

Inhalt

Holz- und Biomassenstudie

KLEMENS SCHADAUER	
HÖBI - ein umfassender Ansatz zum künftigen Holz- und Biomassenaufkommen	3
THOMAS LEDERMANN UND MARKUS NEUMANN	
Prognose des Waldwachstums und des Nutzungspotenzials	5
OTTO ECKMÜLLNER UND PASCAL SCHEDL	
Neue Ausformung in marktkonforme Sortimente	8
THOMAS GSCHWANTNER	
Technische und ökonomische Rahmenbedingungen der modellierten Holzernte	10
MICHAEL ENGLISCH UND RAINER REITER	
Standörtliche Nährstoff-Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Wald-Biomasse	13
MICHAEL ENGLISCH, MARTIN WRESOWAR, HEIDE SPIEGEL, RAINER REITER UND KLAUS KATZENSTEINER	
Energiewälder im Kurzumtrieb – Möglichkeiten und Grenzen	15
KLEMENS SCHADAUER	
Naturschutz – Wie können Nutzungseinschränkungen ermittelt werden?	18
GERHARD MANNSBERGER	
HÖBI-Studie: Zusammenschau und Schlussfolgerungen	20
KLEMENS SCHADAUER UND CHRISTOPH BAUERHANSL	
Holzmobilisierung – Unterstützung aus der Luft?	22

Nr. 18 - 2009

Das Lebensministerium beauftragte das Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) mit der Studie „Holz- und Biomassenaufkommen für Österreich“. Ziel war es, in einer bundesweiten Gesamtbeurteilung die im österreichischen Wald verfügbare oberirdische Holz- und Biomasse, ihre Veränderung und die nachhaltig nutzbaren Mengen in den nächsten Jahren bis 2020 unter Zugrundelegung verschiedener Szenarien abzuschätzen. Berücksichtigt wurden wirtschaftliche, ökologische und naturschutzrechtliche Einschränkungen.

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich
<http://bfw.ac.at>



Foto: hmeberhardt/Pixelio



Nachhaltige Holznutzung umfassend analysiert

Die jährliche Holzeinschlagsmeldung des Lebensministeriums zeigt eindeutig: die Holz- und Biomassenutzung aus Österreichs Wäldern ist in den letzten Jahren

stark gestiegen. Wurden in den Jahren 1992-2002 im Durchschnitt jährlich 13,8 Mio. Efm ohne Rinde genutzt, stieg dieser Wert für die Jahre 2003-2007 auf 18,1 Mio. Efm, eine Erhöhung um 30%. Mit über 21,3 Mio. Efm ist im Jahr 2007 die bisher größte Nutzungsmenge in Österreich erreicht worden.

Die laufenden Bemühungen, den nachwachsenden Rohstoff Holz als genialen Werkstoff und erneuerbaren Energieträger vermehrt einzusetzen, werden auch in Zukunft für ein hohes Niveau der jährlichen Nutzungsmengen sorgen. Gleichzeitig muss die multifunktionale Waldbewirtschaftung neben der Holznutzung auch andere Anforderungen an den Wald in ausreichender Menge und Qualität erfüllen und dabei eine nachhaltige Erreichung aller relevanten Ziele sicherstellen. Diese umfangreiche Herausforderung war Anlass, auf der Grundlage der aktuellen Zahlen der Österreichischen Waldinventur das Potenzial der nachhaltig nutzbaren Holz- und Biomassenmengen für einen Zeitraum von 20 Jahren zu bestimmen. Ausgehend vom Waldwachstum waren dabei Einschränkungen für die Holz- und Biomassenutzung infolge Auflagen aus dem Forstgesetz und dem Naturschutz, aus der geforderten Wirtschaftlichkeit und der Erhaltung nachhaltiger Nährstoffvor-

räte in den Waldböden quantitativ zu berücksichtigen. Nicht alles, was im Wald zuwächst (theoretisches Potenzial), darf bzw. kann infolge dieser Einschränkungen auch tatsächlich aus dem Wald entnommen werden. Das tatsächlich verfügbare Potenzial war für verschiedene Rahmenbedingungen und Entwicklungen in Form von Szenarien zu bestimmen.

Diese Studie war nur möglich, weil die notwendigen Daten aus einer Reihe von Langzeiterhebungen des BFW verfügbar sind. Diese Inventur- und Dauerbeobachtungsprogramme sind trotz der damit verbundenen Kosten eine unverzichtbare Grundlage für eine realitätsnahe und zuverlässige Beantwortung derartiger Fragestellungen. Auch die umfangreichen Vorarbeiten zur Entwicklung des Waldwachstums-simulators PROGNAUS haben diese Studie erst ermöglicht.

Unterstützt wurde das BFW bei dieser Arbeit durch die BOKU-Institute für Waldwachstumsforschung und für Waldökologie, durch das Umweltbundesamt und BirdLife Österreich sowie durch das Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung der AGES. Diesen Partnern sowie allen Mitarbeitenden des BFW danke ich für den hohen Einsatz, mit dem sie zum erfolgreichen Gelingen dieser Studie beigetragen haben.

Ich bin überzeugt, dass das BFW mit dieser Studie eine fundierte Information für die Wald-, Klima- und Umweltpolitik bereitstellen und die Diskussion über die zukünftige Rolle bzw. Möglichkeiten des Waldes wesentlich unterstützen kann.

Dipl.-Ing. Dr. Harald Mauser
Leiter des BFW

Impressum

ISSN 1815-3895

© Jänner 2009

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:

Harald Mauser

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für

Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich

Tel.: +43 1 87838 0

Fax: +43 1 87838 1250

<http://bfw.ac.at>

Redaktion: Christian Lackner, Klemens Schadauer

Layout: Johanna Kohl

Grafik: Gerald Schnabel, Heimo Matzik

Bezugsquelle: Bibliothek

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für

Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Tel.: +43 1 87838 1216



Foto: gar/Pixelio

HOBİ - ein umfassender Ansatz zum künftigen Holz- und Biomassenaufkommen

KLEMENS SCHADAUER

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft beauftragte vor zwei Jahren das Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) mit einer Studie zum Holz- und Biomassenaufkommen für Österreich (HOBİ). Ziel war es, Grundlagen für die Wald-, Klima und Umweltpolitik bereitzustellen, die Antworten auf die Frage nach erneuerbaren Energieträgern aus dem Wald und zur künftigen Verfügbarkeit von Holz liefern.

Die Herausforderung dabei war, die nachhaltige Nutzung der Waldressourcen möglichst umfassend in der Studie zu berücksichtigen. Wie das gelang, wird hier in Kurzform beschrieben.

Alles baut auf dem Baumwachstum auf

Die wesentliche Grundlage für ein solches Projekt muss das Wachstum der Bäume sein. Ohne gute Information über den künftigen Zuwachs in Österreichs Wald kann die Nachhaltigkeit von Nutzungen nicht beurteilt werden. Das Waldwachstumsmodell PROGNAUS, das auf Basis der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) für den österreichischen Wald entwickelt wurde, wurde als Fundament für alle weiteren Bausteine von HOBİ eingesetzt. Mit PROGNAUS wurde eine Reihe von Nutzungsszenarien simuliert, wobei bereits erste Nutzungseinschränkungen im Sinne der Nachhaltigkeit und des Forstgesetzes berücksichtigt wurden. Neben anderen forstgesetzlichen Bestimmungen betrifft dies auch die Auflagen im Schutzwald. Es wurden für fünf Nutzungsszenarien die **theoretischen Gesamtpotenziale** errechnet:

- A) Business as Usual (diente nur einem ersten Zwischenbericht)
- B) konstanter Vorrat
- C) Waldbau-Szenario
- D) Vorratsadaption
- E) Klimawandel

Die fünf theoretischen Potenziale wurden im Sinne einer umfassenden Nachhaltigkeit um Nutzungseinschränkungen verringert, die aus bodennährstofflichen, ökonomisch/technischen und naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen abgeleitet wurden. Das Ergebnis sind die **verfügbaren Potenziale** (Abbildung).

Nicht in der Studie enthalten sind die Aspekte der Mobilisierung, das heißt die tatsächliche Bereitschaft der Waldbesitzer zur Nutzung der verfügbaren Potenziale. Dieses wichtige Thema könnte vom BFW mit speziellen Auswertungen der Österreichischen Waldinventur in Form von flächendeckenden Waldkarten mit Informationen zu Baumarten und Vorräten unterstützt werden.

Genügend Nährstoffe müssen im Wald verbleiben

Ökologische Nutzungseinschränkungen betreffen den Nährstoffkreislauf im Wald und basieren auf einer Abschätzung von Biomasseentnahmen und damit Nährstoffentzügen. Sie wurden für die Nutzung im Baum-, Stamm- und Sortimentverfahren kalkuliert. Ausgangspunkt waren die jeweiligen Standortsverhältnisse, aus denen sich die Nährstoffpools ergaben. Damit wurde neben der ökologisch vertretbaren Nutzung von Nadeln und Ästen das Nutzungsverfahren festgelegt.

Für die ökonomische Nachhaltigkeitsbeurteilung wurden ausgehend vom gewählten Nutzungsverfahren die Kosten für Ernte und Rückung kalkuliert und diese den Erlösen aus dem Holzverkauf gegenübergestellt. Zum einen mussten die Probestämme der ÖWI im Computer sortimentiert werden, zum anderen für alle handelsübliche Sortimente Preise festgelegt werden. Um unterschiedliche Preisentwicklungen in Zukunft gut abdecken zu können, wurden fünf Preisszenarien durchgerechnet. Dabei wurden sowohl die aktuelle Preissituation als auch mögliche und zum Teil markante Preissteigerungen im nächsten Jahrzehnt angenommen.

In der Tabelle (Seite 4) sind die angenommenen Preise für das Leitsortiment Fichte B 2b angeführt. Für andere Sortimente und andere Baumarten wurden die Preise

entsprechend der aktuellen Relationen ermittelt. Auch die regionalen Preisunterschiede innerhalb von Österreich wurden durch Zu- oder Abschläge einkalkuliert. Durch die Zusammenführung der Nutzungsszenarien mit den verschiedenen Rahmenbedingungen, erweitert durch die Preisszenarien, ergeben sich zahlreiche Kombinationen. Es wurden aber nur jene Kombinationen durchgerechnet, deren Informationsgehalt nicht schon durch andere Kombinationen

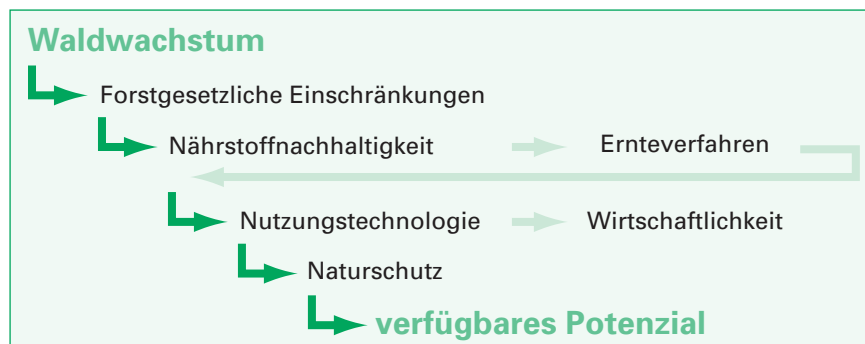


Abbildung:

Die sukzessive Berücksichtigung von Elementen der Nachhaltigkeit erlaubt die Abschätzung von verfügbaren Nutzungspotenzialen

Tabelle:
Beispiel für Preisannahmen für die Preisszenarien 1– 5.

	P1	P2	P3	P4	P5
Fichte B 2b	71 €	81 €	100 €	162 €	243 €

größtenteils abdeckt ist. Diese Einschränkung war notwendig, da jeder komplette Szenariendurchlauf sehr zeitaufwendig war.

Erstmals Nutzungseinschränkungen durch Naturschutz berücksichtigt

Erstmalig in so einem Projekt wurden Nutzungseinschränkungen infolge von Naturschutzziele in dieser Ausführlichkeit und Differenzierung einbezogen und mengenmäßig abgeschätzt. Die Komplexität der Materie und der Pilotcharakter dieses Vorhabens haben einige noch offene Fragen aufgezeigt, die in Zukunft noch zu lösen sind.

Räumliche Stratifizierungen, wie zum Beispiel Auswertungen für Bundesländer, wurden in Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt. Die Schwierigkeit dabei: Die Nutzungsszenarien werden meist über den verbleibenden Vorrat gesteuert, sodass die Nachhaltigkeit für jedes Bundesland getrennt bewertet werden müsste. Diese Berechnungen wären sehr aufwendig. Für Tirol hat es, von ProHolz Tirol beauftragt, bereits

eine eigene Studie des BFW gegeben: Hier konnten zusätzliche Daten der Landesforstdirektion Tirol eingesetzt werden. Dies erhöhte die Aussagekraft auf Landesebene und ermöglichte Bezirksergebnisse.

Im Projekt ist zusätzlich ein landwirtschaftlicher Teil enthalten, in dem Nachhaltigkeitsüberlegungen für landwirtschaftliche Kurzumtriebsflächen getroffen werden. Darüber hinaus werden die Waldzugänge der letzten 50 Jahre mit ihren Bodeneigenschaften beschrieben und darauf aufbauend wird jene landwirtschaftliche Fläche abgeschätzt, die ähnliche Bodeneigenschaften ausweist und somit als potenzielle Aufforstungsfläche in Frage kommt.

Das für den umfassenden Ansatz notwendige Know-how wurde nicht alleine vom BFW abgedeckt. Kooperationspartner waren die Universität für Bodenkultur mit dem Institut für Waldwachstumsforschung und dem Institut für Waldökologie. Weiters waren das Umweltbundesamt, die AGES und BirdLife am Projekt beteiligt.

Dipl.-Ing. Dr. Klemens Schadauer, Institut für Waldinventur, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, klemens.schadauer@bfw.gv.at

**In den Beiträgen dieser BFW-Praxisinformation finden sich für die Ergebnisdarstellung verschiedene Zielgrößen und Einheiten.
Zum besseren Verständnis sind diese hier zusammengefasst und kurz erläutert.**

Bezeichnung	Einheit	Abkürzung	Erläuterung
Vorratsfestmeter Schaftholz in Rinde pro Hektar	m ³ /ha	VfmSiR/ha	für die theoretischen Gesamtpotenziale ohne Äste und Nadeln
Vorratsfestmeter Äquivalente	m ³	VfmÄqu.	für die theoretischen Gesamtpotenziale mit Ästen und Nadeln
Erntefestmeter Äquivalente in Rinde	m ³	EfmÄqu.iR	für verfügbare Potenziale
Biomasse	t/ha	–	für Biomassenerträge im Kurzumtrieb



Foto: Rainer Sturm/Pixelio

Prognose des Waldwachstums und des Nutzungspotenzials

THOMAS LEDERMANN und MARKUS NEUMANN

Für die vorliegende Studie sollte das Holz- und Biomassenpotenzial bis zum Jahr 2020 unter Annahme unterschiedlicher Nutzungsstrategien und Wuchsverhältnisse (wie Klimawandel) sowie unter verschiedenen ökonomischen wie ökologischen Einschränkungen abgeschätzt werden. Dafür wurde zuerst für den Zeitraum von 2000-2020 ein „theoretisches“ Nutzungspotenzial hergeleitet.

Darunter ist jene Nutzungsmenge zu verstehen, die sich aufgrund waldbaulicher und/oder ertragskundlicher Rahmenbedingungen ergibt. Dieses theoretische Potenzial verringert sich aufgrund standörtlicher und bringungstechnischer Einschränkungen auf ein ökologisch vertretbares und ökonomisch sinnvolles Nutzungspotenzial. Darüber hinaus fließen auch verschiedene Aspekte des Naturschutzes ein.

Das Waldwachstumsmodell

Für die Prognose des Waldwachstums kam das einzelbaumbasierte Waldwachstumsmodell PROGNAUS zum Einsatz. Das Kernstück von PROGNAUS besteht aus baumarten- und standortsspezifischen Funktionen, mit deren Hilfe der BHD- und Höhenzuwachs sowie die natürliche Mortalität geschätzt werden können. Darüber hinaus ist es möglich, mit dem Modell die Stammzahl und Baumartenverteilung der sich verjüngenden Bäume zu bestimmen. Seit seiner Entwicklung Mitte der 1990er Jahre wurde das Waldwachstumsmodell mehrmals verbessert und ergänzt, sodass auch Holzgüteklassen und Stammschäden prognostiziert werden können. Weiters wurden Biomassefunktionen in das Waldwachstumsmodell eingebaut, die zur Abschätzung der Trockenmasse von Ästen und Nadeln einzelner Bäume verwendet werden. Mit Ausnahme dieser Biomassefunktionen wurden alle Teilmodelle auf der Datengrundlage der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) entwickelt.

