

In idealer Weise der Forderung von Nachhaltigkeit gerecht werden

Holz als Rohstoff

Holz und seine Bedeutung als zukunftsfähiger Rohstoff, Energieträger und Kohlenstoffspeicher

Von Gerd Wegener und Bernhard Zimmer

Prof. Dr. Dr. habil. Dr. h.c. Gerd Wegener ist Direktor des Instituts für Holzforschung München im Wissenschaftszentrum Weihenstephan der Technischen Universität München. Dr. Bernhard Zimmer ist dort Wissenschaftlicher Mitarbeiter.

Wald und Holz sind 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 ein wichtiger Kohlenstoffspeicher und weist damit gegenüber anderen Rohstoffen nicht zu ersetzende Vorteile für eine nachhaltige Entwicklung auf. Somit besteht kein Zweifel, dass die Forstwirtschaft nicht nur in einzigartiger Weise das Ökosystem Wald pflegt und die so genannten Wohlfahrtsentwicklungen 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 Konkurrenzprodukt gegeben. Das System Forstwirtschaft und Holznutzung kann in diesem Zusammenhang als ein Modell einer zukunftsfähigen Landnutzung und Produktionsweise angesehen werden. Red.

Die Rohstoffquelle Wald

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 weltweit jährlich etwa 3,4 Mrd. m³ Rundholz genutzt. Der Brenn- und Energieholzanteil macht dabei knapp die Hälfte aus (Bild 1), der andere Teil ist nach FAO-Definition Nutzholz zur stofflichen Verwertung. Die Bedeutung der stofflichen Nutzung von Holz, z. B. als Bauholz, in Holzwerkstoffen sowie in Zellstoff und Papier wird besonders deutlich, wenn

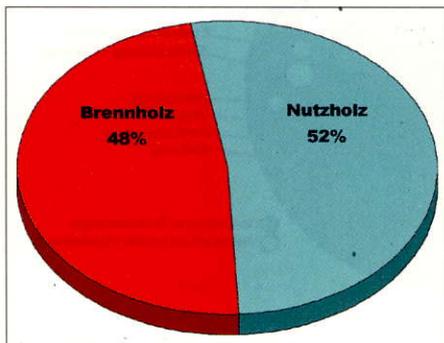


Bild 1: Holznutzung weltweit: Verhältnis von energetischer und stofflicher Verwertung.

man die weltweit produzierte Menge an Nutzholz mit anderen wichtigen Roh- und Werkstoffen vergleicht (Bild 2).

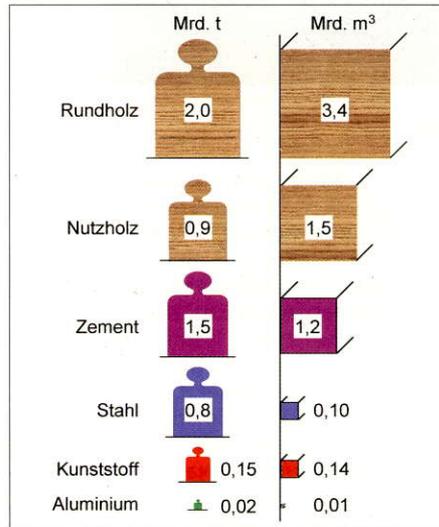


Bild 2: Jahresproduktion bzw. Einschlag 1997 von Holz im Vergleich mit anderen wichtigen Roh- und Baustoffen.

Allein in Deutschland beträgt der Holzvorrat etwa 2,8 Mrd. m³ und der Zuwachs beträgt jährlich rund 60 Mio. m³, von denen nur etwa 40 bis 45 Mio. m³ genutzt werden (Bild 3). Das bedeutet, dass ein Drittel des jährlichen Zuwachses derzeit nicht genutzt wird. Auch unter strenger Auslegung des Nachhaltigkeitsprinzips ließe sich derzeit erheblich mehr Holz nutzen. Vor dem Hintergrund, dass Deutschland ein Holz-Importland ist, weil der Holzverbrauch bei etwa 90 Mio. m³ liegt, ist das oben aufgezeigte Nutzungspotenzial umso bedeutender.

