

Potenziale und Restriktionen der Biomassenutzung im Wald

Von Karl Josef Meiwes, Norbert Asche, Joachim Block, Reinhard Kallweit, Christian Kölling, Gerhard Raben und Klaus von Wilpert

Einer der in der forstlichen Diskussion unserer Tage meistverwendeten Begriffe ist das Nutzungspotenzial. Nicht nur die Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur, auch die Entwicklung neuer Märkte für die Verwertung schwächerer Sortimente und Reisig geben Anreize zur vermehrten Nutzung von Holz und Biomasse. Auch in der umweltpolitischen Diskussion über die Möglichkeiten einer Reduktion der CO₂-Emissionen spielt die Holznutzung eine zunehmend wichtigere Rolle. Konventionell oder als Energieholz genutzt stellen forstliche Produkte eine beachtliche Kohlenstoffsenke dar oder wirken durch Substitution fossiler Energieträger günstig auf die CO₂-Bilanz. Die Mobilisierung des Nutzungspotenzials an Holz und forstlicher Biomasse erscheint in der gegenwärtigen Diskussion als nahezu ideale Verschmelzung ökonomischer und umweltpolitischer Ziele. Im forstlichen Selbstverständnis stellt sich der Sachverhalt so dar: Wenn man bislang ungenutzte Potenziale vermehrt mobilisiert und nutzt, ist dies nicht nur ökonomisch interessant, man leistet auch einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz. Bei der allgemeinen Aufbruchstimmung und Euphorie in der Forstwirtschaft wird bisweilen übersehen, dass es für jede Art von forstlicher Nutzung Beschränkungen gibt, die sich aus der Funktionsweise der Waldökosysteme und ihres Stoffhaushalts ergeben.

fruchtbarkeit (z.B. §§ 4 und 5 des Landeswaldgesetzes Rheinland-Pfalz).

Die Bodenschutzgesetzgebung verpflichtet Grundstückseigentümer, Vorsorge gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen zu treffen, die durch die Nutzung hervorgerufen werden können (§ 7 Bundesbodenschutzgesetz). Die Landesdienststellen und die Gemeinden als die größten Waldbesitzer in Deutschland sollen Vorbild bei der Wahrung der Belange des Bodenschutzes sein (z.B. Begründung zu § 4 des Landesbodenschutzgesetzes Rheinland-Pfalz).

Risiken und Nebenwirkungen

In der Medizin ist es üblich, jede Art von Behandlung vorher auf Risiken und Nebenwirkungen zu prüfen. Wenn man in der Forstwirtschaft neue Formen und Intensitäten der Nutzung einführt, ist eine solche Prüfung ebenfalls unumgänglich. Sobald Risiken und Nebenwirkungen aufgedeckt werden, muss zwischen dem Hauptnutzen und den schädlichen Begleiterscheinungen abgewogen und eine Entscheidung getroffen werden. Durch Modifikationen und Restriktionen sollte man versuchen, die negativen Auswirkungen zu begrenzen. Am Ende einer solchen Prüfung steht ein wissenschaftlich abgesichertes Ergebnis, das im Idealfall die maximale Hauptwirkung bei kontrollierter oder minimierter Nebenwirkung erwarten lässt.

Im Folgenden weisen wir auf Risiken und Nebenwirkungen vermehrter forstlicher Nutzung hin, um die Nachhaltigkeit als beherrschendes ökonomisches Prinzip in der Forstwirtschaft einzufordern und um alle Optionen für zukünftige Nutzungen offen zu halten. Damit verweisen wir auf die Erfahrungen früherer Übernutzungen in Wäldern (z.B. Waldweide, Streunutzung), die in deutliche Verluste an Bodenfruchtbarkeit mündeten und langwierige und kostspielige Sanierungsmaßnahmen erforderlich machten.

Versuchsergebnisse aus Skandinavien, Österreich und Schottland zeigen, dass nach intensiver Biomassenutzung erhebliche Zu-

Mit jeder Nutzung von Holz und sonstiger Biomasse werden den Waldökosystemen Kohlenstoff und Nährstoffe entzogen. Die Grenze zur Übernutzung ist dann überschritten, wenn die Nährstoffbilanz negativ ist, also „Ausgaben“ durch Ernteent-

züge und Sickerwasseraustrag über den „Einnahmen“ aus Gesteinsverwitterung und luftbürtigen Stoffeinträgen liegen. Übernutzungen gehen langfristig immer zulasten der Bodenfruchtbarkeit und stellen einen Verzehr des Betriebskapitals „Nährstoffe im Waldboden“ dar, wenn nicht Ausgleichsmaßnahmen, etwa in Form einer Düngung, ergriffen werden.