Die Nutzungs- und Klimaszenarien

Die modellmäßige Entscheidung, wann ein Bestand oder Einzelbaum regulär genutzt wird, war ein zentrales Element der Wachstumsprognose. Bei allen Szenarien wurden die Nutzungseingriffe zu Beginn des jeweiligen Prognoseabschnitts in zwei Schritten festgelegt: Zunächst wurde auf jeder Probefläche mit Hilfe eines waldbaulichen Modells überprüft, ob aufgrund der Bestandessituation ein Eingriff aus waldbaulicher Sicht erfolgen sollte und um welche Art des Eingriffs (Stammzahlreduktion, Auslesedurchforstung, Niederdurchforstung, Kahlhieb, Verjüngungshieb oder Einzelstammentnahme) es sich dabei handelte. Im zweiten Schritt wurde dann die Dringlichkeit des Eingriffs bestimmt. Für die Endnutzungsflächen geschah das

Datengrundlage

Als Ausgangssituation dienten die Daten der ÖWI aus der Erhebungsperiode 2000/02. Diese Aufnahmen werden auf Probeflächen durchgeführt, die systematisch im gesamten Bundesgebiet verteilt sind. Die Repräsentativität ermöglicht zuverlässige Aussagen für ganz Österreich. Die Stichprobenbäume werden mit einem kombinierten Verfahren ausgewählt, bei dem Bäume ab einem BHD von 10,5 cm mittels Winkelzählprobe (Zählfaktor $k = 4 \text{ m}^2/\text{ha}$) und Bäume mit einem BHD von 5,0-10,5 cm auf einem fixen Probekreis mit Radius $r = 2,60 \text{ m}$ erhoben werden (Abbildung 1). Bäume unter 5,0 cm BHD werden nicht erfasst. Von jedem Stichprobenbaum werden BHD und Höhe gemessen sowie Baumart und Schadmerkmale (Schäden aufgrund von Holzernte, Schälung oder Steinschlag) angesprochen. Diese baumindividuellen Daten sind eine wesentliche Voraussetzung für die Anwendung von PROGNAUS. Darüber hinaus sind von den ÖWI-Probeflächen für die Wachstumsprognose erforderliche Standortmerkmale wie Wuchsraum, Seehöhe, Neigung, Exposition, Relief, Bodentyp, Humusmächtigkeit und Wasserhaushalt bekannt. Insgesamt standen für die Studie Messungen von 78.983 Stichprobenbäumen auf 11.518 Probeflächen zur Verfügung.

durch die Reihung der Probeflächen nach dem modellmäßig abgeschätzten Wertzuwachs. Vornutzungsflächen wurden hingegen nach der Bestandesdichte gereiht und die Eingriffe auf den dichtesten Probeflächen zuerst umgesetzt. Alle potenziellen Nutzungseingriffe wurden somit für jeden einzelnen Bestand (jede einzelne ÖWI-Probefläche) auf waldbaulich-ertragskundlicher Grundlage geplant. Dadurch war gewährleistet, dass allfällige Nutzungen einerseits auf den Probeflächen mit den niedrigsten Wertzuwächsen bzw. höchsten Bestandesdichten oberste Priorität hatten und andererseits auf jeder Probefläche die Eingriffe nach genau definierten waldbaulichen Gesichtspunkten erfolgten. Für die Simulation eines Nutzungsszenarios wurde zunächst eine vorläufige Anzahl an End- und Vornutzungsflächen festgelegt, auf denen die zuvor als möglich oder notwendig eingestuften Nutzungseingriffe während des zwanzigjährigen Prognoselaufes tatsächlich umgesetzt wurden. Am Ende des Prognosezeitraums wurden die Ergebnisse überprüft, inwieweit die Vorgaben des jeweiligen Nutzungsszenarios erreicht wurden, gegebenenfalls wurde der Prognoselauf mit einer veränderten Anzahl an End- und Vornutzungsflächen wiederholt.

Vier Szenarien durchgerechnet

Beim Szenario **Konstanter Vorrat (KV)** wurde auf allen Vornutzungsflächen genutzt, auf denen zu Beginn des Prognosezeitraums Durchforstungsnotwendigkeit

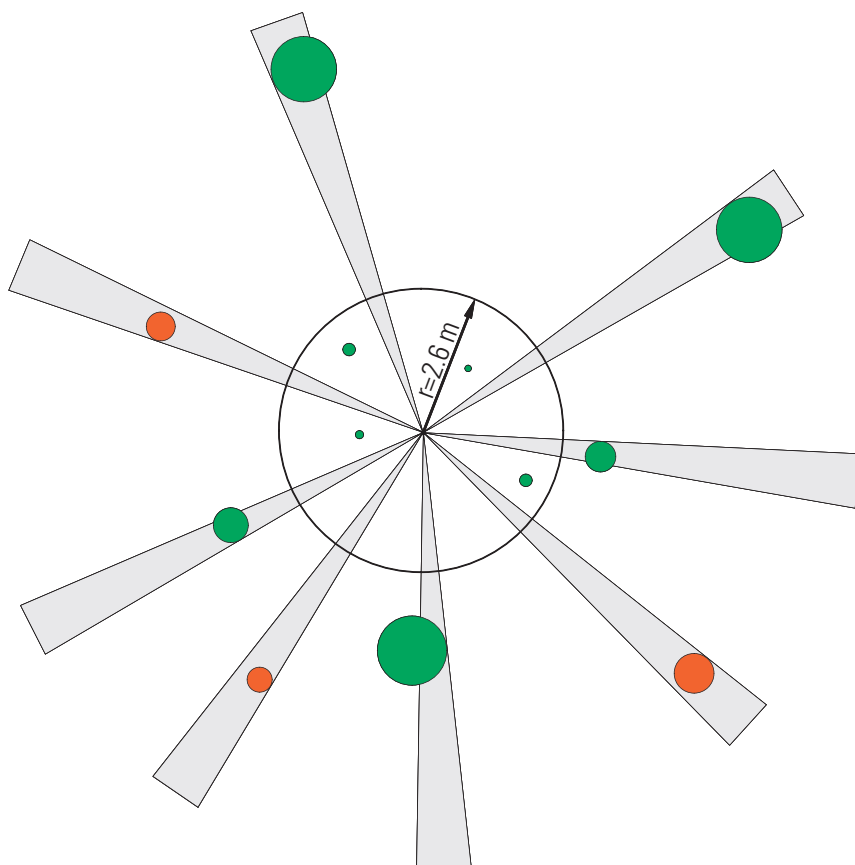


Abbildung 1:
Kombiniertes Stichprobeverfahren der ÖWI bestehend aus einer Winkelzählprobe
 (Zählfaktor $k = 4 \text{ m}^2/\text{ha}$) für Bäume ab 10,5 cm BHD und einem fixen Probekreis mit
 Radius $r = 2,6 \text{ m}$ für Bäume mit einem BHD zwischen 5,0 und 10,5 cm (grün = Bäume
 fallen in die Stichprobe; rot = Bäume fallen nicht in die Stichprobe)

bestand. Danach wurde die Anzahl der Endnutzungsflächen festgelegt unter der Vorgabe, dass der Vorrat der Periode 2000/02 von 325 VfmSiR/ha über den gesamten Prognosezeitraum konstant blieb. Im **Waldbauszenario (WB)** wurde die Endnutzung auf den Probeflächen mit negativem Wertzuwachs durchgeführt und die Vornutzung verstärkt: Nicht nur der zu Beginn des Prognosezeitraums festgestellte, sondern auch der sich im Zuge der Prognose neu ergebende Durchforstungsbedarf wurde einbezogen. Zusätzlich wurden die Eingriffe durch Stammzahlreduktionen im BHD-Bereich von 5 -10 cm ergänzt. Eine mögliche Vorratsabsenkung wurde dabei in Kauf genommen.

Etwas anders waren die Vorgaben für das Szenario **Vorratsadaption (VA)**, bei dem der Vorrat gezielt abgesenkt werden sollte. Ausgehend vom **WB-Szenario** wurde die Zahl der Endnutzungsflächen derart gesteigert, dass der Vorrat am Ende des Prognosezeitraums nur mehr 280 VfmSiR/ha beträgt. Im **Climate Change-Szenario (CC)** sollte die Auswirkung einer möglichen, klimabedingten Zuwachsveränderung auf die Nutzungsmenge eines bereits bekannten Nutzungsszenarios abgeschätzt werden. Als Vergleichsszenario diente das **KV-Szenario**: Durch Steuerung der Endnutzung wurde der Vorrat über den gesamten Prognosezeitraum auf 325 VfmSiR/ha kon-

stant gehalten. Veränderte Wuchsverhältnisse aufgrund einer möglichen Erwärmung wurden für den Seehöhenbereich über 600 m durch eine generelle Reduktion der Seehöhe um 200 m angenommen, was einer Erwärmung von etwa 1°Celsius innerhalb von zwanzig Jahren entspricht. Unter 600 m Seehöhe wurde diese Reduktion entsprechend linear auf Null eingeschliffen. Der Anfall von Kalamitätsholz (Zufallsnutzungen) wurde mit einem Modell aus der letzten Holzaufkommensstudie berechnet, in dem die Auswirkungen veränderter Klimabedingungen keine Berücksichtigung fanden. Die Menge von neu hinzukommendem Totholz wurde mit Hilfe des in PROGNAUS implementierten Mortalitätsmodells geschätzt.

Praktische Umsetzung eines Prognoselaufes

Da es sich bei den Ergebnissen der Zuwachsfunktionen von PROGNAUS um fünfjährige Zuwächse handelt, wurde die gesamte Prognose in vier Fünf-Jahresschritten durchgeführt. Am Beginn eines jeden Prognoselaufes wurden 78.983 Datenzeilen in das Simulationsprogramm eingelesen. Jede Datenzeile repräsentierte genau einen Stichproben-

baum der ÖWI und enthielt neben Baumart, BHD und Höhe auch die im Wald angesprochenen Schadmerkmale sowie die probeflächenspezifischen Standortmerkmale. Auf Basis der von einem Stichprobenbaum repräsentierten Stammzahl je Hektar wurden die Bestandesmerkmale wie Hektarvorrat, Grundfläche, Wertzuwachs, Bestandesdichte und Konkurrenzfaktoren berechnet. Im Anschluss daran erfolgte die Auszeige mit Hilfe des waldbaulichen Modells unter Beachtung des Wertzuwachses und der Bestandesdichte. Sollte ein bestimmter Stichprobenbaum im Laufe der Prognose genutzt werden, so wurde der Zeitpunkt des Ausscheidens in seiner Datenzeile vermerkt. Am Beginn jeder Fünf-Jahresperiode wurden dann die zur Nutzung vorgesehenen Stichprobenbäume aus dem Datensatz entfernt und in einer separaten Tabelle abgespeichert. Danach wurden die Konkurrenzfaktoren aktualisiert und mit Hilfe der Mortalitäts- und Zufallsnutzungsmodelle wurde ermittelt, welche Bäume darüber hinaus aus dem Datensatz zu entfernen waren. Die Daten dieser Bäume wurden ebenfalls gespeichert. Danach wurden die Konkurrenzfaktoren abermals aktualisiert, für jeden verbliebenen Stichprobenbaum BHD- und Höhenzuwachs berechnet und zu den Ausgangswerten addiert. Anschließend wurde mit dem Einwuchsmodell bestimmt, wie

viele Bäume auf einer Probefläche neu hinzukommen. Für jeden neuen Baum wurde dann eine eigene Datenzeile mit allen Informationen zu den übrigen Datensätzen hinzugefügt. Am Ende einer Zuwachssperiode wurden alle Bestandes- und Konkurrenzmerkmale aktualisiert, sodass mit den Berechnungen für die Folgeperiode begonnen werden konnte.

Ergebnisse

Das „theoretische“ Nutzungspotenzial aus dem österreichischen Ertragswald ohne Berücksichtigung der ökonomischen und ökologischen Einschränkungen variiert je nach Szenario und Periode zwischen 27,6 und 35,4 Mio. VfmSiR (Abbildung 2). Die höchsten Nutzungsmengen ergeben sich erwartungsgemäß beim Vorratsabbauszenario (VA), gefolgt vom Waldbauszenario (WB). Das Climate Change-Szenario (CC) hat einen etwas höheren Zuwachs und damit höhere Nutzungsmengen als das Szenario „Konstanter Vorrat“ (KV). Der Vornutzungsanteil ist beim WB-Szenario am höchsten, gefolgt vom VA-Szenario. Am niedrigsten ist der Vornutzungsanteil beim KV- und CC-Szenario. Während der Vornutzungsanteil bei den beiden ersten Szenarien eine nahezu gleich bleibende Tendenz aufweist, ist bei den letztgenannten Szenarien ein gewisser Abwärtstrend des Vornutzungsanteils erkennbar (Abbildung 3). Die verstärkten Vornutzungen beim WB-Szenario führen zu einer Abnahme des Vorrates, der aber mit 297 VfmSiR/ha am Ende des Prognosezeitraums noch deutlich über den 280 VfmSiR/ha des VA-Szenarios liegt (Abbildung 4).

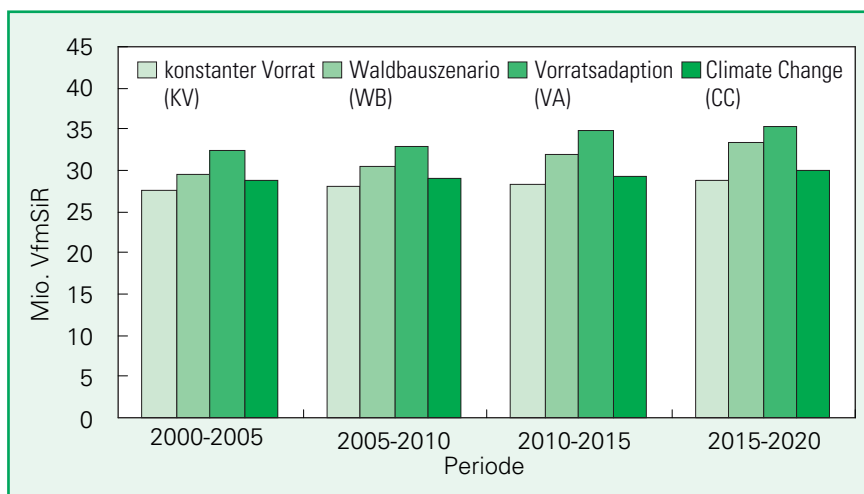


Abbildung 2:

„Theoretisches“ jährliches Nutzungspotenzial im Ertragswald (Summe aus regulären und zufälligen Nutzungen jedoch ohne Ast- und Nadelbiomasse) für verschiedene Nutzungs- und Klimaszenarien

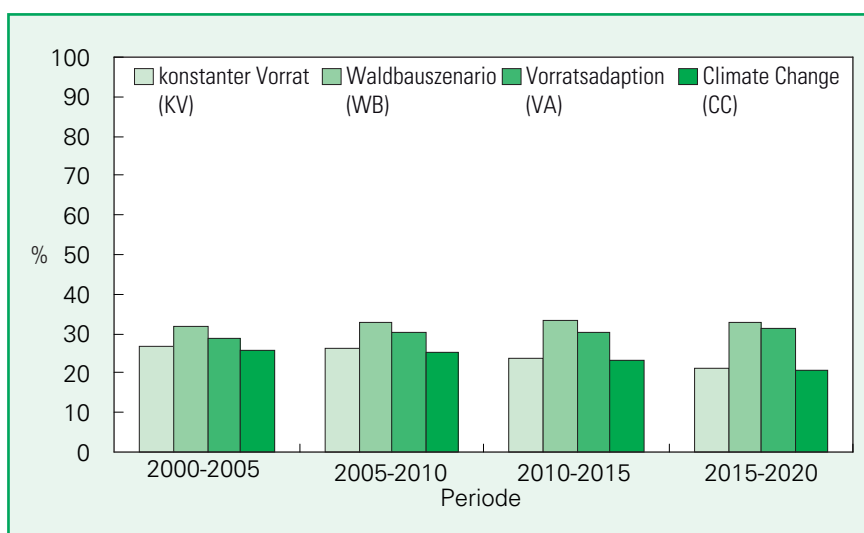


Abbildung 3:

