

Inhalt

- Vorwort
- 1 Ökologische Bilanzierung**
- 1.1 Zukunftsfähiges Wirtschaften, ein ganzheitlicher Ansatz
- 1.2 Ökobilanzen – Hilfsmittel auf dem Weg zur Nachhaltigkeit
- 2 Forst und Holz – Fakten zur Ökobilanz**
- 2.1 Gesamtkreislauf
- 2.2 Der Lebensweg von Holzprodukten
- 2.3 Forstwirtschaft
- 2.4 Schnittholz
- 2.5 Brettschichtholz
- 2.6 Plattenwerkstoffe
- 2.7 Fenster
- 2.8 Möbel
- 2.9 Papier
- 2.10 Energieträger Holz
- 3 Beispiel für zukunftsfähiges Bauen und Wohnen**
- 4 Bewertung von Ökobilanzen nach Umweltkategorien**
- 5 Wege zu einem umweltbewußten Handeln**
- 6 Literatur**
- 7 Weiterführende Informationen zum Thema Forst und Holz**

Impressum

Herausgeber:

Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft
– HOLZABSATZFONDS –
Anstalt des öffentlichen Rechts
Godesberger Allee 142–148
D-53175 Bonn
und

DGfH Innovations- und Service GmbH
Postfach 31 01 31
D-80102 München
mail@dgfh.de
www.dgfh.de

Bearbeitung:

G. Wegener, Prof. Dr. Dr. habil.
B. Zimmer, Dr.

Vorwort

Weltweit nimmt die Einsicht der Gesellschaft zu, daß die natürlichen Lebensgrundlagen als Voraussetzung einer nachhaltigen Entwicklung erhalten werden müssen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Politik, Wirtschaft und Verbraucher gemeinsam dazu beitragen, ökologische Kriterien und Konzepte zu akzeptieren und in die Tat umzusetzen. Gemeint sind damit Ressourcen-Schonung, Reduzierung der Kohlendioxidemissionen und Kreislaufwirtschaften.

Voraussetzung dafür ist wiederum, daß die ökologischen Zusammenhänge – neben den ökonomischen und technischen Kriterien für Produktionen und Produkte – erkannt, verstanden und beachtet werden.

Ökobilanzen sind dafür ein wichtiges Instrument, mit dem prinzipiell die Umweltwirkungen des wirtschaftlichen Handelns erfaßt werden können. Die angewendeten Methoden sind noch nicht einheitlich, was die Interpretation von Ökobilanzen erschwert.

Ökobilanzierung von Forst und Holzwirtschaft dokumentiert, welche einzigartige Rolle die Wälder und die Holznutzung im Rahmen einer zukunftsfähigen Wirtschaftsweise spielen.

Der vorliegende Informationsdienst Holz soll dazu beitragen, daß die komplizierten und komplexen Fakten und Daten, die für Ökobilanzen generell und auch für Holz und Holzprodukte kennzeichnend sind, besser verstanden werden. Der Leser soll die Sicherheit gewinnen,

daß die Erhaltung und Pflege unserer Wälder sowie eine vermehrte Holznutzung gemeinsam ökologischen Zielen dienen.

Mit dem Informationsdienst werden besonders angesprochen:

- Architekten, die vermehrt Holz und Holzprodukte in ihre Planungen einbeziehen wollen,
- Entscheidungsträger in Politik und Gesellschaft, die umweltbewußtes Handeln fördern und den dafür geeigneten Konzepten zur Umsetzung verhelfen,
- Unternehmer der Forst- und Holzwirtschaft, die ihre Produkte auch unter ökologischen Gesichtspunkten im Wettbewerb absetzen müssen,
- Verbraucher, die fast täglich Produktvergleichen und auswählen.

Die Ökobilanzierung von Forstwirtschaft und Holznutzung belegt dem Verbraucher und der Gesellschaft, daß Holz nachhaltig verfügbar ist und umweltgerecht von der Forstwirtschaft produziert wird.

Jeder Einzelne kann wesentlich zu einer lobenswerten Zukunft beitragen, in dem er Holz als Roh-, Bau- und Werkstoff sowie als Energieträger vermehrt und vielfältig nutzt.

Die Verfasser sind einer Vielzahl von Persönlichkeiten dankbar, die zum Gelingen der Schrift beigetragen haben, insbesondere den Mitgliedern der projektbegleitenden Arbeitsgruppe.

Die Verfasser
München und Hamburg, Februar 1997

Institut für Holzforschung
der Universität München

A. Frühwald, Prof. Dr.
M. Scharai-Rad, Dr.

Ordinariat für Holztechnologie
der Universität Hamburg und
Bundesforschungsanstalt für
Forst- und Holzwirtschaft

Technische Anfragen an:

Infoline: 0 18 02-46 59 00
(0,06 Euro/Gespräch)
fachberatung@infoholz.de
www.informationsdienst-holz.de

Hinweise zu Änderungen, Ergänzungen und Errata unter:

www.informationsdienst-holz.de

Die technischen Informationen dieser Schrift entsprechen zum Zeitpunkt der Drucklegung den anerkannten Regeln der Technik. Eine Haftung für den Inhalt kann trotz sorgfältigster Bearbeitung und Korrektur nicht übernommen werden.

