

HOLZ UND KLIMASCHUTZ

Holz – Trumpfkarte im Klimaschutz

**Holz und seine besondere Bedeutung als
zukunftsfähiger Rohstoff, Energieträger
und Kohlenstoffspeicher**

| Autoren
Bernhard Zimmer
Gerd Wegener

Wald und Holz sind in besonderer Weise eng mit der Menschheitsgeschichte verbunden. Holz ist einer der ältesten Roh-, Bau-, Werkstoffe und Energieträger und dadurch dem Menschen vertraut wie kein anderer. Holz ist aber auch der Stoff, aus dem die Zukunft ist, denn er besitzt ein gewaltiges technologisches und ökologisches Potenzial.

Holz ist nicht nur ein nachwachsender Rohstoff, sondern er gilt allgemein als „CO₂-neutral“. Holz, das zeigen die Untersuchungen zur ökologischen Bewertung von Holz und Holzwerkstoffen, verhält sich sogar noch besser, denn es hat eigentlich einen „C-plus-Effekt“. Durch konsequente Holznutzung und -verwendung speichert Holz nicht nur Kohlendioxid in den Holzprodukten, sondern vermindert, über den ganzen Lebensweg der Produkte betrachtet, tatsächlich jene Emissionen in die Atmosphäre, die zum Treibhauseffekt beitragen. Der „Kohlenstoffspeicher Wald“ und der „Kohlenstoffspeicher Holzprodukt“ haben den großen Vorteil, dass sie durch die Wirtschaftsweise beeinflusst werden können und deshalb zur Erreichung der Klimaschutzziele beitragen können, die im Kyoto-Protokoll verankert sind.

Forst- und Holzwirtschaft erfüllen bereits heute nahezu alle Kriterien einer nachhaltigen Wirtschaftsweise unter technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten. Damit wird der Dreiklang des Mottos der EXPO 2000 „Mensch-Natur-Technik“ in idealer Weise und zukunftsfähig mit dem Spannungsdreieck „Ökologie-Ökonomie-Soziales“ des nachhaltigen Wirtschaftens verknüpft (Abb. 1) [1, 2].

Die Rolle des Holzes in einer Gesamtbewertung kann nur unter Einbeziehung des Waldes sowie der Forstwirtschaft als Produktionsstandort bzw. Produzentin diskutiert werden. Unter diesem Aspekt besteht kein Zweifel, dass die nachhaltige Forstwirtschaft nicht nur in einzigartiger Weise das Ökosystem Wald pflegt und Wohlfahrtswirkungen wie Erholung, Wasserschutz, Schutz vor Lawinen zur Verfügung stellt, sondern auch langfristig den nachwachsenden Rohstoff, Baustoff, Werkstoff und Energieträger Holz produziert. Diese Art der betriebs- und volkswirtschaftlich komplexen Landnutzung ist bei keinem Konkurrenzwerkstoff gegeben.

Rohstoffquelle: Wälder

Die Wälder der Erde sind in ihrer großen Vielfalt wesentliche Elemente unseres Planeten, sie erfüllen vielfältige ökologische Funktionen, sie sind Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen und sie produzieren Holz und Nichtholzprodukte aller Art. Derzeit werden

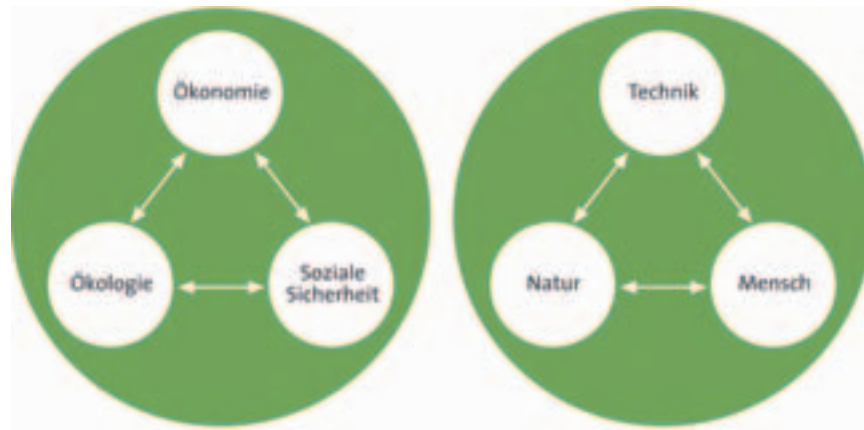


Abb. 1: (oben) Das Zieldreieck der nachhaltigen Entwicklung und die Transformation des EXPO-Themas in dieses Zielsystem.

