

# Auswirkungen der Waldbewirtschaftung 2002 bis 2008 auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz

Joachim Rock und Andreas Bolte

*In aktuellen Diskussionen über die Bedeutung des Waldes für den Klimaschutz werden unvollständige Bilanzierungen der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Wald und Holzverwendung verwendet, was zu Fehlschlüssen über effektive Klimaschutzmaßnahmen führt. Am Beispiel der Waldbewirtschaftung zwischen der zweiten Bundeswaldinventur (BWI<sup>2</sup>) und der Inventurstudie 2008 (IS 08) wird hier eine Gesamtbilanz unter Klimaschutzgesichtspunkten vorgestellt und Folgerungen für die Waldbewirtschaftung gezogen.*

## Wald: Senke und Speicher

Im Rahmen der Auswertung der Inventurstudie 2008 (IS 08) wurde die Netto-senkenwirkung des deutschen Waldes (die jährlich neu festgelegte Menge an Kohlenstoff) zwischen 2002 und 2008 mit 4,7 Mio t C/J errechnet [5, 10]. Dieser Wert beruht fast ausschließlich auf der Veränderung der lebenden Biomasse, Totholz hat nur einen geringen Anteil und Bodenkohlenstoff wurde nicht berücksichtigt. Der Vergleichswert für den Zeitraum 1987 bis 2002 betrug 17 Mio t C/J. Aus dieser Abnahme der Netto-Neuspeicherung wird von Umwelt- und Naturschutzverbänden gefolgert, die aktuelle Waldbewirtschaftung sei „klimaschädlicher“ als zwischen BWI<sup>1</sup> und BWI<sup>2</sup> [2] und als „klimafreundliche“ Waldbewirtschaftung wird ein Verzicht auf Nutzungen gefordert.

Die Treibhausgas-Berichterstattung ist (auch aus praktischen Gründen) sektoral organisiert, die Kontrolle und Abrechnung erfolgt letztendlich jedoch Sektor übergreifend für die gesamte Nation. Für den Wald werden die Emissionen als Änderung der Vorräte an Treibhausgasen (THG), vor

allem Kohlenstoff (C), in verschiedenen Speichern gemessen [9]. Ein ähnliches Vorgehen ist derzeit für die Holzprodukte in der Diskussion [14]. Diese Speicheränderungen erfassen jedoch nur einen Teil der mit Holz verbundenen Kohlenstoffflüsse.

Als allgemeinverständliches Beispiel sei hier ein Gehaltskonto gewählt: dessen Standänderung zwischen zwei Monatsrsten erlaubt nur beschränkte Rückschlüsse auf den Lebensstandard des Kontoinhabers, was einem die Kenntnis der Umsätze des zurückliegenden Monats eher erlaubt. In diesem Artikel werden die Netto-Emissionen der Waldbewirtschaftung zwischen 2002 und 2008 analysiert und mit anderen Bewirtschaftungsalternativen verglichen.

## Substitutionseffekte und Substitutionspotenziale

Durch die Verwendung von Holz entstehen Substitutionseffekte, wenn fossile Energieträger und/oder in der Herstellung energieintensivere Materialien ersetzt werden. Sie werden im Rahmen der Treibhausgas-Berichterstattung in anderen Wirtschaftsbereichen indirekt erfasst und diesen angerechnet. Die materielle Substitution erfasst die Effekte beim Einsatz von Holz als Feststoff, z.B. statt Aluminium oder Kunststoff im Haus- und Möbelbau, die energetische Substitution die Einsparungen von fossilen Brennstoffen z.B. bei der Verbrennung von Holz anstelle von Kohle zur Energiegewinnung. Angegeben werden die Substitutionseffekte als eingesparte Tonne C aus fossilen Quellen pro eingesetzter Tonne C aus Holz. Details zur Berechnung sind in RÜTER (Seite 15 ff.) und RÜTER et al. (Seite 19 ff.) zu finden.

Verschiedene Studien haben in den letzten Jahren diese Substitutionseffekte quantifiziert [4, 6, 15, 16]. Je nach substituiertem Energiemix bekommt man unterschiedliche Werte für die energetische Substitution. Dieser energetische Substitutionsfaktor beträgt für Deutschland derzeit 0,67 t C/t C (RÜTER, S. 15 ff.).