In dieser Broschüre sind Ergebnisse aus zahlreichen Forschungsprojekten eingeflossen. Für deren Förderung danken wir der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), der Arbeitsgemeinschaft Bauforschung (ARGE BAU), den Forst- und Wirtschaftsministerien des Bundes und der Länder und der Holzwirtschaft.

Erschienen: 04/1997
Unveränderter Nachdruck: 12/1999
ISSN-Nr.: 0466-2114

1 Ökologische Bilanzierung

1.1 Zukunftsfähiges Wirtschaften, ein ganzheitlicher Ansatz

Die Entwicklung einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Lebens- und Wirtschaftsweise (sustainable development) ist seit der Umweltkonferenz von Rio de Janeiro 1992 zum übergreifenden Kriterium für lokales, regionales und globales Handeln der dynamisch wachsenden Weltbevölkerung geworden.

Dabei kommt es in erster Linie nicht mehr nur auf Wirtschaftswachstum an, sondern auf die Erhöhung des Lebensstandards im Sinne von Lebensqualität. Dies erfordert jedoch neue, zukunftsfähige Leitbilder und Strategien sowie wirtschaftliche und technische Instrumente zu deren Verwirklichung.

Entscheidend ist dabei, daß alle Anstrengungen unternommen werden, die Lebensgrundlagen langfristig zu erhalten und gleichzeitig alle Möglichkeiten zu suchen, die knappen fossilen Rohstoffe und Energieträger so lange wie möglich verfügbar zu erhalten. Instrumente dafür sind das Wirtschaften in Kreisläufen und die rasche Substitution von endlichen Rohstoffen durch regenerierbare und nachwachsende Rohstoffe bzw. Energieträger, um damit



Bild 1.1 Ganzheitliche ökologische Bilanzierung als Zusammenspiel von Öko-Audit und Ökobilanzen

auch die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Beides gewährleistet bei Einhaltung und Verbesserung der technischen Möglichkeiten auf Dauer wirtschaftliche Entwicklung und die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse.

Um solche Entwicklungen in Gang zu setzen, müssen wesentliche Veränderungen in der Ressourcennutzung, im Wirtschaften und im Konsumverhalten schrittweise konsequent erarbeitet und umgesetzt werden. Das „technisch Mögliche“ muß durch das „ökologisch Sinnvolle“ abgelöst werden. Dies bedeutet jedoch nicht eine Abkehr von Technik, sondern Einsatz intelligenter Techniken, die ökologische Kriterien im Sinne der beschriebenen Zukunftsfähigkeit erfüllen. Konsequente Stoffströme, ressourcenschonende Produktionen und minimierte Schadstoffemissionen sind dafür beispielhafte Stichworte.

Dies ist ein schwieriger Prozeß, da sich die Menschen, vor allem in den hoch-industrialisierten Ländern, den Naturzusammenhängen entfremdet haben und bequeme fossile Energieträger sowie Rohstoffe wie Aluminium, Stahl, Stahlbeton und Kunststoffe zum Selbstverständnis geworden sind.

Anstatt den „Reparaturbetrieb“ Umwelt weiterzuführen, müssen konsensfähige Konzepte und ökologisch/ökonomisch sinnvolle Wirtschaftssysteme in der Um-

weltpolitik realisiert werden, auch wenn die Globalisierung der Märkte und extrem unterschiedliche Umwelt-Standards der verschiedenen Länder dies behindern.

In Zukunft muß das „technisch Mögliche“ durch das „ökologisch Sinnvolle“ ersetzt werden

Das System Forstwirtschaft und Holznutzung kann in diesem Zusammenhang als ein Modell einer zukunftsfähigen Landnutzung und Produktionsweise angesehen werden (vgl. 2.1).

Es gibt eine fast unüberschaubare Zahl von ökonomischen Theorien, Konzepten und Instrumenten für das wirtschaftliche Handeln von Menschen, Unternehmen und Volkswirtschaften. Entsprechende ökologisch oder ökonomisch-ökologisch orientierte Konzepte und wirksame Instrumente sind jedoch bisher nur in Ansätzen vorhanden. Seit einigen Jahren sind national und international Bestrebungen in Gang, das Instrument der ökologischen Bilanzierung zu definieren und seine Anwendungsmöglichkeiten festzulegen, um es als wirksames Handwerkszeug zur Entwicklung und Umsetzung ökologischer Konzepte nutzen zu können.

Sustainability, Zukunftsfähigkeit

In der vom Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt und Energie erstellten Studie „Zukunftsfähiges Deutschland – Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung“ wird der Begriff der Zukunftsfähigkeit als Übersetzung des englischen Begriffs „sustainability“ verwendet [1]. Der Begriff wird synonym zum in der Forstwirtschaft geprägten Begriff der Nachhaltigkeit verwendet und soll über die rein umweltpolitische Diskussion hinausweisen.

