

# Stellenwert der Forst- und Holzwirtschaft in der Klimapolitik

Arno Frühwald, Jochen Heuveldop und Carsten Thoro (Hamburg)

**D**ie steigenden Emissionen – insbesondere von CO<sub>2</sub> – gelten als Bedrohung des Weltklimas. Nach Berechnungen der EIA (Energy Information Administration der USA) von 1997 wird die Kohlenstoffemission bis zum Jahre 2015 um 50–60 % ansteigen im Vergleich zu 1995, vor allem als Folge der rasch zunehmenden Industrialisierung in Südostasien (Abb. 1). Anhand von Klimamodellen wird für die kommenden 50–100 Jahre ein Temperaturanstieg in einer Größenordnung von mehr als 2 °C und eine deutliche Verlagerung der Hochdruck- und Tiefdruckgebiete prognostiziert. Diesen Veränderungen werden regional verheerende Auswirkungen zugeschrieben. Die internationale Staatengemeinschaft hat auf diese Bedrohung reagiert und auf dem 3. Weltklimagipfel in Kyoto 1997 ein Protokoll verabschiedet, in dem die Industrieländer sich verpflichten, die klimarelevanten Emissionen zu reduzieren. In dieses Protokoll und in die Nachfolgekonferenzen sind Wälder und Holzprodukte mit ihrer Kohlenstoffspeicherfunktion nur ansatzweise einbezogen. Was Forst- und Holzwirtschaft zur Kohlenstoffspeicherung beitragen und im Rahmen einer Strategie zur Eindämmung der CO<sub>2</sub>-Belastungen leisten könnten, wird von der Öffentlichkeit und von der Politik nicht hinreichend wahrgenommen.

## CO<sub>2</sub> im globalen Kontext

Der weitaus größte Teil der Kohlenstoffvorräte der Erde ist fest in den Gesteinen (66 Mio. Gigatonnen; Gt = 10<sup>9</sup> t) und im Tiefenwasser der Ozeane (38.000 Gt) gebunden. Die mobilisierbaren Kohlenstoffvorräte werden auf 12.000 Gt geschätzt. Hiervon beträgt der in Wäldern gebundene Anteil ca. 9 % (Abb. 2).

Nach neuesten, vom Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) verwendeten Daten wird der in allen Vegetationstypen bis 1 m Bodentiefe gespeicherte Kohlenstoffvorrat derzeit mit 2.477 Gt angegeben (Tab. 1). Das entspricht etwa dem 3 1/2-fachen des atmosphärischen Kohlenstoffs. Dabei ist in den drei großen Waldökosystemen (tropische, temperierte und boreale Wälder), die zusammen etwa 27 % der Landfläche einnehmen, fast die Hälfte

des in der gesamten Vegetation gebundenen C-Vorrats gespeichert. Auffallend ist dabei die sehr hohe C-Speicherung in den borealen Böden.

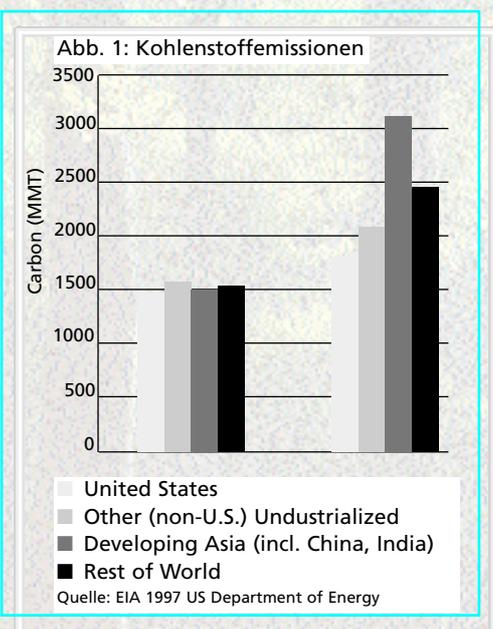
## Globale Kohlenstoffflüsse

Die Kohlenstoffvorräte befinden sich in einem großräumigen Austauschprozess. Im Rahmen dieser Kohlenstoffflüsse kommen dem Wald sowie der Forst- und Holzwirtschaft eine besondere Bedeutung zu; dies betrifft sowohl die Emission von CO<sub>2</sub> als auch deren Aufnahme und Speicherung.

