahrnehmung. Außerdem bescheinigen neueste Kosten-Nutzen-Analysen der Waldflurbereinigung eine äußerst positive Bilanz [6].

Die hohe Nachfrage nach Waldflurbereinigungen treffen jedoch auf eine „schrumpfende“ Verwaltung, was die Wartezeiten und die damit verbundene Unzufriedenheit wachsen lässt.

Literaturverzeichnis

- [1] Mrosek, T.; Kies, U.; Schulte A., (2005): Privatwaldbesitz in Deutschland. Neue Erkenntnisse im Rahmen der Clusterstudie Forst und Holz Deutschland. In: AFZ-Der Wald 22/2005. S. 6-8.
- [2] Schreiber, R.; Schaffner, S.; Hastreiter, H. (2012): Der Wandel in der Besitzstruktur Bayerns. Herausforderungen und Folgerungen für die Praxis. In: LWF aktuell. 19. Jahrgang. Heft 88. S. 55–57.
- [3] Volz, K.-R. (2001): Wem gehört eigentlich der Wald? In: Der Bürger im Staat. 51. Jahrgang. Heft 1 2001. Der deutsche Wald. Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg. S. 51-58.
- [4] Gaggermeier, A.; Koch, M.; Suda, M. (2011): Waldflurbereinigung. Bedeutung und Einflussfaktoren auf den Verfahrensablauf. In: Allgemeine Forst und Jagdzeitung. Jahrgang 182. Heft 11/12. S. 206–216.
- [5] Koch, M.; Gaggermeier, A. (2012): "Wald wird Grenzen los". Die Waldneuordnung führt nicht nur zu einer hohen Zufriedenheit der Waldbesitzer, sie fördert auch neue forstliche Aktivitäten. In: LWF aktuell. 19. Jahrgang. Heft 91. S. 20–23.
- [6] Hinz, S. A. (2012): Ganzheitliches Wertschöpfungsmodell der Waldflurbereinigung und deren Effizienzsteigerung. Dissertation. Universität der Bundeswehr, Fakultät für Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften. München.

Publikationen zum Forschungsprojekt

- Gaggermeier, A.; Koch, M.; Suda, M. (2011): Waldflurbereinigung. Bedeutung und Einflussfaktoren auf den Verfahrensablauf. In: Allgemeine Forst und Jagdzeitung. Jahrgang 182. Heft 11/12. S. 206–216.
- Gaggermeier, A.; Koch, M.; Suda, M. (2012): Staatlich unterstützte Strukturen für Waldbesitzer in Bayern. Die Waldflurbereinigung als Eigentümerbereinigung und Motivationshebel. In: FowiTa - Forstwissenschaftliche Tagung Wald/Umwelt/Energie. Tagungsband zur 12. Forstwissenschaftlichen Tagung an der Technischen Universität München vom 19. bis 22. September 2012. J.D.Sauerländer's Verlag, Bad Orb. S. 114.
- Gaggermeier, A.; Koch, M.; Suda, M. (2013): Kleinstprivatwald unter der Lupe. Waldbesitzerbefragung im Regierungsbezirk Unterfranken. In: AFZ-Der Wald 02/2013. S. 20-21.
- Koch, M.; Gaggermeier, A. (2012): "Wald wird Grenzen los". Die Waldneuordnung führt nicht nur zu einer hohen Zufriedenheit der Waldbesitzer, sie fördert auch neue forstliche Aktivitäten. In: LWF aktuell. 19. Jahrgang. Heft 91. S. 20–23.

Nachhaltige Bildung durch das Lehrer-Förster-Tandem?

Prof. Robert Vogl, Prof. Dr. Heinz Mandl

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Ludwig-Maximilian-Universität München

Sowohl Lehrer als auch Förster haben die Aufgabe, jungen Menschen das Ökosystem Wald nahezubringen. Lehrplaninhalte zum Wald sowie waldpädagogische Angebote gehören in den meisten Bundesländern zum festen Bestandteil der schulischen Bildung.