Eine zukunftsfähige Wirtschaftsweise ist diejenige, welche die heutigen Bedürfnisse so befriedigt, daß die Bedürfnisbefriedigung der kommenden Generationen nicht gefährdet wird (Brundtland Kommission 1987).

Dabei sollen vor allem die umweltrelevanten Wirkungen des menschlichen Handelns bilanziert werden. Dies bezieht sich auf:

- den Verbrauch von endlichen, knappen und erneuerbaren Ressourcen wie Energie, Rohstoffen, Wasser, Landfläche;
- die globalen Veränderungen wie Treibhauseffekt, Abbau der Ozonschicht, Verlust der Artenvielfalt, Versauerung der Böden, Eutrophierung von Gewässern etc.;
- die Gesundheit von Mensch und Tier;

1.2 Ökobilanzen – Hilfsmittel auf dem Weg zur Nachhaltigkeit

Die Ökobilanz ist nur ein Teil des Umweltmanagements im Rahmen von Managementsystemen bzw. einer ganzheitlichen Ökozertifizierung (Bild 1.1).

In produktbezogenen Ökobilanzen soll der gesamte Lebensweg (Bild 1.2) von Produkten von der Rohstoffgewinnung über die Produktherstellung und die Nutzung des Produktes bis hin zur Entsorgung oder Rückführung in Kreisläufe betrachtet werden. Über den gesamten Lebensweg werden die Wirkungen auf die Umwelt und die natürlichen Lebensgrundlagen ermittelt und bewertet.

Das macht Produkt-Ökobilanzen zu einem unentbehrlichen Instrument bei Entscheidungen über geeignete Maßnahmen im Umweltschutz oder bei der Auswahl von Rohstoffen, Produktionsprozessen und Produkten, um Umweltschäden zu vermeiden, zu minimieren oder sogar zu sanieren.

Die Produkt-Ökobilanz ist eine ökologisch bewertete Stoff- und Energiebilanz, erstellt über den gesamten Lebensweg eines Produktes

Nur Ökobilanzen liefern Zahlen und Fakten, um umweltrelevante Wirkungen über den gesamten Lebensweg von Produkten zu bilanzieren und damit Vergleiche zu ermöglichen. Zusätzlich kann die Ökobilanz betriebsintern zur Schwachstellenanalyse und zur Optimierung von Produktionsprozessen eingesetzt werden.

In einer produktbezogenen Ökobilanz werden alle Umweltwirkungen eines Produktes summiert und bewertet (Bild 1.2). Dies beginnt bei der Rohstofferschließung, -aufarbeitung und dem Rohstofftransport, der Produktherstellung und geht über die Be- und Verarbeitung, Distribution und Nutzung hin zur Weiterverwertung oder Entsorgung. Eine wesentliche Voraussetzung für die angestrebte vergleichende Betrachtung verschiedener Produkte ist eine transparente, nachvollziehbare Methodik.

Die methodische Grundlage für die Erstellung von Produkt-Ökobilanzen bilden internationale Normen, die im Laufe der nächsten ein bis zwei Jahre von der ISO (Internationale Normungsorganisation) verabschiedet werden und dann zügig in entsprechende nationale Normen umgesetzt werden. In diesen Normen werden die methodischen Mindestanforderungen formuliert, die eine produktbezogene Ökobilanz erfüllen muß. Im einzelnen handelt es sich um folgende vier Normen (ISO 14040-14043):

- Produkt-Ökobilanz-Prinzipien und allgemeine Anforderungen
- Produkt-Ökobilanz-Sachbilanz
- Produkt-Ökobilanz-Wirkungsabschätzung
- Produkt-Ökobilanz-Auswertung

Nach den in der ISO 14040 niedergelegten Prinzipien ist eine Ökobilanz in vier Hauptbestandteile gegliedert, wie sie in Bild 1.3 zu sehen sind.

Die Methode zur Erstellung einer Produkt-Ökobilanz muß transparent und nachvollziehbar sein

Festlegung des Zieles und des Untersuchungsrahmens

Was in einer Ökobilanz untersucht werden soll, wird durch die Festlegung des Zieles und Untersuchungsrahmens am Anfang definiert.

In der Zielsetzung wird der Grund für die Erstellung der Ökobilanz, die angesprochene Zielgruppe und mögliche Anwendungen beschrieben. Zur Beschreibung des Bilanzraumes gehört unter anderem die Festlegung der räumlichen und zeitlichen Grenzen, die Definition einer funktionalen Einheit (z.B. ein Fenster einer bestimmten Größe und mit bestimmten Qualitätsmerkmalen), die Nennung getroffener Annahmen und Ausschluß- oder Abschneidekriterien (z.B. die Herstellung der erforderlichen Maschinen zur Fensterproduktion).