Bei unveränderten Klima- und Landnutzungsverhältnissen wären die großräumigen CO<sub>2</sub>-Austauschprozesse in den Wäldern weitgehend ausgeglichen. Tatsächlich aber unterliegen alle drei Waldökosysteme erheblichen Verände-

rungen, mit teilweise gegenläufigen Auswirkungen auf den CO<sub>2</sub>-Fluss.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Landnutzungsänderungen, in erster Linie die Abnahme der Waldflächen in den Tropen, tragen immerhin etwa 20 % zur Gesamtemissionsbelastung bei. Diese Emissionen werden ausgeglichen durch die Speicherung infolge der Flächen- und Holzvorratzzunahme der Wälder in den temperierten und borealen Klimazonen. Gegenwärtig ist es schwierig, die relative Bedeutung dieser beiden entgegengesetzten Entwicklungen hinsichtlich ihrer langfristigen Effekte zu bewerten. Es ist davon auszugehen, dass bei einer fortschreitenden Erwärmung die hohen C-Vorräte in der borealen Zone durch das Auftauen der Permafrostböden und einer voraussichtlichen Intensivierung der Holznutzung zu einer erheblichen Freisetzung von Kohlenstoff führen werden.



## Landnutzungsoptionen

Das IPCC hat für den tropischen Bereich abgeschätzt, wie sich vier Landnutzungsoptionen auf die potenzielle Kohlenstoffspeicherung auswirken würden. Demzufolge ergäbe sich der weitaus größte Effekt, wenn die derzeitigen Waldflächen erhalten würden (Tab. 2). Dem stehen jedoch – zumindest bis auf Weiteres – nationale wirtschaftliche Entwicklungsbedürfnisse und landwirtschaftlicher Flächenbedarf entgegen. Für die Optionen Agroforstwirtschaft und Rehabilitation degradierter Waldflächen gelten im Prinzip ähnliche Einschränkungen.

Forstliche Plantagen umfassten im Jahr 2000 weltweit 187 Mio. ha mit einer jährlichen Zunahme von 4,5 Mio. ha (FAO 2001), aber einem weitaus höheren Potenzial. Wenngleich Aufforstungsmaßnahmen mit der vom IPCC unterstellten Erhöhung um 900.000 ha pro Jahr – das entspricht einer jährlichen Erhöhung der bisherigen Raten um 20 % – auch einen relativ geringen Effekt auf die Kohlenstoffbilanz aufweisen, so liegen vermutlich darin die größeren Erfolgsaussichten. Bislang ließen sich zwar die Ziele der Weltbank, die Aufforstungsflächen dra-



Im jährlichen Holzeinschlag sind weltweit ca. 0,8 Gt Kohlenstoff gespeichert

stisch zu erweitern, nicht erreichen, jedoch ist eine steigende Tendenz erkennbar.

Mit einer Intensivierung der forstlichen Plantagenwirtschaft auf hierfür geeigneten Flächen ließe sich zumindest teilweise

auch der Druck auf noch intakte Naturwälder reduzieren, was einen zusätzlichen C-Speichereffekt hätte.

## Holz und Holzprodukte als globale Kohlenstoffspeicher

Der Speichereffekt der Wälder kann erhalten werden, solange die natürliche oder thermische Freisetzung des durch die Photosynthese im Wald gebundenen Kohlenstoffs unterbunden wird. Dies geschieht durch eine stoffliche Nutzung, also durch den Gebrauch von Holz. Je länger diese stoffliche Nutzung von Holz andauert, umso größer ist insgesamt gesehen der Speichereffekt.

