

---

# **Wald und Holz als Kohlenstoffspeicher und Energieträger - Chancen und Wege für die Forst- und Holzwirtschaft**

*Bernhard Zimmer<sup>a</sup>, Gerd Wegener<sup>b</sup>*

*<sup>a</sup>Fachhochschule Salzburg - Forschungsbereich „Holz & Biogene Technologien“;  
Markt 136a, A-5431 Kuchl*

*<sup>b</sup>Holzforschung München; Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TU München,  
Winzererstraße 45, D-80797 München*

---

## **ABSTRACT**

**Motivation:** Seit der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro 1992 hat sich die Staatengemeinschaft weltweit einer nachhaltigen Entwicklung verpflichtet, wobei Wald, Forst und Holz in vielen Kapiteln der Agenda 21 angesprochen werden. Insgesamt wurde jedoch national wie international die Rolle der Wälder und deren Potenziale bislang zu wenig erkannt. Der Schutz und die Bewirtschaftung von Wäldern sowie die Bedeutung der Holznutzung und Holzverwendung im Spannungsfeld der Nachhaltigkeit unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten wurde bislang kaum berücksichtigt und nicht in politische Schlagkraft umgesetzt.

**Ergebnisse:** Holz ist nicht nur CO<sub>2</sub>-neutral. Holz hat den C-plus-Effekt! Ebenso wie der Kohlenstoffspeicher "Wälder" kann der Kohlenstoffspeicher "Holzprodukte" durch die Wirtschaftsweise beeinflusst werden und muss deshalb zur Erreichung der im Kyoto-Protokoll verankerten Ziele zur Verminderung der Treibhausgasemissionen anerkannt werden.

**Kontakt:** [Bernhard.zimmer@fh-salzburg.ac.at](mailto:Bernhard.zimmer@fh-salzburg.ac.at)

## **1 EINLEITUNG**

Seit der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro 1992 hat sich die Staatengemeinschaft weltweit einer nachhaltigen Entwicklung verpflichtet, wobei Wald, Forst und Holz in vielen Kapiteln der Agenda 21 angesprochen werden. Darüber hinaus wurde in den Nachfolgekonferenzen über wirksame Maßnahmen zum Klimaschutz diskutiert und im Kyoto-Protokoll (1997) konkrete Ziele zur Reduzierung der Emission von Treibhausgasen festgelegt. Im Einzelnen verpflichten sich darin z.B. die Länder der EU zu einer Reduktion der Emission von Treibhausgasen in der Periode 2008 - 2012 um 8% (Bezugsjahr 1990), Deutschland sogar um 21 %. In diesem Zusammenhang werden die Kohlenstoffquellen- und -senkenpotentiale der Wälder sowie der forstlichen Maßnahmen genannt.

Insgesamt wurde jedoch national und international die Rolle der Wälder und deren Potenziale zu wenig erkannt. Der Schutz und die Bewirtschaftung von Wäldern sowie die Bedeutung der Holznutzung und der Holzverwendung im Spannungsfeld der Nachhaltigkeit unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten wurde bislang kaum berücksichtigt und nicht in politische Schlagkraft umgesetzt. Ähnliches gilt für die Beiträge von Wald, Forst und Holz zur Erfüllung der Kyoto-Verpflichtungen.