Die ungeschmälerterte Erhaltung dieses Betriebskapitals ist nichts anderes als die Erfüllung des im forstlichen Bereich entwickelten und praktizierten Prinzips der Nachhaltigkeit. Die Folgen von Übernutzungen als Verletzungen des Nachhaltigkeitsprinzips werden in den reaktionsträgen Systemen oft erst nach einer längeren Verzögerung festgestellt.

Mit der Zertifizierung haben sich viele Forstbetriebe darauf festgelegt, die Standorte nachhaltig zu bewirtschaften und die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. Auch die Waldgesetze der Bundesländer fordern einen nachhaltigen Umgang mit dem Produktionsfaktor Waldboden. Eine ordnungsgemäße Forstwirtschaft umfasst auch die dauerhafte Erhaltung der Boden-

Dr. K. J. Meiwes leitet das Sachgebiet „Stoffhaushaltsmodellierung und Datenmanagement“ an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Göttingen und ist Obmann der Sektion „Waldernährung“ im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten DVFFA. Dr. N. Asche ist als Dezernent im Landesbetrieb Wald und Holz NRW, Bereich Obere Jagdbehörde und Waldökologie zuständig für Fragen der Waldernährung und Standortkunde. Dr. J. Block leitet die Abteilung Waldschutz der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz in Trippstadt. Dr. R. Kallweit leitet das Sachgebiet Forstliche Umweltkontrolle bei der Landesforstanstalt Eberswalde. Dr. C. Kölling leitet das Sachgebiet „Standort und Bodenschutz“ an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising. Dr. G. Raben leitet das Referat Standortserkundung, Bodenmonitoring, Labor im Staatsbetrieb Sachsenforst in Pirna (Ortsteil Graupa). Dr. K. v. Wilpert leitet die Abteilung Boden und Umwelt an der FVA Baden-Württemberg in Freiburg.

Karl Josef Meiwes
karl-josef.mewes@nw-fva.de

wachseinbußen möglich sind [6]; diese gilt es zu vermeiden, soll die Energieholznutzung mittelfristig wirtschaftlich sein.

Nährstoffbilanzen – ein wichtiger Indikator

Nährstoffbilanzen geben Auskunft darüber, wie sich die Nährstoffvorräte im Ökosystem verändern. Sie ergeben sich aus der Differenz der Nährstoffzufuhr über Verwitterung und luftbürtigen Eintrag einerseits und der Nährstoffabfuhr durch die Nutzung und den Sickerwasseraustrag andererseits.

Für Waldbestände auf Buntsandstein in Rheinland-Pfalz zeigen Messungen und darauf aufbauende Modellrechnungen, dass für Trauben-Eichen-Buchenbestände die Bilanzen von Kalium, Calcium, Magnesium und Phosphor je nach Nutzungsintensität negativ sind (Tab. 1). Die Stickstoffbilanzen sind positiv. Das Beispiel dieser Nährstoffbilanzen zeigt, dass man mit der Energieholznutzung nicht aus dem Vollen schöpfen kann. Es ist notwendig, die Regeln des stabilen Nährstoffhaushaltes zu beachten, will man langfristig und nachhaltig die Standorte intensiver als in den letzten 40 Jahren nutzen, wo aufgrund niedriger Holzpreise viel Restholz im Wald verblieben ist.

Reich und arm

In der Biomasse von Altbeständen sind je nach Baumart, Standort und Baumdimensionen in unterschiedlichem Maß



Abb. 1: Mit dem Bündler wird Kronenmaterial (einschließlich der grünen Nadeln) zum Abtransport aus dem Wald bereitgestellt. Solche extremen Nutzungsformen sollten nur angewandt werden, wenn ein massiver Nährstoffzug tolerierbar oder sogar erwünscht ist (z.B. Nutzung von Sträubenbegleitgrün, Freihaltung von Naturschutzflächen).

Foto: S. Wittkopf

Nährstoffe wie Calcium, Magnesium und Kalium gespeichert. In Tab. 2 sind exemplarisch die Nährstoffvorräte für Trauben-Eiche mit Buche und Kiefer mit Buche im Pfälzerwald aufgeführt. Waldökosysteme können dann auf Belastungen elastisch reagieren, wenn in den Böden ausreichend verfügbare Nährstoffe vorhanden sind. Es leuchtet ein, dass die verfügbaren Nährstoffvorräte im Boden (das sind beim Kalium, Calcium und Magnesium die austauschbaren Bindungsformen) mindestens

den Bedarf des Bestandes während eines Produktionszeitraumes bzw. während einer Umtriebszeit decken sollten. Dies wird auch in der forstlichen Standortaufnahme für elastische Ökosysteme gefordert [1].