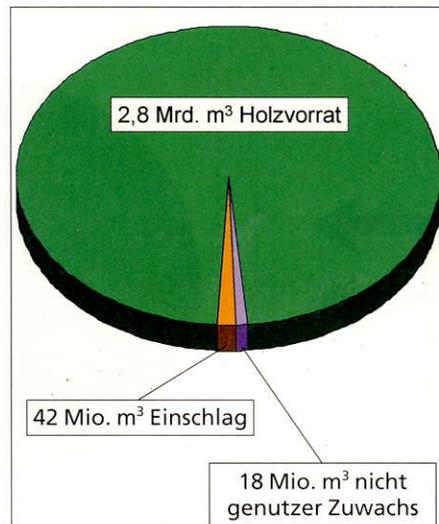


Bild 3: Holzvorrat, Einschlag und nicht genutzter Zuwachs in den deutschen Wäldern.

Das ökologische Potenzial von Holz

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. Die Bedeutung der Holznutzung und der Holzverwendung im Spannungsfeld der Nachhaltigkeit unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten wurde bislang kaum berücksichtigt und im Rahmen der klimapolitischen Diskussion falsch bewertet.

Nicht nur die Urproduktion, sondern jegliche technische Produktion zur Bedarfs- und Konsumbefriedigung entnimmt ihre Ressourcen letztlich der natürlichen Umwelt und beeinflusst und verändert sie dadurch. Dies geschieht beispielsweise durch den Platzbedarf genauso wie durch die festen, flüssigen und gasförmigen Emissionen der Produktionsstätten. Darüber hinaus verursachen Reststoffe der Produktionen sowie der nach Nutzung der Produkte entstehende Abfall ebenfalls Emissionen und, denkt man an die Depo-nien, auch Raumbedarf. Da sowohl die unbelebte als auch die belebte Natur, also Pflanzen, Tiere, Menschen, von diesen Einflüssen betroffen sind, werden ökologische Zusammenhänge für eine nachhaltige Entwicklung auf unserer Erde immer wichtiger.

Der Wald – Die Trumpfkarte für den 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. Klimakonferenzen in Rio, Kyoto und Den Haag) 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 (Bild 4), wobei die Wälder einschließlich der Waldböden 80 % des Kohlenstoffs beinhalten (1648 Gt), der von Landpflanzen insgesamt gespeichert ist (2060 Gt)¹. Damit sind die Wälder gegenüber dem Kohlenstoffspeicher Ozeane (38 000 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.

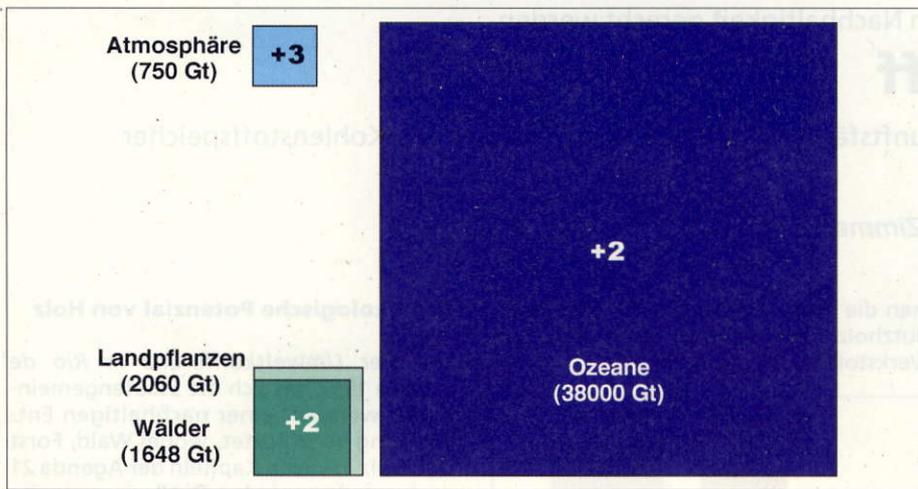


Bild 4: Wesentliche Kohlenstoffspeicher der Erde

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 CO_2) zu vergrößern. Die Proportionen zwischen den drei wesentlichen Kohlenstoffspeichern sind in Bild 4 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) und die Atmosphäre sich jährlich um 3 Gt C anreichert^{2 u. 3}. Um das Klima zu schützen, müssen also in erster Linie Wälder erhalten und genutzt werden.