## 2 DIE WÄLDER ALS KOHLENSTOFF- UND ENERGIESPEICHER

Die Wälder der Erde sind in ihrer großen Vielfalt wesentliche Elemente unseres Lebensraumes, die mit einer sich weiter dynamisch entwickelnden Bevölkerung konfrontiert werden. Wälder erfüllen vielfältige ökologische Funktionen, sie sind Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen und sie produzieren Holz und Nichtholzprodukte aller Art. Unter den einführungsgenannten Aspekten sind sie aber auch wesentliche Kohlenstoffspeicher, wobei sie einschließlich der Waldböden 80 % des Kohlenstoffs beinhalten (1648 Gt), der von Landpflanzen insgesamt gespeichert ist (2060 Gt) (BURSCHEL, 1990). Damit sind die Wälder gegenüber dem C-Speicher "Ozeane" (38000 Gt) zwar relativ klein, aber im Unterschied zu diesem durch die Art der Landnutzung und die Wirtschaftsweise relativ gut zu beeinflussen. Der Mensch und die Gesellschaft können die Größe dieses Biomasse- bzw. Kohlenstoffspeichers also mehr oder weniger gut steuern - im positiven wie im negativen Sinne. Ziel muss es im Sinne des Klimaschutzes sein, den Kohlenstoffspeicher Atmosphäre von ca. 750 Gt zu entlasten und nicht weiter

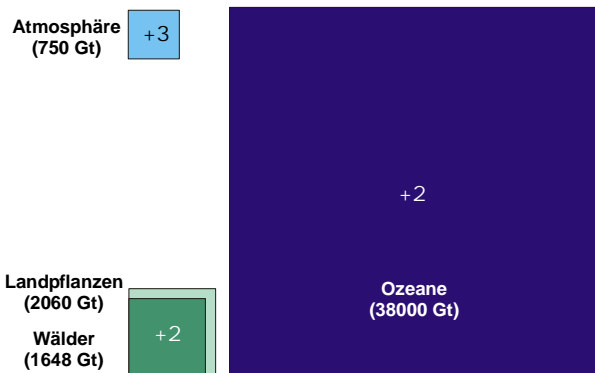


Abb. 1: Wesentliche Kohlenstoffspeicher der Erde

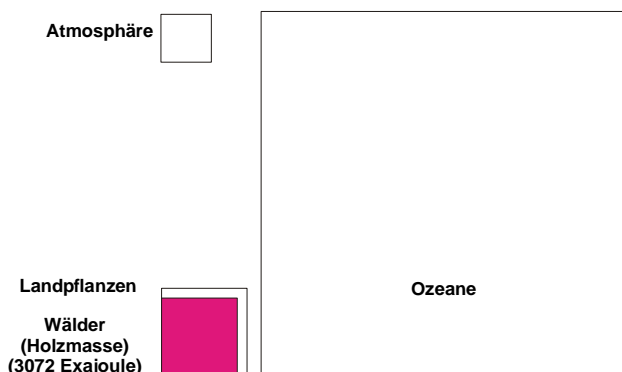


Abb. 2: Nutzbare Energie der oberirdischen Holzmasse der Wälder

überproportional mit fossilen Treibhausgasen (in erster Linie CO<sub>2</sub>) zu vergrößern. Die Proportionen zwischen den drei wesentlichen Kohlenstoffspeichern sind in Abb. 1 veranschaulicht. Die Ziffern in den Speichern bezeichnen die jährlichen Kohlenstoffflüsse, wobei deutlich wird, daß die Wälder das gleiche Flusspotential abdecken wie die Ozeane (+ 2 Gt / a) und die Atmosphäre sich jährlich um 3 Gt C anreichert (HOUGHTON, 1997; SCHULZE, 2000). Neben ihrer Funktion als Kohlenstoffspeicher sind Wälder im Gegensatz zu den Ozeanen und der Atmosphäre auch nutzbare Energiespeicher (Abb. 2). Das Energiepotential der derzeitigen reinen Holzmasse, ohne Blatt- und Wurzelmasse, beträgt über 3000 Exajoule.

## 3 DIE GLOBALE WALDVERNICHTUNG UND IHRE FOLGEN

Während die Waldflächen in den temperierten und borealen Zonen der Erde seit 150 Jahren mehr oder weniger konstant geblieben sind, geht der Raubbau in den subtropischen und vor allem in den tropischen Wäldern bis heute weiter, wobei in den letzten Jahrzehnten durchschnittlich bis zu

15 Mio. ha pro Jahr überwiegend durch Brandrodung verloren gegangen sind. Die heutige Waldfläche von etwa 3,6 Mrd. ha wird sich demnach kurz- und mittelfristig weiter reduzieren. In welchem Maß dies geschieht, hängt nicht von forstlichen Maßnahmen ab, sondern vorrangig von struktur- und gesellschaftspolitischen Aktivitäten in vielen Ländern der Dritten Welt.