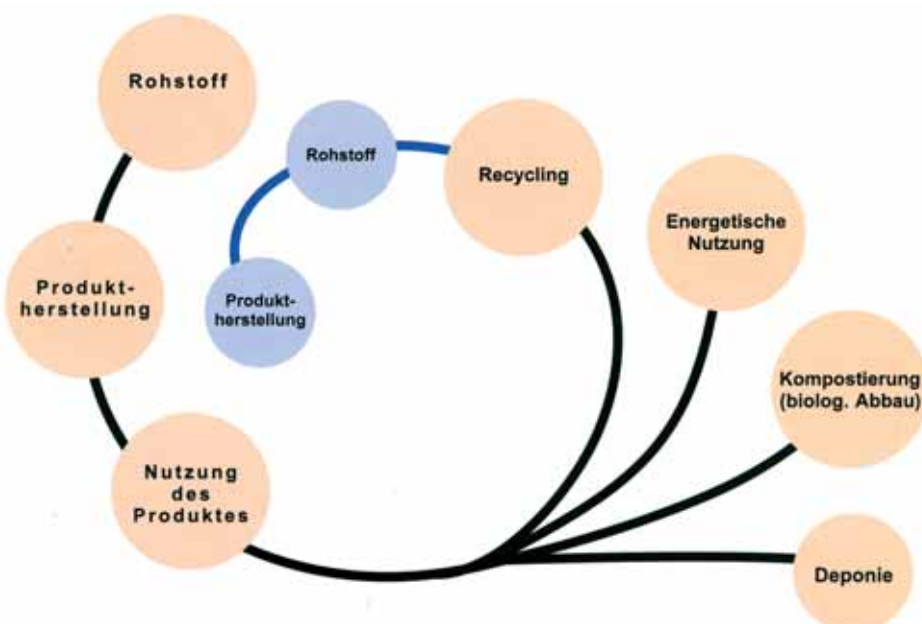


Bild 1.2 Der Lebensweg eines Produktes

Die Festlegung des Bilanzraumes (siehe Bild 1.3, grüner Rahmen) erfordert eine intensive Auseinandersetzung mit dem gesamten Lebensweg des untersuchten Produktes. Neben einer räumlichen und zeitlichen Abgrenzung müssen in der Regel auch sinnvolle Kriterien zur Begrenzung des Gesamtsystems (z.B. Ausschluß von Produktionsanlagen) gefunden werden. Besondere Aufmerksamkeit muß der Definition und Meßbarkeit der funktionalen Einheit gewidmet werden. Sie stellt die Größe dar, auf die alle Input- und Outputgrößen bezogen werden und die eine Vergleichbarkeit der Ökobilanzdaten gewährleistet.

Jede veröffentlichte Ökobilanz sollte auch eine kritische Stellungnahme von unabhängigen internen und/oder externen Experten oder von Interessengruppen enthalten. Wer diese Stellungnahme erstellt und was sie beinhalten soll, wird in den Zielen festgelegt. Die kritische Stellungnahme soll die verwendeten Methoden und die Qualität der Ökobilanz überprüfen.

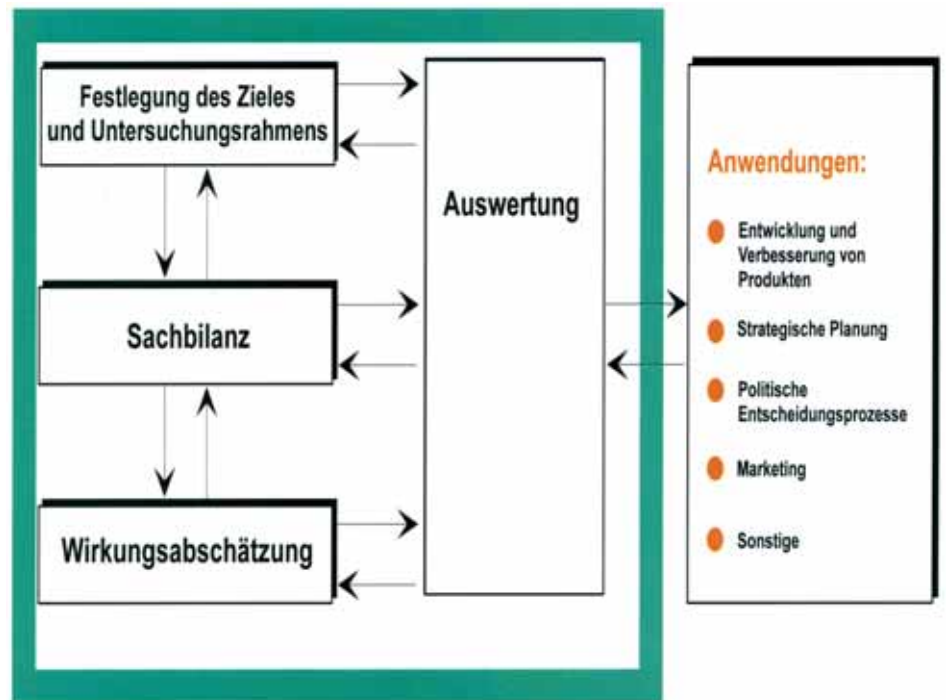


Bild 1.3 Bestandteile und Wirkungsgefüge einer produktbezogenen Ökobilanz (nach ISO)

Sachbilanz

Die Sachbilanz ist der zentrale Baustein der Ökobilanz. In der Sachbilanz werden alle umweltrelevanten Stoff- und Energieströme als Input- bzw. Output-Größen gesammelt und quantifiziert. Wie das Bild 1.3 verdeutlicht, können neue Erkenntnisse, die bei der Datenerfassung gewonnen werden, durchaus auf die Ziele bzw. die Abgrenzung des Bilanzraumes zurückwirken und diese verändern.