Der Forst – Sicherung der Senkenwirkung durch Bewirtschaftung

Naturwälder, so genannte Urwälder (z. B. die Wälder des Amazonas, die Nebelwälder in Nordamerika etc.), befinden sich idealerweise in einem Gleichgewichtszustand, in dem sich die Bindung und die Freisetzung von Kohlenstoff in Form von CO_2 die Waage halten (Bild 5). 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 (Bild 6). Dabei ist die Aufnahme von CO_2 direkt abhängig vom Zuwachs an Holzvolumen. Das dem Wald entnommene Holz wird in Form von Produkten und zur Energiegewinnung verwendet und ersetzt so fossile Rohstoffe und Energieträger. Holz nimmt aus ökologischer Sicht gegenüber allen anderen Rohstoffen eine be-

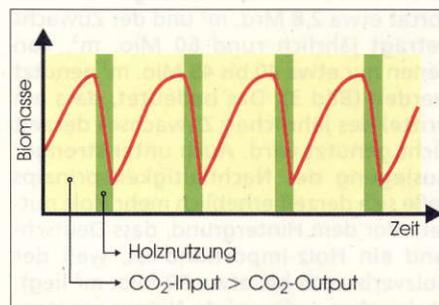


Bild 6: Dauerhafte Senkenwirkung durch Holznutzung (nach⁴).

sondere Stellung ein. Holz ist nicht nur ein nachhaltig nachwachsender Rohstoff und Energieträger, sondern, bedingt durch die einzigartigen Produktionsbedingungen im Wald, selbst ein Teil des Ökosystems Wald.

Die Fotosynthese: aus Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) wird Holz

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 Ökosphäre (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, Calcium, Magnesium oder andere Elemente (z. B. Spurenelemente). Mengenmäßig sind Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff die wichtigsten und machen zusammen durchschnittlich 99 % der Masse von Holz aus. Der Rest beinhaltet eine Reihe von anorganischen Bestandteilen, die bei der Verbrennung von Holz als Asche zurückbleiben. Über die Fotosynthese wird Sonnenenergie in chemisch gebundene Energie umgewandelt und im Holz gespeichert. Die Stoffbilanz der Holzbildung ist in Bild 7 dargestellt. Besonders beachtenswert für die Ökobilanz ist neben der Aufnahme des Kohlendioxids aus der Atmo-

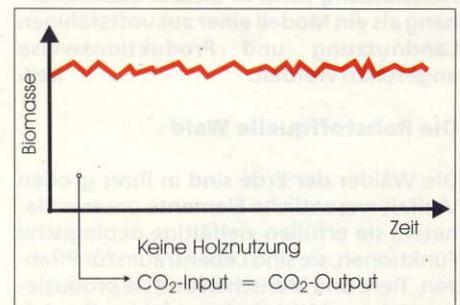


Bild 5: Wälder ohne Holznutzung haben langfristig keine Kohlenstoff-Senkenwirkung (nach⁴).

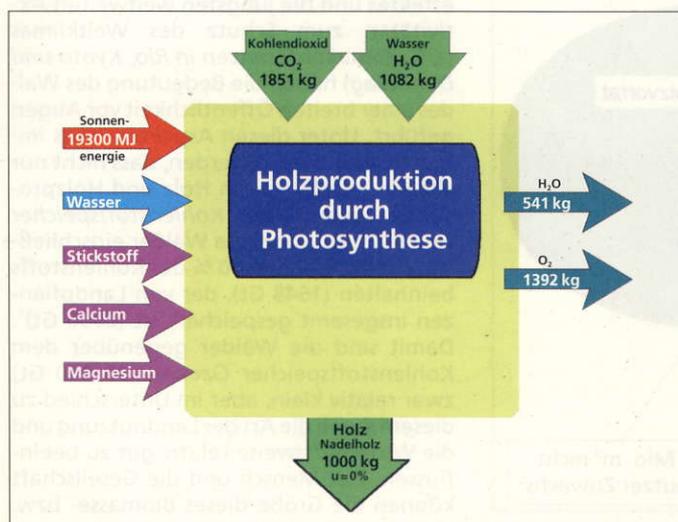


Bild 7: Ausschnitt aus der Sachbilanz des Submodules „Holzproduktion durch Photosynthese“.

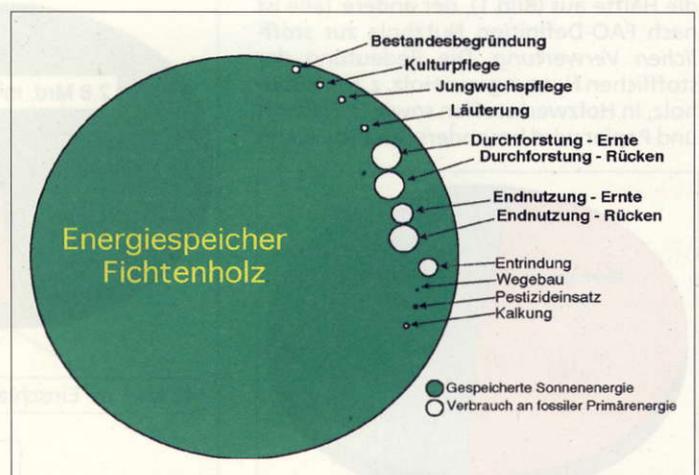


Bild 8: Verbrauch von Primärenergie für die einzelnen Produktionsschritte einer intensiven Forstwirtschaft zur Bereitstellung von Fichten-Stammholz im Verhältnis zur im Holz gespeicherten nutzbaren Energie (Heizwert H_U).