Die Waldvernichtung hat unter den Aspekten einer nachhaltigen Entwicklung und des Klimaschutzes äußerst komplexe und gravierende Folgen. Neben dem Verlust der Waldfläche werden wertvolle, sehr naturnahe Ökosysteme vernichtet, die sich über Jahrhunderte entwickelt haben und in oft einzigartiger Weise Orte der biologischen Vielfalt von Pflanzen und Tieren darstellen. Waldvernichtung in der beschriebenen Größenordnung bedeutet aber auch den Verlust von rund 3,7 Mrd. m<sup>3</sup> Holz, das damit weder für eine stoffliche Nutzung noch für eine kontrollierte energetische Nutzung zur Verfügung steht, wobei letztlich ca. 30 Exajoule an Energiepotenzial nutzlos vernichtet werden. Daraus resultiert eine Freisetzung von ca. 1 Gt Kohlenstoff pro Jahr alleine aus der Vernichtung von Holzmasse. Diese Flächen werden somit innerhalb kürzester Zeit von Kohlenstoffspeichern und -senken in Kohlenstoffquellen umgewandelt.

Eine Kompensation der vernichteten Waldflächen durch Anlage von Plantagen, meist Monokulturen mit überwiegend schnellwüchsigen Baumarten, ist rein flächenmäßig bis heute nicht erreicht. Die Plantagenfläche in den Entwicklungsländern hat in den letzten 15 Jahren zwar erheblich zugenommen hat, mit etwa 3 Mio. ha pro Jahr die Waldverluste jedoch nur geringfügig ausgleichen können (FAO, 1995).

#### **4 KLIMAPOLITIK UND WÄLDER**

Die oben genannten Zahlen und Zusammenhänge machen deutlich, dass dem Erhalt der bestehenden Wälder eine zentrale Bedeutung zukommt, weil dadurch die bestehenden Wälder als Kohlenstoffspeicher geschützt werden und sie nicht zur zusätzlichen Kohlenstoffquelle werden. Wald, Forst und Holz spielen aber darüber hinaus eine klimapolitisch viele bedeutendere Rolle, da:

- (1) durch vermehrte Wieder- und Neuaufforstungen weltweit neue Waldflächen als Kohlenstoffspeicher aufgebaut werden können;
- (2) durch geeignete Bewirtschaftungsmaßnahmen die Holz- bzw. die Biomasse in den bestehenden Wäldern vergrößern werden kann;
- (3) der Holznutzung eine entscheidende Rolle beizumessen ist.

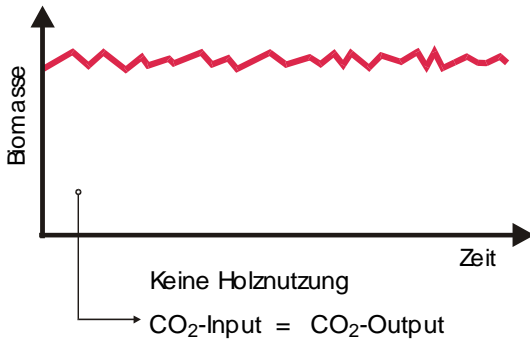
Wälder in denen das Holz nicht nachhaltig genutzt wird, verlieren ihr Senkenpotential, da im Laufe der Zeit eine Gleichgewichtsphase ("steady state") erreicht wird und die Aufnahme und die Abgabe von CO<sub>2</sub> dann langfristig gleich groß sind (Abb. 3). Derartige Wälder, wie sie die heute noch vorhandenen Primärwälder repräsentieren, haben keine Kohlenstoffsinkenwirkung mehr.