Entwicklung des Vornutzungsanteils für verschiedene Nutzungs- und Klimaszenarien

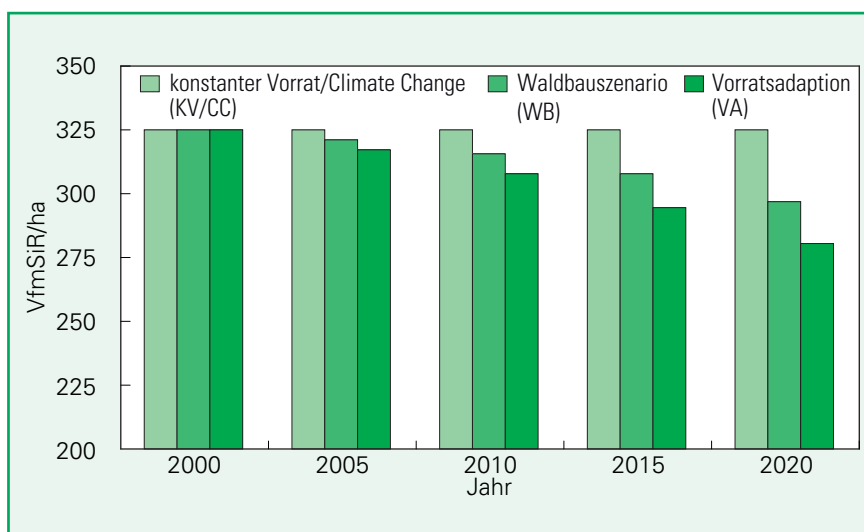


Abbildung 4:

Entwicklung des Hektarvorrats für verschiedene Nutzungs- und Klimaszenarien

Dipl.-Ing. Dr. Thomas Ledermann, HR Dipl.-Ing. Dr. Markus Neumann, Institut für Waldwachstum und Waldbau, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, thomas.ledermann@bfw.gv.at

Neue Ausformung in marktkonforme Sortimente

OTTO ECKMÜLLNER und PASCAL SCHEDL

Da die Holz- und Biomassenstudie erzielbare Holzerlöse benötigt, müssen die einzelnen Probestämme der Österreichischen Waldinventur in marktkonforme Sortimente ausgeformt werden. Die bisherigen Sortentafeln decken aber nur die wichtigsten Nadelholzarten und Buche ab. Es fehlen also etliche ökonomisch bedeutende Baumarten.

Laubhölzer auf Basis der vorhandenen Tafeln als Buche zu sortieren, erscheint nicht sinnvoll, dann würde man zum Beispiel der Eiche die gleiche Rindenstärke unterstellen wie der Buche, was zu einem stark verfälschten Ergebnis führt. Abgesehen davon sind die Sortentafeln an die damals gültigen Holzhandelsusancen adaptiert.

Ferner haben die Schaftkurven für Nadelhölzer (Polynome höheren Grades) die Eigenschaft, sowohl bei kleinen als auch bei sehr großen Durchmessern schlecht extrapolierbar zu sein. Darüber hinaus geben die bisherigen Tafeln nur Auskunft über Stärkeklassen

und nicht über Qualitäten, vor allem Sondersortimente, wie zum Beispiel Braunblöcke, sind über dieses Modell überhaupt nicht abbildbar.

Was also ist neu?

Die aktuellen Holzhandelsusancen (Kooperationsplattform Forst Holz Papier, 2006) sind in den Sortierschemata berücksichtigt. Die neuen Schaftkurven sind als segmentiertes Modell erarbeitet worden und liefern daher selbst durch Extrapolation zu sehr großen Durchmessern hin gute Ergebnisse.

Getrennt für Nadel- und Laubhölzer wurde je ein Schaftkurventyp entwickelt. Insgesamt stehen die zu schätzenden Parameter für 6 Nadelholz- und 17 Laubholzarten bzw. -artengruppen (z.B.: Eiche für Trauben-, Zerr- und Stieleichen) zur Verfügung. Ein völlig neuer Ansatz wurde zur Berechnung der Rindenstärken gewählt, diese sind nicht mehr eine lineare Funktion des jeweiligen Durchmessers, sondern eine Funktion aus Baumart, Höhe, BHD, Seehöhe und anderen Krite-

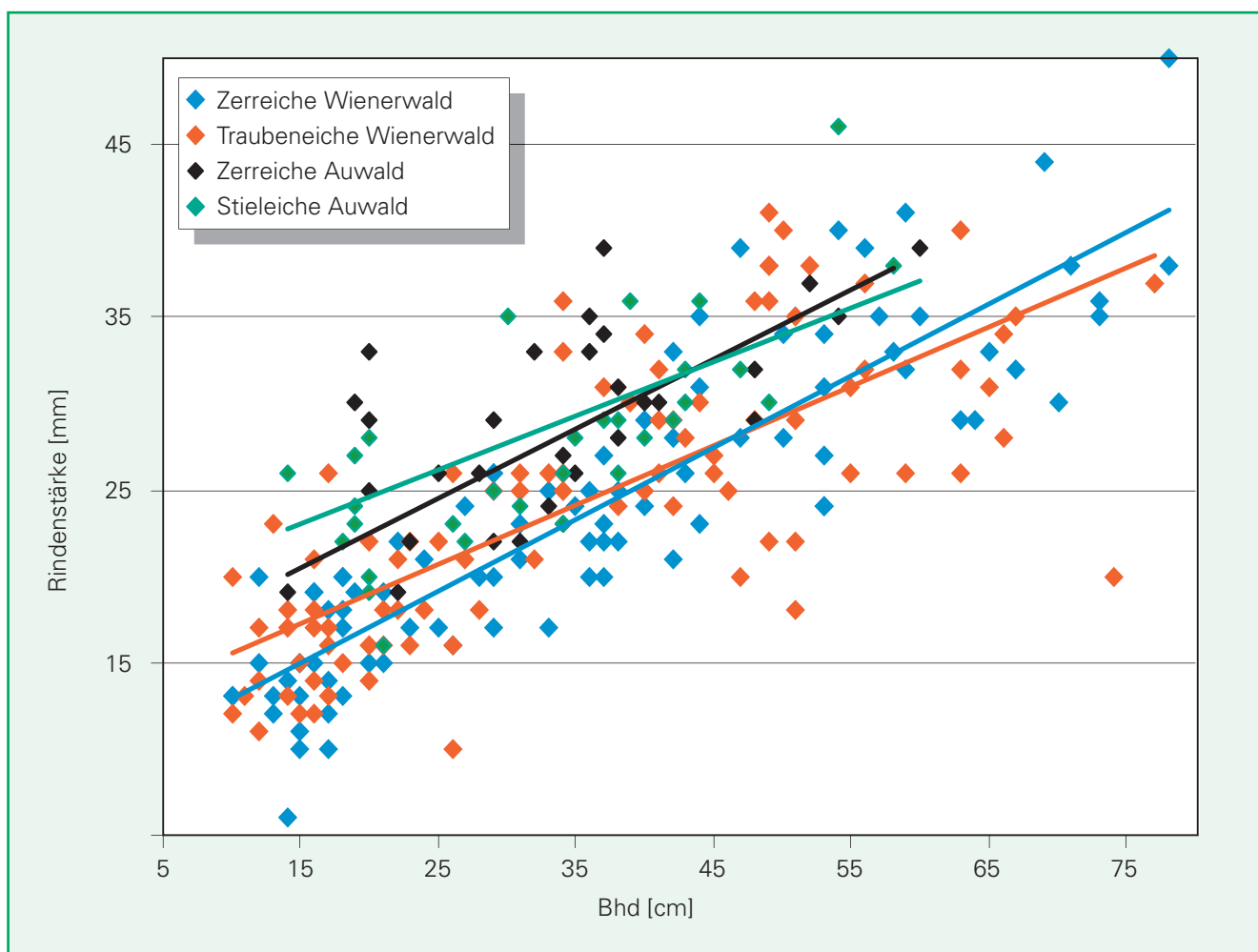


Abbildung 1:
Rindenstärken getrennt nach Arten und den Standorten Wienerwald und Auwald

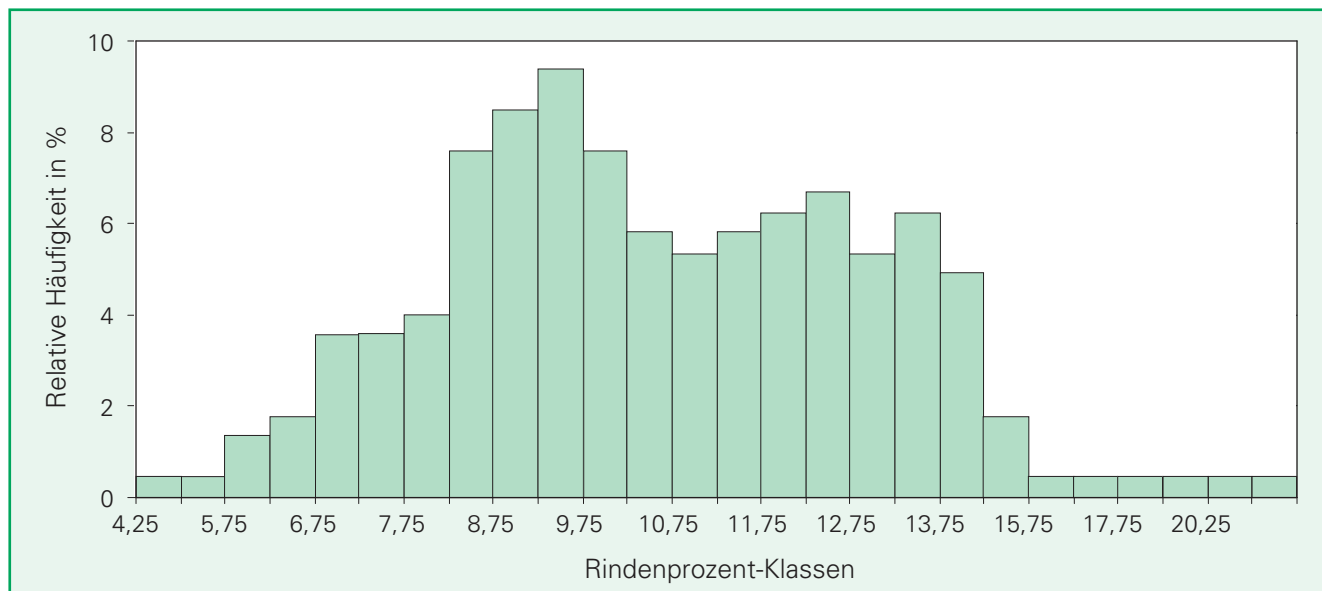


Abbildung 2:
Die deutlich bimodale Verteilung der Rindenprozent

rien. Das neue Sortierschema und die entsprechenden Funktionen sind im Centralblatt für das gesamte Forstwesen (Heft 3/4, 2007) publiziert.

Im Zuge einer Bachelorarbeit am Institut für Waldwachstumsforschung der BOKU konnte aufgezeigt werden, dass eine Zusammenfassung zu Baumartengruppen, wie zum Beispiel bei Eichen, nicht zweckdienlich ist, da es hinsichtlich der Rindenstärken Unterschiede zwischen den Arten und Standorten gibt.

Um qualitätsrelevante Parameter besser erfassen zu können, wurden folgende Modelle eingebaut:

- ein Säbelwuchsmodell, das aus Daten der Naturrauminventur im Nationalpark Oberösterreichische Kalkalpen entwickelt wurde.
- das Aststärkenmodell nach Schmidt (2005) für die Nadelhölzer, erweitert um Lärche.

- Für die Berechnung des Weich- und Hartfäuleanteils ist ferner noch das Modell nach Binder (1995) integriert worden, dadurch können Braunblöcke als eigene Sortimente ausgeschieden werden, weichfaule Stammabschnitte werden separat ausgewiesen. Es wurde ein Programm zur Berechnung der anfallenden Sortimente für Einzelbäume entwickelt (Abbildung 3), das aber noch für die Verarbeitung größerer Datenmengen zu erweitern sein wird.

Zusätzliche Untersuchungen haben gezeigt, dass qualitative Merkmale für Einzelbäume zwar gut, für Bestände aber nicht so einfach darstellbar sind. Vor allem dann, wenn man versucht, dies über den Grundflächenmittelstamm zu lösen. Während in Analogie zur bisherigen Sortentafel und Sortenertragstafel diese Vorgangsweise für Stärkensortimente sinnvoll ist, trifft

das in Kombination mit qualitativen Merkmalen nicht mehr zu. Bessere Ergebnisse liefert hier der Grundflächenzentralstamm, der die vorhandenen Sortimente eines Bestandes auch hinsichtlich ihrer Qualitätsverteilung sehr gut repräsentiert. Dies zeigt sich am deutlichsten bei den Laubhölzern, weil die Qualitätskriterien von der Dimension der Bloche abhängen.



Abbildung 3:
Benutzeroberfläche des Einzelstamm-Sortierprogramms [Das neu entwickelte Schafftkurvenkonzept passt auch auf ausländische Baumarten wie *Pseudotsuga menziesii* auf dem Bild]

Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Otto Eckmüller,
Dipl.-Ing. Pascal Schedl, Institut für Waldwachstumsforschung, Universität für Bodenkultur, Peter Jordan-Straße 82, 1190 Wien,
E-Mail: otto.eckmuellner@boku.ac.at,
E-Mail: pascal.schedl@boku.ac.at

Technische und ökonomische Rahmenbedingungen der modellierten Holzernte

THOMAS GSCHWANTNER

Das Holz- und Biomassepotenzial im österreichischen Wald ist durch viele Rahmenbedingungen charakterisiert. Wirtschaftlichkeitsüberlegungen spielen dabei eine zentrale Rolle wobei diese an die ökologischen Nutzungsbedingungen für Biomasse gebunden sind. Hier wird erläutert, wie HOBI diese Faktoren berücksichtigt hat und zu welchen Potenzial einschränkungen das führt.

Die wirtschaftlich nutzbare Holzmenge hängt zum einen von den Kosten der Holzernte und somit von der Einsetzbarkeit wirtschaftlicher Erntetechnik ab, zum anderen von der Preissituation am Holzmarkt. Darüber hinaus sind ökologische Aspekte, die unter anderem auf die Erhaltung der standörtlichen Produktivität abzielen, zu beachten.

Das Holzerntesystem und die Kosten der Holzernte

Die Modelle für das Holzerntesystem umfassen die Teilprozesse Fällen, Entasten, Ausformen, Rücken, Lagern und Überstellung der Maschinen. Für Seilanlagen fallen zusätzlich Montage- und Demontearbeiten an. Die Produktion von Waldhackgut erfordert den Einsatz eines Hackers in einem weiteren Teilprozess. Die Kostenberechnung der HOBI-Studie bildet alle diese Teilprozesse ab. Die verwendeten Holzerntemodelle weisen unterschiedliche Mechanisierungsgrade auf. Neben konventionellen Erntemethoden wie der motormanuellen Schlägerung mit Traktor- oder Forstspeziialschlepperrückung wurden hoch- und vollmechanisierte Verfahren mit Harvestern und Forwardern sowie Gebirgharvestern kalkuliert. Anwendung fanden Holzernteproduktivitätsmodelle der WSL (2007), Modelle nach Jacke (2004), nach Stampfer et al. (2003) und die Österreichische Bundesforste AG Forstschleppertabelle (1996).

Grundlage für die Ermittlung der Holzerntekosten

und Erlöse aus der Holzernte sind die mit dem Waldwachstumssimulator PROGNAUS prognostizierten Nutzungseingriffe und die darauf basierende Ausformung in marktgerechte Sortimente und biomasserelevante Baumteile. Für die Nutzungsprognose wurden drei Szenarien unterschiedlicher Eingriffsstärke (konstanter Vorrat, Waldbau, Vorratsadaption) verwendet (siehe Artikel Seite 5).

Die Leistung des Holzerntesystems (geerntete Holzmenge pro Zeiteinheit) hängt hauptsächlich vom eingesetzten Arbeitsverfahren, von bestandsspezifischen Kriterien wie der durchschnittlichen Baumdimension, den Geländebedingungen und der Rückedistanz ab. Aus der genutzten Holzmenge und der Leistung ergibt sich der gesamte Zeitbedarf für die Ausführung eines Nutzungseingriffes.

