

CO₂-Bilanzen unterschiedlicher Nutzungsszenarien 2013 bis 2020

Wie viel Holznutzung ist gut fürs Klima?

Sebastian Rüter, Joachim Rock, Margret Köthke und Matthias Dieter

Holznutzung verringert einerseits den Kohlenstoffvorrat im Wald, erhöht ihn aber andererseits in den Holzprodukten und trägt durch Substitutionseffekte zur Emissionsvermeidung bei. Aufbauend auf den Ergebnissen der Inventurstudie 2008 werden die CO₂-Bilanzen dreier unterschiedlich intensiver Waldbewirtschaftungsvarianten (WEHAM: Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodell) im Zeitraum 2013 bis 2020 miteinander verglichen. Naturgemäß verringert sich der Kohlenstoffspeicher im Wald bei intensiverer Holznutzung. Dieser Verlust an Kohlenstoff wird durch die höhere Speicherwirkung in den Holzprodukten nicht voll ausgeglichen. Im Vergleich zum Basisszenario ist die CO₂-Bilanz des Szenarios mit weniger Nutzung (D) deutlich schlechter (12,5 Mio t CO₂/Ja mehr Emissionen). Aber auch im Szenario mit mehr Nutzung (F) fallen mehr Emissionen als im Basisszenario an (7,8 Mio t CO₂/Ja). Von den drei verglichenen Szenarien weist somit das WEHAM-Basisszenario die beste CO₂-Bilanz auf.

Wald und Holznutzung tragen über Kohlenstoffspeicherung und Emissionsvermeidung durch stoffliche und energetische Substitution zur Verringerung der Konzentration des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) in der Atmosphäre bei. Beide Effekte zusammen, die Speicher- und die Substitutionswirkung, werden im Folgenden zur CO₂-Bilanz von Holznutzung zusammengefasst. Sie hat Einfluss auf die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre und die damit verbundene Klimaerwärmung. Weitere mögliche Auswirkungen der Waldbewirtschaftung auf

klimawirksame Effekte wie z.B. eine Veränderung der Albedo werden nicht berücksichtigt.

Die Höhe der gespeicherten Kohlenstoffmenge kann entweder direkt geschätzt oder über Kohlenstoffflüsse in und aus dem Wald und Produktbestand errechnet werden. Die eigentliche Speicherwirkung der stofflichen Nutzung wird ebenso wie beim Wald über Bestandsvergleiche ermittelt. Über die sich ändernde Speicherhöhe werden die Netto-Emissionen eines Zeitraums berechnet, die für den Speicher sowohl die Wirkung einer Senke als auch einer Netto-Quelle ergeben können. Die Treibhausgasbilanzierung erfolgt aus der Sicht der Atmosphäre. Ein negativer Wert (-) beschreibt daher eine Senkenwirkung (Speicher nehmen zu / Emissionen nehmen ab) und ein positiver Wert (+) eine Kohlenstoffquelle (Speicher nehmen ab / Emissionen nehmen zu). Der bestehende Kohlenstoffvorrat zählt nicht zur Speicherwirkung. Hier werden die beiden Speicher Wald und Holzprodukte betrachtet.

Der zweite klimarelevante Effekt von Wald und Holznutzung sind die Substitutionseffekte der stofflichen und energetischen Nutzung. Wird Holz stofflich genutzt, bleibt der im Holz enthaltene Koh-

lenstoff nicht nur weiter gebunden und wird erst verzögert freigesetzt, sondern es können auch energieintensivere Materialien ersetzt (substituiert) und damit fossile Treibhausgasemissionen vermieden werden. Entsprechendes gilt für die energetische Nutzung. Hier werden fossile Energieträger ersetzt und damit deren Treibhausgasemissionen vermieden. Dieser energetische Substitutionseffekt muss aus Konsistenzgründen ausdrücklich berücksichtigt werden. Die bei der energetischen Nutzung von Holz entstehenden Emissionen biogenen Kohlenstoffs werden bei der Bilanzierung nämlich bereits als Kohlenstoffabfluss aus den Speichern Wald und Holzprodukte erfasst. Die CO₂-Bilanzen der nachfolgend beschriebenen Nutzungsszenarien werden für den Betrachtungszeitraum 2013 bis 2020 berechnet. Dies ist der vorgesehene Zeitraum einer möglichen zweiten Verpflichtungsperiode unter dem Kyoto-Protokoll.