Abb. 2: (rechts) Jahresproduktion bzw. Einschlag 1997 von Holz im Vergleich mit anderen wichtigen Roh- und Baustoffen.

Abb. 3: (rechts unten) Wesentliche Kohlenstoffspeicher der Erde.

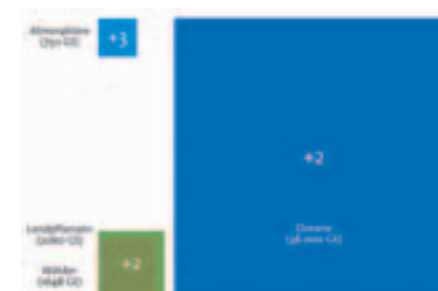
weltweit jährlich etwa 3,4 Mrd. Kubikmeter Rundholz genutzt. Der Brenn- und Energieholzanteil macht dabei knapp die Hälfte aus.

Die Bedeutung der stofflichen Nutzung von Holz, z.B. als Bauholz, in Holzwerkstoffen sowie in Zellstoff und Papier, wird beim Vergleich der weltweit produzierten Menge an Nutzholz mit anderen wichtigen Roh- und Werkstoffen besonders deutlich (Abb. 2).

Allein in Österreich beträgt der Holzvorrat etwa 1 Mrd. Kubikmeter und der Zuwachs beträgt jährlich rund 27,3 Mio. Kubikmeter, von denen nur etwas mehr als die Hälfte genutzt werden. Das bedeutet, dass ein Drittel des jährlichen Zuwachses, 7,8 Mio Kubikmeter, derzeit nicht genutzt wird. Auch unter strenger Auslegung des Nachhaltigkeitsprinzips ließe sich also erheblich mehr Holz nutzen.

Wald und Klimaschutz

Die Wälder der Erde sind für das Leben auf diesem Planeten von unersetzbarem Wert. Eng verzahnt mit seiner Umwelt wirkt der Wald auf das lokale, regionale und globale Klima. Die Verstärkung des Treibhauseffektes und die jüngsten weltweiten Aktivitäten zum Schutz des Weltklimas, z.B. das Kyoto-Protokoll, haben die Bedeutung des Waldes einer breiten Öffentlichkeit vor Augen geführt. Unter diesen Aspekten muss immer wieder betont werden, dass nicht nur Wälder sondern auch Holz und Holzprodukte wesentliche Kohlenstoffspeicher sind (Abb. 3), wobei die Wälder einschließlich der Waldböden 80 Prozent des Kohlenstoffs beinhalten (1 648 Gigatonnen), der von Landpflanzen