Die anfallenden Personal- und Maschinenkosten werden als Systemkosten bezeichnet. Als durchschnittliche Systemkosten pro Arbeitsstunde oder pro Erntefestmeter sind sie eine Kennzahl für die Kostenintensität von Nutzungseingriffen. Stundensätze für Forstfacharbeiter wurden gemäß Mantelvertrag für die Forstarbeiter in der Privatwirtschaft des Jahres 2007 ermittelt, wobei für vollmechanisierte Arbeitsverfahren und Seilrücken mit Zuschlägen gerechnet wurde. Für Bauernakkordanten wurde ein Tarif vom Österreichischen Kuratorium für Landtechnik verwendet. Die Maschinenkosten wurden gemäß dem Maschinenkostenkalkulationsschema des BFW errechnet. Die für die Rücketechnologien und Arbeitsverfahren unterstellten Personalkostensätze sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Geländebedingungen und Bringungsdistanz

Österreichs Ertragswald zeichnet sich durch vielfältige Geländebedingungen und Unterschiede im Erschließungsgrad aus, die entscheidend für die Einsetzbarkeit der Holzerntetechnologien sind. Wesentlich sind vor allem die Hangneigung und die Rückedistanz. Mit Hilfe der forstlichen Fernerkundung (Orthophotos) wurden

diese Kriterien für jede einzelne Probe- fläche der ÖWI ermittelt und zu Bringungskategorien (Tabelle 2) zusammengefasst. In einigen Fällen wurden zusätzliche Kriterien berücksichtigt. So wurden im Schleppereinsatzgelände Geländestufen, die umfahren werden müssen oder eine

Tabelle 1:
Rücketechnologien, Arbeitsverfahren sowie Lohn- und Lohnnebenkosten für Personal

Rücketechnologie	Arbeitsverfahren	Personal		
		Arbeitskraft	Lk €/h	Lnk €/h
Forstraktor	Sortiment-, Stamm-, Baumverfahren	Bauernakkordant	11,50	
		Forstfacharbeiter	10,93	10,38
Forstspeziialschlepper	Sortiment-, Stamm-, Baumverfahren	Forstfacharbeiter	10,93	10,38
Forwarder nach Harvestereinsatz	Sortimentverfahren	Forstfacharbeiter	13,58	12,90
Mobilseilgerät	Sortimentverfahren	Forstfacharbeiter	13,58	12,90
Gebirgharvester	Baumverfahren	Forstfacharbeiter	13,58	12,90
Langstreckenseilgerät	Sortimentverfahren	Forstfacharbeiter	13,58	12,90

längere Zuzugsstrecke zur Folge haben, in einer eigenen Kategorie berücksichtigt. Für Mobilseilgeräte wurde zwischen Bergauf- und Bergabrückung unterschieden.

Bestandesbedingte Einschränkungen

Die Durchführbarkeit von Holzernteeingriffen wird aber auch durch bestandes-spezifische Kriterien limitiert. Diese Einsatzgrenzen werden in den Holzerntemodellen berücksichtigt und betreffen vor allem die Dimension der entnommenen Stämme. Für den Einsatz von Forsttraktor, Forstspeziialschlepper und Harvester kombiniert mit Forwarder wurde ein mittleres Volumen von 0,05 Efm ohne Rinde als untere Grenze festgelegt. Aufgrund dieses Limits können 1 % der Gesamtnutzungsmenge nicht realisiert werden. Bei Gebirgsharvestern war ein mittleres Mindestvolumen je Stamm von 0,12 bzw. 0,20 Efm ohne Rinde je nach Gerätekategorie notwendig. Der Einsatz von hoch- und vollmechanisierten Verfahren wie Harvester und Forwarder sowie Gebirgsharvester wurde weiters durch einen BHD von maximal 45 cm begrenzt. Außerdem mussten diese Nutzungen einen Nadelholzanteil von mindestens 50 % aufweisen.

Berücksichtigung der standörtlichen Nachhaltigkeit

Die Wahl des Holzernteverfahrens wird auch durch die standörtliche Nährstoffnachhaltigkeit gesteuert. Tabelle 3 zeigt die österreichische Ertragswaldfläche, gegliedert nach den drei Klassen ökologischer Einschränkungen (siehe Artikel Seite 13). Das Baumverfahren wurde nur

Tabelle 2:
Bringungskategorien und ihr Waldflächenanteil

Bringungskategorie		Hang-neigung (%)	Rücke-distanz (m)	Waldfläche (1000 ha)	Anteil (%)
Schlepper	ohne Geländestufe	bis 40 %	> 60 m	1395	41,7
	mit Geländestufe	bis 40 %	> 60 m	247	7,4
Schlepper auf Kurzstrecken	befahrbar	bis 40 %	0 – 60 m	465	13,9
	Seilzuzug	über 40 %	0 – 60 m	357	10,7
Mobilseilgerät	Bergaufrückung	über 40 %	60 – 600 m	345	10,3
	Bergabrückung	über 40 %	60 – 600 m	469	14,0
Langstreckenseilgerät		über 40 %	> 600 m	67	2,0
Gesamt				3345	100,0

Tabelle 3:
Ökologische Einschränkungen

Ökologische Einschränkung	Waldfläche (1000 ha)	Anteil (%)
Keine	1655	49,5
Mäßig	898	26,8
Stark	792	23,7
Gesamt	3345	100,0

auf jenen Standorten eingesetzt, auf denen keine ökologischen Einschränkungen für den Entzug von Biomasse vorliegen. Das Stamm- und das Sortimentverfahren werden hauptsächlich dann eingesetzt, wenn mäßige oder starke Einschränkungen für den Biomasseentzug bestehen.

Eingesetzte Erntetechnologien

Aus den obigen Einschränkungen resultieren die einsetzbaren Ernteverfahren. In Abbildung 1 sind die geografische Verteilung der prognostizierten Nutzungseingriffe und die eingesetzten Erntetechnologien für Österreich dargestellt.

- Schlepperbefahrbares Gelände
- Schlepper mit Seilzuzug
- Mobilseilgerät
- Langstreckenseilkran

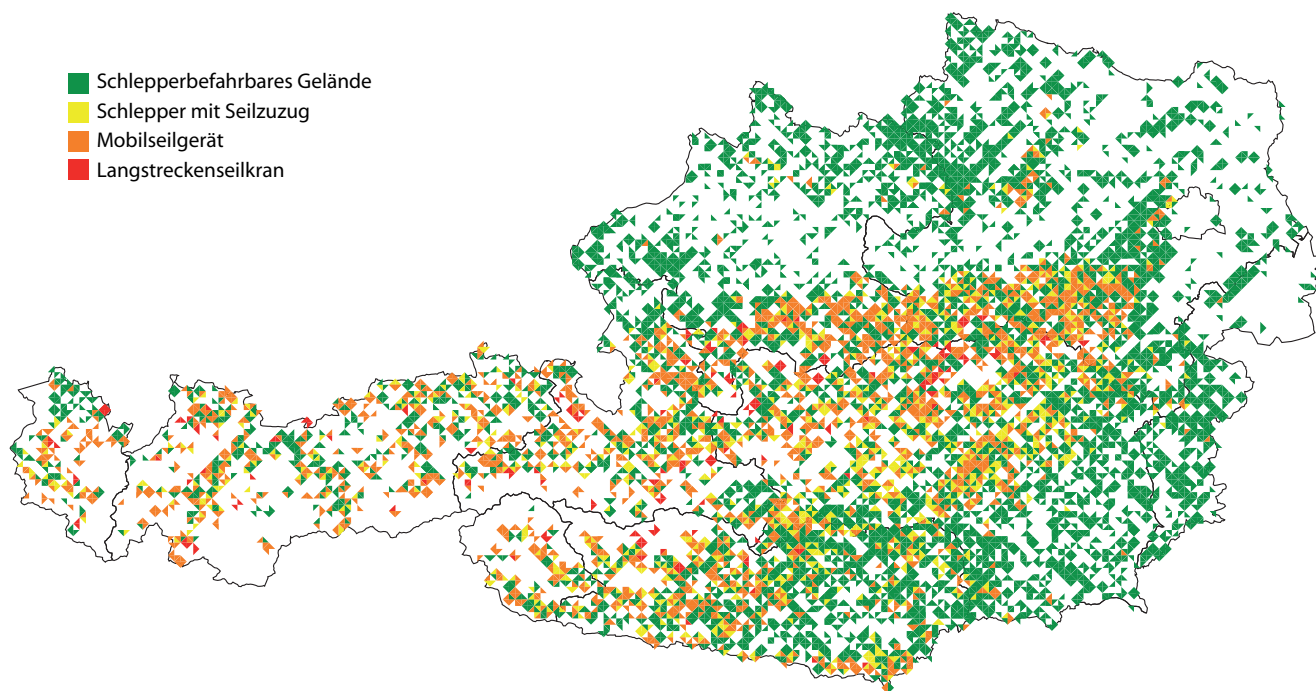


Abbildung 1:
Geografische Verteilung der Nutzungen und der verwendeten Technologien

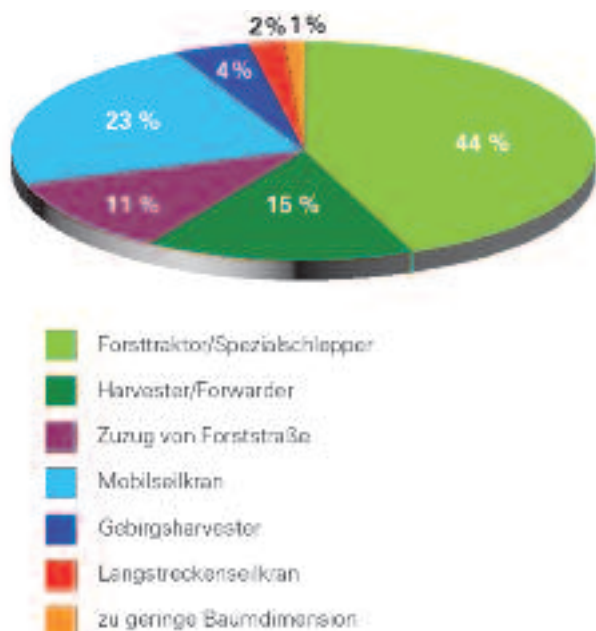


Abbildung 2:
Gesamtnutzungsmenge gegliedert nach Rücketechnologien, beispielhaft für das Waldbau-Szenario

Gliedert man die theoretischen Gesamtpotenziale nach der Rückemethode, so ergibt sich folgende Verteilung (Abbildung 2): Etwa 59 % der Nutzungen können in einem Gelände durchgeführt werden, das mit Forsttraktor, Forstspeziialschlepper, Harvester und Forwarder befahrbar ist. Im Seilgelände befinden sich 41 % der Nutzungsmenge. Davon ist rund ein Viertel durch Zuzug von der Forststraße erreichbar. Aufgrund der technischen Einsatzgrenzen wie Baumdimension und Nadelholzanteil sind nur etwa 4 % der Nutzungsmenge im Einsatzgelände der Gebirgsharvester. Durch den hohen Erschließungsgrad in Österreichs Wald ist der Einsatz des Langstreckenseilkranes auf 2 % der theoretischen Potenziale beschränkt.

Preisszenarien und Holzernteerlöse

Der Holzerlös wird im Wesentlichen durch die ausgeformten Sortimente (Güte- und Stärkeklassen) und die Preissituation am Holzmarkt bestimmt. Mit drei Szenarien unterschiedlicher Preisniveaus wurde versucht, der Preisentwicklung der letzten Jahre sowie der möglichen künftigen Preissteigerung Rechnung zu tragen. In den Szenarios wurden auch Zu- und Abschläge hinsichtlich Holzart und bundesländerspezifischer Preis-

Tabelle 4:
Richtwerte für die Preisszenarien: Fichtenblochholz der Stärkeklasse 2b und Güteklasse A/B

Preis-szenario	Bezugszeitraum	Preis Fichte 2b A/B (€/Efm)
1	Durchschnitt 2004 – 2006	71
2	Ende 2006	81
3	künftige Entwicklung	100
4	Ölpreisentwicklung 1985 - 2005	162
5	Ölpreisentwicklung 1985 - 2005	243

unterschiede berücksichtigt. Weiters wurden zwei Preisszenarien durchgerechnet, die von einer starken Holzpreissteigerung ausgehen. Die Richtwerte der fünf Preisszenarien sind in Tabelle 4 ersichtlich.

Kostendeckung von Holzernteeingriffen

Aus der Gegenüberstellung von Holzerntekosten und erzielbaren Erlösen resultiert der Kostendeckungsbeitrag 1, anhand dessen in HOB1 über die Wirtschaftlichkeit von Nutzungseingriffen entschieden wird. Aus wirtschaftlicher Sicht sind im Nutzungspotenzial alle Holzerntemengen enthalten, für die ein positiver holzerntekostenfreier Erlös ermittelt wurde.

Unter Berücksichtigung ökonomischer, technischer und ökologischer Einschränkungen ergeben sich für fünf Preis- und drei Nutzungsszenarien die in Tabelle 5 gezeigten, jährlichen Nutzungspotenziale. Diese enthalten neben Rundholz auch Rinde, Wipfelstücke, Weichfaulabschnitte, abgestorbene Stämme, Äste und Nadeln.

Tabelle 5:
Nutzungspotenziale unter Berücksichtigung der ökonomischen, technischen und ökologischen Einschränkungen in Mio. fm als Schaffholz inklusive Rinde, Ästen und Nadeln

Nutzungs-szenario	Theoretisches Gesamtpotenzial VfmÄqu.	Nutzungspotenzial je Preisszenario EfmÄqu.iR				
		1	2	3	4	5
Konstanter Vorrat	32,7	24,6	25,6	26,4	27,4	27,7
Waldbau	35,7	25,7	26,9	27,9	29,1	29,6
Vorratsabbau	38,4	28,1	29,3	30,3	31,5	31,9

Endnutzungen sind immer kostendeckend, während dies bei Vornutzungseingriffen nicht so häufig der Fall ist. Diese aus waldbaulicher Sicht wünschenswerten Eingriffe zur Erhöhung der Bestandesstabilität werden von Forstbetrieben trotzdem durchgeführt, weil sie als Investition in die Zukunft angesehen werden. Besonders in schwachen Beständen mit einem BHD unter 15 cm können die Holzerntekosten oft durch die erzielbaren Erlöse nicht abgedeckt werden. Die daraus anfallenden Nutzungsmengen wurden auf Grund des negativen Deckungsbeitrags im Nutzungspotenzial nicht berücksichtigt.

Dipl.-Ing. Dr. Thomas Gschwantner, Institut für Waldinventur, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, thomas.gschwantner@bfw.gv.at

Standörtliche Nährstoff-Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Wald-Biomasse

MICHAEL ENGLISCH und RAINER REITER

Dem Ökosystem Wald werden mit jeder Nutzung wichtige Nährstoffe entzogen. Gerade diejenigen Biomassen-Kompartimente, die bei einer Vollbaumnutzung mit entnommen werden wie Äste, Reisig, Rinde und Nadeln bzw. Blätter, weisen besonders hohe Nährstoffkonzentrationen auf. Es ist wissenschaftlich schon lange erwiesen, dass beim Übergang von der Gewinnung des Derbholzes ohne Rinde zur Vollbaumnutzung die Massenentnahme um 40% bis 70 % steigt. Die Entzüge der Hauptnährelemente Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium erhöhen sich aber um 300 bis 1000 %.

Problem Nährstoffentzug

Ziel des standortkundlichen Projektteils von HOBII war es abzuschätzen, auf welchen Standorten in Österreich der Entzug von Biomasse die nachhaltige Versorgung des Bestandes mit den wesentlichsten Nährelementen gefährdet.

Dafür wurden in einem ersten Schritt die Bodenvorräte (Auflage und Mineralboden) der Hauptnährelemente für die Probeflächen der Waldboden-Zustandsinventur (WBZI) errechnet.

Im zweiten Schritt wurden die Berechnungen auf alle im Wirtschaftswald gelegenen Probeflächen der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) ausgedehnt. Da für die ÖWI-Flächen zahlreiche Standorts- und Bodenparameter vorliegen, Bodenanalysen jedoch fehlen, wurden aus dem Datensatz der Waldboden-Zustandsinventur einfache Standorttransferfunktionen entwickelt. Mit diesen können die Hauptnährstoffvorräte der einzelnen Flächen der ÖWI geschätzt werden. Neben diesen Vorräten wurden auch die Nachlieferung (Gesteinsverwitterung, atmosphärische Einträge) und der Nährstoffaustrag berücksichtigt.