Datengrundlage und Methode

Basis für die hier dargestellten Projektionen sind die Daten der Inventurstudie 2008 (IS 08; s.a. AFZ-DerWald Nr. 20/2009 S. 1068-1079). Die IS 08 ist eine deutschlandweite, terrestrische Stichprobeninventur mit dem Raster 8 x 8 km, das in das Raster der Bundeswaldinventur (BWI) eingehängt ist. Stichtag ist der 1. 10. 2008. Sie wurde durchgeführt, um den Wert des Kohlenstoffvorrates zu Beginn der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls zu bestimmen. Erhoben wurden diejenigen Parameter aus der BWI, die für die Ermittlung der Kohlenstoffvorräte in der Biomasse erforderlich sind [1].

Die zukünftigen Zuwächse, Nutzungsmengen und verbleibenden Vorräte werden mit dem Modell WEHAM berechnet [2]. Das Teilmodell Nutzung benötigt zahlreiche waldbauliche Steuerparameter wie Vorratsleitkurven, Eingriffsarten und Endnutzungskriterien. Für das Basisszenario wurden diese anlässlich der BWI² zusammen mit den Experten der damaligen Lan-

S. Rüter ist wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Holztechnologie und Holzbiologie des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI) und leitet die Arbeitsgruppe Holz und Klima, die sich mit den Themen Ökobilanzierung und Kohlenstoffmanagement im Holzsektor beschäftigt. Dr. J. Rock ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Projektgruppe Treibhausgasinventare am Institut für Waldökologie und Waldinventuren des vTI. M. Köthke ist Mitarbeiterin des Instituts für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft (vTI), das von Matthias Dieter geleitet wird.



Sebastian Rüter
sebastian.rueter@vti.bund.de

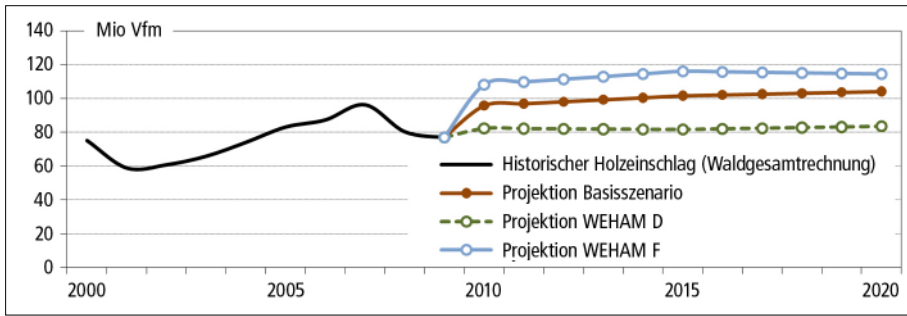


Abb. 1: Holzeinschlag gemäß Waldgesamtrechnung [5] und projizierter Holzeinschlag nach WEHAM [in Mio Vfm]