In unseren Waldböden ist die Spanne der Vorräte an pflanzenverfügbaren basischen Kationen viel größer als in der Biomasse (Tab. 3 und 2). Als pflanzenverfügbar wird bei Calcium, Magnesium und Kalium in der Humusaufgabe der im Säureaufschluss extrahierbare Anteil und im Mineralboden der austauschbare Anteil des Nährstoffvorrats bis Wurzeltiefe betrachtet. Im Boden hängt die Größe des Vorrats vor allem von der Art des Ausgangsgesteins, von früheren Nutzungen oder Düngungen und von der Bodenversauerung durch Luftschadstoffe ab. Auf den ärmsten Standorten reicht der Bodenvorrat nicht einmal annähernd aus, um die Bedürfnisse selbst eines anspruchslosen Baumarten aufgebauten Altholzes zu befriedigen. Umgekehrt haben die nährstoffreichsten Standorte, z.B. solche auf Karbonatgestein, weit über dem Bedarf liegende Vorräte. Ähnliche Betrachtungen wie für die Elemente Calcium, Magnesium und Kalium kann man auch für andere wichtige Nährstoffe wie Phosphor oder Stickstoff anstellen (Tab. 3). Auch bei diesen Elementen ist eine große Spanne der Vorräte auf den unterschiedlichen Standorten zu erkennen.

Bereits aus diesen wenigen Zahlen wird deutlich, dass die Stoffentzüge durch Biomassennutzung im Wald differenziert bewertet werden müssen. Zum einen müssen die einzelnen Stoffe getrennt betrachtet

Tab. 1: Nährelementbilanzen bei unterschiedlicher Nutzungsintensität im Pfälzerwald [kg/ha · Jahr]						
Ökosystem	Nutzungsmodalität	N	P	K	Ca	Mg
Trauben-Eiche mit Buche auf mittlerem Buntsandstein	a) konventionell (Stamm- und Brennholznutzung)	+ 7,4	+ 0,1	- 0,1	- 6,4	- 1,4
	b) wie a, zusätzlich Vollbäume ab Bhd 10cm in Altersspannen 40-60 und ab 120 Jahre (Mitnutzung Kronenmaterial)	+ 3,5	- 0,1	- 1,7	- 9,8	- 1,8
Kiefer mit Buche auf mittlerem Buntsandstein	a) konventionell; bei Buche mit Brennholznutzung	+ 23,4	-	+ 2,1	+ 1,9	+ 0,3
	b) wie a, zusätzlich Vollbaumnutzung bis Alter 35	+ 22,2	-	+ 1,6	+ 1,0	+ 0,1

Tab. 2: Nährstoffvorräte in der oberirdischen Biomasse von Waldbeständen auf mittlerem Buntsandstein im Pfälzerwald [kg/ha]							
Bestand	Ertragskl.	Alter	Ca	Mg	K	P	N
Trauben-Eiche mit Buchenunterstand	I,2	Eiche 198 J., Buche 95 J.	545	36	283	27	485
Kiefer mit Buchenunter- und Zwischenstand	II,0	Kiefer 127 J., Buche 50 J.	346	53	251	20	325

Tab. 3: minimale und maximale (5-er und 95-er Perzentil) Elementvorräte in Auflagehumus plus Mineralboden in Niedersachsen (nds. Standortkartierung, n = 470, bis max. 90 cm Tiefe)						
Perzentil	K	Ca	Mg	C	N	P
5	47 kg/ha	96 kg/ha	23 kg/ha	35 t/ha	0,8 t/ha	0,6 t/ha
95	1 210 kg/ha	13 300 kg/ha	1 740 kg/ha	141 t/ha	8,3 t/ha	3,7 t/ha

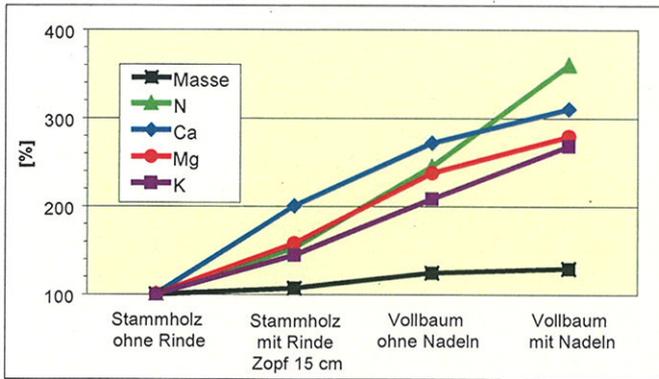


Abb. 2: Prozentuale Erhöhung der Ernteentzüge in einem Fichten-Altbestand bei unterschiedlicher Nutzungsintensität an der Waldklimastation Ebersberg (verändert nach [7])

werden, zum anderen ist es notwendig, die jeweils unterschiedliche Nährelementausstattung der Standorte zu beachten. Außerdem ist die Wechselwirkung zwischen der Biomasseproduktion, den Stoffgehalten in der Biomasse und den Stoffvorräten im Boden zu beachten. Auf den armen Standorten sind zumeist auch Biomasseproduktion und Stoffgehalte niedriger [5].