Als Datenbasis für die Berechnung der atmosphärischen Einträge auf die ÖWI-Flächen dienten die durchschnittlichen Jahreseinträge von Ca, Mg, K und N, die sich aus 20 Flächen des Intensiv-Monitorings (Level II des ICP Forest) und Niederschlagsdaten ergaben. Die Verwitterung wurde nach der Formel von Sverdrup (1990) berechnet. In diese Kalkulation gehen folgende Parameter ein:

- Bodenart und Bodengründigkeit (direkt aus der WBZI oder ÖWI bzw. über Standorttransferfunktionen)
- Informationen zum Ausgangssubstrat der Böden [Hydrogeologische Karte der Republik Österreich im Maßstab 1: 500.000 (2003)]
- Bodentemperatur [seehöhenabhängige Regressionsgleichung auf Basis langjähriger Messreihen des BFW (Gartner, unpubl.)]

• Austräge, mangels langfristiger Datenreihen aus der Literatur (Krapfenbauer et al. 1981; Rehfuess 1990). Für die Berechnung der Nährstoffentzüge durch Holz-ernte wurden die Nährelementkonzentrationen der einzelnen Kompartimente der Biomasse aus Daten der Nadel- und Blattanalysen des österreichischen Bioindikatorsnetzes und aus der Literatur abgeleitet. Diese Konzentrationswerte wurden mittels der mit PROGNAUS errechneten Nutzungsmengen je Biomassenkompartiment und pro Umtriebszeit (U=150) zu Nährelementvorräten in der gesamten Biomasse umgewandelt. Im Anschluss daran wurden die Ernteentzüge bei Nutzung im Baumverfahren (Vollbaumnutzung) in Vor- und Endnutzung für jeden Standort den Nährelementvorräten (Bodenvorrat + Eintrag + Nachwitterung - Austrag) gegenübergestellt. Dabei wurde angenommen, dass das gesamte Schaftholz und die gesamte Rinde aus dem Wald entnommen werden (abzüglich Ernteverlust), jedoch nur 70 % des Ast- und Nadelmaterials. Bei Laubholznutzungen wurde unterstellt, dass die Blätter immer im Wald verbleiben.

Die Biomassenentzüge in Bezug auf die Nährstoffvorräte wurden teilweise in Anlehnung an Meiwes et al. (2008) bewertet. Als Kriterium wurden die Prozentanteile der kurz- bis mittelfristig verfügbaren Nährstoffvorräte von Calcium, Magnesium und Kalium sowie der langfristig verfügbaren Vorräte von Stickstoff und Phosphor, die durch Vollbaumernte entnommen werden, am Bodennährstoffkapital verwendet (Bewertungsschlüssel siehe Tabelle 1).

Tabelle 1:
Bewertungsschlüssel für die Nachhaltigkeit der Nährstoffversorgung bei Vollbaumnutzung (Einzелеlemente), teilweise in Anlehnung an Meiwes et al. (2008); Prozentanteile der durch Vollbaumnutzung entzogenen Nährstoffe am Bodennährstoffkapital des Standortes

	N %	P %	Ca %	Mg %	K %
nicht nachhaltig	>60	>40	>100	>100	>100
wenig nachhaltig	30-60	25-40	50-100	50-100	50-100
± nachhaltig	<30	<25	<50	<50	<50

Der Einsatz der Vollbaumnutzung wurde als „möglich“ bewertet, wenn für kein einziges Nährelement die Klassifikation „nicht nachhaltig“ oder „wenig nachhaltig“ vergeben wurde. Die Bewertung „problematisch“ wurde vergeben, wenn für zumindest ein Nährelement die Klassifikation „wenig nachhaltig“ zugeteilt wurde. Wenn für zumindest ein Nährelement die Einstufung „nicht nachhaltig“ vergeben wurde, sollte die Vollbaumnutzung unterbleiben.

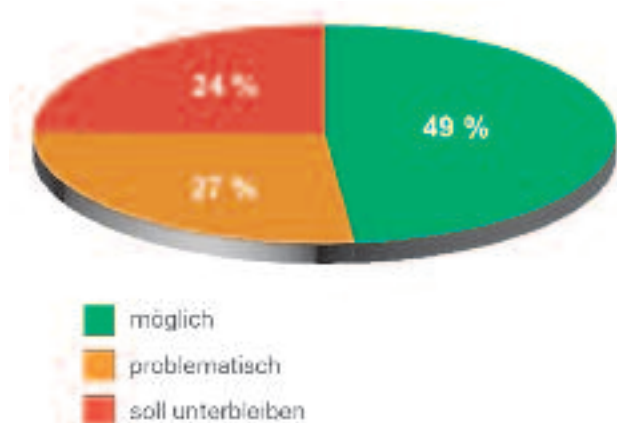


Abbildung 1:
Prozentanteile der Probeflächen der Österreichischen Waldinventur, auf denen Vollbaumnutzung (Ernte von Holz, Ästen, Zweigen, Rinde und Nadeln) „möglich“ bzw. „problematisch“ ist oder unterbleiben soll

möglich	—
problematisch	≥ 1 Nährelement „wenig nachhaltig“
soll unterbleiben	≥ 1 Nährelement „nicht nachhaltig“

Ergebnisse

Auf knapp der Hälfte der ÖWI-Probeflächen ist die Ernte von Biomasse (Vollbaumernte) bei nachhaltiger Nährelementversorgung möglich, während dies auf einem Viertel der Flächen als „problematisch“ zu bewerten ist und auf dem restlichen Viertel „unterbleiben soll“. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist einerseits zu berücksichtigen, dass Einschränkungen für die Vollbaumernte aus standortkundlicher Sicht auch aus anderen Gesichtspunkten als der Nährstoffversorgung (zum Beispiel Bodenverdichtung, Erosion) gegeben sein können. Andererseits kann die Ernte von

Biomasse auch auf Flächen mit empfohlenen Nutzungsbeschränkungen erfolgen, wenn dem Standort entsprechende Einschränkungen (Teile der Biomasse verbleiben am Waldstandort, Vollbaumernte nicht auf der gesamten Fläche, Vollbaumernte nicht bei jeder Nutzung) beachtet werden.

Abbildung 2 zeigt die Klassifikation nach den wichtigsten Waldbodentypen. Das ungünstigste Ergebnis weisen Ranker, Bachauböden und substratbedingter Podsol auf, die jedoch jeweils nur 1 bis 2 % der Waldfläche abdecken. Semipodsole sind insgesamt etwas günstiger zu beurteilen, doch sind mehr als 30 % aller Flächen, auf denen Biomassenutzung „unterbleiben soll“, aufgrund des hohen Waldflächenanteils auf Semipodsol-Standorten zu finden. Überaus günstig zu beurteilen sind silikatische Braunlehme und Auböden, beide Bodentypen nehmen allerdings nur geringe Waldflächenanteile ein. Von den weit verbreiteten Bodentypen sind Braunerden aus Löss, Moränen und Lockersedimenten sowie Pseudogleye und Gleye am günstigsten zu beurteilen. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass viele Bodentypen eine große Spannweite bezüglich der Nährstoffvorräte aufweisen, die durch ihre Lage (Neigung, Seehöhe), das Ausgangsgestein, ihre Gründigkeit und ihren Grobmaterialanteil bedingt ist.

Stickstoff ist entgegen den Erwartungen nicht jenes Nährelement, das wesentlich ausschlaggebend für Biomasse-Nutzungseinschränkungen aus ökologischer Sicht ist. Nur eine einzige Probefläche wurde in Bezug auf die Stickstoffvorräte als „nicht nachhaltig“ bewertet, rund 11 % der Flächen als „wenig nachhaltig“. Ähnlich stellt sich die Situation bei Calcium und Magnesium dar: Auf etwa 1 % der Standorte ist die Magnesiumbilanz als „wenig“ oder „nicht nachhaltig“ zu beurteilen, auf zirka 4,5 % die Calciumbilanz.

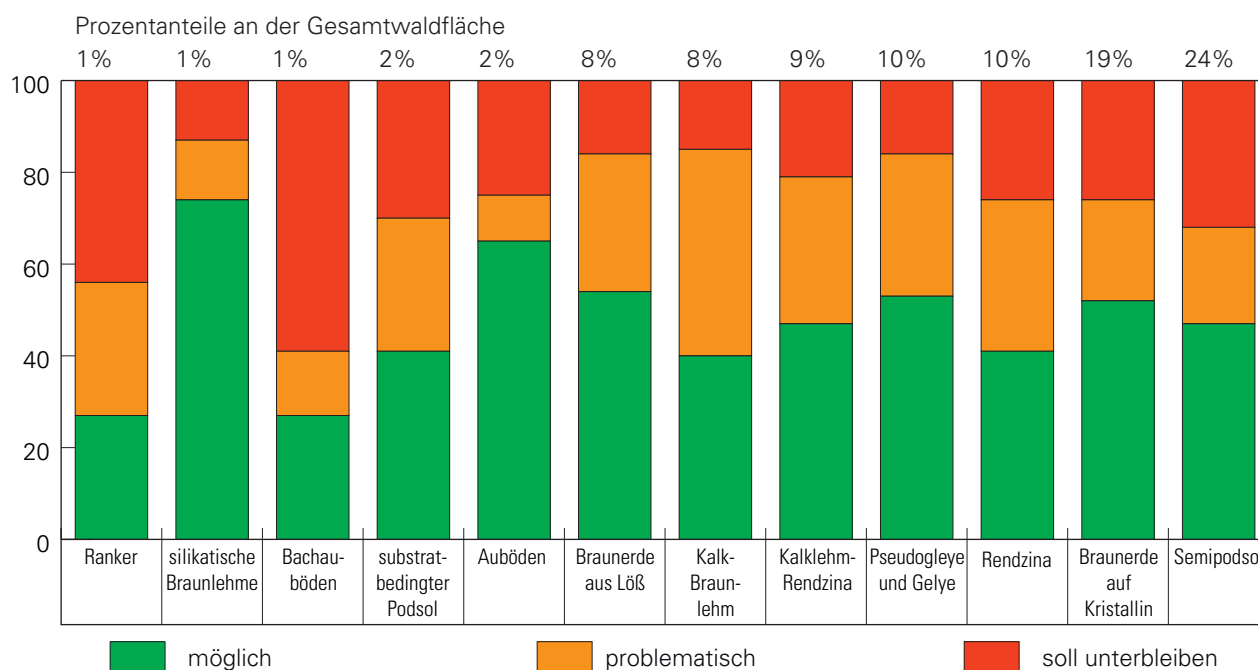


Abbildung 2:
Prozentanteile der Probeflächen der Österreichischen Waldinventur (Wirtschaftswald), auf denen Vollbaumnutzung (Ernte von Holz, Ästen, Zweigen, Rinde und Nadeln) „möglich“, „problematisch“ ist oder „unterbleiben soll“, stratifiziert nach Bodentypen

Ausschlaggebend für das vorliegende Ergebnis sind die Phosphorvorräte, die auf 38 % der Flächen als „wenig nachhaltig“ klassifiziert werden mussten, sowie die Kaliumbilanz, die auf 23 % der Flächen als „nicht nachhaltig“ beurteilt wurde.

Literatur

Krapfenbauer A. & Buchleitner E. 1981: Holzernte, Biomassen- und Nährstoffaustrag, Nährstoffbilanz eines Fichtenbestandes (Cbl. ges. Forstw., Band 98 (4), S. 193-223)

Meiwe K.J., Asche N., Block J., Kallweit R., Kölling C., Raben G. & v. Wilpert, K. 2008: Potenziale und Restriktionen der Biomassennutzung im Wald, AFZ (63) 11, 598-604.

Rehfuess K.E. 1990: Waldböden. Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. Pareys Studentexte 29, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 294 S.

Schubert G. (Red.) 2003: Hydrogeologische Karte der Republik Österreich im Maßstab 1: 500.000, Geologische Bundesanstalt Wien.

Sverdrup H. U. (1990): The Kinetics of Base Cation Release due to Chemical Weathering. Lund University Press, Lund, Schweden, 246 S.

Dipl.-Ing. Dr. Michael Englisch, Dipl.-Ing. Rainer Reiter, Institut für Waldökologie und Boden, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, michael.englisch@bfw.gv.at

Energiewälder im Kurzumtrieb – Möglichkeiten und Grenzen

MICHAEL ENGLISCH, MARTIN WRESOWAR, HEIDE SPIEGEL,
RAINER REITER und KLAUS KATZENSTEINER

Im Rahmen des HOBİ-Projektes wurde auch das Potenzial zur Anlage von Energiewäldern im Kurzumtrieb abgeschätzt. Die BOKU hat am Institut für Waldökologie eine Studie mit dem Ziel durchgeführt, die bislang nur verstreut vorliegende Literatur der zahlreichen, aber sehr unterschiedlich gut dokumentierten Versuche zur Anlage von Energiewäldern im Kurzumtrieb auszuwerten.

Dabei standen folgende Fragen im Vordergrund:

- Welche Baumarten werden tatsächlich im Kurzumtrieb geführt?
- Welche Massenleistungen pro Zeiteinheit wurden in den Versuchen erzielt?
- Welche Regionen Österreichs sind für die Anlage von Kurzumtriebsflächen geeignet?
- Wie hoch ist der Nährstoffzug pro Zeit- und Masseneinheit im Kurzumtrieb?

In einem zweiten Schritt wurde versucht, auf 16 Dauerversuchsflächen der AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit) die ökologischen

Grenzen zu umreißen, welche der Anlage von Energiewäldern im Kurzumtrieb auf typischen Böden vorwiegend mittlerer bis hoher Qualität gesetzt sind.

In Österreich konzentrieren sich die Versuche mit Energiewäldern im Kurzumtrieb auf die sechs Baumarten Weide, Pappel, Erle, Birke, Robinie und Schwarzpappel, wobei hier wiederum der Schwerpunkt auf Weide und Pappel liegt.

Große Wuchsleistung von Pappel und Weide

Die vorgefundene Zuwachsbandbreite ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Sie beträgt beispielsweise für Pappel 1,9-16,1 t/ha/Jahr.

Bei Pappeln wurden auf 50 % der Versuchsflächen durchschnittliche Zuwächse von 6 bis 10 t/ha/Jahr mit einem Zuwachspotenzial größer 15 t/ha/Jahr und für Weiden durchschnittliche Zuwächse von 5-10 t/ha/Jahr mit einem Potenzial größer 20 t/ha/Jahr vorgefunden. Für die Baumarten Erlen (Schwarz- und Grauerle), Birken und Robinien gibt es bis dato nur

wenig Erfahrungswerte mit Kurzumtriebsbewirtschaftung in Österreich. Aspe wurde in den vorliegenden Versuchsflächen nicht getestet. Aus der vorliegenden Datenbasis konnten drei unterschiedliche Ertragsniveaus für Kurzumtriebsflächen für Österreich abgeleitet werden.

- durchschnittliche, für den Kurzumtrieb geeignete Standorte mit herkömmlichen Klonen: 6-8 t/ha/Jahr
- sehr gute Standorte mit intensiver Bestandespflege und mit herkömmlichen Sorten: 10-12 t/ha/Jahr

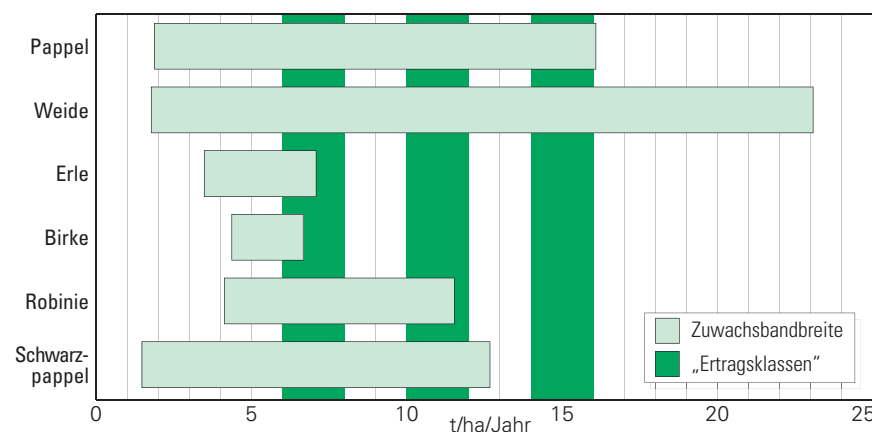


Abbildung 1:
Zuwachsbandbreiten von Baumarten im Kurzumtrieb; farbig hinterlegt sind 3 „Ertragsniveaus“

- auf optimalen Standorten mit intensiver Pflege und mit „neuen“ für den Kurzumtrieb optimierten Sorten:
14-16 t/ha/Jahr.