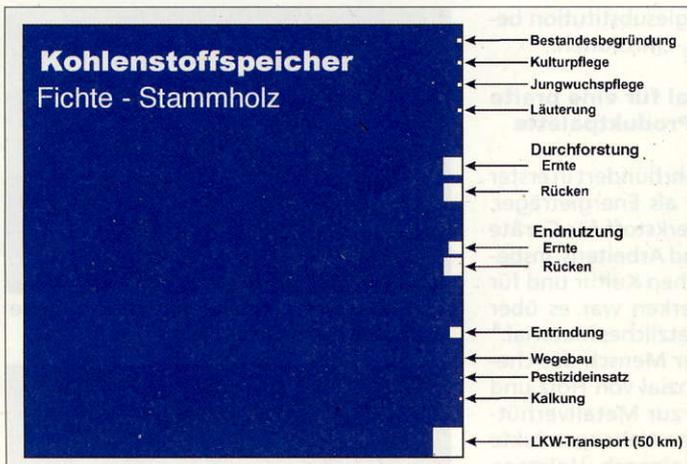


Bild 9: CO₂-Bilanz für Fichten-Stammholz. Anteil des während der forstlichen Produktionsschritte freigesetzten Kohlendioxids (weiße Quadrate) im Verhältnis zum im Holz gespeicherten Kohlenstoff (Kohlendioxidäquivalente).

sphäre (positive Wirkung bezüglich des Treibhauseffektes) auch die Abgabe (Emission) großer Mengen reinen Sauerstoffs und sauberen Wassers mit den damit verbunden positiven Wirkungen auf das menschliche Wohlbefinden oder das regionale und globale Klima.

Die Umweltentlastung – CO₂- und Energieeinsparung über den gesamten Lebensweg

Betrachtet man die Ökobilanzen von Holz und Holzprodukten, so wird die Ausnahmestellung der Waldbewirtschaftung in Deutschland und die des Holzes als Roh- und Baustoff mehr als deutlich. Die in Bild 8 dargestellten Ergebnisse des Primärenergieverbrauches für die Forstwirtschaft in Deutschland zeigen trotz eines unterstellten hohen Anteils an Maschineneinsatz und dem damit verbundenen Verbrauch fossiler Energieträger den geringen Aufwand, der zur Produktion und Bereitstellung von Holz nötig ist. In Abhängigkeit von der Baumart und dem Rundholzsoriment müssen bis zur Bereitstellung des Rundholzes an der Waldstraße lediglich zwischen 1,1 und 4,2 % der im Holz gespeicherten Energie aufgewendet werden⁵.

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 CO₂⁶. Bezogen auf das im Fichten-Stammholz gespeicherten CO₂ werden durch den Einsatz fossiler Treibstoffe etwa für die Motorsäge oder den Rückeschlepper nur 0,7 % freigesetzt. Eingerechnet in diese Bilanzierung sind die Vorketten der Energieträger und damit sämtliche Aufwendungen zur Exploration, Gewinnung, Transport und Bereitstellung der eingesetzten Energieträger (Bild 9).

Das Energie- und CO₂-Einsparpotenzial setzt sich bei der Herstellung von Schnittholz fort, einem Sortiment, von dem in Deutschland jährlich etwa 15 Mio. m³ erzeugt werden. Für die Erzeugung von Nadel schnittholz liegt der Verbrauch an Primärenergie für ungetrocknetes Schnittholz zwischen 155 und 510 MJ/m³. 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 Bild 10 ist der Primärenergieverbrauch zur Herstellung von getrocknetem Nadel schnittholz dargestellt. Es wird deutlich, dass über 85% der im Schnittholz gespeicherten Sonnenenergie mit auf den weiteren Lebensweg mitgenommen werden.

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:

- Verminderung der Umweltbelastung durch Senkung des Primärenergieverbrauches über den gesamten Lebensweg von Produkten;
- Entkopplung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen durch die Veränderung des Energiemixes.