desforstverwaltungen erarbeitet. Sie bilden die herrschenden waldbaulichen Konzepte im Landeswald ab. Die Verhältnisse im Privat- und Körperschaftswald wurden über Schätzungen der Experten erfasst. Diese Parameter, die die Waldbewirtschaftung um das Jahr 2002 repräsentieren, bilden das Basisszenario. Die beiden anderen betrachteten Szenarien dienen dazu, einen Potenzialfächer bei einem hiervon abweichendem Nutzungsverhalten aufzuzeigen (Abb. 1). Das Szenario F beschreibt eine stärkere Holznutzung mit Absenkung der Holzvorräte. Es ist so ausgelegt, dass bei einem Start mit den Daten der BWI² nach 20 Jahren Laufzeit der Vorrat der ersten BWI (1987) erreicht wird. Dies geschieht vor allem durch eine Herabsetzung der Produktionsdauer (Umtriebszeit). Das Szenario D beschreibt im Gegenzug einen weiteren Aufbau der Holzvorräte durch eine Verlängerung der Produktionszeiten, was zu einer geringeren potenziellen Nutzungsmenge führt [3]. Unter den Annahmen des Basisszenarios steigt der Gesamtvorrat im deutschen Wald von 3,32 Mrd Vfm in 2008 (IS 08) auf 3,34 Mrd in 2020. Eine Bewirtschaftung wie in Szenario D unterstellt ließe den Vorrat im gleichen Zeitraum auf 3,50 Mrd Vfm ansteigen, eine Bewirtschaftung nach Szenario F ließe ihn auf 3,04 Mrd Vfm absinken. Die durchschnittlichen jährlichen Nutzungsmengen würden 69 Mio Efm (D) bzw. 96 Mio Efm (F) gegenüber 81 Mio Efm im Basisszenario betragen.

Das Basisszenario schätzt die erwartete Waldbewirtschaftung. Es wurde daher als Referenz für Waldbewirtschaftung in die Verhandlungen für ein Nachfolgeabkommen zum Kyoto-Protokoll (KP) eingebracht. Auch in diesem Beitrag wird deshalb das Basisszenario in Bezug auf Speicherwirkung und Substitutionseffekte als Referenz verwendet.

Auf die Modellierung der Wirkung der Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten ebenso wie auf die Bestimmung der Substitutionsfaktoren bei stofflicher

und energetischer Nutzung wird in RÜTER (s. S. 15 bis 18) näher eingegangen. Um auf Basis der drei in die Zukunft gerichteten Szenarien im Modell für die Holzprodukte (C-HWP-Model) rechnen zu können, wurde die durchschnittliche Produktion von Holzprodukten (i.e. Schnittholz, Holzwerkstoffe und Papier) der Jahre 2005 bis 2009 ins Verhältnis zum durchschnittlichen Einschlag desselben Zeitraumes gesetzt. Dieses Verhältnis wird für die drei Szenarien auf die potenziellen Nutzungsmengen des Projektionszeitraums (2013 bis 2020) übertragen. Somit wird der potenziellen zukünftigen Holznutzung die gleiche Weiterverarbeitungs- und Produktstruktur wie im Durchschnitt der Jahre 2005 bis 2009 unterstellt [4]. Wie in RÜTER beschrieben, werden bei diesem Vorgehen wieder nur diejenigen Produkte betrachtet, die aus heimischem Einschlag hergestellt werden.

Die Substitutionseffekte werden durch Anwendung der im Beitrag von RÜTER beschriebenen Substitutionsfaktoren berechnet. Sie werden jeweils auf die volle Höhe der Nutzungsmenge bezogen. Dies ist gerechtfertigt, da bei gegebener Endnachfrage immer gilt: Wäre die Nachfrage nicht mit Endprodukten aus Holz zu befriedigen, weil Holz nicht verfügbar ist, würde auf Endprodukte aus anderen Materialien zurückgegriffen (auf die eigentlichen ökonomischen Zusammenhänge der Marktmengenänderungen über Angebotsverschiebung, Preisänderungen und Kreuzpreiselastizitäten sei hier nur hingewiesen). Kommen dagegen Holzprodukte zum Zug, ergeben sich Emissionseinsparungen durch Materialsubstitution. Das gleiche gilt auch für die steigende Nachfrage nach Energie aus erneuerbaren Quellen und die damit verbundene Möglichkeit der Substitution fossiler Energieträger. Die Gegenüberstellung der Entwicklung des Einschlages in der Vergangenheit mit den potenziellen Nutzungsmengen im Szenario F (mehr nutzen) zeigt, dass eine Annahme steigender Nachfrage durchaus im Bereich des Möglichen liegt (Abb. 1). Dass

die Überwindung der Wirtschaftskrise länger dauern kann, als es die Schnittstelle zwischen empirischen Daten und Modellergebnissen darstellt, stellt diese Annahme grundsätzlich nicht infrage.