Die Aufstellung der Sachbilanz ist in der Regel sehr aufwendig. Die Qualität der gesammelten Daten kann sehr unterschiedlich sein und muß deshalb beschrieben werden. Bei Produktionsprozessen, bei denen neben einem Hauptprodukt auch noch marktfähige Nebenprodukte anfallen (Kuppelproduktion), wie dies auch in der Forst- und Holzwirtschaft typisch ist, wird in der Sachbilanz auch die Verteilung der umweltrelevanten Größen auf die einzelnen Produkte (Allokation der Stoff- und Energieströme) definiert (vgl. 2.4ff).

Die Daten werden auf der Basis von Bausteinen (Modulen und Submodulen) erhoben, in die der Lebensweg eines Produktes unterteilt wird (vgl. 2.2).

Wirkungsabschätzung

In der Wirkungsabschätzung werden die Sachbilanzdaten klassifiziert, gruppiert und charakterisiert. Die Wirkungsabschätzung erfordert eine besonders hohe Transparenz der getroffenen Annahmen, da sehr viele subjektive Momente die Auswahl der Wirkungskategorien (Ressourcenverbrauch, Treibhauseffekt, Versauerung, etc.) beeinflussen können (vgl. 4.).

In der Wirkungsabschätzung müssen auch die nicht quantifizierbaren und nur qualitativ erfaßten Einflußfaktoren (z.B. Erholungs-, Boden-, und Wasserschutzfunktionen des Waldes) beschrieben werden, was gerade für Forst- und Holzprodukte von großer Wichtigkeit ist.

Auswertung

Die Auswertung bildet den Abschluß einer Ökobilanz.

Ausgewertet werden können einerseits Daten aus der Sachbilanz, wie beispielsweise der Verbrauch an fossilen Energieträgern oder die Freisetzung von CO₂ und andererseits die zu Wirkungskategorien zusammengefaßten Daten aus der Wirkungsabschätzung. Dabei taucht die Schwierigkeit auf, wie sich verschiedene Wirkungskategorien vergleichend bewerten lassen. Es stellt sich z.B. die Frage: Was ist wichtiger, Treibhauseffekt oder Versauerung oder Lärm?

Die Auswertung wird sehr stark durch gesellschafts-, wirtschafts- und umweltpolitische Ziele beeinflusst und spiegelt neben den Fakten auch die aktuellen gesellschaftlichen Wertvorstellungen wider.

2 Forst und Holz – Fakten zur Ökobilanz

2.1 Gesamtkreislauf

Vom CO₂ über die Holznutzung zurück zu weniger CO₂

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 (50% tragen anthropogene CO₂-Emissionen dazu bei [2], [3]) und die jüngsten weltweiten Aktivitäten zum Schutz des Klimas (z.B. Klimakonfe-

renzen in Rio und Berlin, Agenda 21), haben die Bedeutung des Waldes einer breiten Öffentlichkeit vor Augen geführt.

Um das Klima zu schützen, müssen in erster Linie die Wälder erhalten und genutzt werden.

Jeder Bundesbürger hat 1994 durch seinen Energieverbrauch etwa 11 Tonnen CO₂ freigesetzt



Das CO₂-Problem und der Treibhauseffekt

Der Treibhauseffekt der Atmosphäre ist ein natürliches, für das Klima der Erde entscheidendes Phänomen. Ohne den natürlichen Treibhauseffekt wäre ein Leben in der Form wie es heute existiert, auf der Erde nicht möglich [4].

Spurengase der Atmosphäre wie Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) oder Ozon (O₃) lassen die kurzwellige Sonnenstrahlung auf die Erdoberfläche auftreffen, absorbieren und reflektieren jedoch die langwellige Wärmestrahlung. Die Folge ist die Erwärmung der bodennahen Luftschichten.

Seit Beginn der Industrialisierung (ab ca. 1850) werden vor allem durch den Verbrauch fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) zusätzliche Mengen dieser Spurengase freigesetzt, was zu einer Erhöhung der Konzentration in der Atmosphäre und damit zu einer Verstärkung des Treibhauseffektes führt.

Mengenmäßig ist CO₂ das wichtigste dieser Gase, das mit etwa 50% am Treibhauseffekt beteiligt ist und dessen Konzentration heute bereits um 25% über der natürlichen Konzentration liegt und weiter ansteigt.