Eine dauerhafte Sicherung der Senkenwirkung der Wälder, wie sie etwa in Klimaschutzprogrammen Eingang finden kann, kann deshalb nur durch eine in jeder Hinsicht nachhaltige Holznutzung erreicht werden. Dadurch wird der Kohlenstoffspeicher dieser Wälder regelmäßig abgesenkt und dann durch den Zuwachs an Biomasse wieder aufgefüllt. (Abb. 4).

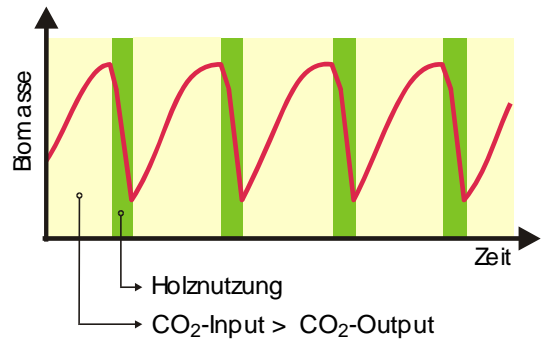
Derzeit werden weltweit jährlich 3,6 Mrd. m<sup>3</sup> Rundholz genutzt. Der Brenn- und Energieholzanteil macht dabei knapp die Hälfte aus, der andere Teile ist nach FAO-Definition Nutzholz zur stofflichen Verwertung.

Aufgrund dieses hohen Anteils der Brennholznutzung ist der Steigerung der Energieeffizienz durch Verbesserung der Wirkungsgrade in der Energieumwandlung eine entscheidende Rolle beizumessen,

wobei in vielen Entwicklungsländern vor allem die Wirkungsgrade offener Feuerstellen zum Kochen verbessert werden können.



**Abb. 3:** Wälder ohne Holznutzung haben langfristig keine Kohlenstoff-Senkenwirkung (nach BURSCHEL und HUSS, 1987)



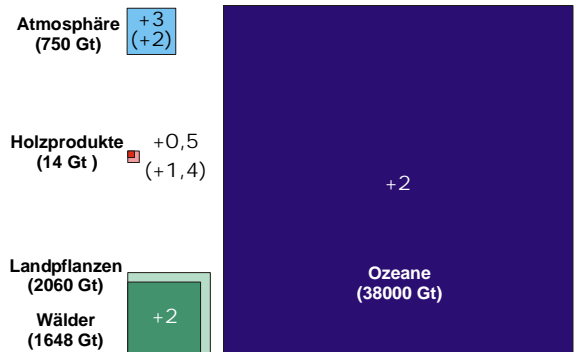
**Abb. 4:** Dauerhafte Senkenwirkung durch Holznutzung (nach BURSCHEL und HUSS, 1987)"

## 5 KLIMAPOLITIK UND HOLZPRODUKTE

Bis heute ist der tatsächliche und potentielle Beitrag des Kohlenstoff- und Energiespeichers "Holzprodukte" noch nicht erkannt und in die politische Diskussion eingebracht. Der Kohlenstoffspeicher "Holzprodukte" ist zwar, legt man eine durchschnittliche Lebensdauer der Holzprodukte von 30 Jahren zugrunde, in seiner absoluten Größe von etwa 14 Gt sehr klein (Abbildung 8), aber er ist dafür sehr leicht zu beeinflussen und zu verändern. So ergibt sich allein durch die Umwandlung aller vorhandenen Rohstoffquellenpotentiale in Holzprodukte ein jährliches Reduktionspotential des Kohlenstoffflusses in die Atmosphäre von mindestens einem Drittel (Abb. 5).