Hinsichtlich der quantitativen Bedeutung dieses Kohlenstoffspeichers liegen nur grobe Schätzungen vor. So ergibt eine an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) durchgeführte Abschätzung des in Gebrauch befindlichen Holzes auf der Grundlage des Rohholzeinschlages für die industrielle Verwertung eine Kohlenstoffbindung in Holzprodukten in einer Größenordnung von 14 Gt. Dies ist im Vergleich zu den anderen Kohlenstoffspeichern verschwindend niedrig (vgl. Abb. 2). Wenn auch der

Tab. 1: Globale Kohlenstoffvorräte in Vegetation und in Böden bis 1 m Tiefe in Gt (Quelle: WBGU 1998, in IPCC 2000)

	Fläche (10 <sup>9</sup> ha)	Vegetation	Boden	Gesamt
Tropische Wälder	1,76	212	216	428
Temperierte Wälder	1,04	59	100	159
Boreale Wälder	1,37	88	471	559
Tropische Savannen	2,25	66	264	330
Temperiertes Grasland	1,25	9	295	304
Wüsten, Halbwüsten	4,55	8	191	199
Tundra	0,95	6	121	127
Feuchtgebiete	0,35	15	225	240
Ackerland	1,60	3	128	131
<b>Gesamt</b>	<b>15,12</b>	<b>466</b>	<b>2.011</b>	<b>2.477</b>

Tab. 2: Maximal mögliche Kohlenstoffbindung durch forstwirtschaftliche Maßnahmen (Quelle: IPCC 2000)

Maßnahme	C-Bindung (in Megatonnen C pro Jahr)
Erhaltung der Waldfläche	1.600
Verbesserung und Flächenerweiterung von Agroforstwirtschaft	416
Rehabilitation degradierter Waldflächen	170
Erhöhung der jährlichen forstlichen Plantagenflächen um etwa 900.000 ha	45

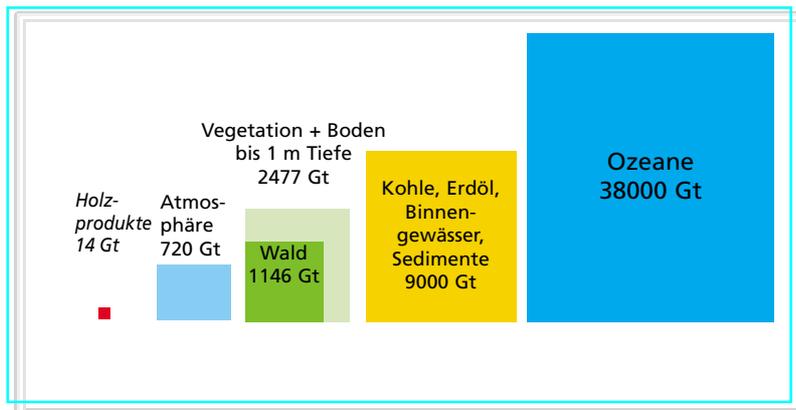


Abb. 2: Globale Kohlenstoffspeicher (ohne Gesteine der Lithosphäre)

Speichereffekt von Holz im Gebrauch unbedeutend erscheint, so ist dieser jedoch relativ leicht zu beeinflussen mit erheblichen Auswirkungen auf die jährlichen Kohlenstoffflüsse. Im jährlichen Holzeinschlag sind weltweit ca. 0,8 Gt Kohlenstoff gespeichert, die im Zuge der Holznutzung nach und nach wieder freigesetzt werden. Durch eine verstärkte stoffliche Nutzung des Holzes, einer Verlängerung der Nutzungsdauer der Holzprodukte und einem verstärkten Recycling von Holz- und Papierprodukten werden die Speichereffekte verlängert und damit auch die Masse des in Holzprodukten gespeicherten Kohlenstoffs erhöht.

Bedeutsamer noch als die Kohlenstoff-Speichereffekte durch einen verstärkten Holzgebrauch sind die Emissionsvermeidungs- bzw. Substitutionseffekte, etwa

wenn Holz anstelle von fossilen Energieträgern zum Einsatz kommt.

## Kyoto-Prozess und der Beitrag von Forst und Holz in Deutschland

Im Protokoll von Kyoto hat sich die EU verpflichtet, bis zum Ende der Verpflichtungsperiode 2008/2012 die Emissionen von Treibhausgasen, vor allem Kohlendioxid, auf ein Niveau zu bringen, das 8 % unter den Emissionen (gemessen in Kohlendioxid-Äquivalenten) von 1990 liegt. Deutschland ist innerhalb der EU eine Reduktionsverpflichtung von 21 % eingegangen. Bei einer Basis von Emissionen im Jahre 1990 – in Kohlenstoff gemessen –