HOLZ UND KLIMASCHUTZ



Abb. 4

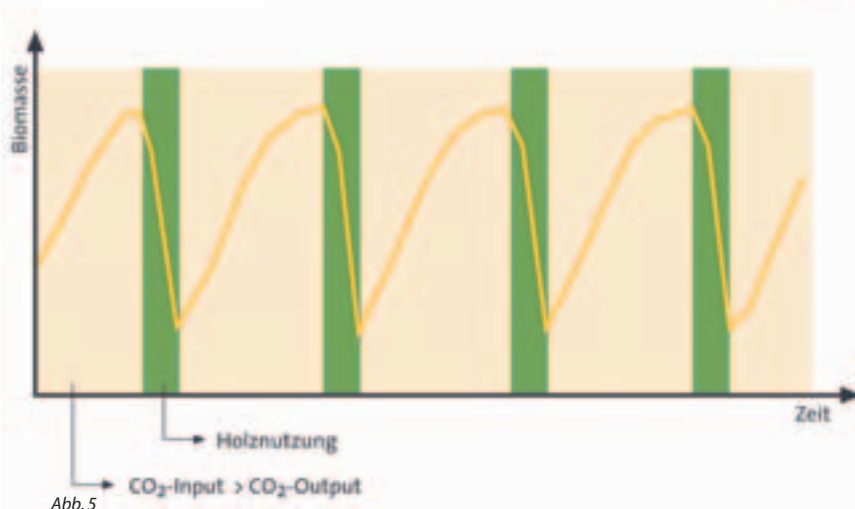


Abb. 5

zen insgesamt gespeichert ist (2 060 Gt) [3]. Damit sind die Wälder gegenüber dem Kohlenstoffspeicher „Ozeane“ (38 000 Gt) zwar relativ kleine Speicher, aber im Unterschied zu den Ozeanen durch die Art der Landnutzung und die Wirtschaftsweise gut zu beeinflussen. Der Mensch und die Gesellschaft können die Größe dieses Biomasse- bzw. Kohlenstoffspeichers also 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 überproportional mit fossilen Treibhausgasen, in erster Linie mit Kohlendioxid, zu vergrößern. (Die Proportionen zwischen den drei wesentlichen Kohlenstoffspeichern sind in Abb. 3 veranschaulicht.) Die Ziffern in den Speichern bezeichnen die jährlichen Kohlenstoffflüsse, wobei deutlich wird, dass die Wälder das gleiche Flusspotenzial abdecken wie die Ozeane (+ 2 Gt / a)

Abb. 4: Wälder ohne Holznutzung haben langfristig keine Kohlenstoff-Senkenwirkung.
 Abb. 5: Dauerhafte Senkenwirkung durch Holznutzung.
 Abb. 6: Ausschnitt aus der Sachbilanz des Submoduls „Holzproduktion durch Photosynthese“.
 Abb. 7: Verbrauch von Primärenergie für die einzelnen Produktionsschritte einer intensiven Forstwirtschaft zur Bereitstellung von Fichten-Stammholz im Verhältnis zur im Holz gespeicherten nutzbaren Energie (Heizwert (Hu)).
 Abb. 8: CO₂-Bilanz für Fichten-Stammholz. Anteil des während der forstlichen Produktionsschritte freigesetzten Kohlendioxids (weiße Quadrate) im Verhältnis zum im Holz gespeicherten Kohlenstoff (Kohlendioxidäquivalente).
 Abb. 9: Energiebilanz für die Produktion von Nadel-schmitt Holz. Die Flächen der weißen Kreise stellen den Anteil der Energie (fossil) dar, der in Relation zur im Holz gespeicherten Energie aufgewendet werden muss.

und die Atmosphäre sich jährlich um 3 Gt C anreichert [4,5]. Um das Klima zu schützen, müssen also in erster Linie Wälder erhalten und genutzt werden.

Senkenwirkung durch Bewirtschaftung

Naturwälder, so genannte Urwälder (z.B. die Wälder des Amazonas, die Nebelwälder in Nordamerika,...), befinden sich idealerweise in einem Gleichgewichtszustand, in dem sich die Bindung und die Freisetzung von Kohlenstoff in Form von CO₂ die Waage halten (Abb. 4). In diesen Wäldern ist der Kohlenstoffspeicher aufgefüllt, es kann der Atmosphäre kein zusätzliches Kohlendioxid mehr entzogen werden. Diese Wälder haben deshalb keine Senkenwirkung für Kohlendioxid, sind aber aufgrund ihrer Seltenheit und dem hohen Grad an Natürlichkeit besonders schützenswert. Eine dauerhafte Sicherung der Senkenwirkung des Waldes wird erst durch die in jeder Beziehung nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes und die Nutzung des Holzes erreicht. Durch die Forstwirtschaft wird dem Wald gespeicherter Kohlenstoff entzogen und dieser damit wieder in die Lage versetzt, der Atmosphäre weiteres Kohlendioxid zu entziehen (Abb. 5). Dabei ist die