Die materielle Substitution ist abhängig von der Verwendung der Hölzer, d.h. Baumart und Qualität werden wichtig, wenn sie den Einsatz in Produkten mit höherem oder niedrigerem Substitutionspotenzial erlauben oder verhindern. Je mehr Holz anstelle energieintensiver Materialien eingesetzt wird, desto höher ist die absolute materielle Substitution. Gerade langlebige Holzprodukte haben hier oft, aber nicht immer, Vorteile gegenüber den Alternativen.

Eine Kaskadennutzung, d.h. eine Wiederverwendung von Holz in anderen Produkten (Re- oder auch „Downcycling“), kann die Effizienz der Verwendung einer Einheit Kohlenstoff im Produktbereich steigern: es kann bei gleicher Produktnachfrage weniger Rohholz eingesetzt oder aber ggf. mehr fossiler Kohlenstoff eingespart werden. Im ersten Fall kann so die Speicherleistung des Waldes erhöht werden, im zweiten wird die Substitution gesteigert.

Die materielle Substitution wird nur durch den Anteil des aus dem Wald stammenden Holzes geleistet, der in Holzprodukten eingesetzt wird. Rinde, Verschnitt, Nebenprodukte und Abfälle werden zu großen Teilen nur zur Energieerzeugung verwendet und die Substitutionsmöglichkeiten von Papierholzsortimenten sind derzeit nicht bestimmbar. Bezieht man die insgesamt geleistete Substitution (materiell und energetisch) wie von RÜTER hergeleitet auf die Abgänge im Wald, so erhält man einen auf z.B. den gesamten Einschlag bezogenen Substitutionsfaktor von 1,12 t C/t C. Bei einem energetischen Substitutionsfaktor von 0,67 (massegewichtet) entspricht das einem Faktor von 1,35 für den Anteil der als „nutzbares Derbholz“ ausgewiesenen Teil der in der IS 08 erfassten Abgänge, was sehr gut zu den Ergebnissen von PROFFT für Thüringen [12] und WERNER et al. [16] für die Schweiz passt.

Dr. J. Rock ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Projektgruppe Treibhausgasinventare am Institut für Waldökologie und Waldinventuren des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI). Er ist zuständig für Projektionen zu Waldentwicklung, Rohholzpotenzial und Kohlenstoffspeicherung. Prof. Dr. A. Bolte leitet das Institut.



Joachim Rock  
joachim.rock@vti.bund.de

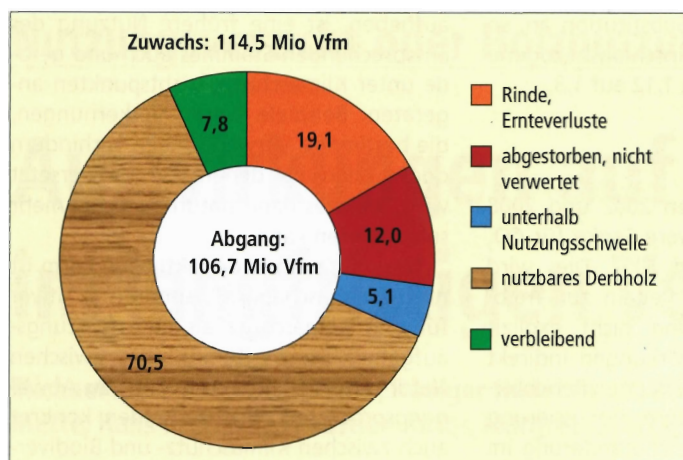


Abb. 1: Aufteilung des jährlichen Zuwachses von 2002 bis 2008 (nach [10], ergänzt)