Bei jeder Biomassennutzung wird den Waldökosystemen Kohlenstoff entzogen, der dann nicht mehr für die Humusbildung zur Verfügung steht. Viele Untersuchungen haben gezeigt, welche große Bedeutung die organische Substanz für die Fruchtbarkeit von Waldböden hat. Der Bodenhumus ist Nährstoffspeicher, langsam fließende Nährstoffquelle, Wasserspeicher und nicht zuletzt Wurzelsubstrat. Außerdem ist der Bodenhumus eine wesentliche Grundlage der Strukturbildung in Böden, was für deren Funktionalität und biologische Aktivität entscheidend ist. Die mögliche Verarmung unserer Waldböden an Humus ist eine häufig übersehene Nebenwirkung der Biomassennutzung. Di-

ese setzt der Intensität der Nutzung eine von der Nährstoffausstattung der Böden unabhängige feste Obergrenze.

Stark und schwach

Bei jeder forstlichen Nutzung werden dem Ökosystem Nährstoffe entzogen. Weil diese nicht gleichmäßig in den oberirdischen Baumteilen (Stamm, Äste, Zweige, Blattorgane) verteilt sind, steigen die Entzüge nicht linear mit der entnommenen Biomasse (Beispiel in Abb. 2; siehe auch [3]). Bei einer Steigerung der Nutzung von Stammholz ohne Rinde über verschiedene Zwischenstufen bis zur Vollbaumnutzung wird die entnommene Biomasse um den Faktor 1,2 gesteigert.

Für die Nährstoffe ergeben sich ganz andere Steigerungsraten. Vom Calcium, Magnesium und Kalium werden dreifach höhere Mengen entzogen, beim Stickstoff liegt der Faktor noch höher. Die Mobilisierung von Nutzungspotenzialen durch Ausweitung auf bislang nicht genutzte Baumkompartimente stellt demnach einen größeren Eingriff in die Nährstoffvorräte dar,

als der Zugewinn an genutzter Biomasse vermuten lässt.

Der in Abb. 2 dargestellte Zusammenhang, der sich auf nahezu alle Waldstandorte übertragen lässt, zeigt zugleich, welche Möglichkeiten bei einer Beschränkung der Nutzung auf das starke Stammholz bestehen:

Man kann einen Großteil der Biomasseproduktion ernten und gleichzeitig die Vorräte an Nährelementen weitgehend schonen.

Nach diesem Grundsatz wurde in den vergangenen 150 Jahren in unserer Region größtenteils Forstwirtschaft betrieben. Dem Mehr an Biomasse steht bei über das Stammholz hinausgehender Nutzung häufig ein überproportionaler Entzug an Nährelementen gegenüber. Daher ist in jedem Einzelfall sorgfältig abzuwägen, ob die zusätzliche Nutzung wirtschaftlich sinnvoll und auch ökosystemverträglich ist.

Modifikationen und Restriktionen

Es leuchtet ein, dass ein Eingriff in die Nährstoffvorräte durch Biomassennutzung unterschiedlich zu bewerten ist, je nachdem, ob er in einem reichen oder armen Ökosystem stattfindet. Erntet man auf einem Standort, der mit 4 t/ha Phosphor gut bevorratet ist, die kompletten Bäume eines Bestands (Vollbaumernte), so ist dies weniger bedenklich, als wenn die gleiche Nutzung einen ärmeren Standort trifft, der nur einen Bruchteil dieser Menge enthält. Es ist jedoch in jedem Fall darauf zu achten, dass die verfügbaren Bodenvorräte für alle Nährelemente eine ausreichende Versorgung der Bäume quasi-synchron garantieren muss, denn wenn ein einzelnes Element die Mangelgrenze unterschreitet, begrenzt dieses nach dem Liebig'schen Minimumgesetz das Baumwachstum – auch wenn die anderen Elemente ausreichend vorhanden sind.

