



# BFW. Praxisinformation



PERSPEKTIVEN FÜR UMWELT & GESELLSCHAFT **umweltbundesamt**<sup>U</sup>



## Treibhausgasbilanz der österreichischen Holzkette

Bundesforschungszentrum für Wald

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

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



MINISTERIUM FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH



LE 07-13  
Entwicklung für den Länderraum

Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes  
Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete





Dieses Papier stammt aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten Quellen.  
www.pefc.at

## Inhalt

PETER WEISS ET AL. Einleitung zu drei KLIEN-Projekten zur Treibhausgasbilanz der österreichischen Holzketten .....	3
THOMAS LEDERMANN, ROBERT JANDL, KLEMENS SCHADAUER Die Treibhausgasbilanz im österreichischen Wald .....	6
MARTIN BRAUN, PETER SCHWARZBAUER, TOBIAS STERN Kohlenstoffspeicherung durch Holzernstprodukte .....	10
WERNER PÖLZ, NINA BRASCHEL, DAVID FRITZ Einsatz von Holz an Stelle von Substitutionsmaterialien: Berechnung des Treibhausgasreduktionspotenzials .....	14
PETER WEISS ET AL. Treibhausgasbilanz der österreichischen Holzketten: Zusammenfassung der Ergebnisse aus drei KLIEN-Projekten .....	16



Holz mehrfach entlang der Holzwertschöpfungskette nutzen – das ist sowohl ökonomisch als auch ökologisch vorteilhaft und wirkt sich positiv auf die Treibhausgasbilanz aus. Wie diese Nutzung im Detail aussehen kann, zeigen erstmals Szenarien vom Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), von der Universität für Bodenkultur (BOKU) und vom Umweltbundesamt. Die fünf Szenarien gehen von unterschiedlichen Bewirtschaftungsstrategien für den österreichischen Wald aus und bilden mögliche Entwicklungen bis ins Jahr 2100 ab.

Besonders bemerkenswert an diesen Projekten ist, dass erstmalig für Österreich mehrere Institutionen getrennt und doch wieder zusammenarbeitend die Treibhausgasbilanz für die Wertschöpfungskette Wald/Holz errechnet haben: Das BFW befasste sich mit der Treibhausgasbilanz des Waldes, die BOKU mit jener von Holzprodukten und das Umweltbundesamt mit der Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen durch den Einsatz von Holzprodukten.

Die Ergebnisse der Projekte und ihre gemeinsame Zusammenstellung in dieser Ausgabe der BFW-Praxisinformation sind ein Beweis für die gelungene Kooperation zwischen den Institutionen. Mit diesem Heft werden wichtige Antworten auf Fragen des Klimaschutzes geliefert.

Ob die Nachfrage durch Holznutzungen im österreichischen Wald erfüllt werden kann und welche Auswirkungen diese auf die Treibhausgasbilanz haben, wurde von Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BFW untersucht. Basierend auf den Daten der österreichischen Waldinventur wurde die Waldentwicklung in Szenarien modelliert und anschließend wurden die Veränderungen des Kohlenstoffspeichers in den Bäumen und im Waldboden berechnet.

Das Team der BOKU konzentrierte sich auf die Kohlenstoffspeicherung von Holzprodukten. Schlüsselbegriff ist die kaskadische oder Mehrfach-Nutzung, die vorsieht, dass mit dem geringstmöglichen Einsatz von Biomasse eine größtmögliche stoffliche und energetische Nutzung erzielt werden kann. Gängiges Beispiel dafür ist die Verwertung von langlebigen Holzprodukten in der Papierindustrie, wo wiederum mehrfach recycelt wird.

Schwerpunkt des Umweltbundesamt-Projektes lag auf Substitutionseffekten, die durch Holzprodukte erzielt werden können. Wenn Holz energieintensive Rohstoffe, wie zum Beispiel Stahl oder Erdöl ersetzt, erzielt das einen positiven Effekt in der Treibhausgasbilanz.

Ein Dank gilt auch dem Klima- und Energiefonds, der die drei Projekte finanziert hat. Er hat damit sehr weitsichtig und vorausschauend ermöglicht, dass der Politik gute Grundlagen für umwelt-, klima- und wirtschaftspolitische Entscheidungen vorliegen.

Dr. Peter Mayer  
Leiter des BFW

DI Dr. Klemens Schadauer  
Leiter des Instituts für Waldinventur des BFW

## Impressum

ISSN 1815-3895

© Mai 2015

Nachdruck nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung seitens des Herausgebers gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:

Peter Mayer

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,

Alexandra Freudenschuß,

Klemens Schadauer

Layout und Umschlag: Johanna Kohl

Titelbild: Rainer Sturm, Pixelio

Bezugsquelle: BFW-Bibliothek

Tel.: +43 1 87838 1216

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at

PETER WEISS et al.

# Einleitung zu drei KLIEN-Projekten zur Treibhausgasbilanz der österreichischen Holzketten

Der Wald bzw. der Rohstoff Holz übt auf drei verschiedene Arten Einfluss auf die Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) aus:

- Als Kohlenstoffsенke oder -quelle durch kohlenstoffaufbauende oder -abbauende Prozesse im Wald selbst
- Als Kohlenstoffsенke oder -quelle durch Zunahme oder Abnahme des Vorrats an Holzprodukten (Schnittholz, Platte, Papier)
- Als vermiedene oder höhere Treibhausgas-Emission durch die unterschiedlichen Emissionen bei der Erzeugung und Verwendung von Holzprodukten im Vergleich zu Substitutionsprodukten aus anderen Rohstoffen

## Anrechenbare Senken und Quellen

Mit den Beschlüssen zum Kyoto-Protokoll für die zweite Verpflichtungsperiode 2013 bis 2020 wurde es für die Mitgliedstaaten verpflichtend, die anrechenbaren Senken und Quellen aus den ersten beiden Aktivitäten in die Zielerreichung einzurechnen. Die THG-Effekte aus dem dritten Punkt sind ebenfalls in den Emissionsbilanzen erfasst, jedoch als „Emissionsdifferenz“ aufgrund von Holzprodukten in verschiedenen Sektoren nicht direkt ersichtlic (wie etwa: vermiedene Emission durch Holzprodukte fällt erst gar nicht an).

Um Strategien zur Waldbewirtschaftung und Holzverwendung, die auf eine optimale THG-Bilanz ausgerichtet sind, ableiten zu können, ist es notwendig, die drei Teilbereiche unter verschiedenen Szenarien zu analysieren. Drei Projekte im Rahmen des Klima- und Energiefonds widmeten sich diesen drei Segmenten

der Holzketten auf Basis des österreichischen Waldes:

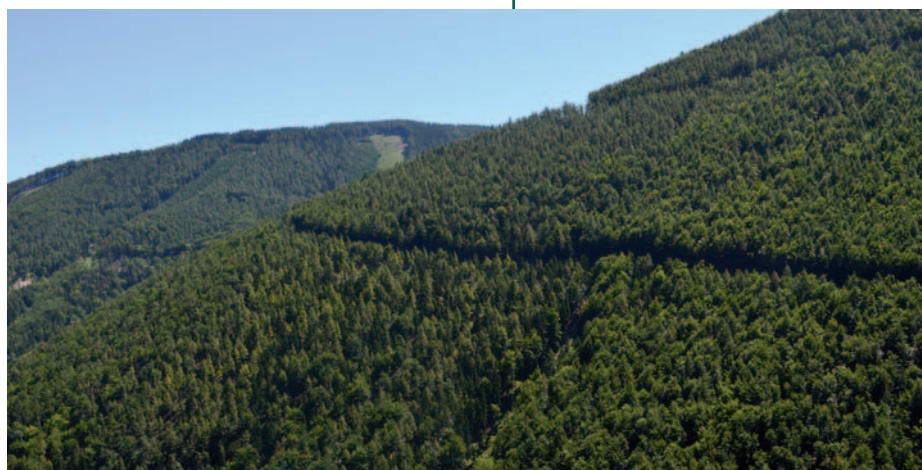
- THG-Bilanz im österreichischen Wald (Biomasse, Totholz, Boden); Projekt des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW)
- THG-Bilanz des Holzprodukte-Pools auf Basis des Einschlags aus dem österreichischen Wald (Schnittholz, Platte, Papier); Projekt der BOKU, Institut für Marketing & Innovation
- Unterschiedliche THG-Emissionen durch den Einsatz von Holzprodukten im Vergleich zu Substitutionsprodukten aus anderen Rohstoffen, ausgehend vom verfügbaren Einschlag aus dem österreichischen Wald; Projekt des Umweltbundesamtes

## Fünf Szenarien






Anhand von fünf Szenarien wurde die „Was-wäre-wenn“-Entwicklung der THG-Bilanz der Holzketten auf Basis des österreichischen Waldes bis 2100 konsistent über die drei Projekte mit Hilfe von Modellen simuliert. Folgende Szenarien wurden untersucht (Übersicht siehe Seite 4):

## Autorenteam:

PETER WEISS,  
NINA BRASCHEL,  
MARTIN BRAUN,  
RICHARD BÜCHSENMEISTER,  
ALEXANDRA FREUDENSCHUSS,  
DAVID FRITZ,  
THOMAS GSCHWANTNER,  
ROBERT JANDL,  
THOMAS LEDERMANN,  
MARKUS NEUMANN,  
WERNER PÖLZ,  
KLEMENS SCHADAUER,  
CARMEN SCHMID,  
PETER SCHWARZBAUER,  
TOBIAS STERN