Der Anbau von Kurzumtriebsplantagen wird in Regionen mit Jahresmitteltemperaturen generell ab 8 °C empfohlen, gute Zuwächse werden bei sonst günstigen Bedingungen auch in kühleren, submontanen Gebieten erzielt. Weide weist in kühlen Regionen im Durchschnitt einen geringeren Zuwachs als Pappel auf. Hauptfaktor für hohe Biomassenproduktion ist in jedem Fall eine nachhaltige Wasserversorgung des Standortes. Vor allem in den trockenen warmen Regionen Österreichs müssen geringe Jahresniederschläge durch Grund- oder Hangwasseranschluss ausgeglichen werden (Tabelle 1).

Hohe Nährstoffentzüge als Folge des Kurzumtriebes

Die jährlichen Nährelemententzüge (N, P, K) durch die Biomasseernte können in Abhängigkeit von der Rotationsdauer (x) und dem durchschnittlichen Biomassenertrag (dzuw) nach der Formel: $y = dzuw \cdot a \cdot x^b$ (a, b elementabhängige Regressionskoeffizienten) für Pappel und Weide kalkuliert werden. Bei einem Biomassenertrag von 10-12 t/ha/Jahr ist bei einer vierjährigen Rotationsdauer mit einem jährlichen Nährstoffentzug von 43 kg N, 6 kg P, 25 kg K, 59 kg Ca und 7 kg Mg zu rechnen (Tabelle 2).

Internationalen Literaturangaben zufolge können in Europa und Nordamerika unter guten Bedingungen durchschnittliche Biomassenzuwächse von 10-12 t/ha/Jahr mit Pappel und Weide im Kurzumtrieb erzielt werden. Spitzenerträge von mehr als 30 t/ha/Jahr in Einzeljahren sind in Ausnahmefällen möglich.

Die Dauerversuchsflächen der AGES sind in Niederösterreich gelegen, weisen vorwiegend mittlere bis hohe Ackerzahlen [(Maßzahl für die Standortsgüte), hier zwischen 45 und 80; maximal möglich 100] auf und sind zur Anlage von Kurzumtriebsflächen grundsätzlich geeignet. Sie decken die wesentlichsten landwirtschaftlich genutzten Bodentypen – Braunerden, Schwarzerden, Gleye und Pseudogleye – mit Ausnahme der Gleye ab. Die Dauerversuchsflächen sind

Tabelle 1:
Zusammenstellung der mittleren Biomassenerträge (mB) in t/ha/Jahr für verschiedene Baumarten nach unterschiedlichen Standortsfaktoren, n ... Anzahl der Datensätze

	Pappel		Weide		Robinie		Erle		Birke		Schwarzpappel	
	mB	n	mB	n	mB	n	mB	n	mB	n	mB	n
Trophiestufe												
meso-oligotroph	7,0	1	4,9	1								
mesotroph	8,8	3	7,5	4	4,2	1	6,1	2	5,3	2	6,1	3
meso-eutroph	9,3	2					4,7	1				
eutroph	8,7	10	8,1	10							6,5	5
Wasserhaushalt												
mäßig trocken					6,2	2						
mäßig frisch	8,3	8	6,1	7	7,4	1			4,4	1	6,2	5
frisch	9,1	6	8,9	7							5,2	3
sehr frisch	7,4	4	6,8	1			6,6	1	6,3	1	5,1	2
feucht-nass			7,3	1			5,1	2				
Jahres-Mitteltemperatur												
<8,5°C	7,5	9	6,5	8	4,2	1	5,6	2	5,3	2	4,6	5
≥8,5°C	9,1	9	8,4	8	7,8	2	5,5	1			6,8	5
<8°C	8,4	4	5,0	5			6,6	1	5,3	2	6,0	2
≥8°C	8,3	14	8,5	11	6,6	3	5,1	2			5,6	8
Wuchsgebiet												
5.2	6,2	1									2,5	1
5.3	10,0	1	3,3	1					4,4	1	5,4	1
7.1	7,7	2	4,4	2								
7.2	8,6	5	10,0	2							4,6	2
8.1	9,0	5	8,5	7	7,8	2					6,5	4
8.2	7,6	4	7,0	3	4,2	1	5,1	2			7,0	2
9.2			9,8	1			6,6	1	6,3	1		
Höhenstufe												
planar-kollin	8,2	8	8,5	7	7,8	2					6,8	5
submontan	8,6	9	6,9	8	4,2	1	5,6	3	6,3	1	4,6	5
tiefmontan	7,0	1	4,9	1					4,4	1		
Jahres-Niederschlag												
<600 mm	9,8	4	8,7	6	8,2	1					7,2	3
600-800 mm	8,0	6	5,8	3	7,4	1	6,6	1	6,3	1	4,0	3
>800 mm	7,9	8	7,1	7	4,2	1	5,1	2	4,4	1	5,8	4

derzeit in ortsüblicher landwirtschaftlicher Nutzung. Für diese Flächen wurde mit PROGNAUS ein 150-jähriger Umtrieb in zwei Varianten mit standortsgemäßen Baumarten (in der Variante a mit Eiche, in Variante b mit Esche) simuliert.

Alle Versuchsflächen wurden mit „Biomassenertrag möglichst“ bewertet.

Auf diesen in Bezug auf konventionelle Forstwirtschaft stabilen Standorten wurden die Nährstoffentzüge aufgrund konventioneller Forstwirtschaft (Vollbaumernte), von Kurzumtrieb und von landwirtschaftlicher Nutzung mit ortsüblichen Fruchtfolgen gegenübergestellt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen zeigt Abbildung 2.

Tabelle 2:
Kalkulierte Nährstoffentzüge für folgende Zuwachsniveaus: 6-8, 10-12 und 14-16 [t/ha/Jahr] gültig für Weide und Pappel. Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumentzüge wurden nach der Formel $y = d \cdot zuw.a \cdot x^b$ berechnet, Calcium- und Magnesiumentzüge wurden aus Mittelwerten berechnet.

Rotationsdauer [Jahre]	Nährstoffentzug [kg/ha/Jahr]				
	N	P	K	Ca	Mg
Biomassenzuwachs: 6-8 [t/ha/Jahr]					
2	42	6	20	38	4
4	27	4	16	38	4
6	21	3	14	38	4
8	18	3	13	38	4
10	16	2	12	38	4
12	14	2	11	38	4
Biomassenzuwachs: 10-12 [t/ha/Jahr]					
2	66	10	31	59	7
4	43	6	25	59	7
6	33	5	22	59	7
8	28	4	20	59	7
10	24	4	18	59	7
12	22	3	17	59	7
Biomassenzuwachs: 14-16 [t/ha/Jahr]					
2	90	14	42	81	9
4	58	9	34	81	9
6	46	7	30	81	9
8	38	6	27	81	9
10	33	5	25	81	9
12	30	4	24	81	9

Im Kurzumtrieb wird, abhängig vom Element, die drei- bis siebenfache Menge an Nährstoffen gegenüber konventioneller Forstwirtschaft entzogen. Bei ortsüblicher landwirtschaftlicher Fruchtfolge und Entzug des Ernteguts alleine ist dies die sechs- bis vierzehnfache Menge an Nährstoffen und bei ortsüblicher landwirtschaftlicher Fruchtfolge und Entzug der gesamten Biomasse ist dies die neun- bis vierundzwanzigfache Menge an Nährstoffen. Lediglich die Ca-Entzüge sind bei landwirtschaftlicher Nutzung wesentlich geringer als bei konventioneller Forstwirtschaft.

Bei Kurzumtrieb werden bereits nach 20 Jahren zwischen 50 und 90 % der Entzugsmengen eines 150-jährigen Eichenumtriebs erreicht. Bei landwirtschaftlicher Fruchtfolge mit Entzug des Erntegutes alleine werden nach 20 Jahren die Gesamtentzüge nach traditioneller Forstwirtschaft meist überschritten, und bei landwirtschaftlicher Fruchtfolge mit Gesamtentnahme der Biomasse um das bis zu dreieinhalbfache überschritten. Bei linearer Extrapolation führten Kurzumtrieb und landwirtschaftliche Fruchtfolgen daher relativ rasch – bei einigen Flächen innerhalb einer Umtriebszeit mit Eiche – zu einer vollständigen Erschöpfung selbst der langfristig verfügbaren Nährstoffvorräte. Tatsächlich ist bereits wesentlich früher mit Ertragseinbrüchen zu rechnen, die mit Düngung und/oder Nutzungsartenwechsel zu verhindern sind. Gerade Kurzumtriebsflächen sind selbstverständlich auch anderen Restriktionen als Nährstofflimitierungen ausgesetzt – so etwa der herabgesetzten Ausschlagsfähigkeit nach maximal fünf Umtrieben oder Pathogenen. Bemerkenswert ist in jedem Fall, dass die Nährstoffentzugsmengen im Kurzumtrieb pro Zeiteinheit eher denen landwirtschaftlicher als konventioneller forstlicher Nutzung ähneln.

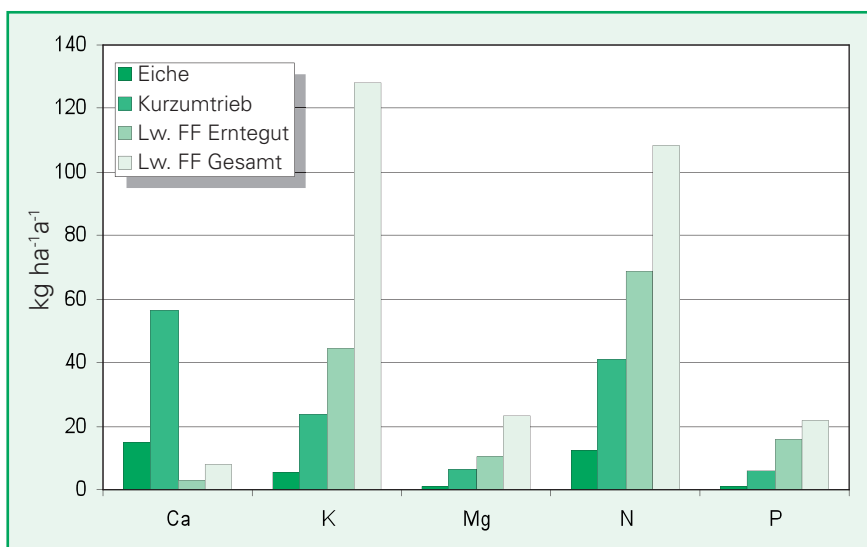


Abbildung 2:
Mittlere, jährliche Nährstoffentzüge [kg/ha/Jahr] auf 16 Dauerversuchsflächen der AGES unter konventioneller forstlicher Nutzung mit Eiche im 150-jährigen Umtrieb („Eiche“), von Pappel/Weide im vierjährigen Kurzumtrieb („Kurzumtrieb“) und unter landwirtschaftlicher Nutzung mit ortsüblicher Fruchtfolge mit Entzug des Ernteguts allein („Lw. FF Erntegut“) und mit Entzug der gesamten Biomasse („Lw. FF Gesamt“).

Dipl.-Ing. Dr. Michael Englisch, Dipl.-Ing. Rainer Reiter, Institut für Waldökologie und Boden, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, michael.englich@bfw.gv.at

Dipl.-Ing. Martin Wresowar, Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Klaus Katzensteiner, Institut für Waldökologie, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien, klaus.katzensteiner@boku.ac.at

Dr. Adelheid Spiegel, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien, adelheid.spiegel@ages.at

Naturschutz – Wie können Nutzungseinschränkungen ermittelt werden?

KLEMENS SCHADAUER

Das Gesamtkonzept der Holz- und Biomassenauflommensstudie (HOBİ) für Österreich sieht auch die Berücksichtigung von Nutzungseinschränkungen infolge naturschutzrechtlicher und naturschutzfachlicher Auflagen vor. Daher haben Naturschutzsachverständige des Umweltbundesamtes und von BirdLife als Kooperationspartner auf Grundlage der FFH- und der Vogelschutzrichtlinie (VSR) ein komplexes Regelwerk für Nutzungseinschränkungen entwickelt.

Methodisches Neuland wurde betreten

Diese Entwicklung sowie die Umsetzung in HOBİ können nur als eine Möglichkeit angesehen werden, wie die quantitativen Auswirkungen dieser Art von Nutzungseinschränkungen bestimmt werden können. Sowohl der methodische Ansatz für die Entwicklung von konkreten Zielsetzungen als auch deren Anwendung auf die modellierten Prognosedaten von HOBİ sind methodisches Neuland. Daher können weder die Vorgangsweise noch die damit erzielten Ergebnisse als endgültig angesehen werden.

Generell wird zwischen Nutzungsausschlussgebieten und Gebieten mit Nutzungseinschränkungen unterschieden. Zu Nutzungsausschlussgebieten zählen zum Beispiel Kernzonen von Nationalparks oder Wildnisgebiete. In diesen Regionen wurde generell in der

Berechnung keine Nutzung berücksichtigt. Viel komplexer war die Vorgangsweise in den anderen Gebieten, für die ein Konzept für Nutzungseinschränkungen entwickelt wurde. Als Grundlagen dafür dienten die Vogelschutzrichtlinie (VSR) und die Flora-Fauna-Habitatrichtlinie (FFH) der EU. In diesen wird die Wahrung und Wiederherstellung des günstigen Erhaltungszustandes von Schutzgütern behandelt.

Die methodische Umsetzung dieser Richtlinien im Rahmen der HOBİ-Studie war eine besondere Herausforderung, da bisher in keinem anderen EU-Land eine konkrete Anwendung für Fragen der Holz- und Biomassennutzung erfolgt ist.

Zahlreiche Vorarbeiten waren notwendig

Zunächst mussten drei Arbeitsschritte bewältigt werden:

- Festlegung und räumliche Zuordnung der waldrelevanten Schutzgüter
- Festlegung der Indikatoren
- Festlegung der Ziele

Die Schutzgüter sind einerseits eine Auswahl der Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie sowie angeführte Arten in der FFH- und Vogelschutzrichtlinie. Als Beispiele für Schutzgüter, die in HOBİ berücksichtigt wurden, sind in Tabelle 1 Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie aufgelistet.