Tabelle 1: Materialvergleich für einen 20 m-Dachbinder

	Masse [kg]	Primärenergieverbrauch			Energieinhalt [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

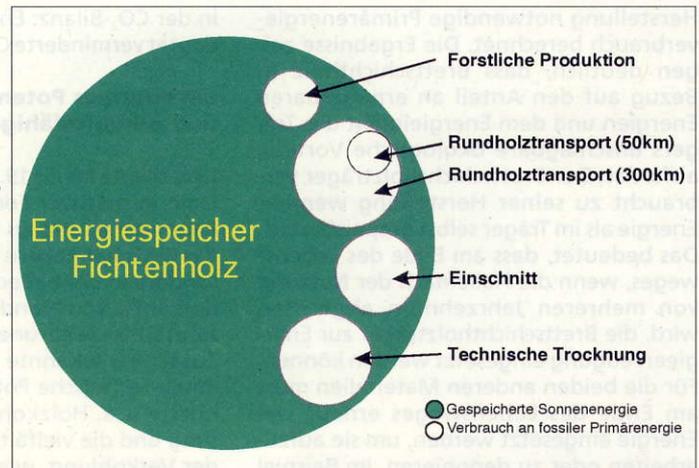


Bild 10: Energiebilanz für die Produktion von Nadel schnittholz. Die Flächen der weißen Kreise stellen den Anteil der Energie (fossil) dar, der in Relation zur im Holz gespeicherten Energie aufgewendet werden muss.

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.

Der Energiegewinn: der Energieinhalt des Produktes nach der stofflichen Nutzung

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 (Bauh Holz, 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 eines 20 m 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 dem 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 von mehreren Jahrzehnten 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).

Das Lebensende: 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-Holzdaches auf der EXPO 2000 in Hannover (Bild 11) 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.

Ein enormes Potenzial für eine breite und zukunftsfähige Produktpalette

Holz diente bis ins 19. Jahrhundert in erster Linie in massiver Form als Energieträger, Baumaterial und als Werkstoff für Geräte des täglichen Lebens und Arbeitens. Insbesondere in der bäuerlichen Kultur und für dutzende von Handwerken war es über Jahrtausende ein unersetzliches Material.⁸ Zusätzlich erkannte der Mensch das chemisch-technische Potenzial von Holz und nutzte u. a. Holzkohle zur Metallverhüttung und die vielfältigen Nebenprodukte der Verkohlung, wie Holzpech, Holzteer, Holzgeist, Holzessig etc. ebenso wie Pottasche zur Salz- und Glasgewinnung. Durch mechanisches und chemisches Auftrennen und Auflösen des gewachsenen Holzes wurden ab dem 19. Jahrhundert neuartige Produkte wie Holzschliff, Zellstoff und damit Papier auf Holzbasis möglich und später auch Holzwerkstoffe durch geeignetes Verkleben von Furnieren, Spänen und Fasern.

Im wichtigsten nachwachsenden Natur- und Rohstoff Holz steckt also aufgrund des chemischen und strukturellen Aufbaus des Holzes auch für die Zukunft ein enormes Potenzial für eine breite und zukunftsfähige Produktpalette, die Produkte aus fossilen und nicht nachwachsenden Rohstoffen ablösen werden. Diese Produktpalette ist unter verschiedenen Aspekten zu sehen.

Die Nutzung verschiedener Holzarten für Konstruktions- und Ausstattungszwecke

Die Forstwirtschaft stellt verschiedene Holzarten (Bilder 12 und 13) mit unterschiedlichsten Eigenschaften zur Verfügung, wobei die Dichte des Holzes, dessen Festigkeiten, Härte, Quell- und Schwindverhalten, natürliche Dauerhaftigkeit, Farbe oder Geruch verwendungsrelevant sein können.⁹

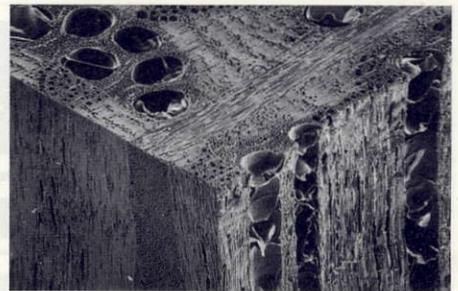


Bild 12: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Eichenholz.