## 5 Szenarien und ihre Rahmenbedingungen

	Szenarien	Eigenschaften
	<b>R</b> Referenzszenario	<p>Die weitere Nachfrage nach Holz (mengenmäßig und in Zusammensetzung) und die dementsprechende Waldbewirtschaftung entsprechen dem Trend der letzten Jahre;</p> <p>gleiche Rahmenbedingungen wie derzeit;</p> <p>Ziele des National Renewable Energy Action Plan 2010 werden 2020 erreicht und Förderung der Nutzung von Waldbiomasse für energetische Zwecke läuft nach 2020 aus;</p> <p>moderate Wirtschaftsentwicklung (Wirtschaftswachstum bis 2025 entsprechend OECD jährlich real 1,5% Österreich und 2,2% OECD, nach 2025 beide Regionen 1,5% bis 2100);</p> <p>Holzimporte sind entsprechend künftiger Erwartung limitiert.</p>
	<b>1a</b> gesteigerter Einschlag wegen forciertes energetischer Nutzung	<p>Renewable Energy Action Plan 2010 wird weiterentwickelt;</p> <p>Nachfrage nach Energieholz aus dem Wald nimmt durch verstärkte Förderung der Nutzung von Waldbiomasse für die energetische Nutzung stark zu;</p> <p>Verschiebung der Nachfrage für Energieholz bis 2100 um +20 % gegenüber dem R-Szenario;</p> <p>Die Nachfrage nach Holz steigt über das R-Szenario, das heißt Vorratsabbau ist möglich;</p> <p>Die Waldbewirtschaftung passt sich diesem Trend an;</p> <p>Importe wie in R-Szenario.</p>
	<b>1b</b> gesteigerter Einschlag wegen forciertes stofflicher Nutzung	<p>Das Bauen mit Holz und der Einsatz von Holzprodukten werden gefördert;</p> <p>Technologische Entwicklungen erweitern den Einsatzspielraum von Holz in Produkten und Bau;</p> <p>Steigerung der stofflichen Nutzung (Säge- und Industrieholz) bis 2020 wie im R-Szenario, bis 2100 um +20 % gegenüber dem R-Szenario;</p> <p>Die Nachfrage nach Holz steigt über das R-Szenario, das heißt Vorratsabbau ist möglich;</p> <p>Importe wie in R-Szenario.</p>
	<b>1c</b> gesteigerter Einschlag wegen forciertes stofflicher Nutzung unter günstigen Importbedingungen	<p>Wie Szenario 1b;</p> <p>Aber optimistische Importannahmen: Rohholzimporte bis maximal 150 % des derzeitigen Niveaus.</p>
	<b>2</b> reduzierte Nutzung (Nutzungseinschränkungen und Außer-Nutzung-Stellung von Waldflächen aus Naturschutzvorgaben)	<p>Außer-Nutzung-Stellung und Nutzungseinschränkung auf weiteren Waldflächen gegenüber R-Szenario durch Anreiz- und Fördersysteme zur Umsetzung von Naturschutzvorgaben;</p> <p>Vorratsaufbau möglich;</p> <p>Holzimporte wie in R-Szenario.</p>

Es wurden keine weiteren Maßnahmen in den Szenarien simuliert (zum Beispiel Zuwachs-, Effizienzsteigerungen im Wald etc. wie in anderen Studien), und es wurde angenommen, dass das Verhalten sämtlicher Marktteilnehmer in der Simulationsperiode wie bisher ist.

### Realistische Annahmen

Szenarien sind keine Vorhersagen, sondern dienen der Identifizierung von Effekten unter verschiedenen Entwicklungen. Die Szenarien sollten keine völlig unrealistischen Entwicklungen wiedergeben, aber dennoch die „Umhüllenden“ der potenziellen künftigen Entwicklungen darstellen. Aus diesem Grund wurde etwa in den Szenarien 1a, 1b und 1c auch ein signifikanter Vorratsabbau im Wald auf historische Werte zugelassen, um dessen

Effekt auf die Gesamt-THG-Bilanz zu untersuchen.

Die nachfolgenden Beiträge stellen die Einzelergebnisse in den drei Projekten sowie die Gesamtergebnisse aller drei Bereiche dar.



Dr. Peter Weiss,  
Mag. Nina Braschel,  
Mag. David Fritz,  
Dipl.-Ing. Werner Pölz,  
Dipl.-Ing. Carmen Schmid,  
Umweltbundesamt,  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien,  
peter.weiss@umweltbundesamt.at

Dipl.-Ing. Martin Braun, MSc.  
Univ.-Prof.  
Dr. Peter Schwarzbauer,  
Universität für Bodenkultur,  
Institut für  
Marketing und Innovation,  
Feistmantelstraße 4, 1180 Wien,  
tobias.stern@boku.ac.at

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Tobias Stern,  
Kompetenzzentrum Holz GmbH  
(Wood Kplus),  
Altenberger Straße 69, 4040 Linz,  
t.stern@kplus-wood.at

Dipl.-Ing. Richard Büchsenmeister,  
Dipl.-Ing. Alexandra Freudenschuß,  
Dr. Thomas Gschwantner,  
Univ.-Doz. Dr. Robert Jandl,  
Priv.-Doz. Dr. Thomas Ledermann,  
Dr. Markus Neumann,  
Dr. Klemens Schadauer,  
Bundesforschungszentrum für Wald,  
Seckendorff-Gudent-Weg 8,  
1131 Wien,  
thomas.ledermann@bfw.gv.at

#### Die von Klima- und Energiefonds geförderten Projekte:

BFW: Projekt-Nummer B287610  
BOKU: Projekt-Nummer B287609  
Umweltbundesamt: Projekt-Nummer B287607



▼  
Das Projektteam



Foto: BFW

THOMAS LEDERMANN, ROBERT JANDL, KLEMENS SCHADAUER

## Die Treibhausgasbilanz im österreichischen Wald

**Die Art der Bewirtschaftung von Österreichs Wäldern beeinflusst die nationale Treibhausgasbilanz. In einem vom Klima- und Energiefonds (KLIEN) geförderten Projekt wurde von drei Instituten des BFW (Waldwachstum und Waldbau, Waldinventur, Waldökologie und Boden) der Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsstrategien untersucht.**

Die Studie basiert auf den Daten der Österreichischen Waldinventur (ÖWI) der Erhebungsperiode 2007/09 und auf Flächeninformationen über National- und Biosphärenparks, Naturwaldreservate, Natura 2000-Gebiete und andere Schutzgebiete. Diese Informationen wurden vom BFW, dem Umweltbundesamt und der Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH zur Verfügung gestellt.

Die Waldentwicklung wurde mit dem am BFW entwickelten, klimasensitiven Waldwachstumsmodell CALDIS simuliert (Kindermann, 2010; Gschwantner et al., 2010). Das Kernstück von CALDIS besteht aus Funktionen, mit denen der BHD- und Höhenzuwachs jedes Einzelbaumes geschätzt werden kann. Darüber hinaus enthält CALDIS Modelle zur Abschätzung von Zufallsnutzungen, konkurrenzbedingter Mortalität und Waldverjüngung (Ledermann, 2002). Für alle Simulationsläufe wurde das Klimaszenario RCP 8.5 (IPCC WGI AR5, 2013) angenommen, das bis zum Ende des Jahrhunderts von einem mittleren globalen Temperaturanstieg um 3,5 °C gegenüber dem Jahr 2010 ausgeht. Die monatlichen Niederschlagswerte entsprechen dem Zeitraum von 1981 bis 2009, wurden aber zufällig miteinander vertauscht.

### **Ober- und unterirdische Biomasse berechnet**

Zur Berechnung der ober- und unterirdischen Biomasse wurde für jeden Baum das Schaftholzvolumen mit Hilfe von baumartenspezifischen Schwindmaßen und Rohdichten umgerechnet. In einem zweiten Schritt wurden die Ast-, Blatt- und Nadelnadeln trockenmassen sowie die Wurzeltrockenmasse mit Hilfe von Biomassefunktionen geschätzt (Eckmüller, 2006; Gschwantner und Schadauer, 2006; Ledermann und Neumann, 2006; Rubatscher et al., 2006; Wirth et al., 2004; Wutzler et al., 2008). Die Summe aus den einzelnen Baumkompartimenten ergibt die gesamte ober- und unterirdische Trockenmasse eines Baumes, die in Kohlenstoff (C) bzw. CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet wurde.

Die Bodenkohlenstoffdynamik wurde mit dem Modell YASSO 07 simuliert, das die Mineralisierung der vorhandenen organischen Substanz im und auf dem Waldboden nachbildet (Liski et al., 2009). Diese Menge setzt sich zusammen aus dem oberirdischen Streufall (Nadeln, Blätter, Äste, Zweige), dem Rücklass nach Nutzungen, den abgestorbenen Grob- und Feinwurzeln und dem Totholz am Boden. Informationen über die Qualität der organischen Substanz (Anteile an säurelöslicher, wasserlöslicher oder nicht löslicher organischer Substanz) und Abbauraten kommen aus dem Modell selbst. Als Output liefert YASSO 07 den Kohlenstoffvorrat in jedem Jahr und die jährliche Änderung des Kohlenstoffvorrats im Boden.

Waldwachstumsmodell CALDIS besteht aus Funktionen, mit denen der BHD- und Höhenzuwachs jedes Einzelbaumes geschätzt werden kann.

## Jährlicher Einschlag mit FOHOW2 ermittelt

Insgesamt wurden fünf Szenarien durchgerechnet. Bei vier Szenarien (R, 1a, 1b, 1c) wurde der jährliche Einschlag mit Hilfe des Forest Sector Modells FOHOW2 auf Basis von Marktmechanismen und ökonomischer Rahmenbedingungen ermittelt (siehe Artikel Seite 10). Bei der Umsetzung der Nutzungen im Zuge der Wachstumssimulation mit CALDIS wurde für jede ÖWI-Probefläche ermittelt, um welche Art von Eingriff es sich handelt. Endnutzungen wurden als Kahlschlag bzw. als Einzelstammentnahmen, Vornutzungen als geometrische Durchforstungen, basierend auf standortsspezifischen Stammzahlleitkurven, „ausgezeigt“.

Bestehende Nutzungseinschränkungen in diversen Schutzgebieten (National- und Biosphärenparks, Naturwaldreservate, etc.) wurden dabei berücksichtigt.

## „Auszeige“ anhand von erntekostenfreien Erlösen

Mit Produktivitätsmodellen für die Holzernnte und den vom Modell FOHOW2 errechneten Holzpreisen wurde für jede „Auszeige“ ein erntekostenfreier Erlös

Beschreibung der fünf Szenarien auf Seite 4.

### Szenarien:

- R - Referenzszenario – Waldbewirtschaftung und Holznachfrage folgen dem Trend der letzten Jahre
- 1a - gesteigerter Einschlag wegen forcierter energetischer Nutzung
- 1b - gesteigerter Einschlag wegen forcierter stofflicher Nutzung
- 1c - gesteigerter Einschlag wegen forcierter stofflicher Nutzung unter günstigen Importbedingungen
- 2 - reduzierte Nutzung (Nutzungseinschränkungen und Außer-Nutzung-  
Stellung von Waldflächen aus Naturschutzvorgaben)

(DB I) errechnet. Anschließend wurden die Probeflächen nach dem DB I sortiert. Beginnend bei der Probefläche mit dem höchsten DB I wurden die „ausgezeigten“ Bäume solange von den Probeflächen entfernt, bis die vorgegebene Einschlagsmenge erreicht war. Durch diese Vorgehensweise wurde das in den ÖWI-Daten abgebildete Nutzungsverhalten simuliert, wonach in bringungsgünstigen Lagen bevorzugt genutzt wird.