Ergebnisse

Für das Basisszenario errechnet sich entsprechend den oben genannten Annahmen und Festlegungen im Zeitraum 2013 bis 2020 ein Senkeneffekt im Wald in Höhe von jährlich 2,1 Mio t CO₂ und in den Holzprodukten in Höhe von jährlich 20,4 Mio t CO₂. Werden noch die vermiedenen Emissionen durch stoffliche und energetische Substitution hinzugezählt, die sich für das Basisszenario im Vergleich zur Nichtnutzung von Holz ergeben, erhöht sich der Beitrag des Sektors Forst und Holz zur Verringerung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre um 105,5 Mio t CO₂e pro Jahr. Es ist zu erkennen, dass die vermiedenen Emissionen durch Substitution mit 82 % den Großteil der günstigen CO₂-Bilanz ausmachen.

Eine Verkürzung der Produktionszeit nach Szenario F führt zu einem mit dem Einschlag verbundenen sofortigen Verlust an Kohlenstoff im Wald und damit zu einem starken Anstieg der Emissionen, die durch den Zuwachs – gerade in den ersten Jahren – nicht kompensiert werden können. Hinzu kommt, dass der Zuwachs an Kohlenstoffvorrat im Wald von WEHAM erst abgebildet wird, wenn die Derbhölggrenze (7 cm m. R.) überschritten wird. Durch eine stoffliche Nutzung des Holzes bleibt ein Teil des Kohlenstoffs jedoch in den Produkten gespeichert und kann diese Emissionen abfedern. In der Summe schneidet die Speicherwirkung (ohne Substitution) im Szenario F (mehr nutzen) aber deutlich schlechter ab, betrachtet man nur die beiden Speicher Wald und Holz: um jährlich durchschnittlich 20,1 Mio t CO₂ gegenüber der Referenz. Die höhere, für die stoffliche und energetische Verwendung verfügbare Holzmenge hat aber höhere Substitutionseffekte zur Folge. Gegenüber der Referenz werden hierdurch jährlich 12,3 Mio t CO₂e Treibhausgasemissionen mehr eingespart.

Wird die Produktionszeit mit dem ersten Jahr der Projektion verlängert (Szenario D), steigt naturgemäß die Senkenwirkung des Waldes, und zwar um jährlich durchschnittlich 16,7 Mio t CO₂ gegenüber der Referenz. Die unterstellte reduzierte Rohstoffverfügbarkeit bedeutet gleichzeitig, dass weniger Holz zur stofflichen und energetischen Nutzung bereitsteht. Dies führt zu einer Reduzierung der Verzögerungswirkung des Produktspeichers, da weniger Kohlenstoff in den Speicher ein-

geht als aus dem Speicher in Form von CO₂ entweicht. Gleichzeitig kann aber auch die Nachfrage nach Endprodukten (einschließlich Energie) nur zu einem geringeren Anteil mit Holz bzw. Holzprodukten befriedigt werden. Gegenüber der Referenz entstehen zusätzliche Emissionen in Höhe von jährlich 21,0 Mio t CO₂e.

In der Summe erhöht sich die Emission von Treibhausgasen unter dem Szenario F (mehr nutzen) damit um 6 % gegenüber dem Basisszenario (7,8 Mio t CO₂e); unter dem Szenario D (weniger nutzen) werden sogar 10 % mehr Treibhausgase emittiert (12,5 Mio t CO₂e).