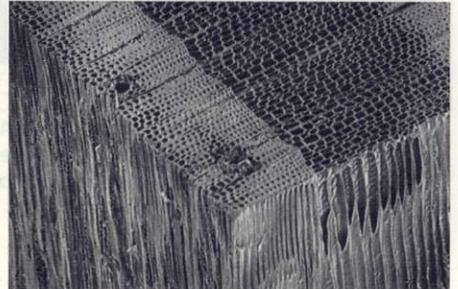


Bild 13: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Fichtenholz.

Die Forstwirtschaft liefert ausgewählte Sortimente an Rundholz (Bilder 14 und 15) in unterschiedlichen Dimensionen und Qualitäten wie starkes Stammholz, schwache Stammholzabschnitte oder schwaches Durchforstungsholz.

Die Sägeindustrie verarbeitet überwiegend starkes und wertvolles Rundholz zu Schnittholz für Konstruktions- und Aus-



Bild 14: Wertvolles Stammholz der Elsbeere.



Bild 15: Papierholzaus einer Durchforstung.



Bild 11: Das EXPO-Dach: Symbol für das ökologische, aber auch technische Potenzial von Holz.



Bild 16: Holzbrücke, auch für den Schwerlastverkehr zugelassen.



Bild 17: Außenverschalung eines Holzhauses (Niedrigenergiehaus) aus unbehandeltem Lärchenholz.

stattungszwecke. Dieses massive Holz wird z. B. für Dachstühle, Holzbrücken (Bild 16), Verschalungen (Bild 17), Türen, Fenster, Fußböden, Treppen, Möbel etc. eingesetzt.

Die *Furnierindustrie* stellt aus besonders hochwertigen dekorativen Sortimenten und Holzarten (Bild 18) Furniere her, die hauptsächlich für Möbel sowie Wand- und Deckenverkleidungen eingesetzt werden.

Was die Industrie aus geringwertigem Holz und Holzabfällen zu machen versteht

Aus schwachem und geringwertigem Waldholz sowie aus den *Neben- und Reststoffen* der Sägeindustrie, der Furnierindustrie und der weiterverarbeitenden Holzindustrie des Holzhandwerks (Hack- schnitzel, Sägespäne, Sägemehl, Hobel- späne [Bild 19]) produziert die Holzwerkstoffindustrie meist plattenförmige Werkstoffe, wie sie beispielhaft in Bild 20 abge-

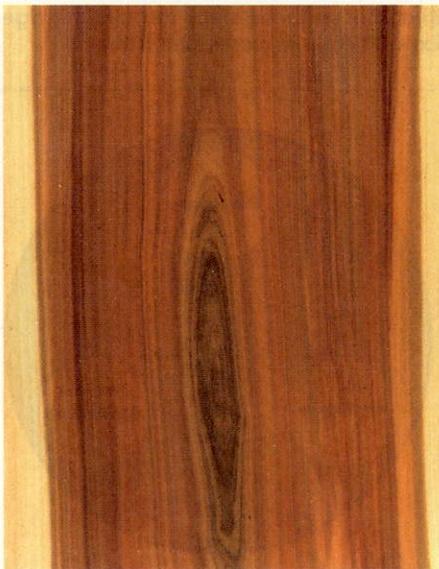


Bild 18: Dekorative Holzoberfläche aus Zwetschge.



Bild 19: Nebenprodukte und Resthölzer der Sägeindustrie: Schwarten, Späne und Sägemehl als Rohstoffe für Holzwerkstoffe.



Bild 20: Beispiele für plattenförmige Holzwerkstoffe; v. l. Hartfaserplatte, MDF; Tischlerplatte, Furniersperrholz, Spanplatte.

bildet sind. Damit werden im Sinne einer integrierten Kreislaufwirtschaft alle Rest- und Nebenstoffe der vorausgehenden Produktionslinien in zusätzliche hochwertige Produkte übergeführt. Durch Zusammenfügen der Holzmaterialien mit Klebstoffen entstehen Bau- und Werkstoffe mit spezialisierten Eigenschaften, die sich deutlich von denen des gewachsenen Holzes unterscheiden und vor allem die durch die Baummaße vorgegebenen Dimensionen überwinden. Beispiele dafür sind Sperrhölzer, Spanplatten, Faserplatten, Furnierschichtholz oder Dämmstoffe (Tabelle 2).

So können z. B. außergewöhnlich zug-, druck- oder biegefesten Bauteile oder durch Einsatz spezieller Klebstoffe witterungsbeständige Bauprodukte für die Außenverwendung hergestellt werden. In den letzten Jahren wird auch vermehrt Gebrauchtholz als Rohstoff eingesetzt.