LITERATURLISTE

[1] Wegener G.; Wind, Chr.; Zimmer, B.; Frühwald, A. (2000): Agenda 21 - Wald und Holz in Städten und Gemeinden. Informationsbroschüre; Bonn: Holzabsatzfonds (Hrsg.); 12 S.
 [2] Wegener, G.; Zimmer, B. (2000): Wald als nachhaltige Energie- und Rohstoffquelle. Forst und Holz 55, 18: 588-594.
 [3] Burschel, P. (1990): Das Menetekel - Klimaänderung. Konsequenzen für die Forstwirtschaft weltweit. Allg. Forst Zeitschr., 45, 11: 255-257.
 [4] Houghton, J. (1997): Globale Erwärmung - Fakten, Gefahren und Lösungswege. Berlin, Heidelberg: Springer Vlg.; 230 S.
 [5] Schulze, E.-D. (2000): Der Einfluss des Menschen auf die biogeochemischen Kreisläufe der Erde. JV 2000: 76-90.
 [6] Schweinle, J.; Thoroe, C. (1997): Zur Ökobilanzierung der Rohholzproduktion in Deutschland. Forstarchiv, 52, 5: 110-116
 [7] Zimmer, B.; Wegener, G. (1996): Stoff- und Energieflüsse vom Forst zum Sägewerk. Holz Roh Werkst. 54, 4: 217-223
 [8] 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.

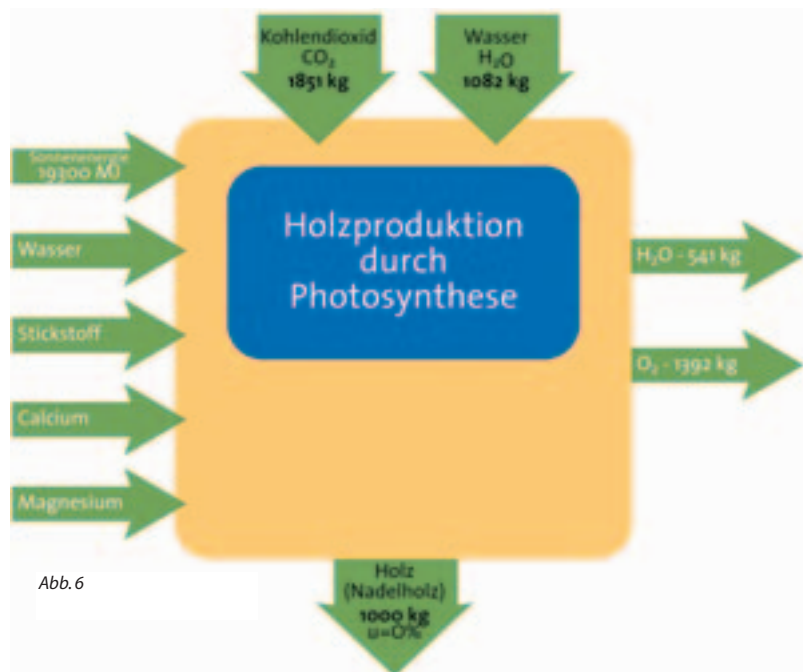


Abb. 6

Aufnahme von CO₂ direkt abhängig vom Zuwachs an Holzvolumen. Das dem Wald entnommene Holz wird zu Produkten verarbeitet oder zur Energiegewinnung verwendet und ersetzt so fossile Rohstoffe und Energieträger.