Bevor man über mögliche Modifikationen und Restriktionen in der Nutzung forstlicher Biomasse nachdenkt, sollte man zunächst die Ausgangslage beschreiben und bewerten. Hierzu schlagen wir als ersten groben Anhaltswert den Anteil der oberirdischen Nährstoffvorräte in der Biomasse eines Altbestands am gesamten Vorrat in Boden und Bestand vor. Die pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte im Boden können für das jeweilige Boden substrat aus den Befunden der Bodenzustandserhebung (BZE) und der forstlichen Standortskartierung abgeschätzt werden. Beim austauschbaren Calcium, Magnesium und Kalium liegt der Anteil der in der Biomasse gespeicherten Vorräte am Gesamt vorrat zwischen 1 und 90 %, beim

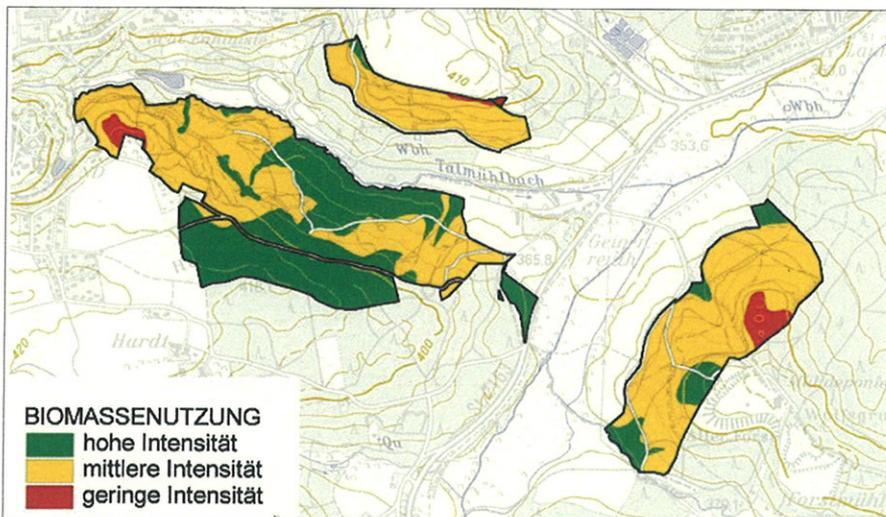


Abb. 3: Beispiel für eine Praxiskarte („Ampelkarte“) zur Biomassennutzung mit drei Stufen der Nutzungsintensität

Phosphor zwischen 1 und 40 % und beim Stickstoff zwischen 2 und 80 %.

Um einen ersten Überblick zu gewinnen, teilen wir den Wertebereich in drei etwa gleichgroße Spannen (Tab. 4). Man muss jedoch bei diesen groben Schwellenwerten beachten, dass die Entzüge baumartenspezifisch sind:

- **Im unteren Wertebereich** sind im Boden im Vergleich zur Biomasse nur teils sehr geringe Nährstoffvorräte enthalten, sodass sich der Gesamtvorrat an Nährelementen weit überwiegend auf den Baumbestand verteilt. Bei der Nutzung der Bestände sollten daher starke Restriktionen gelten, die Ernte ist auf das (stärkere) Stammholz zu beschränken.
- **Im oberen Wertebereich** liegen Standorte, bei denen auch höhere Nährstoffentzüge toleriert werden können, weil sie gering sind im Verhältnis zu den hohen Bodenvorräten.
- **Im mittleren Wertebereich** sollten mäßige Beschränkungen wie z.B. der Verzicht auf die Ernte der Nadeln oder Blätter und des Feinreisigs beachtet werden.

In einer weiteren Stufe der Verfeinerung könnte man für die einzelnen Stoffe und Stoffgruppen für jeden Wertebereich Schwellenwerte für die Entnahme festlegen. Aus ihnen und den durchschnittlichen Gehalten in den Baumkompartimenten

Tab. 4: Vorschläge für Schwellenwerte für den Anteil der in der oberirdischen Biomasse gespeicherten Nährstoffe am Gesamtvorrat in Biomasse plus Boden

Wertebereich	Ca+Mg+K _[BIOST.]	P _t	N _t	Nutzungsrestriktionen
Unterer	50 - 90 %	25 - 40 %	60 - 80 %	Stark
Mittlerer	25 - 50 %	10 - 25 %	30 - 60 %	Mittel
Oberer	1 - 25 %	1 - 10 %	1 - 30 %	Wenig

ließen sich dann Höchstmengen für die Entnahme (in t/ha) formulieren. Dabei sollte aus Vorsorgegründen das Minimumprinzip zur Anwendung kommen; von den sich aus dem Vergleich der einzelnen Schwellenwerte der Stoffe und Stoffgruppen ergebenden Höchstmengen wird stets die niedrigste verwendet.

Die Schwellenwerte für Stickstoff können in den meisten Fällen vernachlässigt werden, weil gegenwärtig dieses Element in großen Mengen aus Luftverunreinigungen in die Wälder gelangt.

Als weitere Verfeinerung können zusätzlich noch Bilanzgrößen wie die Nährstoffverwitterung und der Nährstoffein- und -austrag hinzugezogen werden [2]. Allerdings sind für diese Flüsse die Daten auf der gesamten Waldfläche schwierig zu ermitteln.