Auf der Grundlage der Klimaschutz-Konferenz in Rio de Janeiro 1992 und einem Beschluß des Bundestages vom 27.9.1991 sollen die energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2005 um 25–30% gesenkt werden (Basisjahr ist 1987) [5].

Unter dem Aspekt des Klimaschutzes hat der geschlossene CO₂-Kreislauf der Holznutzung eine Schlüsselrolle bei der Lösung des CO₂-Problems.

Eine 100-jährige Fichte hat der Atmosphäre 1–1,8t CO₂ entzogen und in Holz umgewandelt

Etwa die gleiche Menge des heute in der Atmosphäre als CO₂ vorkommenden Kohlenstoffes ist in der heute lebenden Biomasse (Pflanzen, Tiere und Menschen) gespeichert. Über 80% davon sind in den Wäldern unserer Erde festgelegt [6].

Naturwälder, sogenannte Urwälder, befinden sich idealerweise in einem Gleichgewichtszustand, in dem sich die Bindung und die Freisetzung von Kohlenstoff in Form von CO₂ die Waage halten. In diesen Wäldern ist der Kohlenstoffspeicher aufgefüllt, es kann der Atmosphäre kein zusätzliches Kohlendioxid mehr entzogen werden.

Erst durch die Bewirtschaftung des Waldes und Nutzung des Holzes wird dem Wald gespeicherter Kohlenstoff entzogen und dieser damit in die Lage ver-

Eine 140-jährige Buche hat der Atmosphäre 1,6–3,5t CO₂ entzogen und in Holz umgewandelt

setzt, der Atmosphäre weiteres Kohlendioxid zu entziehen. Dabei ist die Aufnahme von CO₂ 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.

Die Nutzung von Holz und seine Verwendung in möglichst großer Menge und möglichst vielen Produkten führt damit zu einer Verminderung der durch den Menschen verursachten CO₂-Emissionen und folglich zu einem geringeren Anstieg des CO₂-Gehaltes in der Atmosphäre. Nach der Nutzung der Holzprodukte können die chemischen Elemente des Holzes durch energetische Nutzung oder biologischen Abbau in den natürli-

chen Kreislauf zurückgeführt werden. Das durch die Photosynthese bei der Holzbildung der Atmosphäre entzogene CO₂ wird damit wieder frei.

Während beim biologischen Abbau, z.B. bei der Kompostierung, auf die Nutzung der im Holz gespeicherten Sonnenenergie (vgl. 2.10) verzichtet wird, kann bei energetischer Nutzung ein zusätzlicher CO₂-Minderungseffekt durch den Ersatz fossiler Energieträger erreicht werden (Bild 2.1).

Ein in Deutschland gefertigter Dachstuhl enthält im Mittel zwischen 4,6 und 10,5 m³ trockenes Holz

Das heißt, in jedem Dachstuhl sind zwischen 3,7 und 8,4 Tonnen CO₂ aus der Atmosphäre festgelegt [7]