Gleichzeitig wurde überprüft, ob unter Einhaltung aller gesetzlichen, waldbaulichen und ertragskundlichen Restriktionen die von FOHOW2 geschätzten Nutzungsmengen aus dem österreichischen Ertragswald bereitgestellt werden können. Beim Szenario 2, das

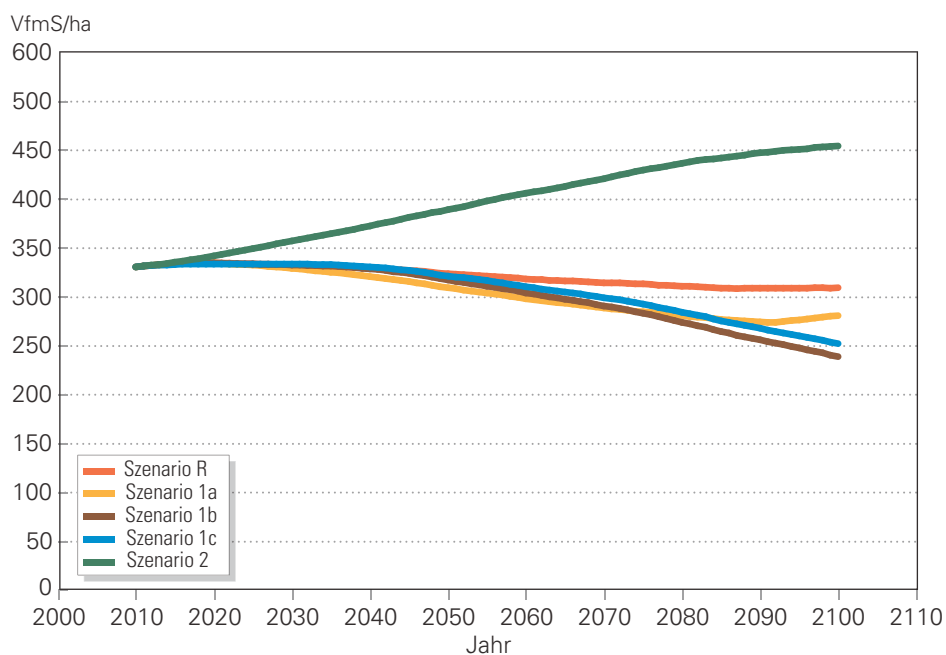


Abbildung 1:  
Simulierte Vorratsentwicklung für fünf verschiedene Bewirtschaftungsszenarien.

Zur Bedeutung der Szenarien siehe Kasten oben

eine reduzierte Nutzung aufgrund von Nutzungseinschränkungen und Außer-Nutzung-Stellung von Waldflächen voraus, wurden die im Referenzszenario berechneten Nutzungsmengen innerhalb der verschiedenen Schutzgebiete (National- oder Biosphärenparks, Natura-2000-Gebiete, etc.) nach bestimmten Vorgaben reduziert und ins Modell CALDIS eingesteuert.

### Vorrat nimmt bei vier der fünf Szenarien ab

Die Simulationsrechnungen zeigen, dass der Vorrat bei vier der fünf Szenarien im Vergleich zum Ausgangsvorrat im Jahr 2010 abnimmt (Abbildung 1). Der niedrigste Vorrat am Ende des Simulationszeitraumes ergibt sich, wenn der Einschlag wegen forciert stofflicher Holzverwendung deutlich erhöht wird (Szenario 1b). Bei der forcierten Bereitstellung von Energie aus forstlicher Biomasse (Szenario 1a) nimmt der Vorrat anfangs noch stärker ab. Am Ende des Simulationszeitraumes kann aber die benötigte Laubholzmenge nicht mehr geliefert werden, sodass der Vorrat wieder ansteigt. Im Szenario 2 (Nutzungseinschränkungen und Außer-Nutzung-Stellung von Waldflächen) kommt es dagegen zu einem Vorratsaufbau mit einem mittleren jährlichen Anstieg von 1,2 VfmS/ha.

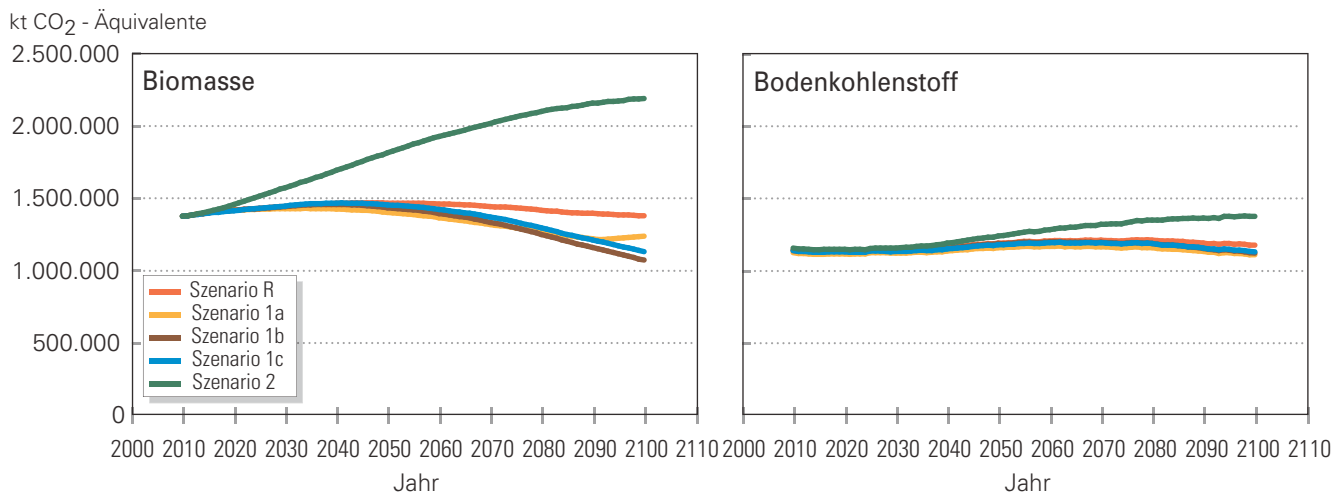
Im Vergleich dazu beträgt der zwischen 1981 und 2009 im Rahmen der ÖWI beobachtete mittlere jährliche Vorratsanstieg rund 2,3 VfmS/ha. Allerdings ist der in Szenario 2 simulierte Vorratsanstieg ausschließlich auf eine Zunahme des Laubholzvorrats zurückzuführen. Der Nadelholzvorrat nimmt im Szenario 2 genauso wie in den anderen Szenarien ab.

### Langlebige Holzprodukte wirken sich positiv auf die Bilanz aus

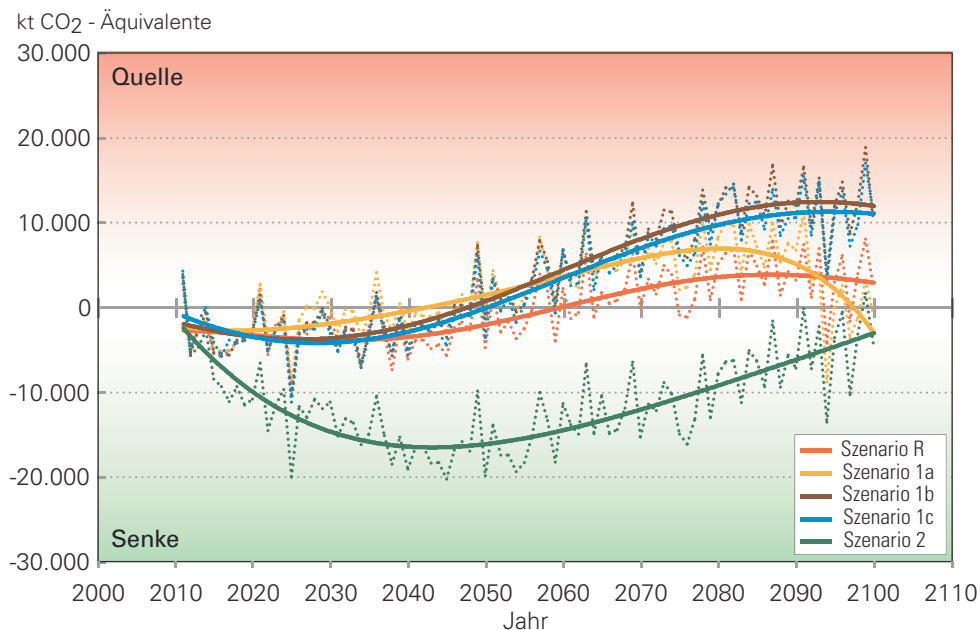
Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Kohlenstoffvorräte für die Biomasse (inklusive stehendes Totholz) und den Waldboden. Betrachtet man die für die Treibhausgasbilanzierung maßgeblichen jährlichen Änderungen des gesamten Kohlenstoffvorrats des Waldes (Biomasse, Totholz und Boden), so zeigt sich, dass der Wald in allen Szenarien bis etwa zum Jahr 2040 eine Senke ist. Nur im Szenario 2 bleibt die Senkenfunktion bis zum Ende des Simulationszeitraumes auf Kosten der Bereitstellung von Holzprodukten erhalten. Bei den anderen Szenarien wird der Wald zwischen 2040 und 2060 infolge der intensiveren Nutzung zu einer bilanztechnischen Quelle von Treibhausgasen, da der Kohlenstoffspeicher im Wald abnimmt (Abbildung 3). Eine positive Wirkung des Waldes auf die Treibhausgasbilanz erfolgt jedoch auch bei

VfmS = Vorratsfestmeter Schaftholz

▼  
Abbildung 2:  
Simulierte Entwicklung  
der verschiedenen  
Kohlenstoffpools im  
Wald)







◀ **Abbildung 3:**  
**Jährliche Änderung des Gesamtkohlenstoffpools im Wald (ober- und unterirdische Biomasse inkl. Bodenkohlenstoff). Befindet sich die Linie im grünen Bereich, so stellt sie eine Senke dar. Im roten Bereich kippt das System in Richtung Quelle. Durchgezogene Linien sind Ausgleichslinien.**

den Szenarien mit Abnahme des Kohlenstoffspeichers im Wald, da der Rohstoff für langlebige Holzprodukte bereit ge-

stellt wird (siehe Gesamtergebnisse, Seite 16).