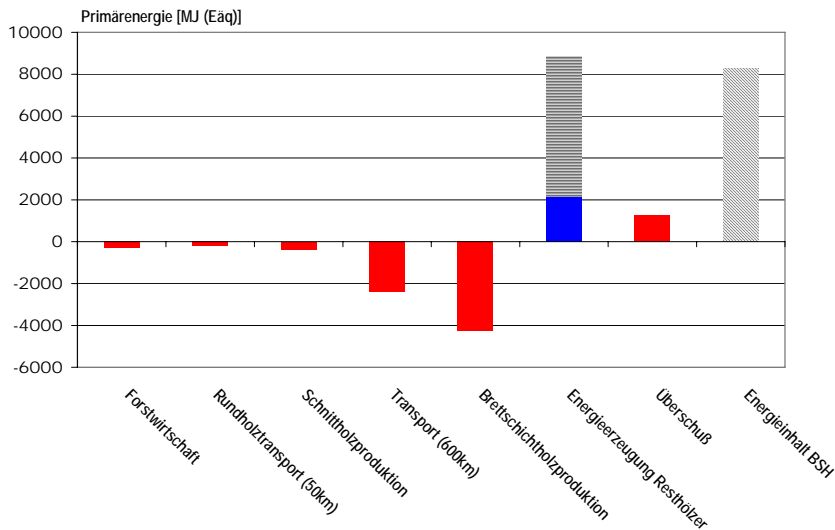
Unter die Nutzung aller Rohstoffpotenziale fällt vor allem die stoffliche Nutzung der durch Brandrodung verloren gehenden Holzmasse von etwa 3,7 Mrd m<sup>3</sup> pro Jahr, die konsequente Nutzung des Holzzuwachses auf neuen Waldflächen, aber auch die Erhöhung der Lebensdauer von Holzprodukten und die Erhöhung des spezifischen Holzanteils in Produkten und vor allem in Bauwerken.

In letzteren steckt ein wesentliches Zuwachspotential, da mit steigenden Lebensstandard nicht nur der Papierverbrauch proportional ansteigt, sondern sich auch der Einsatz von Holz und Holzprodukten im Bereich Bauen und Wohnen erheblich steigern läßt.



**Abb. 5:** Der Holzproduktespeicher und dessen möglicher Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Anreicherung in der Atmosphäre

Neben der Speicherwirkung trägt die Holzverwendung unter dem Aspekt der Klimapolitik in mehrfacher Weise zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Zunächst ist der Energieaufwand zur Rohstoffbereitstellung und Umwandlung in hochwertige und langlebige Produkte extrem niedrig, wie etwa für getrocknetes Schnittholz mit hoher Tragfähigkeit oder spezialisierte Holzwerkstoffe für den Einsatz im Bauwesen. Daraus ergibt sich unter Einbeziehung des Energieinhalts dieser Produkte eine Energiereserve und ein negatives Treibhauspotential (GWP), im Gegensatz zu anderen Baustoffen und Materialien mit positivem, den Treibhauseffekt verstärkendem Treibhauspotential. In Abbildung 6 wird dies anhand der Energiebilanz für die Produktion von 1 m<sup>3</sup> Brettschichtholz, einem hochwertigen Bauprodukt, aus 2,5 m<sup>3</sup> Rundholz deutlich. Die Bilanzierung erstreckt sich dabei vom Energieaufwand der Forstwirtschaft für die Bereitstellung des Rundholzes über die Produktions- und Transportmodule bis zum Energieinhalt des fertigen Produkts (WEGENER et.al., 1997).



**Abb. 6:** Energiebilanz der Herstellung von Brettchichtholz (BSH)

Bezogen auf einen 20 m langen Binder eines Hallenflachdaches wird im direkten Vergleich von Brettchichtholz, Stahl und Stahlbeton deutlich, dass Brettchichtholz in Bezug auf den Anteil an erneuerbaren Energien und dem Energieinhalt des Trägers unschlagbare ökologische Vorteile aufweist. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, dass durch die Ausformung der Stützen und der Fundamente aufgrund der geringen Masse des Brettchichtholzträgers weitere Energie- und Stoffeinsparungen möglich sind (Tabelle 1).