Holz in der Papierindustrie

Während Massivholzprodukte und Holzwerkstoffe ihr technisches Potenzial aus der gewachsenen Holzstruktur und dem Verbund von Holz und Klebstoff im Hinblick auf Festigkeit, Dauerhaftigkeit und dekorativen Charakter schöpfen, nutzt die Papierherstellung die chemisch-morphologischen Besonderheiten des Holzes für eine breite Palette von Papier-, Pappe- und Kartonprodukten (Bild 21).



Bild 21: Rollenpapiere für Zeitungs- und Magazindruck.

Die verschiedenen Halbstoffe für die Papierherstellung werden sowohl aus schwachem Waldholz (z. B. für Holzschliff) als auch aus Sägereststoffen und anderen Kuppelprodukten der Holzwirtschaft (z. B. für Zellstoff) produziert. Als etabliertes Sekundär- bzw. Recyclingprodukt wird aufbereitetes Altpapier in fast allen Papiersorten eingesetzt.

Rohstoff für die Chemische Industrie

Eine Auflösung des Holzgefüges bis auf die chemische Ebene legt die chemische Komponente *Cellulose* der verholzten Zell-

Tab. 2: Vereinfachte Übersicht über wichtige Holzwerkstoffe

Produkt	Schichten / Partikel	Klebstoff
Mehrschichtplatte	Dünne Bretter	Kunstharze
Tischlerplatten	Stäbe, Schäl furniere	Kunstharze
Furniersperrholz	Schäl furniere	Kunstharze
Furnierschichtholz	Schäl furniere parallel, kreuzweise	Kunstharze
OSB-Flachpressplatten	Breite Späne	Kunstharze
Span-Flachpressplatten	Späne	Kunstharze
Span-Flachpressplatten mineralisch gebunden	Späne	Zement oder Gips
Faserplatten, hart	Fasern	Kunstharze oder "Verfilzung" ohne Klebstoffe
Faserplatten, mittelhart (HDF) oder mitteldicht (MDF)	Fasern	Kunstharze
Faserplatten, weich	Fasern	"Verfilzung" ohne Klebstoffe oder Zusatz von Bitumen
Holzfaserdämmplatten	Fasern	"Verfilzung" ohne Klebstoffe
Gipsfaserplatten	Papier-Recyclingfasern	Gips
Holzwohle-Leichtbauplatten	Holzwohle	Zement oder Magnesit



Bild 22: Moderne Textilfasern aus Cellulose.

wand frei, aus der chemische Produkte wie Viskosefasern (Bild 22), Cellophan, Lacke oder Tapetenkleister produziert werden. Das chemische Potenzial von Holz und seinen chemischen Bestandteilen ist jedoch prinzipiell weit größer: Alkohole, Phenole und viele chemische Grundstoffe sowie daraus ableitbare Kunststoffe machen Holz zum wichtigen Chemierohstoff der Zukunft, wenn die Dominanz der fossilen Rohstoffe abnehmen wird.

Holz in der Energiewirtschaft

Entsprechendes gilt für das Potenzial von Holz als Energieträger in Form von Brennholz aus dem Wald oder aus Produktionsreststoffen oder Holzbriketts (Bild 23) und Holzkohle bis hin zu Holzgas. Neben der traditionellen Gewinnung von



Bild 23: Holzbrikett aus bindemittelfrei verpressten Spänen.

Wärmeenergie wird Holz und Rinde zunehmend auch für die gemeinsame Produktion von Wärme und Strom durch Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken eingesetzt (Bild 24).

Bild 25: Das Zieldreieck der nachhaltigen Entwicklung und die Transformation des Expo-Themas in dieses Zielsystem.