Die Langfassung des BFW-Endberichts zum Herunterladen unter: [bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9986](http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9986)

## Literatur

Eckmüllner, O. (2006): Allometric relations to estimate needle and branch mass of Norway spruce and Scots pine in Austria. *Austrian Journal of Forest Science* 123, 7-16.

Gschwantner, T.; Schadauer, K. (2006): Branch biomass functions for broadleaved tree species in Austria. *Austrian Journal of Forest Science* 123, 17-34.

Gschwantner, T.; Kindermann, G.; Ledermann, T. (2010): Weiterentwicklung des Wachstumssimulators PROGNAUS durch Einbindung klimarelevanter Parameter. In: Neumann, M. (Ed.), *Auswirkungen des Klimawandels auf Österreichs Wälder - Entwicklung und vergleichende Evaluierung unterschiedlicher Prognosemodelle (WAMOD)*. Nicht publizierter Projektbericht.

IPCC (2013): Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kindermann, G. (2010): Eine klimasensitive Weiterentwicklung des Kreisflächenzuwachsmo- dells aus PROGNAUS. *Austrian Journal of Forest Science* 127, 147-178.

Ledermann, T. (2002): Ein Einwuchsmodell aus den Daten der Österreichischen Waldinventur 1981-1996. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 119, 40-77.

Ledermann, T.; Neumann, M. (2006): Biomass equations from data of old long-term experimental plots. *Austrian Journal of Forest Science* 123, 47-64.

Liski, J.; Tuomi, M.; Rasinmäki, J. (2009): Yasso07 user-interface manual. Finnish Environment Institute.

Rubatscher, D.; Munk, K.; Stöhr, D.; Bahn, M.; Mader-Oberhammer, M.; Cernusca, A. (2006): Biomass expansion functions for *Larix decidua*: a contribution to the estimation of forest carbon stocks. *Austrian Journal of Forest Science* 123, 87-101.

Wirth, C.; Schumacher, J.; Schulze, E.D. (2004): Generic biomass functions for Norway spruce in Central Europe - a meta-analysis approach toward prediction and uncertainty estimation. *Tree Physiology* 24, 121-139.

Wutzler, T.; Wirth, C.; Schumacher, J. (2008): Generic biomass functions for Common beech (*Fagus sylvatica* L.) in Central Europe - predictions and components of uncertainty. *Canadian Journal of Forest Research* 38, 1661-1675.

Priv.-Doz.  
 Dipl.-Ing. Dr. Thomas Ledermann,  
 Institut für  
 Waldwachstum und Waldbau,  
 Bundesforschungszentrum für Wald,  
 Seckendorff-Gudent-Weg 8,  
 1131 Wien  
[thomas.ledermann@bfw.gv.at](mailto:thomas.ledermann@bfw.gv.at)

Univ.-Doz.  
 Dipl.-Ing. Dr. Robert Jandl,  
 Institut für  
 Waldökologie und Boden,  
 Bundesforschungszentrum für Wald,  
 Seckendorff-Gudent-Weg 8,  
 1131 Wien

Dipl.-Ing. Dr. Klemens Schadauer,  
 Institut für Waldinventur,  
 Bundesforschungszentrum für Wald,  
 Seckendorff-Gudent-Weg 8,  
 1131 Wien

MARTIN BRAUN, PETER SCHWARZBAUER, TOBIAS STERN

## Kohlenstoffspeicherung durch Holzernteprodukte

**Politische Entscheidungen der nächsten Jahre können die Marktdynamik zwischen verschiedenen Sektoren der Forst- und Holzwirtschaft langfristig beeinflussen. Diese Interaktionen wirken sich weit darüber hinaus auf den Aufbau von Kohlenstoffvorräten in Holzprodukten aus. Anhand mehrerer spezifischer Szenarien wurden mögliche Effekte auf die Entwicklung der Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten untersucht.**

Verwendet man forstliche Biomasse stofflich, kann die Lebens- und Einsatzdauer von Holz bei geeigneten Rahmenbedingungen deutlich über die Umtriebszeit im Wald hinaus verlängert werden. Eine kaskadische Nutzung von Holz ist eine sinnvolle Klimaschutzmaßnahme, da damit nicht nur effizient Ressourcen genutzt werden, sondern auch Kohlenstoffvorräte außerhalb des Waldes aufgebaut werden können. Kaskadische

Nutzung meint in diesem Fall jede weiterführende Verwendung, die vor einer abschließenden energetischen Verwertung stattfindet, und zielt auf eine größtmögliche Erhöhung der Wiederverwendung und stofflichen Wiederverwertung ab.

### **Veränderung der Kohlenstoffvorräte in Holzernteprodukten**

Bei der 17. UN-Klimakonferenz der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) in Durban wurden Anrechnungsregeln festgelegt, bei denen eine stoffliche Nutzung von Holz und folglich ein Aufbau von entsprechenden Kohlenstoffvorräten forciert werden sollen. Die Veränderung der Kohlenstoffvorräte in Holzernteprodukten (Harvested Wood Products, HWP) ist ab 2013 verpflichtend in die Treibhausgasbilanz einzurechnen. Der Fokus bei HWP liegt auf den Halbfertigproduktkategorien Schnittholz (Laub- und Nadel schnitt-

▼  
Der Fokus bei Holzernteprodukten liegt auf Schnittholz, Span- und Faserplatten sowie Papier und Pappe

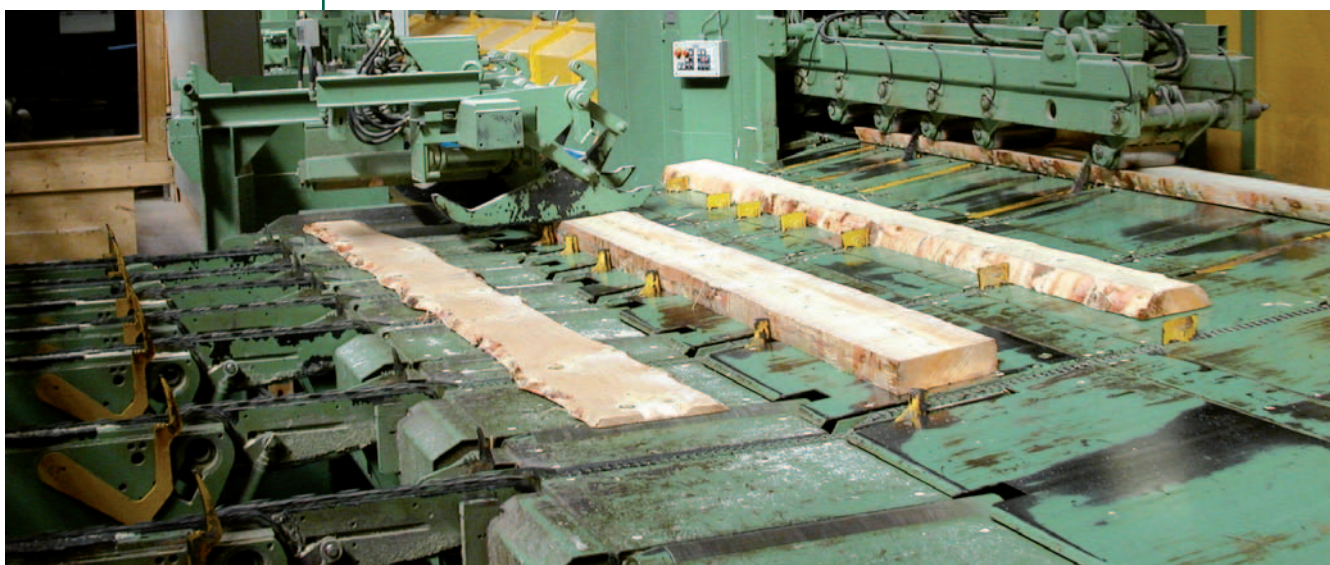


Foto: André Carlen, La Conversion/Lignum

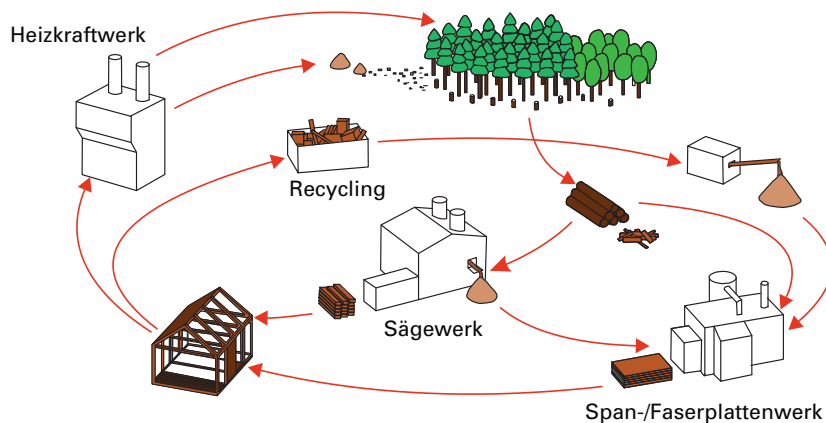


Abbildung 1:  
Zusätzliche Kohlenstoff-  
sequestrierung durch  
kaskadische Nutzung  
(BOKU/MAIF)

holz), Span- und Faserplatten sowie Papier und Pappe. Angerechnet wird die Differenz der Quelle/Senke des HWP-Vorrates gegenüber einem Referenzwert, der als „business as usual“ bis 2020 berechnet wurde.

### Einschlagsentwicklung

Für fünf „was-wäre-wenn“-Szenarien wurden verschiedene Entwicklungen mit Hilfe des Modells FOHOW2 (Forst- und Holzwirtschaft) berücksichtigt. Dieses bildet die gesamte Forst- und Holzwirtschaft vom Einschlag über Zwischenprodukte bis hin zu intermediären Endprodukten ab. Die Angebotsseite hängt größtenteils von der Entwicklung des Vorrates und von der Änderung des Zuwachses ab. Hierbei wird in zwei Altersklassen (kleiner 60 Jahre, größer/gleich 60 Jahre) und für Nadelholz in drei Eigentumsklassen abstrahiert (Kleinwald

kleiner 200 ha; Privatwald ab 200 ha, Bundesforste); Laubwald wird in eine einzelne Eigentumskategorie zusammengefasst. Die Vorrats- und Zuwachsdaten wurden iterativ mit dem BFW ausgetauscht und auf Ergebnisse des dort verwendeten waldwachstumskundlichen Modells CALDIS kalibriert (Ergebnisse siehe Abbildung 2).