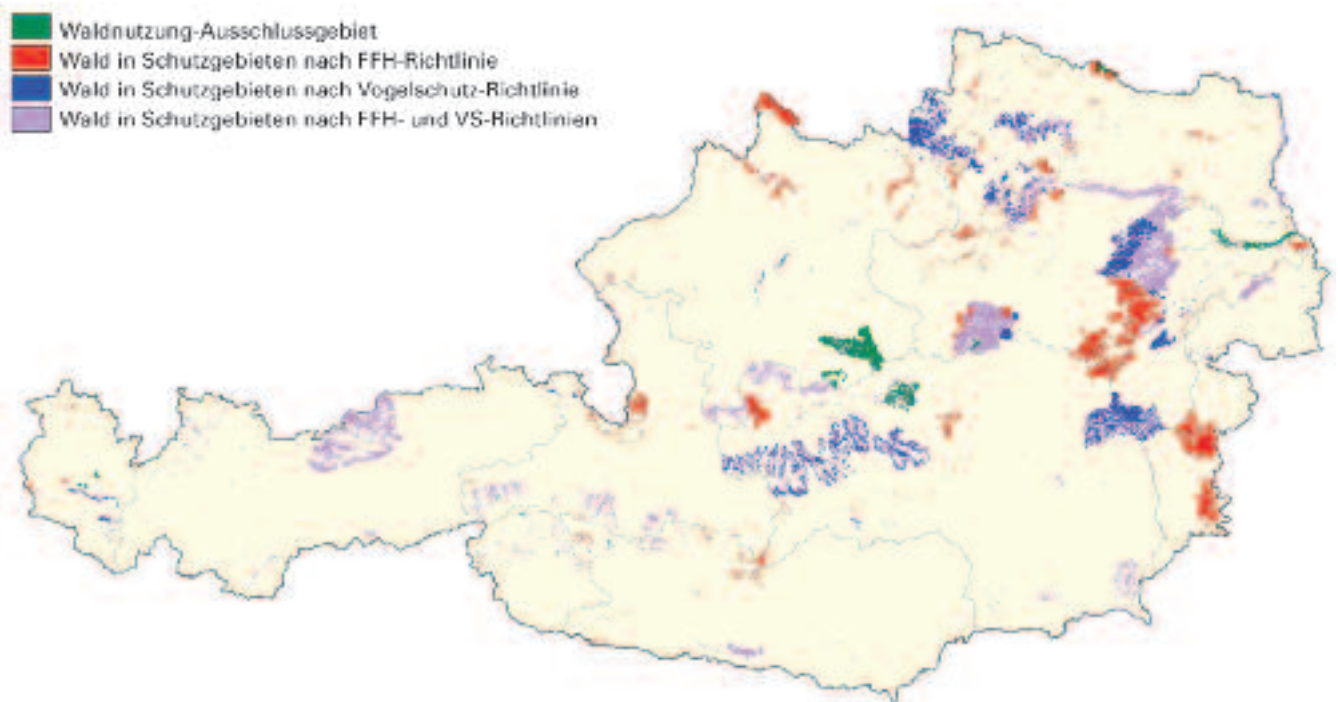


Abbildung 1:
Waldfläche in den Natura 2000-Gebieten
(Quelle: Verbindungsstelle der Bundesländer und Umweltbundesamt, überarbeitet vom BFW)

Tabelle 1:
Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie, die von forstlicher Nutzung wesentlich geprägt werden (fett: prioritäres Schutzgut)

FFH-Code	Name des Lebensraumtyps
9110	Hainsimsen-Buchenwald (<i>Luzulo-Fagetum</i>)
9130	Waldmeister-Buchenwald (<i>Asperulo-Fagetum</i>)
9140	Mitteleuropäischer subalpiner Buchenwald mit Ahorn und <i>Rumex arifolius</i>
9150	Mitteleuropäischer Orchideen-Kalk-Buchenwald (<i>Cephalanthero-Fagion</i>)
9160	Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Eichen-Hainbuchenwald (<i>Carpinion betuli</i>)
9170	Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald (<i>Galio-Carpinetum</i>)
9180	Schlucht- und Hangmischwälder (<i>Tilio-Acerion</i>)
91E0	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i>, <i>Alnion incanae</i>, <i>Salicion albae</i>)
91F0	Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmenion minoris</i>)
91G0	Pannonische Wälder mit <i>Quercus petraea</i> und <i>Carpinus betulus</i>
9410	Montane bis alpine, bodensaure Fichtenwälder (<i>Vaccinio-Piceetea</i>)
9420	Alpiner Lärchen- und/oder Arvenwald
9430	Montaner und subalpiner <i>Pinus uncinata</i>-Wald (*auf Gips- und Kalksubstrat)
9530	Submediterrane Kiefernwälder mit endemischen Schwarzkiefern

Darauf aufbauend wurden Indikatoren festgelegt, die einerseits in einem engen Zusammenhang mit den Schutzgütern stehen, andererseits mit den Werkzeugen der ÖWI und der Modellierung mit PROGNAUS abbildbar sind. Diese Vorgaben mündeten letztlich in den drei Indikatoren:

- starke, lebende Bäume
- Totholz
- Schichtigkeit.

Für diese Indikatoren mussten Ziele festgelegt werden. Dabei wurde generell auf absolute Zielgrößen wie etwa 10 Vfm Totholz pro Hektar verzichtet. Vielmehr wurden mit der Erhaltung bzw. Verbesserung des Zustandes relative Ziele festgelegt. Es wird also der Zustand des Waldes, ausgedrückt durch die Daten der ÖWI 2000/2002, mit dem Zustand nach zwanzigjähriger Modellierung von Zuwachs, Mortalität, Verjüngung und Nutzung verglichen. Bei Abweichungen vom gewünschten Zielzustand wurde die Nutzung reduziert und die Gesamtmenge der Veränderungen als Nutzungseinschränkung gewertet.

Diese Vorarbeiten waren die Basis für die Konkretisierung des Regelwerkes für die Nutzungseinschränkungen. Dieses Regelwerk umfasst für jede Kombination aus Baumart, Lebensraumtyp, Schutzgebiet und Indikator eine Zielvorstellung. Letztlich führen diese Kombinationsmöglichkeiten zu rund 10.000 Zielen für die Erhaltung und Verbesserung des Zustandes.

Das hier entwickelte Verfahren stellt nur einen ersten Versuch dar, naturschutzbedingte Einschränkungen für die Holz- und Biomassennutzung quantitativ zu erfassen. Daher wurde auch bei der praktischen Umsetzung in HOBI kein eigenes Szenario für den Natur-

schutz entwickelt. Vielmehr wurde versucht, das Regelwerk auf vorhandene Szenarien aufzusetzen. Die ersten Ergebnisse sind im Artikel „Zusammenschau und Schlussfolgerungen“ (Seite 20) beschrieben.



Dipl.-Ing. Dr. Klemens Schadauer, Institut für Waldinventur, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, klemens.schadauer@bfw.gv.at

HOBI-Studie: Zusammenschau und Schlussfolgerungen

GERHARD MANNSBERGER

Das BMLFUW beauftragte vor etwas mehr als zwei Jahren das Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft mit der nun vorliegenden umfassenden Holz- und Biomassenaufkommensstudie. Hier werden neben einer Zusammenfassung der Ergebnisse vor allem die forstpolitischen Konsequenzen näher beschrieben.

Sowohl für die stoffliche als auch die energetische Holzverwendung wird künftig trotz der derzeit ungünstigen Marktlage ein erheblicher Mehrbedarf bestehen:

- Die Österreichische Energieagentur gibt in einer Studie den energetischen Mehrbedarf, bezogen auf das Jahr 2005, mit bis zu 5,2 Millionen Erntefestmetern bis zum Jahr 2010 an und bis zu 10,9 Millionen Erntefestmetern bis 2020.
- Univ.-Prof. Peter Schwarzbauer von der Universität für Bodenkultur prognostiziert den stofflichen Mehrbedarf in einer Studie mit (bis zu) 1,7 Millionen Erntefestmetern für 2010 und (bis zu) 6,9 Millionen Erntefestmetern für 2020.

Die Bandbreite des gesamten Mehrbedarfs bis 2020 wird in den genannten Studien von 7 - 17 Millionen Erntefestmetern gegenüber dem Referenzjahr 2005 angegeben. Zur Abdeckung des Bedarfs wäre ein Gesamteinschlag von 26 bis 36 Millionen Festmetern erforderlich. Verglichen mit der Nutzungsmenge im Jahr 2007 (höchster bisher gemessener Einschlag), bedeutet dies ein jährliches Mehrerfordernis von zumindest 4,5 Millionen Erntefestmetern ab 2020.

Die Ergebnisse der letzten Waldinventuren weisen eine durchschnittliche Nutzung der Zuwachsmenge von 60% aus: Die größeren Privatforstbetriebe und die Österreichische Bundesforste AG nutzen den Hiebsatz zu mehr als vier Fünftel. Der Kleinwald jedoch schlägt weniger als die Hälfte der Zuwachsmenge ein. Das größte Zusatzpotenzial befindet sich daher in dieser Kategorie. Bemühungen, kontinuierlich mehr Holz auf den Markt zu bekommen, stoßen beim Kleinwald – unter anderem – auf folgende Probleme: unzureichende Infrastruktur, vorherrschende Mentalität (Wald als „Sparkasse“) und stärkere Preiselastizität als in den anderen Besitzkategorien. Letztgenannter Punkt war beispielweise bei „guten“ Holzpreisen 2006 / 2007 deutlich erkennbar und ist gleichzeitig eine Chance für eine Mobilisierung.

Ergebnisse

Ziel der Studie war es, in einer bundesweiten Gesamtbeurteilung die im österreichischen Wald verfügbare oberirdische Holz- und Biomasse, ihre Veränderung und die nachhaltig nutzbaren Mengen in den nächsten Jahren bis 2020 unter Zugrundelegung verschiedener Szenarien abzuschätzen.

Dazu wurden die Potenziale für jeweils fünf Preis- und vier Nutzungsszenarien errechnet:

- Das theoretische Potenzial beschreibt den Zuwachs im Ertragswald und die unter Berücksichtigung des Forstgesetzes mögliche Nutzungsmenge.
- Im ökologisch-ökonomischen Potenzial werden weitere Einschränkungen berücksichtigt: im Bereich „Ökologie“ die kurz- und langfristige Nährstoffnachhaltigkeit, im Bereich „Ökonomie“ ausschließlich Nutzungen, die einen positiven Deckungsbeitrag I ergeben.
- Das aufgrund naturschutzrechtlicher Vorgaben und naturschutzfachlicher Gesichtspunkte mögliche Potenzial wurde im naturschutzbedingten Potenzial errechnet. Dabei wurden zunächst naturschutzrechtliche Nutzungsausschlussgebiete sowie die Umsetzung von Natura 2000 in den diesbezüglichen Schutzgebieten berücksichtigt.

Prognosen wurden für fünf Preisszenarien, bezogen auf das Leitsortiment Fichte B 2b, erstellt.

Preis-szenario	Preis (in Euro)	Anmerkung
1	71	Preis-Mittelwert des Leitsortiments in den Jahren 2004 - 2006
2	81	Preisniveau Ende 2006
3	100	Annahme über langfristiges Preisniveau
4	162	untere Bandbreite des Ölpreises in den Jahren 1985 bis 2005
5	243	obere Bandbreite des Ölpreises in den Jahren 1985 bis 2005

Schließlich werden vier Nutzungsszenarien untersucht. Im Szenario „Konstanter Vorrat“ (KV) werden Nutzungen in einem derartigen Umfang unterstellt, sodass der Gesamtvorrat von 325 VfmSiR pro Hektar (Gesamtvorrat der letzten Waldinventur 2000/02) gleich bleibt. Der Klimawandel wird im Szenario „Climate Change“ (CC) durch Hinaufsetzen der Waldgrenze um 200 Meter modelliert. Das Szenario „Waldbau“ (WB) unterstellt intensivere Eingriffe in der Vornutzung, zusätzliche Stammzahlreduktionen im Bereich BHD 5 – 10 cm und die Nutzung aller Bestände mit negativem Wertzuwachs. Ein Absenken des Gesamtvorrates auf den Wert der Waldinventur 1981/85 (280 VfmSiR pro Hektar) wird dem Modell „Vorratsadaption“ (VA) zugrunde gelegt.

	Mio. Festmeter-Äquivalente			
	KV	CC	WB	VA
Preisszenario 1				
Theoretisches Potenzial ¹	32,7	34,0	35,7	38,4
Ökologisch-ökonomisches Potenzial ²	24,6	25,6	25,7	28,1
Naturschutzbedingtes Potenzial ²	23,9	25,1	25,0	27,4
Preisszenario 2				
Theoretisches Potenzial ¹	32,7	34,0	35,7	38,4
Ökologisch-ökonomisches Potenzial ²	25,6	26,6	26,9	29,3
Naturschutzbedingtes Potenzial ²	24,9	26,1	26,2	28,5
Preisszenario 3				
Theoretisches Potenzial ¹	32,7	34,0	35,7	38,4
Ökologisch-ökonomisches Potenzial ²	26,4	27,4	27,9	30,3
Naturschutzbedingtes Potenzial ²	25,7	27,0	27,2	29,5
Preisszenario 4				
Theoretisches Potenzial ¹	32,7	34,0	35,7	38,4
Ökologisch-ökonomisches Potenzial ²	27,4	28,5	29,1	31,5
Naturschutzbedingtes Potenzial ²	26,7	28,0	28,4	30,7
Preisszenario 5				
Theoretisches Potenzial ¹	32,7	34,0	35,7	38,4
Ökologisch-ökonomisches Potenzial ²	27,7	28,8	29,6	31,9
Naturschutzbedingtes Potenzial ²	27,0	28,3	28,8	31,1
¹ Vorratsfestmeter-Äquivalente				
² Erntefestmeter-Äquivalente in Rinde				

Forstpolitische Konsequenzen

Die Szenarien „Konstanter Vorrat“, „Climate Change“ und „Waldbau“ sind unter Berücksichtigung der forstgesetzlichen Bestimmungen fachlich und forstpolitisch gut argumentierbar. Hingegen erscheint das Szenario „Vorratsadaption“ gesellschafts-, umwelt- und forstpolitisch zumindest diskussionswürdig, insbesondere auch deshalb, da der angepeilte Vorrat aus verschiedenen Gründen nicht erreichbar ist, sondern höher liegen wird. Bei erstgenannten Szenarien zeigt sich, dass naturschutzrechtliche Bestimmungen und insbesondere eine offensive Interpretation von Natura 2000 das Ziel eines Mindesteinschlages von 26 Millionen Erntefestmetern zumindest beim Szenarium „Konstanter Vorrat“ bereits verhindern. Dazu müsste zumindest die Nutzungstärke „Climate Change“ oder „Waldbau“ des Preisszenariums 2 bzw. 3 angestrebt werden. Einer umfassenden Diskussion bedarf es damit auch zwischen Natur- und Umweltschutz.

Weitere Forderungen des Naturschutzes, die sich in einer Absenkung des Einschlages in den jeweiligen Nutzungsmodellen auswirken, werden dem Österreich vorgegebenen Ziel, 34% des Energiebedarfes durch nachwachsende Rohstoffe zu decken bzw. vermehrt auf ökologische Baustoffe zu setzen, jedenfalls zuwider laufen.

Hinsichtlich der Preisszenarien ist festzuhalten, dass diese als Durchschnittspreise über längere Zeiträume zu verstehen sind. Nutzungsrückgänge infolge von Preisrückgängen müssen in Perioden mit Preisen über dem

jeweiligen Preisszenario kompensiert werden. Reaktionen im Einschlagsverhalten bei Preisänderungen sind im Kleinwald in beide Richtungen besonders ausgeprägt. Gleichzeitig ist in dieser Besitzkategorie das überwiegende Mehrpotenzial vorhanden.

Fortschritte im Bereich des Klimaschutzes sind nur dann erreichbar, wenn Holz verstärkt energetisch und stofflich eingesetzt wird. Verhindert eine überschießende Naturschutzumsetzung die dazu notwendige Abschöpfung zusätzlicher Holzmengen, werden gleichzeitig Klimaschutzziele untergraben.

Schlussfolgerungen

Die Studienergebnisse machen deutlich, dass die Mindestzielsetzung eines Einschlages von 26 Millionen Erntefestmetern erst ab einem Eingriffsszenario „Climate Change“ bzw. „Waldbau“ in Kombination mit einem Preisszenarium 2 (81 Euro) erreichbar ist. Im Szenarium „Konstanter Vorrat“ wird diese Zielsetzung erst im Preisszenarium 3 (100 Euro) knapp umsetzbar.

Naturschutzbedingte Vorgaben reduzieren deutlich das Nutzungspotenzial. Vorgaben in NATURA 2000-Flächen sind jedenfalls hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Einschlagshöhe zu prüfen. Offensichtlich wird jedenfalls, dass eine intensive Auseinandersetzung zwischen den Zielsetzungen des Natur- und Umwelt-/Klimaschutzes erforderlich ist.

Unabhängig davon, welches Szenario verwirklichtbar erscheint, steht jedenfalls fest, dass eine weitere Steigerung des Holzaufkommens erforderlich ist. Ein umfassendes Holzflussmanagement bildet die Voraussetzung zu dessen Realisierung.

Bausteine eines umfassenden Holzflussmanagements sind unter anderem eine bessere Abstimmung des Verhaltens aller Marktpartner, die Bildung eines gesamteuropäischen Forst-Holzclusters, Motivation aller Beteiligten sowie begleitende Maßnahmen. Diese umfassen beispielsweise die Forcierung von Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette, Setzen vertrauensbildender Maßnahmen, weitere Grundlagenforschung sowie eine gezielte Reduzierung von Defiziten im bestehenden Holzflussmanagement.

Die gesamte Branche steht vor enormen Herausforderungen, gleichzeitig aber auch vor großen Chancen. Diese können nur gemeinsam bewältigt und genützt werden!

SC Dipl.-Ing. Gerhard Mannsberger, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Forstsektion, Marxergasse 2, 1030 Wien, gerhard.mannsberger@lebensministerium.at

Holzmobilisierung – Unterstützung aus der Luft?