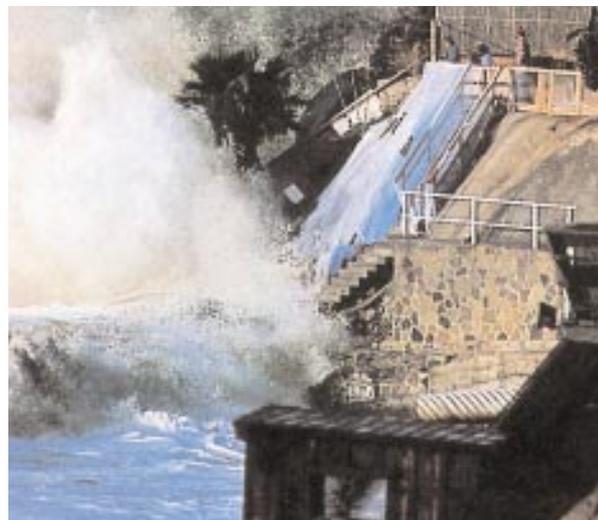
von 277 Mio. t errechnet sich eine Reduktionsverpflichtung für Deutschland von ca. 58 Mio. t Kohlenstoff. Im Protokoll von Kyoto sind verschiedene Mechanismen zur Reduktion definiert. Neben effektiver Emissionsminderung sind auch Kohlenstoffsenken, zum Beispiel in Biomasse, als Reduktionsmaßnahme anerkannt.

## Kohlenstoffsenke Wald

Auf Basis der Waldinventur kann für Deutschland eine jährliche Zunahme der Holzvorräte von ca. 60 Mio. m<sup>3</sup> errechnet werden; davon werden etwa ein Drittel, das heißt 20 Mio. m<sup>3</sup> langfristig nicht genutzt. Die Nettozunahme an Biomasse im Wald beträgt jährlich etwa 16 Mio. t, was einer Kohlenstoffsenke von ca. 8 Mio. t C entspricht. Davon können als Senkenpotential allerdings nur maximal 1,24 t C angerechnet werden. Diese Obergrenze wurde auf der Kyoto-Nachfolgekonferenz in Bonn im Jahr 2001 vereinbart.

Erstaufforstungen (z.B. auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Böden) können ebenfalls als Kohlenstoffsenken angerechnet werden. Diese Senkeneffekte können zudem zwischen Staaten gehandelt und übertragen werden. Vor allem für Länder der Dritten Welt wird diese Maßnahme Anreize bieten, da hier der Zuwachs hoch

**Waldbrände aufgrund von Trockenheit, Flutkatastrophen: Die prognostizierten Klimaänderungen werden in verschiedenen Gebieten der Erde verheerende Auswirkungen haben.**

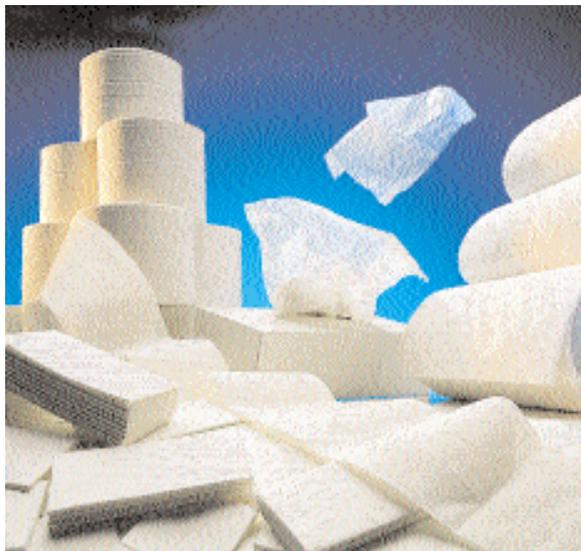




Holz speichert CO<sub>2</sub> und wirkt damit einem Ausstoß von klimaschädigenden Gasen entgegen.

und die Kosten für Aufforstungen niedrig sind. Auch in Deutschland sind grundsätzlich verstärkte Aufforstungen möglich. Bereits Anfang der 90er Jahre sind in Deutschland etwa 40.000 ha landwirtschaftlicher Flächen aufgeforstet worden. Bei einer Aufforstung von etwa 50.000 ha jährlich werden etwa 125.000 t C gebunden. Zur Bindung von 1 % der jährlichen C-Emissionen bedarf es einer Aufforstung von etwa 1 Mio. ha.