### Wechselwirkungen

Hinsichtlich der Kohlenstoffvorräte spielen bei HWP die sogenannten Halbwertszeiten die kritischste Rolle. Dies sind Faktoren, die aus der durchschnittlichen Verwendungsdauer einer Produktkategorie abgeleitet werden. Die Halbwertszeit ist dabei jene Dauer, bei der die Hälfte eines Produktes den Pool wieder verlassen hat, das heißt wiederverwertet oder entsorgt wird.

Halbwertszeit =  
Zeitraum, in dem die  
Hälfte eines Produktes  
wiederverwertet oder ent-  
sorgt wurde.

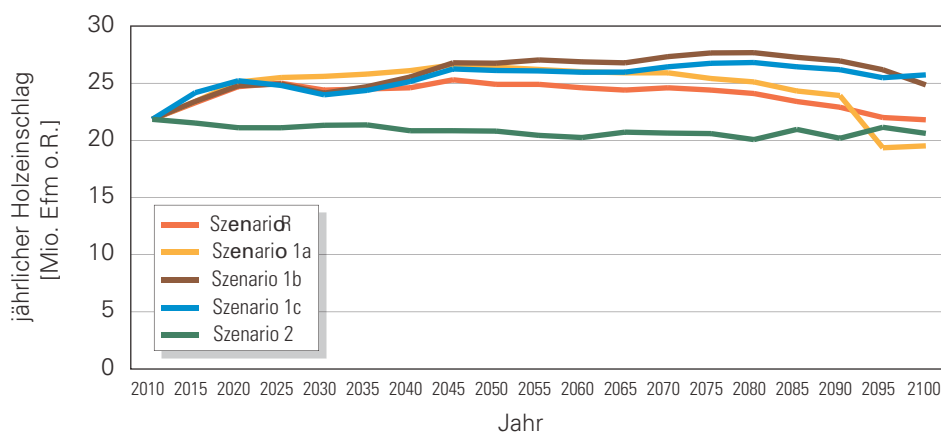


Abbildung 2:  
Entwicklung des  
gesamten Einschlags in  
Österreich  
(alle Eigentumskategorien;  
Nadel- und Laubholz).

Beschreibung der fünf Szenarien auf Seite 4.

**Szenarien:**

- R - Referenzszenario – Waldbewirtschaftung und Holznachfrage folgen dem Trend der letzten Jahre
- 1a - gesteigerter Einschlag wegen forcierter energetischer Nutzung
- 1b- gesteigerter Einschlag wegen forcierter stofflicher Nutzung
- 1c - gesteigerter Einschlag wegen forcierter stofflicher Nutzung unter günstigen Importbedingungen
- 2 - reduzierte Nutzung (Nutzungseinschränkungen und Außer-Nutzung-Stellung von Waldflächen aus Naturschutzvorgaben)

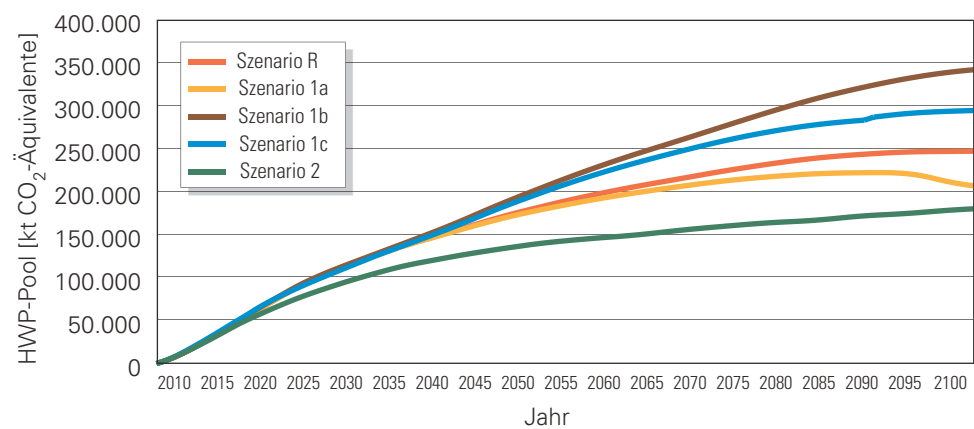
Eine Verknappung des Angebots wie etwa Nutzungsreduktionen bewirkt eine Sortimentsverschiebung bei den Eigentumskategorien im Hinblick auf die Holzverfügbarkeit. Veränderungen der Importverfügbarkeit von Holzrohstoffen wirken sich auf die Dynamik der Produktion von Halbfertigprodukten aus.

**Ergebnisse**

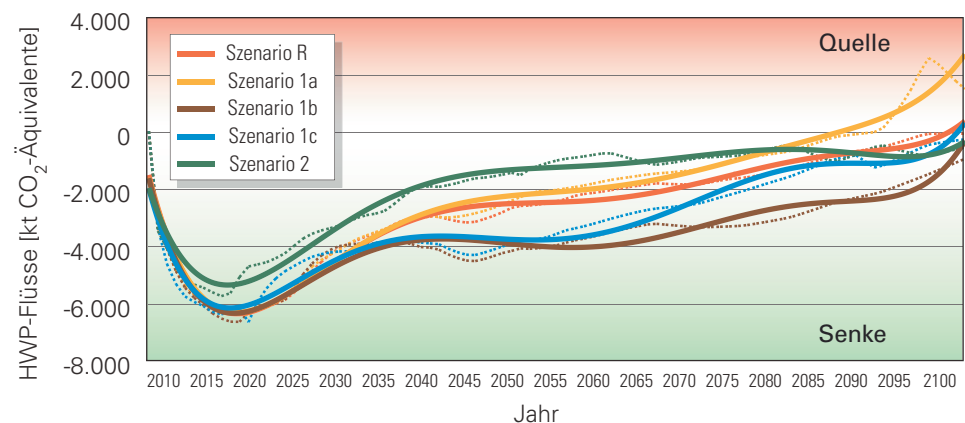
Zusammenfassend für alle HWP lässt sich aus den Simulationen ableiten, dass das Szenario 1b zum größten Aufbau von Kohlenstoffvorräten in den HWP führt. Szenario 1b impliziert, dass die gesteigerte Nachfrage der stofflichen Holznutzung und eine zu erwartende Verknappung des Importangebots für Rundholz zu einer verstärkten Nutzung von Holz aus österreichischem Wald führen. Dieses wird in Folge für langlebige Holz-

Einen weiteren signifikanten Einfluss auf die Kohlenstoffspeicherung haben Konversionsfaktoren (Effizienz bei der Verarbeitung von Produkten) sowie diverse Parameter, die das Produktaufkommen bestimmen (zum Beispiel Wirtschaftswachstum, Ölpreis, Preiselastizitäten der jeweiligen Rohstoffe und Halbfertigprodukte).

► **Abbildung 3:**  
Darstellung der insgesamt aufgebauten Vorräte von Kohlenstoff in Holzernstprodukten (HWP) (in Kilotonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten; Referenzjahr 2010)



► **Abbildung 4:**  
Darstellung der jährlichen Kohlenstoffflüsse in Holzernstprodukten HWP (in Kilotonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten). Befindet sich die Linie im grünen Bereich, so stellt die HWP-Vorratsveränderung eine Senke dar, im roten Bereich kippt das System in Richtung Quelle. Durchgezogene Linien sind interpoliert.



produkte verwendet. Beim Szenario 1c ist dieser Effekt geringer, weil ein Teil der Nachfrage durch Importe gedeckt werden kann. Die Kohlenstoffbilanzeffekte durch importiertes Holz wurden in den Projekten nicht untersucht, da sie in ihrer Gesamtbilanz nur extrem unwichtig quantifizierbar wären und für die österreichische Treibhausgasbilanz nicht anrechenbar sind. Schließlich fallen das Szenario 1a sowie das Szenario 2 hinter die Senken-Effekte bei den HWP des Referenzszenarios (Szenario R) zurück.

Bei Szenario 1a ist ab 2090 das Aufkommen an Brennholz geringer, weil die Nachfrage an Laubholz für energetische Nutzung nicht mehr adäquat erfüllt werden kann und es somit zu Preissteigerungen kommt. Dies ist auch aus Abbildung 3 ersichtlich, wo der aufgebaute Kohlenstoffpool für Szenario 1a leicht abfällt.

Bei Szenario 2 führen Außer-Nutzungsstellungen und Nutzungsreduktionen generell zu einer geringeren Verfügbarkeit an Holz für die Holzproduktkette. Hier wird stattdessen massiv Kohlenstoff im Wald aufgebaut (siehe Seite 6).

Bis auf das Szenario 1a stellen sämtliche Szenarien über den gesamten Simulationsverlauf hindurch eine Kohlenstoffsenke dar (Abbildung 4). Diese Ergebnisse – insbesondere Szenario 2 – sind jedoch in einem Gesamtkontext zu berücksichtigen, der in einem Folgeartikel erörtert wird (siehe Gesamtergebnisse Seite 16).

Mit Hilfe dieser Untersuchung ist es für HWP mittel- bis langfristig möglich, die Auswirkungen von gezielten Maßnahmen und politischen Entscheidungen vorausschauend abschätzen zu können.