Die Photosynthese

Mit der nachhaltigen Holzproduktion sind eine Reihe positiver Umweltwirkungen verbunden. Dazu gehören die Umwandlung von Sonnenenergie in chemisch gebundene Energie, die Aufnahme von Kohlendioxid und die Speicherung von Kohlenstoff im Holz ebenso wie die Verminderung von Schadstoffen in der Luft. Alle Elemente, die im Holz vorliegen, sind der Umwelt durch den Baum beim Aufbau der Holzsubstanz entzogen worden. Das gilt für Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid, Sauerstoff und Wasserstoff genauso wie für Stickstoff, Kalzium, Magnesium oder andere Elemente (z.B. Spurenelemente). Mengenmäßig sind Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff die wichtigsten und machen zusammen durchschnittlich 99 Prozent der Holzmasse aus. Der Rest beinhaltet eine Reihe von anorganischen Bestandteilen, die bei der Verbrennung von Holz als Asche zurückbleiben. Über die Photosynthese wird Sonnenenergie in chemisch gebundene Ener-

gie umgewandelt und im Holz gespeichert. Die Stoffbilanz der Holzbildung ist in Abb. 6 dargestellt. Besonders beachtenswert für die Ökobilanz ist neben der Aufnahme des Kohlendioxids aus der Atmosphäre (positive Wirkung bezüglich des Treibhauseffektes) auch die Abgabe (Emission) großer Mengen reinen Sauerstoffs und sauberen Wassers mit den damit verbundenen positiven Wirkungen.

Sparsam ein Leben lang

Bei Betrachtung der Ökobilanzen von Holz, Holzwerkstoffen und Holzprodukten, wird die Ausnahmestellung der Waldbewirtschaftung und die des Holzes als Roh- und Baustoff mehr als deutlich. Die in Abb. 7 dargestellten Ergebnisse des Primärenergieverbrauches für die Forstwirtschaft in Deutschland zeigen trotz eines unterstellten hohen Anteils an Maschineneinsatz den geringen Aufwand, der zur Produktion und Bereitstellung von Holz nötig ist. In Abhängigkeit von der Baumart und dem Rundholzsortiment müssen bis zur Bereitstellung des Rundholzes



Abb. 7



Abb. 8



Abb. 9

lediglich zwischen 1,1 und 4,2 Prozent der im Holz gespeicherten Energie aufgewendet werden [6]. Auch hinsichtlich der CO₂-Bilanz weist die forstliche Produktion ein einzigartig positives Ergebnis auf. Zum Aufbau von 1000 kg absolut trockenem Holz entzieht der Baum der Atmosphäre 1851 kg CO₂ [7]. Bezogen auf das

HOLZ UND KLIMASCHUTZ

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

Tab. 1: Materialvergleich für einen 20 m Dachbinder.

im Fichten-Stammholz gespeicherten CO² werden durch den Einsatz fossiler Treibstoffe etwa für die Motorsäge oder den Rückeschlepper nur 0,7 Prozent freigesetzt. Eingerechnet in diese Bilanzierung sind die Vorketten der Energieträger und damit sämtliche Aufwendungen zur Exploration, Gewinnung, Transport und Bereitstellung der eingesetzten Energieträger (Abb. 8). Das Energie- und CO²-Einsparpotenzial setzt sich bei der Herstellung von Schnittholz fort. Für die Erzeugung von Nadelschnittholz liegt der Verbrauch an Primärenergie für ungetrocknetes Schnittholz zwischen 155 und 510 MJ/m³ [8]. Dieser Wert schließt neben dem Verbrauch für Entrindung, Einschnitt, Nachschnitt, Sortierung und Verpackung auch den Treibstoff für den innerbetrieblichen Verkehr ein. In zunehmendem Maß wird aus Qualitätsgründen Schnittholz im Sägewerk künstlich, d.h. technisch getrocknet. Dieser Trocknungsprozess erfordert sowohl elektrische als auch thermische Energie (Wärmeenergie). In Abb. 9 ist der Primärenergieverbrauch zur Herstellung von getrocknetem Nadelschnittholz dargestellt. Es wird deutlich, dass über 85 Prozent der im Schnittholz gespeicherten Sonnenenergie mit auf den weiteren Lebensweg mitgenommen werden.

Konzept für die Zukunft

Energieeinsparungen und die Verminderung der klimawirksamen CO²-Emissionen sind durch den derzeit weltweit, aber auch national verwendeten Energiemix eng miteinander gekoppelt. Hoher Energieverbrauch bedingt in der Regel auch hohe CO²- und andere Emissionen und ist damit immer mit einem hohem Maß an Umweltbelastung verbunden. Aus dieser Tatsache ergeben sich zwei generelle Lösungsansätze:

- (1) Verminderung der Umweltbelastung durch Senkung des Primärenergieverbrauches über

- den gesamten Lebensweg von Produkten;
- (2) Entkopplung von Energieverbrauch und CO²-Emissionen durch die Veränderung des Energiemixes.