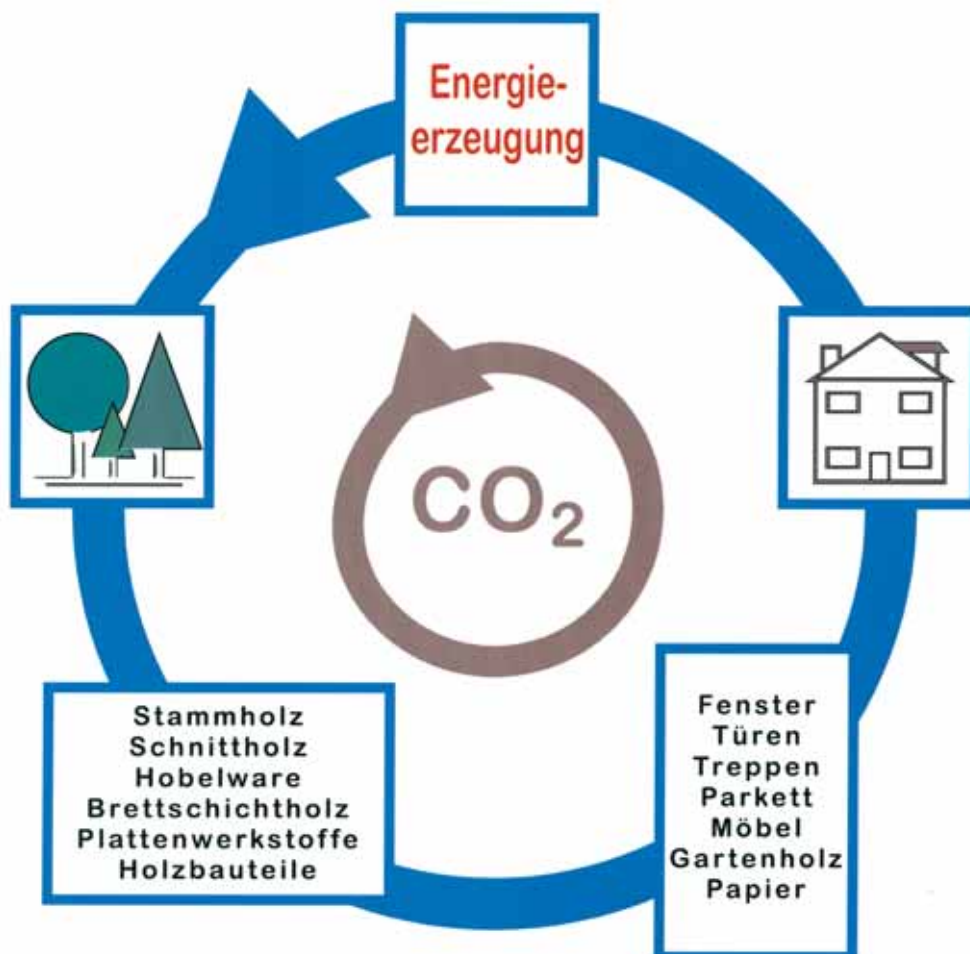


Bild 2.1 Der Gesamtkreislauf der heute schon zukunftsfähigen Holznutzung und -Verwendung, der dem CO₂-Kreislauf entspricht

2.2 Der Lebensweg von Holzprodukten

Der Lebensweg des Roh-, Werk- und Baustoffes Holz beginnt im Wald. Dadurch nimmt Holz aus ökologischer Sicht gegenüber allen anderen Rohstoffen eine besondere Stellung ein. Holz ist nicht nur ein nachhaltig nachwachsender Rohstoff, sondern, bedingt durch die einzigartigen Produktionsbedingungen im Wald, selbst ein Teil des Ökosystems Wald.

Holz ist ein nachwachsender Roh-, Bau-, Werkstoff und Energieträger



Bild 2.2 zeigt beispielhaft den Anfang des Lebensweges von Holzprodukten. Die Gliederung des Lebensweges in einzelne Abschnitte sogenannte Module (z.B. „Forstliche Produktion“, „Schnittholzherstellung“, etc.), ist notwendig zur Datenerfassung und macht die Ökobilanz transparenter und anpassungsfähiger. Die Darstellung vermittelt einen Eindruck über die vielfältige Vernetzung der einzelnen Module untereinander. Für jedes dieser Module müssen Ökobilanzdaten erhoben werden (vgl. 1.3). Dazu werden die Module, die im Bild 2.2 als Puzzle dargestellt sind, weiter in Submodule (Puzzle-Steine) untergliedert. Die Submodule umfassen einzelne Produktionsprozesse (Entrindung, Trocknung, Verleimung etc.) und bilden die kleinste Einheit in diesem Baukastenprinzip.

Bild 2.2 zeigt weitere Besonderheiten des Rohstoffes Holz. Bei der Holzbe- und -Verarbeitung entstehen praktisch keine Abfälle, sondern immer wieder verwertbare Produkte oder Energieträger. Ein Beispiel ist die Schnittholzherstellung. Neben dem Hauptprodukt Schnittholz entstehen Nebenprodukte wie Rinde, Hackschnitzel und Sägespäne. Die Rinde kann entweder im betriebseigenen Kraftwerk (Submodul) verwertet werden und liefert so Strom und Wärme für die Schnittholzproduktion oder sie kann beispielsweise zur Herstellung von Rindenmulch oder Rindenkompost verkauft werden. Ebenso können Sägespäne oder Hackschnitzel als Rohstoff entweder zur Herstellung von Holzwerkstoffen (z.B. Spanplatten, MDF und anderen Faserplatten) oder Hackschnitzel zur Produktion von Holzstoff oder Zellstoff, und damit zur Papierproduktion eingesetzt werden. Sägespäne werden auch in der Ziegelindustrie zur Herstellung wärmedämmender Wandbaustoffe eingesetzt. Als weitere Möglichkeit bleibt die Energiegewinnung. Welchen Verwertungsweg die Nebenprodukte nehmen, ist eine betriebswirtschaftliche Frage. In allen Fällen stellen die Nebenprodukte keine zu entsorgenden Abfälle im Sinne des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes dar.

Bei der Holzbe- und -Verarbeitung entstehen keine nicht verwertbaren Abfälle

Waldbewirtschaftung und Holznutzung werden in sehr unterschiedlicher Art und Weise weltweit betrieben und Holz und Holzprodukte werden in zunehmendem Maß weltweit gehandelt. Beispielsweise finden sich in den in Deutschland produzierten grafischen Papieren Holzfasern aus vielen zellstoffproduzierenden Ländern (Schweden, Canada, Finnland etc.). Für eine Ökobilanz „grafische Papiere“ müssen daher die entsprechenden „Forstlichen Produktionen“ betrachtet werden. Auch hier zeigt sich der Vorteil des modularen Aufbaus einer Ökobilanz.