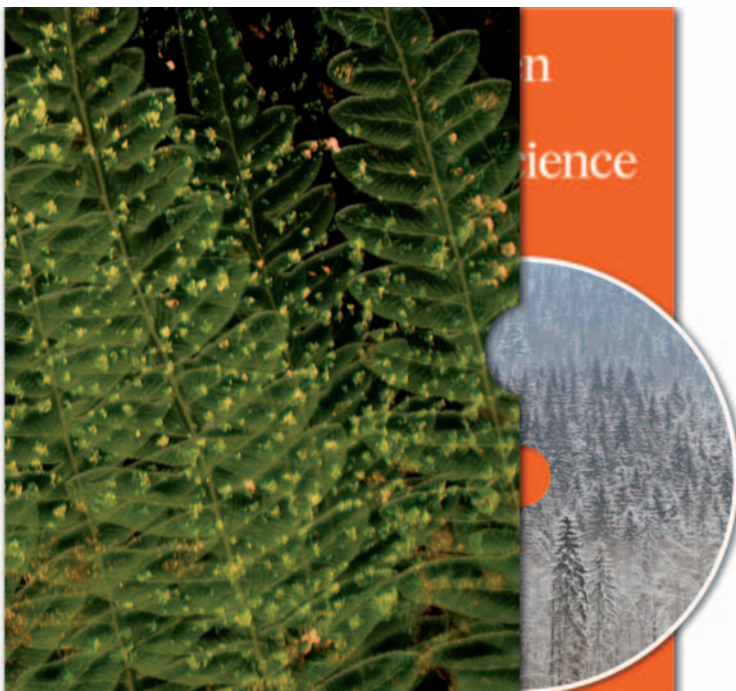
Dieser Bericht erfolgt auf Basis eines vom Klima- und Energiefonds geförderten Projektes.



Dipl.-Ing. Martin Braun MSc.,  
Ao. Univ.-Prof.  
Dr. Peter Schwarzbauer,  
Universität für Bodenkultur,  
Department für Wirtschaft- und  
Sozialwissenschaften, Institut für  
Marketing und Innovation,  
Feistmantelstraße 4, 1180 Wien,  
martin.braun@boku.ac.at

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Tobias Stern,  
Kompetenzzentrum Holz GmbH  
(Wood Kplus),  
Altenberger Straße 69, 4040 Linz,  
t.stern@kplus-wood.at

Die Langfassung des  
BOKU-Endberichts  
zum Herunterladen unter:  
[bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?  
dok=9986](http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9986)



## Der Wald für alle Sinne

Luma.Launisch & Takamovsky  
produzierten für das  
Bundesforschungszentrum für Wald  
"Unseen Science | See Aural Woods.  
An Audiovisual Journey into the Forests"

Das Kulturprojekt des BFW ist nun auf  
DVD erhältlich.

Bestellung (kostenfrei zuzüglich Porto) im  
Webshop des BFW (<http://bfw.ac.at>) oder  
unter [bibliothek@bfw.gv.at](mailto:bibliothek@bfw.gv.at).

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



WERNER PÖLZ, NINA BRASCHEL, DAVID FRITZ

## Einsatz von Holz an Stelle von Substitutionsmaterialien: Berechnung des Treibhausgasreduktionspotenzials

**Der vielfältige Einsatz von Holz aus österreichischem Wald hat Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen). Das Umweltbundesamt ist im Rahmen eines Projektes des Klima- und Energiefonds der Frage nachgegangen, wie sich die THG-Emissionen entwickeln würden, wenn an Stelle von Holz aus österreichischem Wald sogenannte Substitutionsmaterialien (zum Beispiel Beton, Kunststoffe, etc.) oder fossile Brennstoffe eingesetzt werden.**

Mit dem Ökobilanzmodell GEMIS-Österreich (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme) wurde die Veränderung der THG-Emission berechnet und es wurden die Emissionen aus dem Holzeinsatz mit den Substitutionsemissionen für unterschiedliche Szenarien für einen Zeitraum bis 2100 verglichen.

GEMIS bezieht alle wesentlichen Prozesse ein, angefangen von der Primärener-

gie- und Rohstoffgewinnung bis zur Nutzenergie und Stoffbereitstellung, wie etwa Hilfsenergie und Materialaufwand zur Herstellung von Energieanlagen und Transportsystemen. Dadurch werden neben lokalen Emissionen auch die vorgelagerten Prozessemissionen in die Bilanzierung aufgenommen und ein gesamtheitliches Bild eines Prozesses abgebildet.

### Bereitstellung, Nutzung und Entsorgung

In den Berechnungen wurden die Bereitstellung (Erzeugung samt Transport) der diversen Fertigprodukte und Brennstoffe aus Holz und aus den Substitutionsmaterialien, die Nutzung und die Entsorgung berücksichtigt, das entspricht dem gesamten Lebenszyklus dieser Güter. Die Berechnungen umfassten die stoffliche und energetische Nutzung von Holz im Vergleich zum von Experten und Expertinnen geschätzten Mix aus Substitutionsmaterialien.

Jedes Jahr können durch die stoffliche und energetische Nutzung von Holz aus Österreichs Wald Treibhausgas-Emissionen eingespart werden. Diese Einsparung entspricht den Treibhausgasemissionen von einem Flugzeug, das rund 19.000 Mal die Erde umkreist.



Plattus Flugzeugwerke, Stans/Holzpreis Schweiz – Prix Lignum 2009

## Stoffliche Nutzung: Einsatz von Holz spart Treibhausgase ein

Bei der stofflichen Nutzung spielen die jeweilige Lebensdauer der betrachteten Güter, die Statik von Substitutionsmaterialien im Vergleich zu Holz und die jeweiligen Dichten eine maßgebliche Rolle. Die gesamten THG-Emissionen von der Holzbereitstellung wurden mit jenen der Substitutionsmaterialien verglichen. Die angenommenen kürzeren Lebensdauern der Holzprodukte im Vergleich zu den Substitutionsmaterialien machen die Bereitstellung der Güter aus Holz im Zeitraum bis zum Jahr 2100 mehrmals erforderlich. Trotzdem bewirkt der Einsatz von Holz eine Einsparung an THG-Emissionen im Vergleich zu den Substitutionsmaterialien. Holz vermindert selbst unter konservativen Annahmen THG-Emissionen, das gilt auch für Papier, das im Rahmen von Sensitivitätsanalysen betrachtet wurde.

## Energetische Nutzung: noch größere Einsparungen

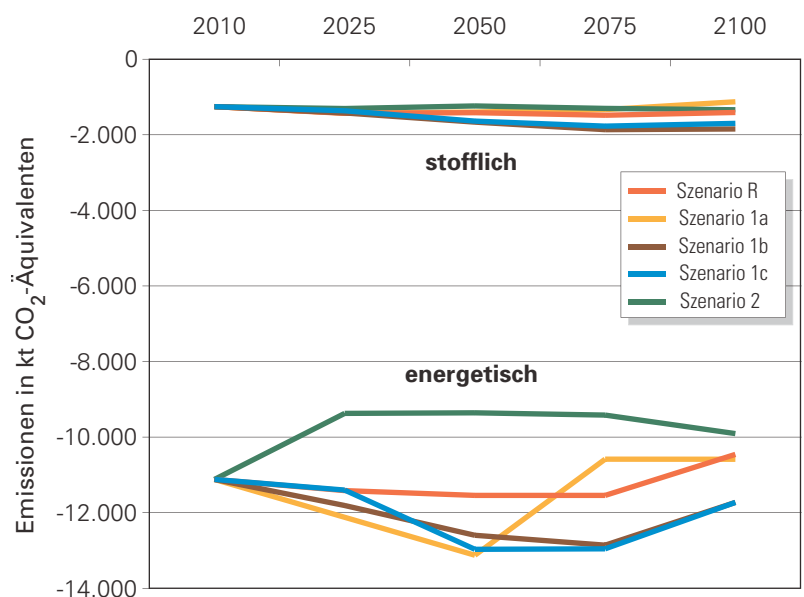
Der Ersatz von Holz zur Energiebereitstellung erfolgt in den Berechnungen ausschließlich über fossile Energieträger. Die Bereitstellungsemissionen und die Nutzung von Biomasse führen zu wesentlich geringeren THG-Emissionen als die gesamten Lebenszyklus-Emissionen von fossilen Energieträgern. Das ist einer der Gründe, warum bei der energetischen Nutzung wesentlich mehr Emissionen eingespart werden als bei der stofflichen Nutzung. Ein anderer Grund liegt in der Holzinputmenge.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass durch Holz aus Österreichs Wald in jedem Jahr bei der stofflichen Nutzung rund 1.300 Kilotonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente und bei der energetischen Nutzung rund 11.000 Kilotonnen an CO<sub>2</sub>-Äquivalente Emissionen eingespart werden (siehe Abbildung 1). Das entspricht in Summe für jedes Jahr den THG-Emissionen von einem Flugzeug, das rund 19.000 Mal die Erde umkreist.

Beschreibung der fünf Szenarien auf Seite 4.

### Szenarien:

- R - Referenzszenario – Waldbewirtschaftung und Holznachfrage folgen dem Trend der letzten Jahre
- 1a - gesteigerter Einschlag wegen forcierter energetischer Nutzung
- 1b - gesteigerter Einschlag wegen forcierter stofflicher Nutzung
- 1c - gesteigerter Einschlag wegen forcierter stofflicher Nutzung unter günstigen Importbedingungen
- 2 - reduzierte Nutzung (Nutzungseinschränkungen und Außer-Nutzung-Setzung von Waldflächen aus Naturschutzvorgaben)



Die Szenarien mit gesteigertem Einschlag aufgrund von forcierter energetischer oder stofflicher Holzverwendung (1a bis 1c) weisen erwartungsgemäß eine höhere vermiedene Substitutionsemission auf. Bei der stofflichen Nutzung ist die Nutzungsdauer der Holzprodukte ein wesentlicher Parameter, der einen ganz entscheidenden Einfluss auf die THG-Einsparungsmenge von Holz hat. Nur bei einem langen Einsatz der Holzprodukte kann sichergestellt werden, dass es zu THG-Emissionseinsparungen bei der stofflichen Nutzung kommt.



Die Langfassung des Umweltbundesamt-Endberichts zum Herunterladen unter: [bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9986](http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9986)

▲ **Abbildung 1:** Stoffliche und energetische Treibhausgas-Substitutionsemissionen zu Holzprodukten und -brennstoffen der unterschiedlichen Szenarien (+ erhöhte Emissionen durch Holzprodukte, – vermiedene Emissionen durch Holzprodukte)

Dipl.-Ing. Werner Pölz,  
Mag. Nina Braschel,  
Mag. David Fritz,  
Umweltbundesamt,  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien,  
werner.poelz@umweltbundesamt.at

**Autorenteam:**

PETER WEISS,  
NINA BRASCHEL,  
MARTIN BRAUN,  
RICHARD BÜCHSENMEISTER,  
ALEXANDRA FREUDENSCHUSS,  
DAVID FRITZ,  
THOMAS GSCHWANTNER,  
ROBERT JANDL,  
THOMAS LEDERMANN,  
MARKUS NEUMANN,  
WERNER PÖLZ,  
KLEMENS SCHADAUER,  
CARMEN SCHMID,  
PETER SCHWARZBAUER,  
TOBIAS STERN

PETER WEISS et al.