So ist das Thema Wald beispielsweise in Bayern im Lehrplan der 3. Klassenstufe für den Heimat- und Sachunterricht (HSU) vorgesehen. Waldpädagogische Vorgaben für die Förster ergeben sich aus Art. 28 (1) Waldgesetz für Bayern, der Waldpädagogik als Bildungsauftrag formuliert, sowie aus der Richtlinie für Waldpädagogik in Bayern: hier werden Schulklassen der 3. Jahrgangsstufe Grundschule als Hauptzielgruppe identifiziert. Bislang wird die Thematik allerdings in Schule und Forst weitgehend isoliert voneinander behandelt. In einer gezielten Koordination der bestehenden Angebote beider Bildungsverantwortlicher könnte ein Potenzial zur effektiveren Nutzung der Bildungsressourcen liegen.

Die Kooperation von Lehrern und Förstern ist ein Baustein zur Verwirklichung einer Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) in waldpädagogischen Lerneinheiten. Dabei geht es unter anderem darum, den Wald als alltäglichen Begleiter zu erkennen und wechselseitige Beziehungen zu entdecken.

Das Projekt

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Entwicklung und Evaluation von waldpädagogischen Angeboten zur Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (Laufzeit: 01.01.2012 – 31.12.2014) untersuchen die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Fakultät Wald und Forstwirtschaft, und die Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), Department Psychologie, das Potenzial kooperativer Bildungsangebote für die 3. Klasse Grundschule mit Schwerpunkt BNE. Dazu wurden im ersten Projektjahr unter wissenschaftlicher Begleitung der LMU und der HSWT durch Lehrer-Förster Tandems drei waldpädagogische Lerneinheiten mit verschiedenen Schwerpunkten (funktionen-, erlebnis- und aufgabenorientiert) entwickelt. Diese repräsentieren wesentliche Angebotstypen waldpädagogischer Veranstaltungen. Sie sehen ein gezieltes Zusammenwirken von Lehrern (Unterrichtseinheiten zum Wald) und Förstern (Waldtag) vor und sind an den Zielen der BNE ausgerichtet. Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, den Prozess einer nachhaltigen Entwicklung mitzugestalten.

Aktueller Stand und erste Ergebnisse

Die für das erste Durchführungsjahr geplanten operationalen Teilziele des Projekts konnten wie geplant umgesetzt werden. Im Einzelnen werden drei Lerneinheiten entwickelt und erprobt. Die bereits in der Vorstudie etablierte Kooperation zwischen den forstlichen und pädagogischen Akteuren sowie zwischen Praktikern und Wissenschaftlern wurde dabei erfolgreich fortgeführt.

Die Umsetzung und Evaluation der ersten Lerneinheit erfolgte in sechs verschiedenen Klassen und erfuhr große Akzeptanz der beteiligten Akteure. Besonders gut wurden Aktivitäten bewertet, in denen Eigenaktivität der Schüler möglich war. Der Waldtag und das Pflanzen der Bäume wurden von Forstleuten als sehr positiv eingeschätzt. Vor allem die Kooperation von Lehrkräften und Forstleuten erwies sich als sehr fruchtbar. Sie wurde auch von beiden Seiten positiv beurteilt. Die umgesetzte Lerneinheit gefiel den Schülern sehr gut.

Während anfangs einige Lehrer Skepsis gegenüber manchen für sie neuen Methoden aufwiesen, waren sie schließlich meist positiv überrascht und werden diese auch in Zukunft wieder einsetzen. Es zeigte sich aber auch, dass nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Lehrkräfte über Kenntnisse der BNE und ihrer Methoden verfügen. Zudem kontrastiert der Wunsch einer vollständigen Lehrplanabdeckung mit der intensiveren, aber stärker exemplarischen Behandlung in BNE-orientierten Lerneinheiten. Die Einschätzungen der Eltern werden derzeit noch ausgewertet. Aus den ersten Auswertungen der Wirkungen auf die Schüler deutet sich eine Sensibilisierung auf verschiedene BNE-Kompetenzen an.