Das System „Wald-Forst-Holz“ bietet für beide Wege Konzepte. Holzwerkstoffe und -produkte zeichnen sich durch einen geringen Primärenergieverbrauch aus und der Anteil regenerativer Energieträger im Energiemix der Forst- und Holzwirtschaft liegt bereits heute über dem Durchschnitt.

Energiegewinn durch Energieinhalt

Der Umwelt zuliebe müssen also viele Materialien wieder durch Holz ersetzt werden, die in der Vergangenheit durch so genannte „moderne“, aber auf endlichen Rohstoffen basierende Werkstoffe substituiert wurden. Wird für einen bestimmten Zweck Holz als Bau- oder Werkstoff (Bauholz, Fenster, Möbel) eingesetzt, so wird im Vergleich zu Produkten aus nicht nachwachsenden Rohstoffen, die aktuell kein CO² gebunden haben und die sowohl bei der Herstellung als auch bei der Entsorgung Überschuss-CO² freisetzen, der CO²-Gehalt der Atmosphäre gemindert.

Das in Tabelle 1 dargestellte Beispiel soll dies verdeutlichen. Für die Konstruktion eines Flachdaches einer 20m breiten Halle wurden Dachbinder unterschiedlicher Materialien eingesetzt. Die Dachbinder wurden in Brettschichtholz, in Stahl und in Stahlbeton ausgeführt und der für deren Herstellung notwendige Primärenergieverbrauch berechnet. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass Brettschichtholz in Bezug auf den Anteil an erneuerbaren Energien und den Energieinhalt des Trägers unschlagbare ökologische Vorteile aufweist. Der Brettschichtholzträger verbraucht zu seiner Herstellung weniger Energie, als im Träger selbst

gespeichert ist. Das bedeutet, dass am Ende des Lebensweges, wenn die Halle nach der Nutzung (Jahrzehnte später) abgerissen wird, die Brettschichtholzträger zur Energieerzeugung eingesetzt werden können. Für die beiden anderen Materialien muss am Ende des Lebensweges erneut viel Energie eingesetzt werden, um sie aufzuarbeiten oder zu deponieren. Im Beispiel ist dabei noch nicht berücksichtigt, dass durch die Ausformung der Stützen und der Fundamente aufgrund der geringen Masse des Brettschichtholzträgers weitere Energie- und Stoffeinsparungen möglich sind (Tabelle 1).

Aus der Natur in die Natur zurück

Für Holz ergibt sich also am Ende des Lebensweges ein weiterer bisher viel zu wenig beachteter Klimaaspekt. 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 CO²-Emission ersetzen kann. Am Beispiel des Expo-Holzdach auf der EXPO 2000 in Hannover (Abb. Titel) lässt sich errechnen, dass am Ende der Nutzungsdauer des Bauwerkes dessen 5200 m³ Holz- und Holzprodukte in eine Energiemenge umgesetzt werden können, die dem Jahresbedarf an Heizenergie von 1600 Einfamilienhäusern (100 m² Wohnfläche) mit Niedrigenergiestandard entspricht.

Grundsätzlich ist Holz biologisch abbaubar, wodurch sich die natürlichen Stoffkreisläufe schließen. Letztere werden aber auch bei der energetischen Verwertung von Holz geschlossen. Der große Unterschied liegt in der CO²-Bilanz: Energiesubstitution bedeutet verminderte CO²-Emissionen. ■

INFOBOX

Daten zu den Autoren:

*Bernhard Zimmer
Fachbereichsleiter „Holztechnologie und Ökologie“ und Leiter F&E
an der FH Salzburg
Fachhochschulgesellschaft am Standort in Kuchl*

*Gerd Wegener
Direktor der Holzforschung München
im Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TU-München*