Die Substitutionspotenziale von Holzprodukten sind vielfältig



## Holzprodukte als C-Speicher

Holzprodukte setzen die Kohlenstoffspeicherung des Waldes zeitlich fort. Der Wald speichert Kohlenstoff zwischen 30 Jahren (Durchforstung) und 120–500 Jahren (Endnutzung). Bei Holzprodukten liegt dieser Zeitrahmen zwischen wenigen Wochen (Papier für Tageszeitung) und bis zu mehreren hundert Jahren (Holzgebäude) – im Durchschnitt in Deutschland etwa 30 Jahre. Verglichen mit dem Kohlenstoffspeicher Wald machen die Holzprodukte in Deutschland etwa 30 % der Baum-Biomasse aus.

Für die in Deutschland im Gebrauch befindlichen Holzprodukte haben wir an der BFH eine Kohlenstoffspeicherung von wenigstens 340 Mio. t Kohlenstoff berechnet. Diese Menge wird pro Jahr durch die Holzverwendung um etwa 4 Mio. t C erhöht (entspricht knapp 7 % der Reduktionsverpflichtung).

Dieses Speicherpotenzial in Holzprodukten wird derzeit im Rahmen des Kyoto-Protokolls nicht als Reduktion angerechnet. Es laufen aber Bestrebungen, diese Speichereffekte zu erfassen. Die Teilnehmer-

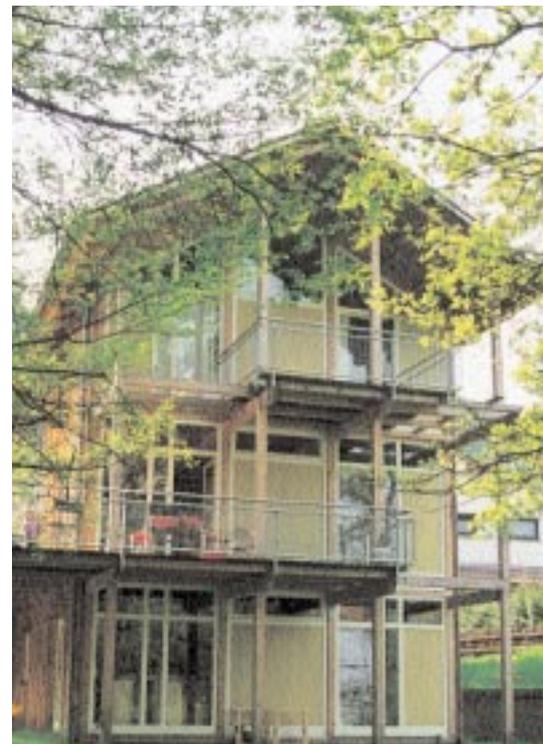
länder an den Klimaverhandlungen sind bis Januar 2003 aufgefordert, Vorschläge für Berechnungsmethoden zu unterbreiten.

## Substitutionspotenziale durch Holzverwendung

Holzprodukte können Produkte aus anderen Materialien ersetzen (substituieren). Hierdurch werden Kohlenstoffemissionen vermindert, da zur Herstellung von Holzprodukten überwiegend deutlich weniger Energie benötigt wird als für Nichtholzprodukte. Ein Beispiel dafür sind Wand-Elemente für Wohnhäuser: So werden bei der Herstellung von Holzsystemwänden 20 bis 40 kg Kohlenstoff je m<sup>2</sup> Wandfläche weniger emittiert als bei Ziegelmauerwerk vergleichbarer Wärmedämmung. Für ein durchschnittliches Einfamilienhaus beträgt die Differenz wenigstens 4 t C.

Mehr noch als die Materialsubstitution wirkt sich die Energiesubstitution durch

Bei der Herstellung von Holzsystemwänden im Hausbau wird weniger Kohlenstoff emittiert als bei vergleichbarem Ziegelmauerwerk





Bürgerhaus von 1586. Das in dem Fachwerk verbaute Holz wirkt seit mehr als 400 Jahren als Kohlenstoffspeicher.