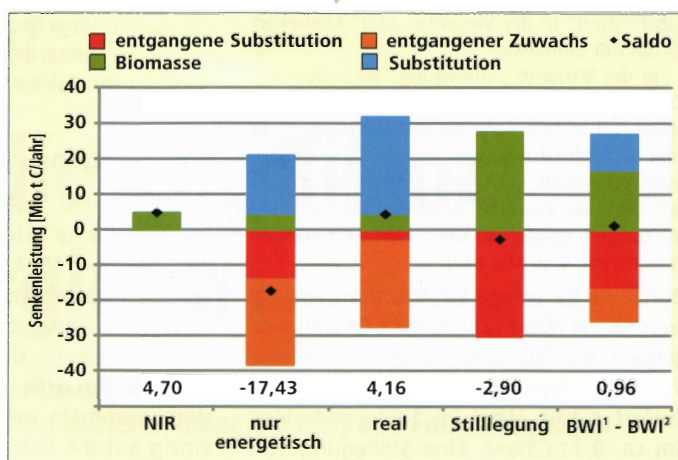


Abb. 2: Erweiterte Treibhausgasbilanz der Waldbewirtschaftung unter Berücksichtigung von Substitutionseffekten (NIR stellt den Vergleichswert für Forstwirtschaft unter KPL/LULUCF ohne Substitutionseffekte dar). Die Zahlen entsprechen den Salden der Varianten. Dargestellt ist Kohlenstoff für den gesamten bewirtschafteten Wald Deutschlands. Werte \*3,666 ergeben [CO<sub>2</sub>]. (Die Abbildung ist gegenläufig zur in der THG-Berichterstattung international üblichen Darstellungsweise.)

## Grundlagen der Bilanzierung

Für die Bilanzierung der Auswirkungen der Waldbewirtschaftung zwischen 2002 und 2008 auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz sind drei Größen wichtig:

1. der Brutto-Zuwachs im Wald als aktuelle Senkenleistung der lebenden Biomasse (oberirdisch),
2. die Abgänge (Nutzungen und natürliche Abgänge) und
3. die realisierte und potenzielle Substitutionsleistung des genutzten Holzes.

Über das Saldo aus 1. und 2. wird die Netto-Senkenleistung im Wald (nur oberirdische Biomasse) abgeschätzt, die mit einem Substitutionsfaktor gewogen die entgangenen Substitutionsmöglichkeiten ergibt, wenn der entsprechende Anteil am Zuwachs im Wald verbleibt und nicht genutzt wird. Der Produktspeicher selbst wird hier nicht extra bilanziert.

Der jährliche Zuwachs betrug zwischen BWI<sup>2</sup> und IS 08 114,5 Mio Vfm, von denen 106,7 Mio Vfm eingeschlagen wurden oder auf natürliche Weise abgingen (Abb. 1) [10, 11].

Je nach Berücksichtigung der einzelnen Kategorien für die stoffliche oder energetische Verwendung und je nach berücksichtigter Substitution ergeben sich die folgenden Varianten:

1. **NIR**: über C-Vorratsänderung berechnete jährliche Nettosenkenleistung im Wald, keine Berücksichtigung der Substitutionswirkungen in anderen Sektoren (waldbezogen Status quo der THG-Berichterstattung, zur Vergleichszwecken dargestellt),
2. **nur energetisch**: energetische Substitution, alles genutzte Holz wird verbrannt und zur Energieerzeugung verwendet, eine materielle Substitution findet nicht statt,
3. **real**: materielle und energetische Substitution (wie in RÜTER [S. 15 ff.] und RÜTER et al. [S. 19 ff.]

4. **Stilllegung**: vollständiger Nutzungsverzicht auf ganzer Fläche und
5. **BWI<sup>1</sup> - BWI<sup>2</sup>**: Reduktion des Einschlags auf ein Maß, das eine jährliche Akkumulation von 17 Mio t C im Wald wie zwischen den beiden BWI zugelassen hätte (Beibehaltung der Nettosenke im Wald wie vor 2002, sonstige Annahmen wie 3.).

Der Anteil neu gebildeter Nichtderbholz-Biomasse (Astholz z. B.) wird über alle Szenarien gleich angenommen. Dieser Anteil wird nicht in die Potenzialbetrachtungen einbezogen, da er nicht separat genutzt werden kann. Natürlich abgestorbene Bäume werden in Variante 4 (Stilllegung) als Teil des jährlichen im Wald verbleibenden Biomassezuwachses geführt, da über den kurzen betrachteten Zeitraum keine nennenswerte Abnahme des Totholz-pools durch Zersetzung angenommen wird. Dieser Ansatz verschiebt die Betrachtung zugunsten dieser Variante, da die Emissionen aus dem Totholz so nicht in Anrechnungen gebracht werden. In den anderen Szenarien werden abgestorbene Bäume als Teil des Potenzials genutzt. Die in dieser Studie angenommenen Bewirtschaftungsweisen (inklusive Stilllegung) wirken sich in der jeweils unterstellten Intensität nicht signifikant unterschiedlich auf die Entwicklung der Kohlenstoffvorräte in Streu und Boden aus [8]. Diese Speicher werden deshalb nicht in die Betrachtung einbezogen.