Klimapolitische Diskussion

Träte ein Kyoto-Folgeabkommen oder eine 2. Verpflichtungsperiode unter dem Kyoto-Protokoll in Kraft, wäre – nach dem heutigen Verhandlungsstand – neben der Speicherung im Wald auch die Kohlenstoffbilanz der Holzprodukte anrechenbar. Die Substitutionswirkung würde wie bereits in der laufenden 1. Verpflichtungsperiode (2008 bis 2012) nicht dem Sektor Forst und Holz, sondern den Sektoren Industrie und Energie angerechnet. Durch die Substitution energieintensiver Materialien und fossiler Energie fallen die Emissionen in diesen Sektoren geringer aus, als sie ausfallen würden, wenn kein Holz genutzt würde. Da auch in einem KP-Folgeabkommen die einzelnen Staaten und nicht deren Sektoren Vertragspartner wären, werden diese Substitutionseffekte in den nationalen Berichten nicht direkt beziffert; sie sind aber indirekt über entsprechend niedrigere Emissionen in den Sektoren Industrie und Energie enthalten. Für die hier vorliegende sektorale Betrachtung der Klimawirkung werden die Substitutionseffekte im Sinne einer internen Verrechnung zwischen den Sektoren aber berechnet und ausgewiesen.

Nach den Beschlüssen der Klimakonferenz von Cancun in Mexiko Ende 2010 wurde die nach dem Basisszenario zu erwartende CO₂-Bilanz für den deutschen Forst- und Holzsektor als Referenz für eine zweite Verpflichtungsperiode eines internationalen Klimaschutzabkommens festgelegt. Um einen anrechenbaren Beitrag zur Verringerung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre zu leisten, der sich in Gutschriften ausdrückt, müsste der Sektor diese CO₂-Bilanz durch zusätzliche Kohlenstoffspeicherung im Wald und in Holzprodukten weiter verbessern – sie müsste über dem Basisszenario liegen. Diese Vorgehensweise wird auch der bereits im Kyoto-Protokoll genannten Forderung gerecht, nur zusätzliche vom Menschen verursachte

Tab. 1: Jährliche durchschnittliche CO₂-Bilanz des Sektors Forst und Holz nach den WEHAM-Szenarien und Anrechnungsregeln für die vorgesehene Verpflichtungsperiode 2013-2020 (in Mio t CO₂)

	absolute CO ₂ -Bilanz der Referenz	absolute CO ₂ -Bilanz der Szenarien		CO ₂ -Bilanz im Vergleich zur Referenz	
	Basisszenario	WEHAM F	WEHAM D	WEHAM F	WEHAM D
Speicherwirkung					
„Netto-Emissionen Waldspeicher“	-2,1	+22,7	-18,8	+24,8	-16,7
Netto-Emissionen Produktspeicher	-20,4	-25,1	-12,2	-4,7	+8,2
Speicherwirkung gesamt	-22,4	-2,3	-30,9	+20,1	-8,5
Vermiedene Emissionen durch Substitution					
stofflich	-67,8	-76,2	-54,6	-8,4	+13,2
energetisch	-37,7	-41,6	-29,9	-3,9	+7,8
Substitution gesamt	-105,5	-117,8	-84,5	-12,3	+21,0
CO ₂ -Bilanz gesamt	-127,9	-120,1	-115,4	7,8	+12,5
davon potenziell anrechenbar*	0,0	+20,1	-8,5	+20,1	-8,5

* Angerechnet werden Abweichungen zukünftiger Netto-Emissionen aus dem Wald- und Produktspeicher von dem als Referenz definierten Basisszenario

Tätigkeiten zur Reduktion von Treibhausgasen für den Klimaschutz anzuerkennen, um reine Mitnahmeeffekte zu vermeiden. Eine geringere Speicherung als die 22,4 Mio t CO₂, die durch Waldbewirtschaftung und stoffliche Holznutzung jährlich zu erwarten ist, wäre demnach mit Maßnahmen in anderen Sektoren oder durch Zukauf von Emissionszertifikaten auszugleichen. Eine höhere Speicherung würde entsprechend Maßnahmen in anderen Sektoren entbehrlich machen oder den Verkauf von Emissionszertifikaten ermöglichen.