Im weiteren Projektverlauf gilt es nun zu überprüfen, inwiefern sich die Erkenntnisse der ersten Lerneinheit auch auf die beiden anderen Lerneinheiten übertragen lassen. Die dazu vorgesehene Auswertung unter Berücksichtigung verschiedenster Perspektiven (Lehrer, Förster, Schüler, Eltern, Beobachter) lässt differenzierte Ergebnisse erwarten. Neben der Erfassung der Wirkungen auf die Schüler ist die Umsetzung der Lerneinheiten in der Praxis ein wichtiger Aspekt der Studie. Daraus lassen sich Folgerungen für Lehrer und Förster ableiten, um die Lerneinheiten erfolgreich in die Praxis implementieren zu können.

Baumartenmischung und Produktivität von Waldbeständen. Ergebnisse langfristiger ertragskundlicher Versuche

Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Pretzsch

Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München

Mischbestände schneiden in vielen Funktionen und Leistungen besser ab als Reinbestände (Gamfeldt et al. 2013). Zahlreiche neuere Untersuchungen unterstreichen ihre überlegene Biodiversität und Stabilität. Das Wissen über ihre Produktivität im Vergleich zu Reinbeständen ist dagegen noch sehr unvollständig. Für die Förderung von Mischbeständen in der forstlichen Praxis sind konkrete Fakten über Mehr- oder Minderleistung von Mischbeständen gegenüber Reinbeständen aber von größter Relevanz.

Hier wird gezeigt, dass mitteleuropäische Mischbestände um durchschnittlich etwa 20 % produktiver sind als benachbarte Reinbestände (Pretzsch et al. 2010, 2013). Die Aussagen gründen auf einer Querschnittsanalyse von voll bestockten und nur mäßig durchforsteten langfristigen Versuchsflächen. Demnach kann Mischung die maximale Bestandesdichte anheben und die Effizienz der Photosynthese des Mittelstammes erhöhen. Dabei variieren Mischungseffekte in Raum und Zeit (Piotto 2007). Untersuchung entlang ökologischer Gradienten von Polen bis in die Schweiz zeigen, dass Produktionsgewinne durch Mischung auf armen Standorten am deutlichsten ausfallen und mit steigender Standortbonität abnehmen (Pretzsch et al. 2013). Die zeitliche Variation von Mischungseffekten verhält sich analog; Zuwachsperioden mit ungünstigen Wuchsbedingungen fördern Mischungseffekte, und in günstigen Jahren fällt die Wirkung von Baumartenmischung auf die Bestandesproduktivität geringer aus (Río et al. 2013). Mischungseffekte hängen weiter von der Bestandesdichte, also Durchforstung und anders verursachten Unterbrechungen des Kronendaches ab. Bei geringer Dichte oder solitärem Wachstum sind positive Mischungseffekte eher gering. Je dichter die Packung der Bäume, desto größer wird der Vorteil von komplementärer Artenmischung im Vergleich zu benachbarten Reinbeständen (Amorosos und Turnblom 2006). Da Mischung sowohl die Bestandesdichte als auch das Einzelbaumwachstum steigert, können Mischungseffekte kaum völlig „weg durchforstet“ werden. Die hier getroffenen Aussagen über Mischungseffekte treffen auf „normale“ Wuchsbedingungen zu und können durch Störungen und Teil- oder Totschäden weiter erhöht werden.

Je nach Artenkombination kommt es zur Variation von Mischungseffekten innerhalb dieses Gesamtbildes (Pretzsch et al. 2013). Die allgemeine Überlegenheit von Misch- gegenüber Reinbeständen wird primär der komplementären Lichtnutzung zugeschrieben, die auf allen Standorten die Produktivität erhöhen kann. Hinzu kommen die verbesserte Ausschöpfung von bodengebundenen Ressourcen und die standortsverbessernden

17. Statusseminar
10. April 2013 in Freising

Effekte, die auf armen Standorten einen besonders hohen Grenznutzen besitzen. Nach bisheriger Übersicht ist mit Mischungseffekten insbesondere bei Arten mit komplementären ökologischen Eigenschaften, auf armen Standorten, in zuwachsschwachen Jahren, und in Beständen mit hoher Dichte zu rechnen.