## Bilanz

Betrachtet man nur die Veränderungen im Wald und die Substitution (oberer Teil von Abb. 2), liegen Stilllegung, reale und

extensivere Nutzung (BWI<sup>1</sup> - BWI<sup>2</sup>) fast gleichauf. Eine rein energetische Nutzung des Holzes ist deutlich abgeschlagen.

Diese Betrachtung ist jedoch unzureichend, da wichtige Elemente fehlen. Dem positiven „Ertrag“ an Biomasseaufbau bzw. Substitution stehen „Aufwendungen“ gegenüber: eine Nutzung von Holz „kostet“ Biomasseaufbau, eine Nichtnutzung bedeutet Verzicht auf Substitution. Für eine Bilanzierung müssen sowohl die Entwicklungen im Wald als auch die Substitution auf beiden Seiten betrachtet werden. Die entgangene Substitution ist hierbei auf den nutzbaren Zuwachs (ohne Biomasse in Zweigen, Ästen, Jungwuchs etc.) bezogen.

Wenn alle Aspekte berücksichtigt werden, ist die Variante „real“ als einzige eindeutig „klimapositiv“. Vor dem Hintergrund der bereits realisierten und der noch möglichen Substitution ist eine extensive Nutzungsvariante wie z.B. zwischen BWI<sup>1</sup> und BWI<sup>2</sup> durchgeführt, deutlich schlechter für die Treibhausgasbilanz Deutschlands als eine komplette Ausnutzung des Nachhaltigkeitsatzes. Eine Beibehaltung der Bewirtschaftung wie zwischen 1987 und 2002 hätte zwar zu mehr Senkenleistung im Wald geführt, was durch die vermehrte Nutzung von nicht holzbasiereten Produkten jedoch nahezu komplett aufgehoben worden wäre. Die rein energetische Nutzung von Holz schneidet am schlechtesten ab, da in diesem Fall die materielle Substitution komplett fehlt.

- Abb. 2 zeigt noch zwei Besonderheiten: Nicht alle zuwachsende Biomasse kann genutzt werden, weshalb der Balken „entgangene

Substitution“ in der Variante „real“ kleiner ist als der der Biomasse.

- In der Variante „Stilllegung“ ist zudem berücksichtigt, dass der Zuwachs ohne Nutzungen etwas höher sein kann als mit Nutzungen, da eine Durchforstung auch einen Teil des Zuwachspotenzials entnimmt. Würde für diesen Fall derselbe Zuwachs angenommen wie bei Nutzungen, zeigte das Saldo Netto-Emissionen in Höhe von 4,55 Mio t C/J.

Durch die derzeitige Substitutionsleistung werden 7,4 Mio t C/J (ca. 0,7 t C/ha+J) eingespart. Der Verzicht auf eine komplette Nutzung des Nachhaltigkeitsgesetzes reduziert diesen Wert im Saldo allerdings um ca. 0,3 t C/ha+J. Eine Stilllegung von Waldflächen würde im Sektor Wald kurzfristig zu einer Erhöhung des Speichers um 27,4 Mio t C/J führen (ca. 2,5 t C/ha+J). Diese Rate würde mittelfristig abnehmen. Dem stehen über 30 Mio t C an entgenerer Substitutionswirkung pro Jahr gegenüber, sodass diese Variante im Saldo zu Emissionen in Höhe von 0,3 t C/ha+J führt. Eine auf die Beibehaltung der jährlichen Senkenleistung wie zwischen den beiden Bundeswaldinventuren gerichtete Bewirtschaftung hätte nur zur Netto-Aufnahme von ca. 0,1 t C/ha+J geführt.

Diese Werte zeigen den absoluten Mindestabstand der Bewirtschaftungsvarianten zueinander auf, da keine Emissionen aus Totholz betrachtet wurden (was die extensive und die Nichtnutzungsvariante bevorteilt (siehe Kasten) und die Substitutionsleistungen von ca. 5,6 Mio t C, die in Papierholz und ähnliche Marktsegmente fließen, nicht mit erfasst werden konnten, was die erzielbaren Substitutionsleistungen deutlich unterschätzt. Nimmt man für diese nicht erfassten Sortimenten we-

nigstens energetische Substitution an, so steigt der generelle, einschlagsbezogene Substitutionsfaktor von 1,12 auf 1,3.