Wird nur die anrechenbare Speicherwirkung im Wald und in den Holzprodukten betrachtet, schneidet das Szenario D (weniger nutzen) besser ab als das Basisszenario, das Szenario F (mehr nutzen) deutlich schlechter. Die Unterschiede liegen mit jährlich -8,5 Mio t CO₂ und +20,1 Mio t CO₂ in einer Größenordnung, bei der es um beträchtliche Geldbeträge geht. Schon bei einem Zertifikatspreis von etwa 10 € je t CO₂ errechnen sich Nutzen bzw. Kosten im dreistelligen Millionenbereich. Auffällig ist die unterschiedliche Beurteilung der Szenarien, je nachdem, ob nur die potenziell anrechenbare Speicherwirkung oder die gesamte CO₂-Bilanz betrachtet wird. Will man also die anrechenbare Kohlenstoffspeicherung maximieren, ist aus den drei Szenarien das Szenario D (weniger nutzen) anzustreben. Will man jedoch insgesamt die Treibhausgasbilanz der Nutzung von Holz und die damit verbundene Wirkung auf das Klima optimieren, erscheint das Basisszenario als das geeignetste.

Aus den hier vorgestellten Ergebnissen und mit Blick auf die klimarelevante CO₂-Bilanz des Sektors erscheinen pauschale Aussagen wie die, dass mehr Holznutzung oder, im Gegensatz dazu, Nutzungsver-

zicht besser für das Klima seien, nicht haltbar. Keine der beiden untersuchten Varianten (mehr bzw. weniger nutzen) hat eine bessere CO₂-Gesamtbilanz als die Referenz, wobei die Variante „weniger nutzen“ (Szenario D) schlechter abschneidet. Es scheint eher, dass sich die nachhaltige Nutzung des nachwachsenden Rohstoffs Holz grundsätzlich positiv auf die Bilanz von klimawirksamen Treibhausgasen auswirkt, der Zusammenhang zwischen Nutzungsintensität und optimaler CO₂-Bilanz aufgrund der Geschwindigkeit des Wald- bzw. Holzwachstums aber einen Scheitelpunkt besitzt und ab diesem in einen negativen Zusammenhang übergeht. Die drei Szenarioergebnisse erlauben es allerdings nicht, eine Funktion zu parametrisieren, die diesen Zusammenhang beschreibt. Sie lassen aber den Schluss zu, dass bei einer unverändert hohen Nachfrage nach Gütern einschließlich Energie die aus Klimaschutzsicht optimale Nutzungsintensität für Deutschland im betrachteten Zeitraum bei einem Nutzungsniveau zwischen dem Basisszenario und Szenario F liegen könnte.

Literaturhinweise:

[1] SCHWITZGEBEL, F.; DUNGER, K.; POLLEY, H. (2009): Eine Kohlenstoffinventur auf Bundeswaldinventur-Basis. Hintergründe, Methodik und Durchführung der Studie. AFZ-DerWald, 64. Jg., Nr. 20, S. 1070-1071. [2] SCHMITZ, F.; POLLEY, H.; HENNIG, P.; DUNGER, K.; ENGLERT, H. (2005): Das potenzielle Rohholzaufkommen 2003 – 2042: Das Wichtigste in Kürze. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), Bonn. [3] POLLEY, H.; KROIHER, F. (2006): Struktur und regionale Verteilung des Holzvorrates und des potenziellen Rohholzaufkommens in Deutschland im Rahmen der Clusterstudie Forst- und Holzwirtschaft. Arbeitsbericht WO1 2006/3, Eberswalde, BFH, Institut für Waldökologie und Waldinventuren, 128 S. [4] RÜTER, S. (2011): Projection of Net-Emissions from Harvested Wood Products in European Countries. Arbeitsbericht 2011/01 des Institutes für Holztechnologie und Holzbiologie, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Hamburg, 62 S. [5] BORMANN, K.; DIETER, M.; ENGLERT, H.; KÜPPERS, J.-G.; ROSIN, A. (2006): Die Waldgesamtrechnung als Teil einer integrierten ökologischen und ökonomischen Berichterstattung. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, UGR-Online-Publikation.