Die Quantifizierung artspezifischer Mischungseffekte, die Aufklärung von Ursachen auf Baum- und Organebene und die Ableitung von waldbaulichen Handlungsrichtlinien sind Gegenstand laufender Forschungsprojekte. Diese werden dankenswerterweise von der Deutsche Forschungsgemeinschaft (PR 292/10-1, Interaktion zwischen Buche und Fichte) und dem Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (W07, Betreuung der ertragskundlichen Versuchsflächen in Bayern) gefördert.

Referenzen

Amorosos M. M. and Turnblom, E. C. (2006) Comparing productivity of pure and mixed Douglas-fir and western hemlock plantations in the Pacific Northwest, *Can. J. For. Res.* 36:1484-1496.

Gamfeldt, L., Snäll, T., Bagchi, R., Jonsson, M., Gustafsson, L., Kjellander, P., Ruiz-Jaen, M.-C., Fröberg, M., Stendahl, J., Philipson, Ch. D., Mikusiński, G., Andersson, E., Westerlund, B., Andrén, H., Moberg, F., Moen, J., Bengtsson, J. (2013) Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species, *Nature Communications* 4, 1340, doi:10.1038/ncomms2328.

Piotto, D. (2007) A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations. *Forest Eco Mngt* 255: 781-786.

Pretzsch, H., Block, J., Dieler, J., Dong, P. H., Kohnle, U., Nagel, J., Spellmann, H. und Zingg, A. (2010) Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. *Annals of Forest Science*, 67, DOI:10.1051/forest/2010037, 2010.

Pretzsch, H., Bielak, K., Block, J., Bruchwald, A., Dieler, J., Ehrhart, H.-P., Kohnle, U., Nagel, J., Spellmann, H., Zasada, M., Zingg, A. (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, *European Journal of Forest Research*, DOI 10.1007/s10342-012-0673-y.

Río, M. del, Schütze, G., Pretzsch, H. (2013) Temporal variation of competition and facilitation in mixed species forests in Central Europe, *Plant Biology*, doi:10.1111/plb.12029.

Gewinnmaximierung und Vorsichtsprinzip bei der Ertragsplanung: ein Konflikt?

Andreas Hahn, Prof. Dr. Thomas Knoke

Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung, Technische Universität München

Oft wird behauptet, man könne entweder ökologisch verträglich produzieren oder den Gewinn maximieren. Für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder muss dieser Widerspruch aufgelöst werden: Hierzu müssen „Ökologie und Ökonomie“ in Einklang gebracht werden. Profitablen Forstbetrieben wird jedoch regelmäßig unterstellt, dass ein gesteigerter Gewinn nur durch Abstriche bei der Nachhaltigkeit möglich sei. In dem Vortrag wird das Konfliktfeld zwischen einer vorsichtigen, nachhaltigen Wirtschaftsweise und der Gewinnmaximierung miteinander verglichen.

Projekt und Methode

Die vorgestellten Ergebnisse wurden im Projekt E47 erarbeitet. Forstliche Nachhaltigkeit wird bei der Hiebsatzplanung bisher als Restriktion berücksichtigt, was praktikabel, aber zugleich durchaus subjektiv ist. Im Rahmen dieses Projektes wurde untersucht, (a.) wie Risiken in betrieblichen Optimierungen berücksichtigt werden können und (b.) inwieweit Nachhaltigkeit dort als Ziel definiert und objektiviert berücksichtigt werden kann. Als Untersuchungsobjekt dienten zwei Forstbetriebe, die sich nur in der Altersklassenstruktur unterschieden. Der Planungszeitraum betrug 30 Jahre. Als Untersuchungsmethode wurde die nicht-lineare Programmierung gewählt, mit der Zuordnungsprobleme unter Berücksichtigung von Risiken optimiert werden können. Als Ziel wurde in Anhalt an das Vorsichtsprinzip die Maximierung eines Mindestwertes (Value-at-Risk) gewählt, was eine Vermeidung von Risiken bewirkt. Als Referenz diente die Gewinnmaximierung, bei der Schwankungen der Erträge innerhalb des Planungszeitraums zugunsten eines theoretischen finanziellen Maximums in Kauf genommen werden. Dieses Investitionskalkül ist weltweit – innerhalb und außerhalb der Forstbranche – am weitesten verbreitet. Zudem wurde untersucht, (c.) welche Form der Risikoberücksichtigung auch unter geänderten Rahmenbedingungen (zum Beispiel bei anderen Holzpreisen oder geänderten Überlebenswahrscheinlichkeiten) zu den robustesten Ergebnissen führt.