Holz positiv auf die Kohlenstoffbilanz aus. Wird 1 m<sup>2</sup> Holz energetisch genutzt und damit fossile Energieträger ersetzt, werden ca. 200 kg (je nach fossilem Energieträger unterschiedlich) weniger Kohlenstoff freigesetzt. Werden alle Reste der Holzbearbeitung und das Gebrauchtholz (Produkte nach Gebrauch) sowie nicht recyceltes Altpapier konsequent energetisch genutzt, liegt das Minderungspotential durch Energieträgersubstitution bei ca. 8 Mio. t C pro Jahr; hiervon wird bisher allerdings schon ein Teil energetisch genutzt.

Interessant ist ein Vergleich der Speicher- und Substitutionspotenziale (Abb. 3). Ein Kubikmeter Holz als Biomasse im Wald bedeutet eine Senke von ca. 250 kg Kohlenstoff. Wird dieser Kubikmeter Holz dem Wald entnommen, so verlängert sich die Senkenfunktion; in Holzprodukten bleiben ca. 150 kg gespeichert. Durch die

Materialsubstitution werden darüber hinaus Emissionen um ca. 40–80 kg C je m<sup>2</sup> Holz und die Energiesubstitution um ca. 200 kg C je m<sup>2</sup> Holz gesenkt. Dies stellt einen wesentlichen Beitrag dar, die Emissionsziele zu erreichen. Politisch wird die energetische Nutzung von Holz durch die TA Siedlungsabfall, das Erneuerbare-Energien-Gesetz und die Biomasseverordnung gefördert.

Material- und Energieträgersubstitution werden direkt als Emissionsminderung in Folge der Einsparung fossiler Rohstoffe und Energieträger erfasst; es bedarf somit keiner weiteren Anerkennung und Anrechnung.

### Schlussfolgerungen

Da weltweit gesehen Veränderungen der Vegetation und der Landnutzung er-

heblich zur CO<sub>2</sub>-Problematik beitragen, erscheint es wichtig, die Kohlenstoffspeicherfunktion und die Substitutionspotenziale der Holznutzung stärker ins Blickfeld der internationalen und nationalen Klimapolitik zu rücken. Durch den Schutz der Primärwälder vor Rodung und Zerstörung und eine verstärkte Nutzung von Holz aus nachhaltiger Waldbewirtschaftung lassen sich CO<sub>2</sub>-Emissionen wirksam eindämmen.

Hierzu bedarf es aber einer anderen Weichenstellung in der Klimaschutzpolitik: Die kohlenstoffökologischen Vorzüge des Holzes gegenüber anderen – insbesondere fossilen – Rohstoffen und Energieträgern müssten bei der Gestaltung der politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen stärker Berücksichtigung finden.

*Die ökologischen Vorzüge von Holz sollten von der Politik stärker berücksichtigt werden*

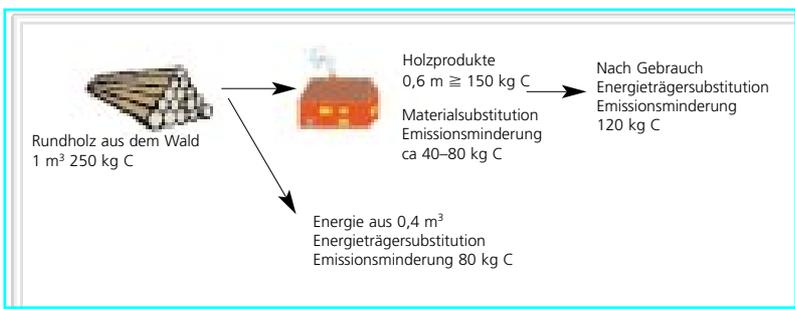


Abb. 3: Speicherung von Kohlenstoff und Material-/Energieträgersubstitution



Univ.Prof. Dr. Arno Frühwald, Institut für Holzphysik und mechanische Technologie des Holzes; Univ.Prof. Dr. Jochen Heuveldop, Institut für Weltforstwirtschaft; Dir. u. Prof. Prof. Dr. Carsten Thoro, Institut für Ökonomie; Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Postfach 800209, 21002 Hamburg