## Treibhausgasbilanz der österreichischen Holzkette: Zusammenfassung der Ergebnisse aus drei KLIEN-Projekten

**Die Treibhausgasbilanz entlang der Wertschöpfungskette von Holz aus Österreichs Wald wurde im Rahmen von drei Klima- und Energiefond-Projekten (KLIEN) für fünf Szenarien eingehend beleuchtet. Holz verstärkt kaskadisch zu nutzen und dadurch fossile und energieintensive Rohstoffe zu ersetzen wirkt sich langfristig am günstigsten auf unser Klima aus, wenn Vorratsnachhaltigkeit und eine lange Lebensdauer der Holzprodukte gewährleistet sind.**

Die drei KLIEN-Projekte zur Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) der österreichischen Holzkette wurden auf Basis konsistenter Eingangsdaten und Szenarien durchgeführt. Damit ist eine Darstellung der gesamten THG-Bilanz aus allen drei Segmenten der Holzkette zulässig. In den vorangehenden Beiträgen sind die

Szenarien und die Ergebnisse der Einzelprojekte dargestellt.

### **Holznutzung wirkt sich positiv auf Treibhausgasbilanz aus**

Die Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt: Die Holznutzung im österreichischen Wald hat außerordentlich positive Effekte auf die THG-Bilanz. Der über dem Simulationszeitraum von 90 Jahren (2010 bis 2100) kumulierte Effekt der Senke und der vermiedenen Emissionen in den drei Teilsegmenten des Referenz (R)-Szenarios entspricht beinahe 1,5 Millionen Kilotonnen CO<sub>2</sub> oder den gesamt-österreichischen THG-Emissionen innerhalb von 20 Jahren. Und das, obwohl Österreichs Wald allein für sich selbst betrachtet bezüglich der THG-Bilanz nahezu mit Null bilanziert (siehe Säulen „Gesamt“ und „Wald“ des R-Szenarios in Abbildung 1).

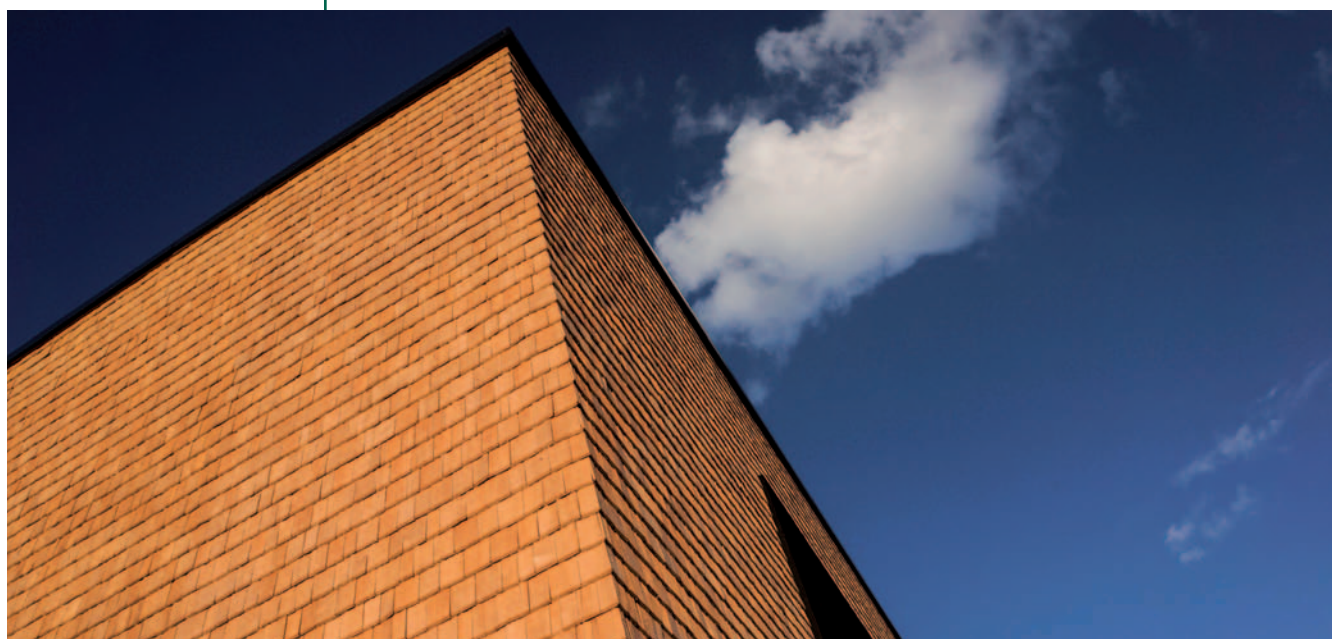


Foto: Rainer Sturm/Pixelio



## Andere Rohstoffe durch Holz ersetzen spielt große Rolle

Dieser positive Gesamteffekt beruht demzufolge überwiegend auf den vermiedenen Emissionen, die durch Substitution der Holzprodukte/Holzbrennstoffe durch Produkte/fossile Brennstoffe aus anderen Rohstoffen anfallen würden (siehe Säule „Substitutionsemissionen“ des R-Szenarios in Abbildung 1). Bemerkenswert ist, dass ein Großteil dieses Effekts auf die energetische Holznutzung als Koppelprodukt zur stofflichen Holznutzung zurückzuführen ist. Im Zuge der stofflichen Holzverwendung fallen zwei Drittel der Menge für die energetische Nutzung an.

Die Szenarien 1a bis 1c mit gesteigertem Einschlag für energetische bzw. stoffliche Holzverwendung schneiden im Gesamtergebnis ähnlich, jedoch im Gesamteffekt etwas schlechter als das R-Szenario ab. Dies obwohl die vermiedenen Emissionen (Substitutionsemissionen) in diesen Szenarien höher als im R-Szenario sind und 1b und 1c aufgrund der forcierten kaskadischen Holzverwendung zusätzlich auch eine höhere Senkenleistung im Holzproduktepool als das R-Szenario aufweisen.

Beschreibung der fünf Szenarien auf Seite 4.

### Szenarien:

- R - Referenzszenario – Waldbewirtschaftung und Holznachfrage folgen dem Trend der letzten Jahre
- 1a - gesteigerter Einschlag wegen forciertes energetischer Nutzung
- 1b - gesteigerter Einschlag wegen forciertes stofflicher Nutzung
- 1c - gesteigerter Einschlag wegen forciertes stofflicher Nutzung unter günstigen Importbedingungen
- 2 - reduzierte Nutzung (Nutzungseinschränkungen und Außer-Nutzung-Setzung von Waldflächen aus Naturschutzvorgaben)

## Art der Waldbewirtschaftung wirkt sich auf Treibhausgasbilanz aus

Die Ursache dafür liegt in den THG-Emissionen im Wald: Aufgrund der über dem Zuwachs liegenden Nutzung in diesen Szenarien ergibt sich eine Vorratsabnahme, die bilanztechnisch eine Quelle darstellt.

Das Gesamtergebnis für die THG-Bilanz dieser Szenarien ist dennoch überlegend positiv. Es wird aber deutlich, dass die THG-Vorteile der Holznutzung im Sinne einer optimalen THG-Wirkung nicht losgelöst von den THG-Effekten der Waldbewirtschaftung betrachtet werden dürfen. Eine effiziente und nachhaltige Waldbewirtschaftung des nachwachsenden, aber nicht grenzenlos ver-

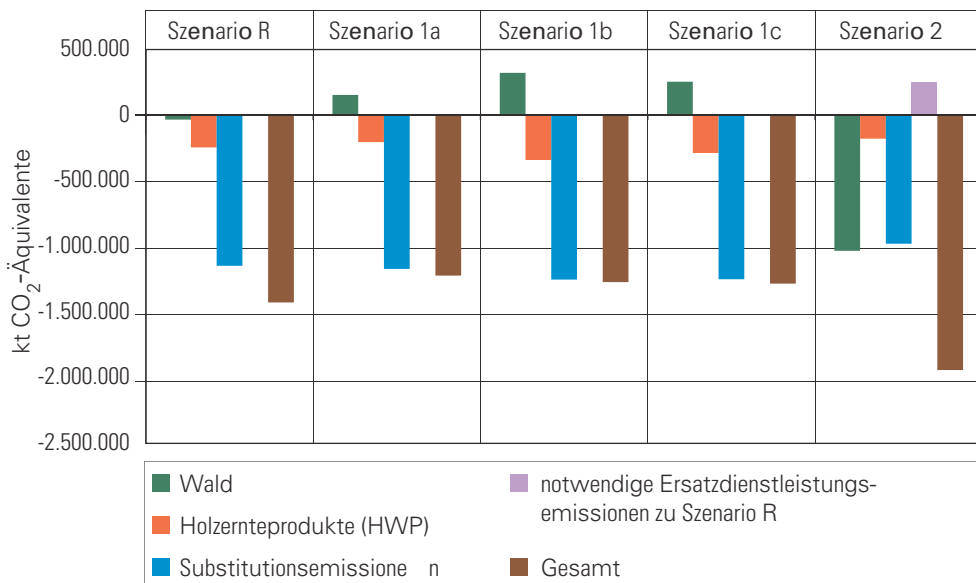
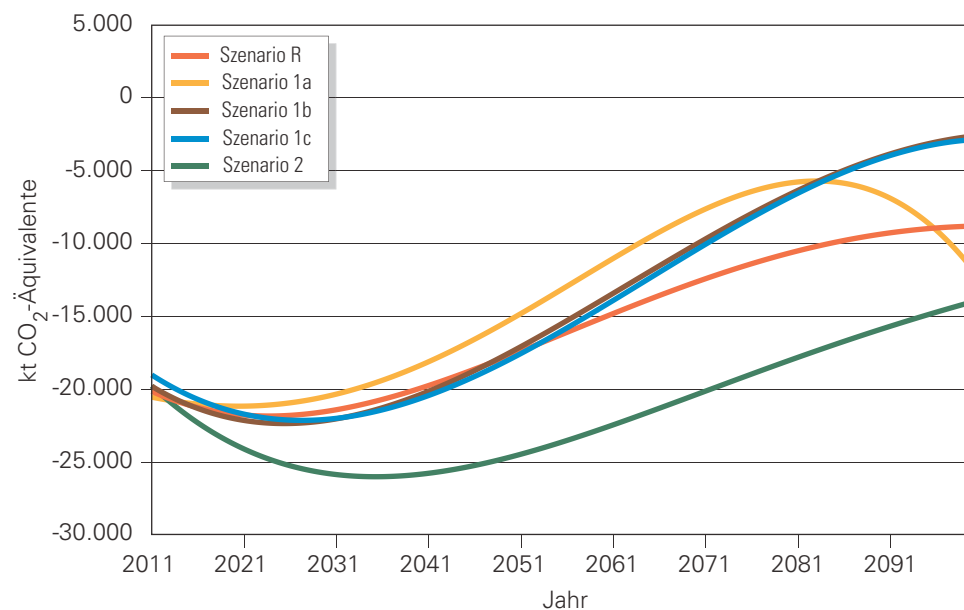


Abbildung 1: Kumulierte THG-Emissionen (+) bzw. vermiedene Emissionen und THG-Senken (-) im Wald, im Holzproduktepool (HWP) und durch die Holzprodukteverwendung (Substitutionsemissionen) in den Szenarien über dem Simulationszeitraum 2010 bis 2100

►  
Abbildung 2:  
Jährliche THG-Emissionen  
(+) bzw. vermiedene  
Emissionen und THG-  
Senken (-) in den  
Szenarien über dem  
Simulationszeitraum  
2010 bis 2100



fügbaren Rohstoffes Holz ist hierbei von entscheidender Bedeutung.