Ein gewisser Anteil des Kohlenstoffvorrates der Bestände sollte in jedem Fall am Standort und für die Humusbildung zur Verfügung stehen. Der Humus ist für die Bodenfruchtbarkeit von zentraler Bedeutung. Dies gilt für alle Standorte, vor allem jedoch besonders für die nährstoffarmen.

Informationen für die Ernte

So überzeugend der Gedanke einer Staffelung der Ernteintensität nach der Verteilung der Biomasse auf die Kompartimente Bestand und Boden sein mag, ein großer Nachteil dieses Verfahrens ist die mäßige Informationslage für die jeweils zur Ernte anstehende Waldfläche. Aus den in der Forstwirtschaft gebräuchlichen Informationssystemen Bestandeskarte und Standortkarte ist die Zugehörigkeit zu einem

Geschäftskontakte

DRAYER
 Fachhandel für Baumpflege und Seiltechnik
 Gratis-Katalog anfordern!
 Baumpflege
 und Seiltechnik
 Tel. 07684 / 780 Fax: 790
www.drayer.de

www.holdi.de
 Preiswerte Software für Land-
 und Forstwirte Schlagkartei,
 Kuhplaner, Sauenplaner, Forst.
 Software Rißler, Tel. 07682-6291

Westfalia® Werkzeuge
www.westfalia.de
 Gratis 400 Seiten-Katalog - Jetzt anfordern
 ☎ 01 80/5 30 31 34

RESCH 63
 Individuelle Planung, Herstellung und Montage
 von Bandsägeanlagen.
 The machine company since 1955.
 Südtirol, Italy. T +39 0471 353137. www.resch-3.com

VDF Online
MIT SICHERHEIT PFLANZEN KAUFEN!
 Unsere Mitgliedsbetriebe sind
 staatlich nach dem FoVG geprüft.
 Fordern Sie eine Mitgliedsliste an!
KAUFEN SIE QUALITÄT!
 Sprecher des Vorstandes
 Dipl. Forst-Ing. Alain Paul
 Mail: VDF@konzert.com
 Tel. 040-55 44 89 69 / Fax 040-533 09 669
www.VDFonline.de
**VERBAND DEUTSCHER
 FORSTBAUMSCHULEN e.V.**



Abb. 4: Kiefernbestand auf sehr nährstoffarmem, ehemals streugenutztem Standort: von der Intensivnutzung auszuschließen.

Foto: M. Feulner

der Wertebereiche in Tab. 3 nicht ohne weiteres zu entnehmen. Hierzu müssen die vorhandenen Unterlagen ausgewertet und in eine praxistaugliche Form gebracht werden. Wie eine solche Flächeninformation aussehen kann, ist aus Abb. 3 ersichtlich. In die als „Ampelkarte“ konzipierte Bearbeitung der Standortskarte ist alles Wissen über die Flächen vereinigt mit der Information aus Versuchsbeständen und in einer für den Wirtschaftler lesbaren Form zusammengefasst. Die Maßstäbe für die Beurteilung und der Gang der Herleitung sind in einem erläuternden Text zu dokumentieren.

Bis solche Praxiskarten für eine nachhaltige und nebenwirkungsarme Biomasse-nutzung erstellt sind, ist es allerdings noch ein weiter Weg. Als besonders nachteilig erweist sich, dass häufig bodenchemische Angaben in den forstlichen Standortkarten noch fehlen. Mit viel Mühe müssen diese Informationen den Legenden der Standortkarten erst hinzugefügt werden. Ab 2009 stehen die Daten der Zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE 2) als hilfreiche Datengrundlage bundesweit zur Verfügung. Damit lassen sich dann nicht nur die Wertebereiche in Tab. 3 besser absichern oder korrigieren. Die an fast 2000 Inventurpunkten erhobenen Daten erlauben es auch, den Informationsgehalt der forstlichen Standortkarten im Hinblick auf die Sensitivität der Standorte gegenüber Nährstoffentzügen zu erweitern.

Ein Erfolg versprechender Ansatz zur Verbesserung der Datenlage stellt in dem Zusammenhang die Schätzung der Stoffpools im Boden aus quasi-kontinuierlich verfügbaren Geländeinformationen wie digitalem Höhenmodell, Boden- und Bestandeseigenschaften und der Standortskarte dar. Diese Schätzung wird mittels multipler Regressionsmodelle durchgeführt. Entwicklung und Validierung dieser Modelle erfolgt auf der Basis der rasterförmig vorliegenden Messdaten der Bodenzustandserfassung sowie aller sys-

tematisch und an regulär beschriebenen Bodenprofilen vorliegenden Bodenanalysen [10].