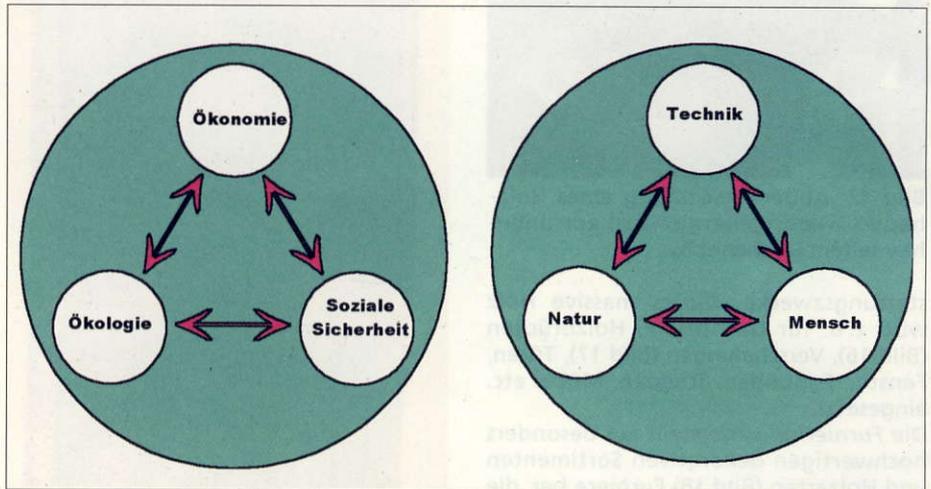


Bild 24: Strom- und Wärmeenergiegewinnung durch thermische Nutzung von Holz in modernen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.

Die vorausgegangenen Ausführungen machen deutlich, dass Forst- und Holzwirtschaft mit ihrer Produktion und ihren Produkten alle Kriterien einer nachhaltigen Wirtschaftsweise unter technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten erfüllt.

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 (Bild 25).¹¹

Literaturhinweise

- Burschel, P. (1990): Das Menetekel – Klimaänderung. Konsequenzen für die Forstwirtschaft weltweit. *Allg. Forst Zeitschr.*, 45, 11: 255–257.
- Houghton, J. (1997): Globale Erwärmung – Fakten, Gefahren und Lösungswege. Berlin, Heidelberg: Springer Vlg.; 230 S.
- Schulze, E.-D. (2000): Der Einfluss des Menschen auf die biogeochemischen Kreisläufe der Erde. *JV 2000*: 76–90.
- Burschel, P., Huss, J., (1987): Grundriss des Waldbaues – Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Hamburg: Parey Vlg.; 352 S.
- Schweinle, J.; Thoroe, C. (1997): Zur Ökobilanzierung der Rohholzproduktion in Deutschland. *Forstarchiv*, 52, 5: 110–116.
- Zimmer, B.; Wegener, G. (1996): Stoff- und Energieflüsse vom Forst zum Sägewerk. *Holz Roh Werkst.* 54, 4: 217–223.
- 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.
- Schulz, H. (1993): Die Entwicklung der Holzverwendung im 19., 20. und 21. Jahrhundert. *Holz- Roh-Werkstoff*, 51: 75–81.
- Grosser, D.; Zimmer, B. (1998): Einheimische Nutzhölzer und ihre Verwendung. In Informationsdienst Holz – Holzbau Handbuch (Reihe 4, Teil 2, Folge 2) der Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH) in der DGFH (Herausgeber), München. 48 S.
- Radovic, B.; Cheret, P.; Heim, F. (1997): Informationsdienst Holz – Holzbau Handbuch - Reihe 4, Teil 4 Holzwerkstoffe, Folge 1 konstruktive Holzwerkstoffe; Arbeitsgemeinschaft Holz e.V. (Hrsg.), Düsseldorf. 225 S.
- Wegener G.; Wind, Chr.; Zimmer, B.; Frühwald, A. (2000): Agenda 21 – Wald und Holz in Städten und Gemeinden. Informationsbroschüre; Bonn: Holzabzatzfonds (Hrsg.); 12 S.
- Wegener, G.; Zimmer, B. (2000): Wald als nachhaltige Energie- und Rohstoffquelle. *Forst und Holz* 55, 18: 588–594.

Die Zeitschrift „Der Bürger im Staat“ wird herausgegeben von der LANDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG Baden-Württemberg.

Direktor der Landeszentrale: Siegfried Schiele

Schriftleiter: Prof. Dr. Hans-Georg Wehling, Staffenbergstraße 38, 70184 Stuttgart, Telefax (07 11) 16 40 99-77.

Herstellung: Schwabenverlag AG Ruit, Senefelderstraße 12, 73760 Ostfildern (Ruit),

Telefon (07 11) 44 06-0, Telefax (07 11) 44 23 49

Vertrieb: Verlagsgesellschaft W. E. Weinmann mbH, Postfach 1207, 70773 Filderstadt,

Telefon (07 11) 7 00 15 30, Telefax (07 11) 70 01 53 10.

Preis der Einzelnummer: 6,50 DM, Jahresabonnement 25,- DM Abbuchung.

Die namentlich gezeichneten Artikel stellen nicht unbedingt die Meinung der Redaktion dar. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte übernimmt die Redaktion keine Haftung.

Nachdruck oder Vervielfältigung auf Papier und elektronischen Datenträgern sowie Einspeisung in Datennetze nur mit Genehmigung der Redaktion.