Die nicht stark unterschiedlichen Gesamtergebnisse des Szenarios 1a (forcierte energetische Holzverwendung) und der Szenarien 1b und 1c (forcierte stoffliche Holzverwendung) könnten zum falschen Schluss führen, dass es für die THG-Bilanz unerheblich wäre, wie das Holz eingesetzt wird. Aufgrund der Szenarienvorgaben wurde keine gleichbleibende Nutzungsmenge und damit gleiche Vorratsentwicklung in den Szenarien vordefiniert. Vielmehr reagierte die Nutzung auf die simulierte Nachfrage des Marktes anhand der unterschiedlichen Szenarienvorgaben und -entwicklung. Aufgrund der stärkeren Vorratsabnahme bilanziert der Wald in 1b und 1c im Vergleich zu 1a als größere Kohlenstoffquelle (Abbildung 1 siehe Säulen „Wald“).

### Kaskadische Holzverwendung langfristig günstiger

Die Gesamtergebnisse dieser drei Szenarien sind jedoch ähnlich, da die Senken und die vermiedenen Emissionen durch die Holzprodukte in den Szenarien 1b und 1c höher sind (Abbildung 1 siehe Säulen „HWP“ und „Substitutionsemissionen“). Das bedeutet, dass bei gleicher

Vorratshaltung im Wald der THG-Effekt einer forcierten kaskadischen Holzverwendung (Szenarien 1b, 1c) langfristig günstiger wäre als jener der forcierten direkten bzw. sofortigen energetischen Holzverwendung aus dem Wald (Szenario 1a). Gegen Ende des Simulationszeitraums wird durch den Nachfragedruck aus der energetischen Holzverwendung der Holzproduktepool nicht in gleicher Weise aufgefüllt: Eine forcierte direkte Holzverwendung für energetische Zwecke mit gleichzeitig negativen Effekten auf die stoffliche Holzverwendung (Schnittholz, Platte, Papier) führt zu einer geringeren THG-Verminderungsrate je geerntetem Festmeter.

Die moderate Vorratszunahme in Szenario 2 (zirka halb so hoch wie jene der letzten Jahrzehnte in Österreichs Wald) durch weitere Nutzungseinschränkungen und Außer-Nutzung-Stellung von Waldflächen aus Naturschutzvorgaben hat über einige Jahrzehnte zusätzliche positive Effekte auf die gesamte THG-Bilanz der Holzketten. Jedoch nur unter der Voraussetzung, dass die Schnittholzproduktion – insbesondere beim Nadelholz – dadurch kaum eingeschränkt wird.

Vor allem wegen der deutlichen Senkenwirkung des Waldes bei gleich-

zeitig geringer Einschränkung des Holzprodukt pools und der Substitutionsemissionen im Vergleich zu den anderen Szenarien schneidet Szenario 2 über den Simulationszeitraum hinsichtlich der THG-Bilanz am günstigsten von allen Szenarien ab (Abbildung 1). Langfristig verringert sich jedoch der mögliche Vorratsaufbau in Szenario 2 (siehe Artikel Seite 6) und ab einem Zeitpunkt nach der Simulationsperiode ist die jährliche THG-Wirkung von Szenario 2 schlechter als in den anderen Szenarien: Die geringere Menge an genutztem Holz im Vergleich zu den anderen Szenarien führt zu einem verringerten Aufbau an Holzprodukten und weniger vermiedenen Emissionen aus Substitutionsprodukten. Gleichzeitig nimmt die Vorratszunahme im Wald und die daraus resultierende höhere Senke als in den anderen Szenarien aufgrund von naturgegebenen Bestockungsgrenzen mit der Zeit ab, sodass die Gesamtbilanz aus diesen drei Effekten vergleichsweise schlechter wird.

Abbildung 2 zeigt, dass in allen Szenarien das höchste Ausmaß an vermiedenen jährlichen Emissionen bzw.

THG-Senken in den nächsten Jahrzehnten auftritt. In allen Jahren und Szenarien treten jedoch ausschließlich THG-Senken bzw. vermiedene Emissionen im Gesamtergebnis auf.

### Zusammenfassung

- Die Holznutzung im österreichischen Wald wirkt sich besonders durch den Effekt der vermiedenen Emissionen aus Substitutionsprodukten außerordentlich positiv auf die THG-Bilanz aus.
- Vorratsveränderungen im Wald spielen eine wichtige Rolle in der THG-Bilanz.
- Eine verstärkte kaskadische Holzverwendung – wo immer möglich – ist für die THG-Bilanz langfristig günstiger als eine verstärkte direkte energetische Holzverwendung.
- Ein Vorratsaufbau im Wald durch geringere Holznutzung hat kurzfristig positive Effekte auf die THG-Bilanz (wenn die Schnittholzproduktion nicht zu sehr eingeschränkt wird), führt langfristig jedoch zu einer schlechteren jährlichen THG-Bilanz.

Dr. Peter Weiss,  
Mag. Nina Braschel,  
Mag. David Fritz,  
Dipl.-Ing. Werner Pölz,  
Dipl.-Ing. Carmen Schmid,  
Umweltbundesamt,  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien,  
peter.weiss@umweltbundesamt.at

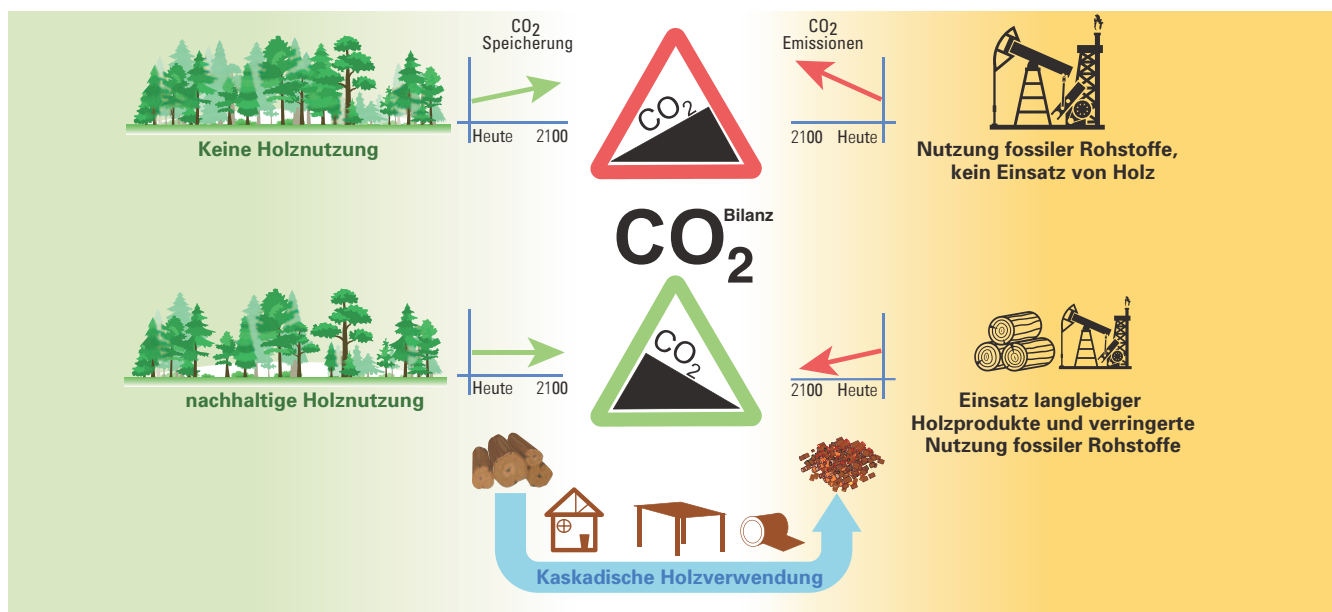
Dipl.-Ing. Martin Braun, MSc.  
Univ.-Prof.  
Dr. Peter Schwarzbauer,  
Universität für Bodenkultur,  
Institut für  
Marketing und Innovation,  
Feistmantelstraße 4, 1180 Wien,  
tobias.stern@boku.ac.at

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Tobias Stern,  
Kompetenzzentrum Holz GmbH  
(Wood Kplus),  
Altenberger Straße 69, 4040 Linz,  
t.stern@kplus-wood.at

Dipl.-Ing. Richard Büchsenmeister,  
Dipl.-Ing. Alexandra Freudenschuß,  
Dr. Thomas Gschwantner,  
Univ.-Doz. Dr. Robert Jandl,  
Priv.-Doz. Dr. Thomas Ledermann,  
Dr. Markus Neumann,  
Dr. Klemens Schadauer,  
Bundesforschungszentrum für Wald,  
Seckendorff-Gudent-Weg 8,  
1131 Wien,  
thomas.ledermann@bfw.gv.at



## Effekte der Holznutzung auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz in Österreich



Infografik: Carlos Trujillo-Moya/fotolia.com/BFW