Dokumentationspflicht

Die rasante Entwicklung bei der Erschließung neuer Nutzungspotenziale ist mit der Entwicklung neuer Standortinformationssysteme kaum synchronisiert. Überall im Lande wird mit der Nutzung bereits begonnen, die Erntesysteme sind vorhanden und die Absatzmärkte wachsen. Demgegenüber sind die Informationsgrundlagen für eine an die Möglichkeiten des Standorts angepasste Nutzungsintensität noch in den Kinderschuhen.

Mit einzelnen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in Form von Fallstudien ist es hier nicht getan, benötigt wird eine auf die Besonderheiten der jeweiligen Standorte zugeschnittene Informationsquelle. Eine Intensivierung der Nutzung ohne solide Informationsgrundlagen ist mit dem Nachhaltigkeitsgrundsatz nicht vereinbar. Bei wiederholten Entnahmen summieren sich aber die Wirkungen der Einzelnutzungen.

Wir sehen es daher als unerlässlich an, über die Nutzungen wenigstens in einfacher Form Buch zu führen. Dazu müssen die genutzten Flächen, die Art der Nutzung und die entnommenen Mengen buchhalterisch erfasst werden. Sobald die neuen Informationsgrundlagen in der Form von Praxiskarten vorliegen, können die bisherigen Nutzungen mit tolerierbaren Entnahmemengen der Karte verglichen und auf künftige Nutzungen angerechnet werden.

Diese Lösung hilft, die Periode zwischen dem Einsetzen erhöhter Nutzungswünsche und dem Vorliegen verlässlicher Daten zu überbrücken. Wenn die Informationssysteme erfolgreich arbeiten, sollte die Verbuchung der genutzten Mengen als dauerhaftes Element der forstlichen Nachhaltigkeitskontrolle unbedingt fortgeführt werden. Schon jetzt als äußerst

nährstoffarm bekannte Standorte (Abb. 4) sollten dem Vorsorgeprinzip folgend grundsätzlich von der Restholznutzung ausgeschlossen bleiben.

Die Sinnhaftigkeit der Dokumentation der Energieholznutzung ergibt sich auch aus der Tatsache, dass in der Literatur von Zuwachseinbußen von bis zu 32 % berichtet wird. Sollten in 10 oder 20 Jahren Versuche zeigen, dass auch in Deutschland mit höheren Zuwachsverlusten zu rechnen ist, wird man die Möglichkeiten Energieholznutzung anders als heute einschätzen. Im dem Falle ist es wichtig, die bis dahin durchgeführten Energieholznutzungen zu kennen.

Ausgleich durch Düngung?

Der Gedanke liegt nahe, bei Überschreiten der als unbedenklich angesehenen Nutzungshöchstmengen den Differenzbetrag durch eine Düngung auszugleichen, will man das Ertragsniveau halten. Nährstoffersatz, -rückführung und Düngung sind gegenwärtig in Selbstverpflichtungen (Zertifizierung) und Waldgesetzen restriktiv geregelt. Der hohe Energieverbrauch unserer Industriegesellschaft erreicht jetzt auch die Ressource Holz und verlangt eine abgewogene und kluge Antwort, wie wir mit seiner Erzeugung in Zukunft umgehen.

Modifizierungen der bestehenden Regeln sind unter Umständen erforderlich. Diese Regeln müssen selbstverständlich auf den Gesetzmäßigkeiten des Nährstoffhaushaltes von Wäldern aufsetzen. Dabei ist klar, dass man mit Kalkung, Düngung oder Holzschchezufuhr die langsame Nährstofffreisetzung aus dem sich zersetzenden Restholz nicht imitieren kann; man kann nur versuchen, diese Nährstoffzufuhr mit ihren ökologischen Nebenwirkungen in einem akzeptablen Rahmen zu halten. Hierzu liegen aus Versuchen entsprechende Erfahrungen vor. Die Nährstoffrückführung mit der Asche sollte organisiert werden und bei bestehenden Programmen von Kompensationskalkungen in diese integriert werden [8, 9].

Kohlenstoffentzüge können durch Ausgleichsmaßnahmen nicht kompensiert werden. Die Beeinträchtigung des Humusaufbaus setzt der Biomassenutzung auf allen Standorten, auch auf den nährstoffreichen, Grenzen.

Was ist zu tun?