Ergebnisse

Es wird aufgezeigt, wie sich die Nutzungen und Zahlungsströme optimaler Planungen für risikoneutrale und risikomeidende Entscheider unterscheiden. Bemerkenswert ist, dass die Variante „Vorsichtsprinzip“ aus sich heraus zu relativ ausgeglichenen Einschlägen und Zahlungsströmen führt, während die Variante „Gewinnmaximierung“ durch diskontinuierliche Verläufe gekennzeichnet ist. Das Risiko, das über die

durchschnittliche Schwankungsbreite von Nutzungen und Erträgen gemessen wurde (Standardabweichung), wird bei Anwendung des „Vorsichtsprinzips“ und ausgeglichenen Altersklassen um 60% vermindert. Bei einem Überhang älterer Altersklassen gehen die Schwankungen der Nutzungen um 80% zurück, die der Zahlungsströme vermindern sich sogar um 84%. Diese kontinuierlicheren Nutzungsmuster wirken sich über die Alterklassenausstattung auch auf die Nutzungsmöglichkeiten jenseits des Planungszeitraums von 30 Jahren positiv aus.

Die Verminderung des Risikos wird durch eine ausgeprägte zeitliche Streuung der Nutzungen erreicht: Bestände werden nicht innerhalb einer, sondern über viele Perioden verteilt genutzt. Schlechte Holzpreise wirken sich dadurch weniger aus; von positiven Preisentwicklungen kann ebenfalls profitiert werden. Es werden auch insgesamt weniger Bestände genutzt.

Erstaunlich gering sind hingegen die Kosten der Risikoverminderung, die bei einem Überhang älterer Altersklassen nur gut 2% des finanziellen Betriebswerts betragen. Bei ausgeglichenen Altersklassen wird ein großer Teil der Risiken bereits durch die gleichverteilten Altersklassen abgefangen. Die restlichen Schwankungen können mit einer Optimierung für risikoscheue Entscheider aber nochmals deutlich gesenkt werden – auf ein niedrigeres Niveau als bei einem Überhang älterer Altersklassen. Die Kosten sind dadurch höher: Der Betriebswert hier um etwa 13% vermindert.

Die Erkenntnisse können in der Praxis zur Herleitung des Hiebssatzes oder eines Zielvorrates genutzt werden. Unsichere Eingangsgrößen können im Rahmen eines Variantenstudiums verändert werden. Abweichende Bewirtschaftungsstrategien können so bewertet werden.

Fazit

- Gleichmäßige und kontinuierliche Einschläge sind für risikoscheue Waldbesitzer finanziell optimal.
- Die gleichmäßigste Verteilung von Nutzungssätzen und Zahlungsströme ergibt sich bei einer Kombination von ausgeglichenen Altersklassen und der Optimierung nach dem „Vorsichtsprinzip“.
- Die Methode wird zur Berechnung betrieblicher Kenngrößen (Hiebssatz, Zielvorrat...) empfohlen.

Literatur:

Hahn A. (2012) Neue Optimierungstechniken in der Forstbetriebsplanung: Finanzielle Optimierung und Integration von Risiken. AFZ/Der Wald 67 (18): 9-12.

Hahn A., Härtl F., Irland L.C., Kohler C., Moshhammer R., Knoke T. (in Begutachtung) Financially optimized management planning under risk aversion results in even-flow sustained timber yield. Journal of Environmental Management, Manuskript-Nr. JEMA-D-12-02755.