## Folgerungen

Der Wald war zwischen 2002 und 2008 insgesamt eine effektivere Senke für CO<sub>2</sub> als zwischen 1987 und 2002. Dies wird von den bestehenden Regeln zur Treibhausgasberichtserstattung nicht explizit ausgewiesen, da die Wirkungen indirekt sind. Die durch die bestehenden Berichterstattungsregeln geförderte Fokussierung einzig auf die Nettospeicheränderung im Wald führt fachlich zu falschen Ergebnissen und aus Klimaschutzsicht zu falschen Anreizen einer Reduzierung der Holznutzung. Die absolute Senkenleistung des momentan in Deutschland vorhandenen Waldes ist größer, wenn das laufend neu gebildete Holz sinnvoll genutzt wird statt es im Wald zu belassen. In diesem Zusammenhang sind die Forderungen nach Kaskadennutzung und einem Primat der stofflichen vor der energetischen Verwendung unter Klimaschutz Gesichtspunkten völlig berechtigt. Ein Vergleich zwischen den Varianten 2 und 3 zeigt z.B. die negativen Auswirkungen auf Waldholz ausgelegter Heizkraftwerke (Variante 2) auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz.

Die oft angenommene Synergie zwischen Natur- und Klimaschutz im Falle von Nutzungsverzichten [3, 7] beruht, wie sich hier auch zeigt, auf dieser unvollständigen Bilanzierung und ist in Mitteleuropa nicht haltbar. Es ist dabei unerheblich, ob Vorrats- oder Totholzanreicherung oder eine vollständige Aufgabe von Nutzungen gefordert werden: Jeder Nutzungsverzicht im Wald ist im Gegenzug mit Emissionen verbunden und deshalb für den Klimaschutz negativ, wenn die leistbare Substitution größer ist als die Speicherzunahme im Wald. Das ist, wie hier gezeigt wurde, bereits bei vergleichsweise sehr geringer Effizienz der Holznutzung (über ein Viertel des Einschlags wird als sofortige Emission ohne Substitutionswirkung eingerechnet) der Fall.

In jungen Beständen mit geringem Substitutionspotenzial der erzeugbaren Holzsortimente ist ein Nutzungsverzicht eine sinnvolle Investition, in älteren hingegen nicht mehr, da die erzielbare Emissionsminderung durch Nutzung die Aufnahme in der lebenden Biomasse deutlich übersteigt. Wo diese Grenze für einen Bestand liegt, muss im Einzelnen beurteilt werden. Insbesondere wenn mit zunehmendem Alter Holzqualitätseinbußen drohen, die das Substitutionspotenzial wieder verringern können oder gänzlich

aufheben, ist eine frühere Nutzung des entsprechenden Stammes auch und gerade unter Klimaschutz Gesichtspunkten angeht. Beispiele wären Verkernungen, die bestimmte Verwendungen verhindern oder Fäulen, bei denen Material zersetzt wird, welches dann natürlich nichts mehr substituieren kann.

Waldnutzung in der aktuellen Form ist nicht „klimaschädlich“, sondern positiver für den Klimaschutz als eine Nutzungsaufgabe. Diese Konkurrenz zwischen Natur- und Klimaschutz zwingt zu Abwägungsprozessen zwischen beiden, konkret auch zwischen Klimaschutz- und Biodiversitätsstrategiezielen. Für diese Abwägung sind operationale und praktikable Handreichungen zur Beurteilung der jeweiligen Zielerreichung bzw. -gefährdung durch Eingriffe sowie Schwellen- und Grenzwerte notwendig. Für den naturschutzfachlichen Bereich fehlen bisher leider entsprechend fundierte und operationale Ansätze oder diese sind nicht hinreichend bekannt gemacht worden. Ihre Entwicklung und Veröffentlichung z.B. analog zum Internethandbuch zu den Arten der FFH-Richtlinie Anhang IV des BfN [1] sollte deshalb höchste Priorität haben.