Die vermehrte Nutzung von Restholz und Biomasse muss so gestaltet werden, dass die Nährstoffbilanzen ausgeglichen blei-

ben. Zur fachgerechten Beratung und Steuerung der Restholznutzung müssen folgende Schritte bald unternommen werden:

1. Aus Vorsorgegründen sollte vorläufig nicht mehr als eine Energieholznutzung (bei Laubbäumen Vollbäume ohne Laub, bei Nadelbäumen nach Möglichkeit grobe Kronenkappung) im Alter 20 bis 60 erfolgen. Auf eine gegenwärtig auch nur wenig wirtschaftliche Nutzung des Reisig- und Nadelmaterials sollte verzichtet werden.
2. Alle über das herkömmliche Maß (Stammholznutzung Derbholz in Rinde) hinausgehenden zusätzlichen Nutzungen von Biomasse sind von den Forstbetrieben laufend und dauerhaft in einfacher Form zu dokumentieren.
3. Alle als sehr nährstoffarm bekannten Standorte sind aus Vorsorgegründen ganz von der zusätzlichen Restholznutzung auszunehmen.
4. Vorhandene Daten von Versuchs- und Dauerbeobachtungsflächen, z.B. aus Programmen des Umweltmonitorings, sind vordringlich auf die Fragen der Biomassenutzung (Nährstoff- und Humusbilanzen) hin auszuwerten. Ergänzende Erhebungen auf diesen Flächen können notwendig werden.
5. Einzelne typische Nutzungsvorhaben sind durch Messung der Entzüge und der Auswirkungen auf Boden und Bestand langfristig wissenschaftlich zu begleiten.
6. Die Daten der Zweiten Bodenzustandserhebung (BZE 2) sind baldmöglichst und vordringlich auf die Fragestellung der Biomassenutzung hin auszuwerten.
7. Die forstlichen Standortskarten sind, wo noch nicht geschehen, um bodenchemische Informationen zu ergänzen. Dabei sind verstärkt Methoden der Geostatistik anzuwenden.
8. Alle bekannten Informationen sind zu Praxiskarten zu verdichten, in denen die Intensität der Nutzung (Sortimente, Höchstmengen) empfohlen wird.
9. Die Möglichkeit einer Kreislaufwirtschaft, bei der die dem Waldökosystem entzogenen Nährstoffe z.B. über die Holzasche in Kombination mit Kaliumen wieder zugeführt werden, soll-

te umgehend auch in Praxisversuchen geprüft werden.

Die hier vorgeschlagenen Aktivitäten wollen nicht die Forstbetriebe bei der Entwicklung neuer Betriebszweige behindern, sie sollen vielmehr dazu beitragen, das Interesse an einer wirtschaftlich erfolgreichen Betriebsführung mit dem Anliegen eines vorsorgenden, langfristigen Bodenschutzes zu verbinden.

Literaturhinweise:

- [1] Arbeitskreis Standortserkundung (2003). Forstliche Standortsaufnahme. Arbeitskreis Standortserkundung in der Arbeitsgemeinschaft Forsternrichtung 6. Auflage, 1-352. IHW-Verlag, Eching. [2] EITL, E., WEIS, W., GÖTTLEIN, W. (2007). Holz verbrennt, Asche bleibt. Konsequenzen für die stoffliche Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung in Bayern. AFZ-DerWald 74-77. [3] HEINSDORF, D., KRAUB, H.-H. (1990). Schätztafeln für Trockenmasse und Nährstoffspeicherung von Kiefernbeständen. IFE-Berichte aus Forschung und Entwicklung 18, 77 S. [4] JACOBSEN, C., RADEMACHER, P., MEESBURG, H., MERWES, K.-J. (2003). Gehalte chemischer Elemente in Baumkompartimenten. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe B 69. [5] JOOSTEN, R., SCHULTE, A. (2003). Schätzung der Nährstoffexporte bei einer intensiven Holznutzung in Buchenwäldern (*Fagus sylvatica*). Allg. Forst- u. J.-Ztg. 174, 157-168. [6] MERWES, K. J. (2008). Energieholznutzung und standörtliche Nachhaltigkeit – Was man weiß, was man wissen sollte. Forst u. Holz (in Vorb.). [7] RASPE, S., KENNEL, M., DIETRICH, H.-P. (1999). Biomasseuntersuchungen an den Waldklimastationen Ebersberg und Flossenbürg. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Waldklimastationen-jahrbuch 1999, 136-146. [8] SCHÄFFER, J. (2002). Meliorationswirkung und ökosystemare Risiken von Holzascheausbringung auf Waldböden Südwestdeutschlands. Berichte Freiburger forstliche Forschung 43, 39-51. [9] WILPERT, K. V., NIEDERBERGER, J., SCHÄFFER, J. (2002). Holzasche zurück in den Wald – ein Kreislaufkonzept. AFZ-DerWald 57, 825-826. [10] ZIRLEWAGEN, D., RABEN, G., WILPERT, K. v. (2006). Regionalisierung von Daten der forstlichen Umwelt-Messnetze. AFZ-DerWald 21, 1166-1167.