KLEMENS SCHADAUER und CHRISTOPH BAUERHANSL

Die Österreichische Waldinventur (ÖWI) beschäftigt sich in den letzten Jahren intensiv mit Methoden der Fernerkundung, um ergänzende Informationen zur Felderhebung zu erhalten. Dabei wurde, wie in der Forstzeitung 12/07 berichtet, eine Waldkarte auf Basis der ÖWI-Daten und von Satellitenbildern erstellt. Darauf aufbauend hat das BFW nun neben einer Karte von Baumartensmischungen und Schlagflächen eine Karte des stehenden Vorrats mit der gleichen Methodik erstellt. Diese Österreichkarte der Holzvorräte könnte künftig für die Holzmobilisierung verwendet werden.

Grundlagen zur Erstellung der Vorratskarte sind neben den Bildern des Satelliten Landsat ETM 7 die Vorratsdaten der ÖWI 2000/02, die während der letzten Inventurperiode erhoben wurden. Ausgehend von diesen Daten werden nun mit der Satellitenbildinformation Vorratswerte flächendeckend für den gesamten Wald Österreichs geschätzt. Die Probeflächen der ÖWI dienen dabei als „Lerndaten“ für ein System, das Pixel für Pixel den Vorrat/ha ermittelt. Für den Wald Österreichs geschieht dies bei einer Pixelgröße von 30x30m rund 45 Millionen mal.

Erst viele Pixel ergeben ein Bild

Diese pixelweisen Ergebnisse zum Vorrat dürfen jedoch nicht überinterpretiert werden. So wäre es zum Beispiel falsch, daraus zuverlässige Werte für einzelne

Bestände zu erwarten. Schon gar nicht darf das Ergebnis eines einzelnen Pixels interpretiert werden. Die Aussagekraft dieses Systems liegt in der Zusammenschau einer Vielzahl von Pixelergebnissen.

Die Waldinventur wertet traditionell auf Grund der Probeflächenverteilung die Ergebnisse der Felderhebungen auch für Bezirksforstinspektionen (BFI) aus. Damit ist sie aber an der Grenze des statistisch Zulässigen angelangt. Diese BFI-Ergebnisse sind mit einer sehr hohen statistischen Unsicherheit belastet. Die neuen Auswertungen mit der zusätzlichen Information vom Satelliten verringern diese Unsicherheit nun deutlich. Das genaue Ausmaß dieser Verringerung können wir derzeit noch nicht angeben, Abbildung 2 zeigt diese Verringerung daher nur grob geschätzt.

Was kann die Vorratskarte noch?

Das alleine wäre wahrscheinlich den getätigten Aufwand nicht Wert. Mit der Vorratskarte können aber auch Ergebnisse für kleinere Einheiten wie etwa für Gemeinden geschätzt werden. Dies gilt nicht nur für die Hektarvorräte, sondern auch für den Gesamtvorrat. Dieser kann dann darüber hinaus noch in die vier Baumartengruppen Nadelholz, Laubholz und zwei Mischtypen aufgeteilt werden. So eine Auswertung zeigt die Abbildung 3 für das Burgenland beispielhaft für Nadelholz.

Mit relativ großer Genauigkeit erfolgt die Auswertung nach vier Baumartengruppen Nadelholz, Nadel-/Laub-

Vorrat in VfmSiR/ha

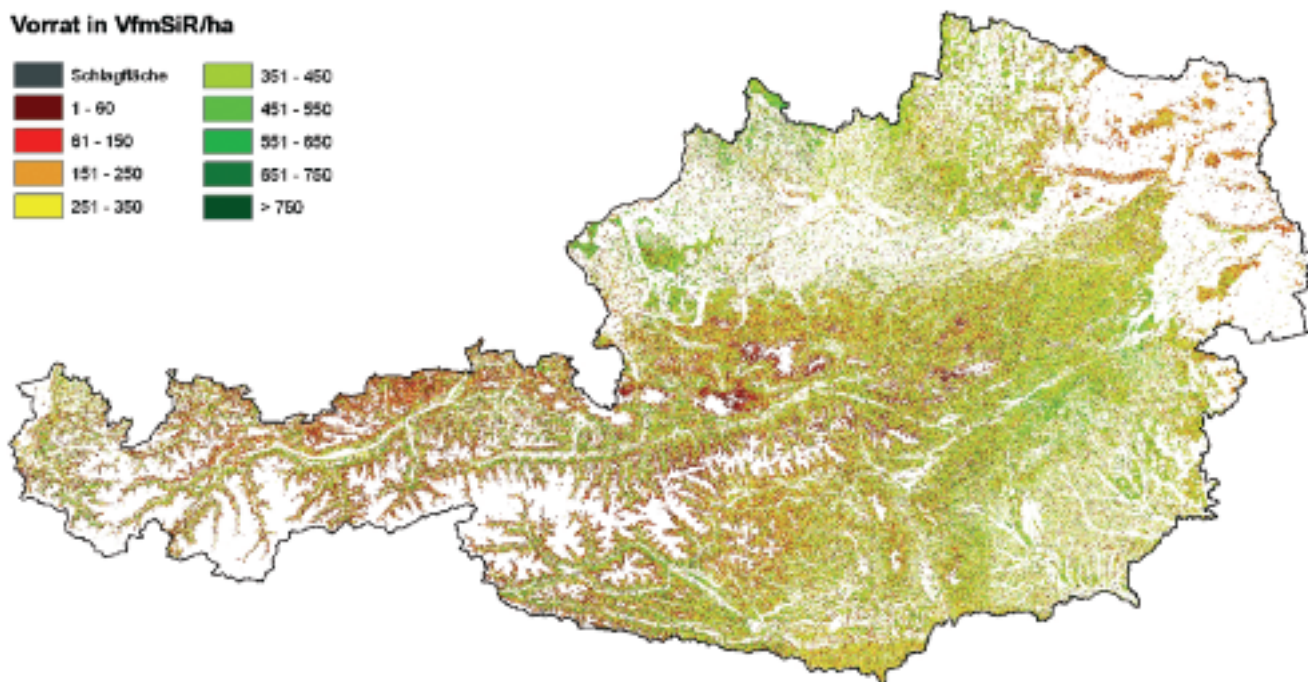


Abbildung 1:
Die erste österreichweite Waldkarte mit dem stehenden Vorrat pro Hektar

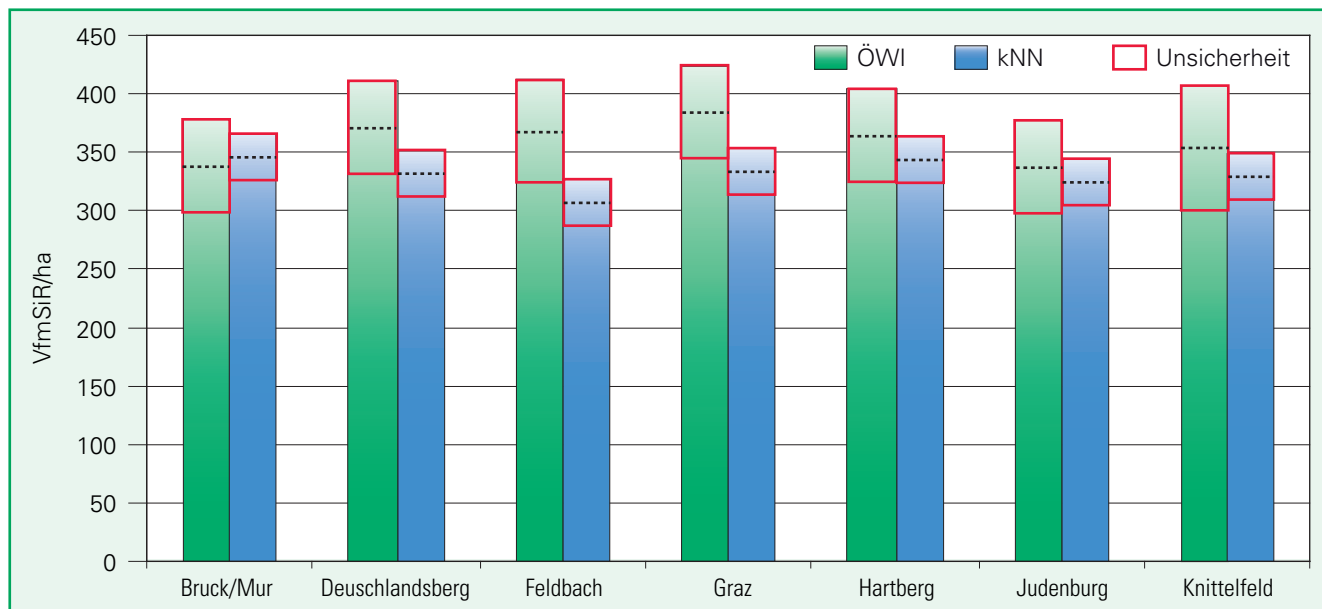


Abbildung 2:
Der Vergleich der klassischen BFI-Ergebnisse aus Felderhebungen mit der satellitengestützten Auswertung, beispielhaft für Teile der Steiermark, zeigt die Verkleinerung des Unsicherheitsbereiches durch die Hinzunahme der neuen Methodik

mischwald, Laub-/Nadelmischwald und Laubwald. Grund für die qualitativ guten Ergebnisse ist die deutliche Trennung dieser Baumartengruppen im Infrarotkanal von Landsat.

Auch wenn die ersten Ergebnisse aus dem ÖWI-Satellitenbildprojekt jetzt schon publik gemacht werden, sind Verbesserungen geplant. Die komplexen Methoden, die hinter solchen Auswertungen stehen,

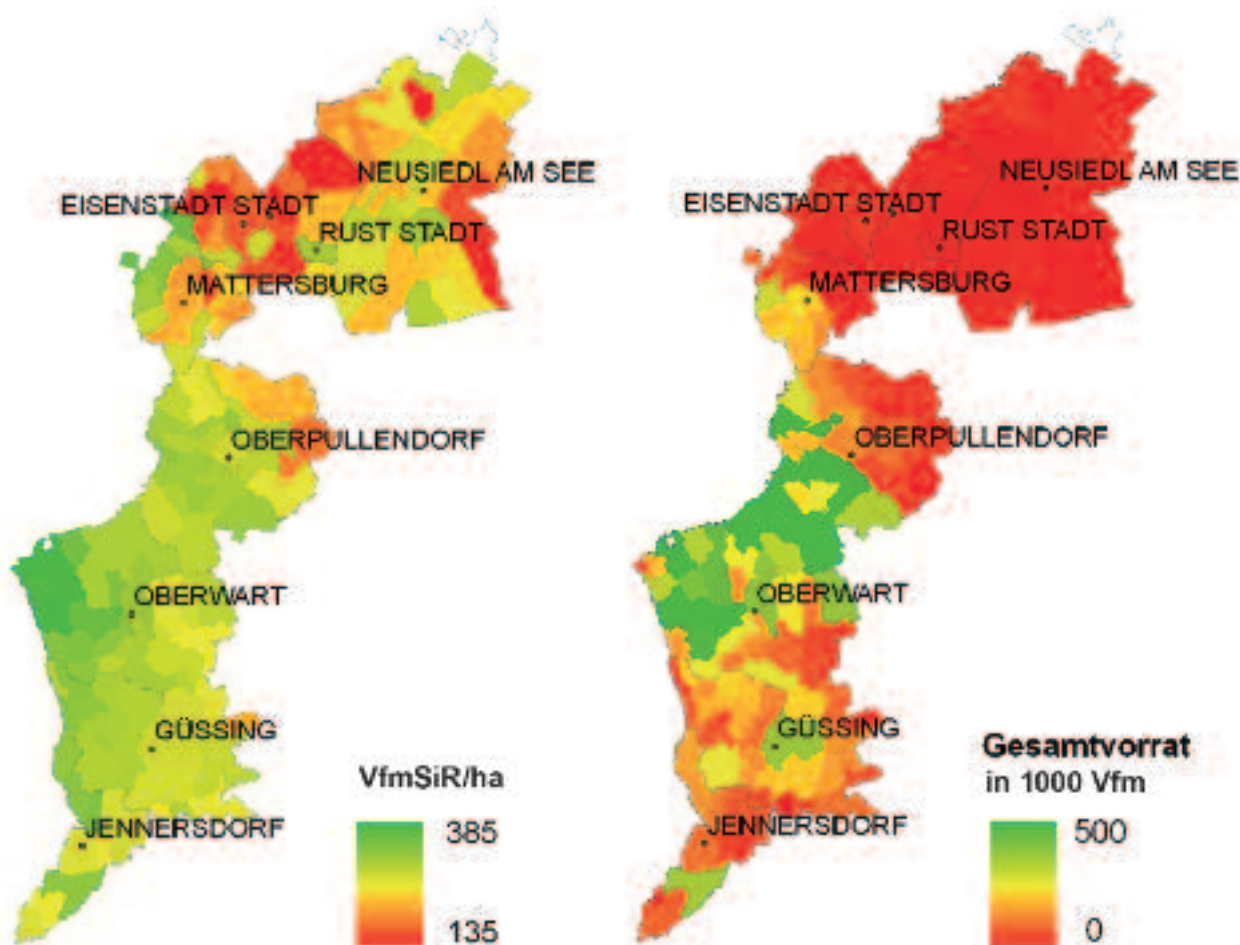
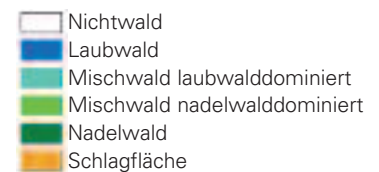


Abbildung 3:
Die Gegenüberstellung von Hektar- und Gesamtvorräten für Nadelholz für einzelne Gemeinden im Burgenland liefert interessante Informationen



Abbildung 4:

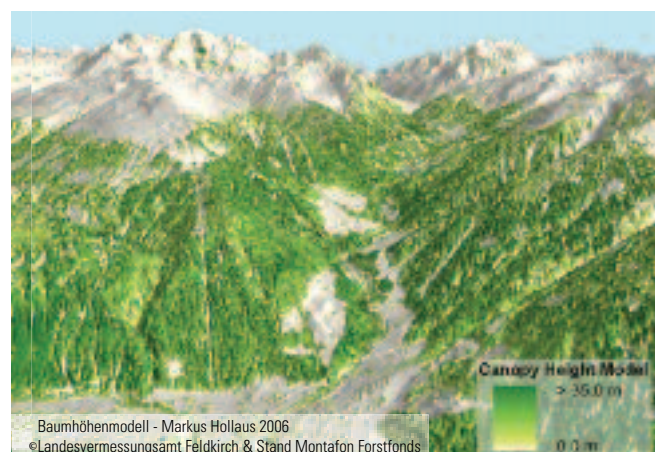
Die Waldkarte der ÖWI enthält auch die Baumartenverteilung: Blau sind die Laubwälder und Grün das Nadelholz. Der Ausschnitt zeigt die Gegend Piestingtal/südlicher Wienerwald



werden am BFW laufend weiterentwickelt. Dabei kann die ÖWI auf nationale (BOKU, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation) und internationale Partner zählen. Die angewandten Methoden wurden ausgehend von der finnischen Waldinventur entwickelt. Die gute internationale Verflechtung des Institutes für Waldinventur, welches das Netzwerk aller europäischen Waldinventuren leitet, ermöglicht hier Kooperationen mit kompetenten Partnern in Europa. Das bedeutet, dass sich die Ergebnisse für den Vorrat in nächster Zeit noch leicht verändern werden. Trotzdem werden sie demnächst sowohl auf der Homepage des BFW als auch im WEB GIS des LFRZ zur Verfügung gestellt werden. Damit sollen die Aktivitäten im Rahmen der Holzmobilisierung unterstützt werden, unter der Voraussetzung, dass die genannten Grenzen der Aussagekraft berücksichtigt werden.

In Zukunft sind auch Verfeinerungen der Aussagekraft der Vorratskarte geplant, indem sie mit der digitalen Katastermappe und Grundstücksdaten verschnitten wird. Die Auswertungen zielen hier auf den Kleinwald ab, wo die Eigentumsstruktur feiner erfasst werden soll, als das bislang mit der ÖWI-Waldbesitzkategorie bis 200 Hektar möglich war. So eine Auswertung muss selbstverständlich Datenschutzaspekte berücksichtigen.

Darüber hinaus laufen am Institut für Waldinventur in Kooperation mit der TU-Wien erste Auswertungen von Laserscannerdaten, die sehr viel versprechende Ergebnisse erwarten lassen.



Erste viel versprechende Ergebnisse mit Laserscanning-Daten

Dipl.-Ing. Dr. Klemens Schadauer, Dipl.-Ing. Christoph Bauerhansl, Institut für Waldinventur, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, klemens.schadauer@bfw.gv.at