## Literaturhinweise:

- [1] BFN (2011): Internethandbuch zu den Arten der FFH-Richtlinie Anhang IV. [http://www.ffh-anhang4.bfn.de/index\\_ffh-handbuch-anhang4.html](http://www.ffh-anhang4.bfn.de/index_ffh-handbuch-anhang4.html). [2] BUND; DNR; FORUM UMWELT & ENTWICKLUNG; GREENPEACE; NABU; WWF (2011): Waldstrategie 2020 – Entwurf des BMELV. Stellungnahme in 10 Punkten. 6 S. [http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user\\_upload/themen/waelder/101110\\_Waldstrategie\\_2020\\_-\\_10\\_Punkte\\_NGOs.pdf](http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/waelder/101110_Waldstrategie_2020_-_10_Punkte_NGOs.pdf). [3] BUND; NABU (2011): Fünf-Punkte-Plan für den Wald der Zukunft. 6 S. [http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/naturschutz/20110311\\_naturschutz\\_wald\\_5\\_punkte\\_plan.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/naturschutz/20110311_naturschutz_wald_5_punkte_plan.pdf). [4] BURSCHEL, P.; KÜRSTEN, E.; LARSON, B. C. (1993): Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt – Eine Betrachtung für die Bundesrepublik Deutschland. Forstliche Forschungsberichte München. 126, 135 S. [5] DUNGER, K.; STÜMER, W.; OEHMICHEN, K.; RIEDEL, T.; BOLTE, A. (2009): Der Kohlenstoffspeicher Wald und seine Entwicklung. AFZ-DerWald, 64(20): 1072-1073. [6] FÜRSTENAU, C.; BADECK, F. W.; LASCH, P.; ROCK, J.; VERKERK, P. J. (eingereicht): Effect of material and energy substitution on the effective source/sink function of managed forests through the use of wood products. Ann. For. Sci. [7] GREENPEACE (2011): Die Wälder Deutschlands im Klimaschutz – eine neue Strategie mit großer Wirkung. 6 S. [8] JANDL, R.; VESTERDAL, L.; OLSSON, M.; BENS, O.; BADECK, F.; ROCK, J. (2007): Carbon sequestration and forest management. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, 2(17): doi: 10.1079/PAVSNNR20072017. [9] NIR 2010 (2010): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2008 (NIR 2010). Umweltbundesamt: Dessau. 668 S. [10] OEHMICHEN, K.; DEMANT, B.; DUNGER, K. et al. (2011): Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald. Landbauforschung – VTI Agriculture and Forestry Research Sonderheft 343: 164 S. [11] POLLEY, H.; HENNIG, P.; SCHWITZGEBEL, F. (2009): Holzvorrat, Holzzuwachs, Holznutzung in Deutschland. AFZ-DerWald, 64(20): 1076-1078. [12] PROFFT, I. (2010): Holzprodukte für den Klimaschutz - Der aktuelle Trend in Thüringen. Forst und Holz, 65(10): 18-23. [13] ROCK, J. (2008): Klimaschutz und Kohlenstoff in Holz – Vergleich verschiedener Strategien. Diss.; Universität Potsdam, 162 S. [14] RÜTER, S. (2010): Einbeziehung von Holzprodukten in die Klimapolitik. Holzcentralblatt, (25): 623-624. [15] SATHRE, R.; O'CONNOR, J. (2010): A Synthesis of Research on Wood Products & Greenhouse Gas Impacts. FPInnovations: Vancouver, B.C. 123 S. [16] WERNER, F.; TAVERNA, R.; HOFER, P.; THÜRIG, E.; KAUFMANN, E. (2010): National and global greenhouse gas dynamics of different forest management and wood use scenarios: a model-based assessment. Environmental Science & Policy, 13(1): 72-85.

## Totholz und Klimaschutz

Für die internationalen Berichtspflichten sind die Veränderungen des Speichers „Totholz“ zu berichten, was zu der Annahme verleiten kann, eine Zunahme von Totholz sei generell „klimapositiv“. Aus verrottenem Totholz, das genutzt werden könnte, wird Kohlenstoff ohne Einsparung von fossilem C freigesetzt. Diese Emission durch natürliche Zersetzung geschieht zusätzlich zur negativen Substitution, die durch die Nutzung der Alternativprodukte zum Holz mit höherer CO<sub>2</sub>-Freisetzung entsteht. Die Verzögerung der Freisetzung aus dem Totholz ist nur ein geringer positiver Effekt, da die mit den Alternativprodukten verbundenen Emissionen überwiegend sofort wirksam werden. Einen echten positiven Beitrag zum Klimaschutz kann totes Holz deshalb nur leisten, wenn es fossile Brennstoffe ersetzt, also einer Verwendung mit einem positiven Substitutionseffekt zugeführt wird.