Aus den zwei vorangegangenen Beispielen ergibt sich ein weiterer bisher zu wenig beachteter Klimaaspekt des Speichers "Holzprodukte". Am Ende des Lebensweges von Holzprodukten kann der Energieinhalt konsequent genutzt werden und stellt damit eine Quelle erneuerbarer Energie dar, die fossile Energieträger und deren CO<sub>2</sub>-Emission ersetzen kann. Am Beispiel des Expo-Holzdaches auf der EXPO 2000 in Hannover lässt sich beispielsweise errechnen, dass am Ende der Nutzungsdauer des Bauwerkes dessen 5200 m<sup>3</sup> Holz- und Holzprodukte in eine Energiemenge umgesetzt werden können, die dem Jahresbedarf an Heizenergie von 1600 Einfamilienhäusern (100 m<sup>2</sup> Wohnfläche) mit Niedrigenergiestandard entspricht (WEGENER und ZIMMER, 2000).

**Tabelle1:** Material- und Energieeinsatz für den Bau eines 20m Dachbinders

	Masse [kg]	Primärenergieverbrauch			Energie- inhalt [MJ]
		fossil [MJ]	erneuerbar [MJ]	gesamt [MJ]	
Brettschichtholz	2398	25317	10850	36167	39802
Stahl	3980	51740	2388	54128	0
Stahlbeton	14838	15816	890	16706	0

Bezieht man den Energieinhalt der weltweit in Nutzung befindlichen Produkte auf den Primärenergieverbrauch der Welt, so ergibt sich ein Anteil in der Größenordnung von 3 %. Addiert man den Energieinhalt des Brennholzes mit weiteren 3 %, so verdoppelt sich der Beitrag der Holznutzung. Würde es gelingen, die Holzvernichtung durch Brandrodung durch stoffliche Holzverwendung zu substituieren, so ergäbe sich ein Energiepotential von weiteren 7 % des weltweiten Primärenergieverbrauches. Der energetische Beitrag der Holzprodukte würde sich dadurch mehr als verdoppeln.

## 6 FAZIT

Wald und Holz können bei konsequenter Ausnutzung aller Vorzüge als Kohlenstoffspeicher und Energieträger wichtige klimapolitische Beiträge leisten.

Die Aussage „Holz ist CO<sub>2</sub>-neutral“, ist aufgrund der vorliegenden Ergebnisse nicht richtig, denn Holz ist nicht nur CO<sub>2</sub>-neutral, sondern Holz hat gewissermaßen den C-plus-Effekt!

Ebenso wie der Kohlenstoffspeicher "Wälder" kann der Kohlenstoffspeicher "Holzprodukte" durch die Wirtschaftsweise beeinflusst werden und muss deshalb zur Erreichung der im Kyoto-Protokoll verankerten Ziele zur Verminderung der Treibhausgasemissionen anerkannt werden.

## REFERENZEN

- BURSCHEL, P. (1990): Das Menetekel - Klimaänderung. Konsequenzen für die Forstwirtschaft weltweit. Allg. Forst Zeitschr., 45, 11: 255-257.
- BURSCHEL, P., HUSS, J., (1987): Grundriß des Waldbaus - Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Hamburg: Parey Vlg; 352 S.
- FAO (1995): FAO Yearbook 1995
- HOUGHTON, J. (1997): Globale Erwärmung - Fakten, Gefahren und Lösungswege. Berlin, Heidelberg: Springer Vlg.; 230 S.
- OTTO, H.J. (1994): Waldökologie. Stuttgart: Ulmer Vlg; 391 S.
- SCHULZE, E.-D. (2000): Der Einfluss des Menschen auf die biogeochemischen Kreisläufe der Erde. JV 2000: 76-90.
- WEGENER G., ZIMMER, B. (2000): Wald als nachhaltige Energie- und Rohstoffquelle. Forst und Holz 55, 18: 588-594.
- WEGENER G., ZIMMER, B., FRÜHWALD, A., SCHARAI-RAD, M. (1997): Ökobilanzen Holz. Fakten lesen, verstehen und Handeln. Informationsdienst Holz, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (Herausgeber), München; 24 S.