Nach der Nutzung der Produkte stehen am Ende des Lebensweges wiederum verschiedene Verwertungswege zur Verfügung. Einerseits können die Möglichkeiten der stofflichen Verwertung genutzt werden (Recycling). Andererseits können alle Holzprodukte nach ihrer Nutzung zur Energieerzeugung eingesetzt werden. Die Möglichkeit des biologi-

sehen Abbaus (z.B. in einer Deponie) ist zwar grundsätzlich gegeben, aber nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz nicht mehr zulässig. Biologischer Abbau bedeutet außerdem Verzicht auf die Nutzung der im Holzprodukt gespeicherten Sonnenenergie.

Am Ende des Lebensweges bereiten Holzprodukte keine Entsorgungsprobleme

Die in den nachfolgenden Abschnitten dargestellten Fakten und Zahlen beziehen sich nur auf die Produktionsbedingungen in Deutschland und können, vor allem im Bereich der Forstwirtschaft, nicht ohne weiteres auf andere Länder oder Regionen übertragen werden.



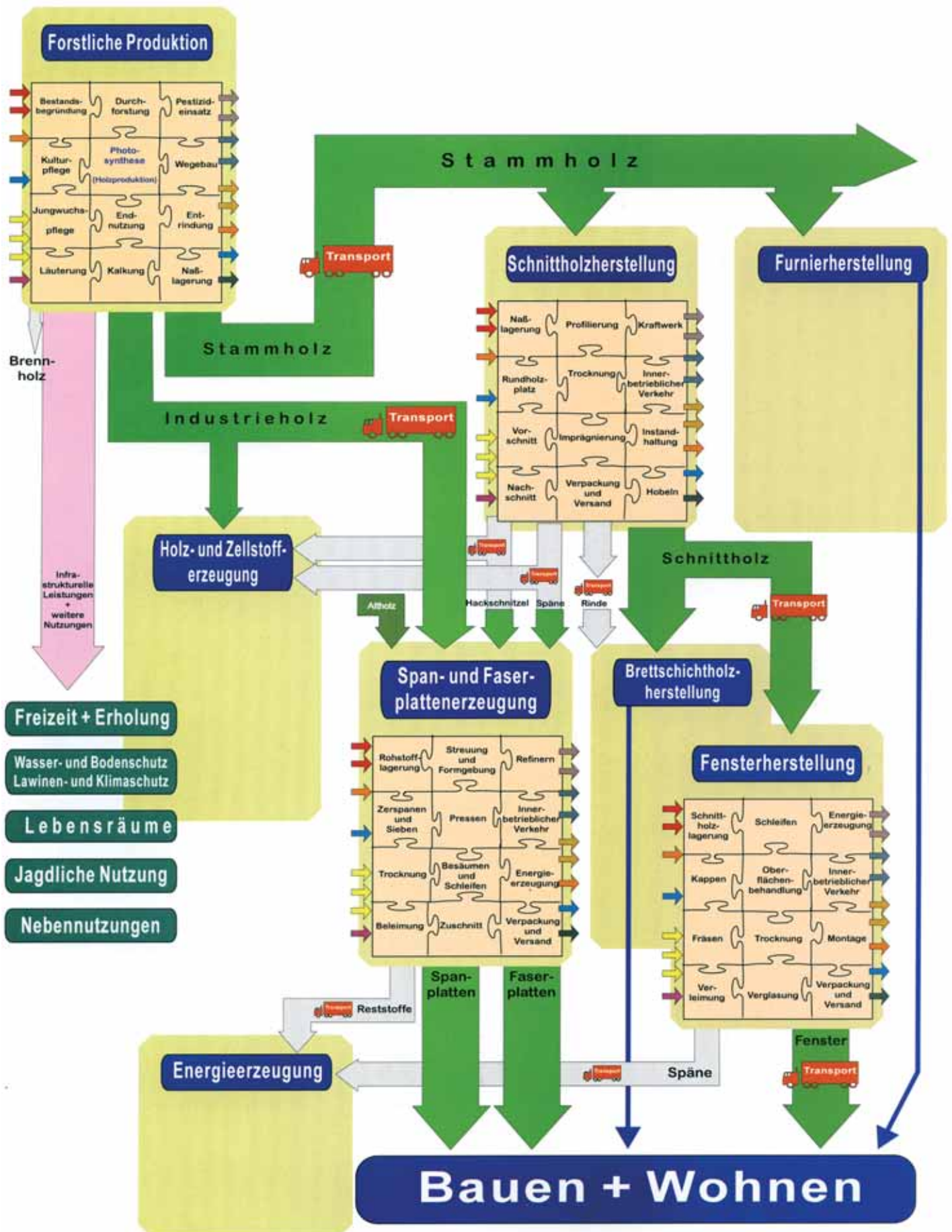


Bild 2.2 Ausschnitt aus dem komplexen Lebensweg von Holzprodukten

2.3 Forstwirtschaft

Mit der Ökobilanz eines Holzproduktes muß im Wald begonnen werden, nämlich dort, wo die Bäume das Holz bilden.

Dieser erste Lebenswegabschnitt von Holzprodukten, das Modul der „Forstlichen Produktion“, beinhaltet sowohl biologische als auch technische Vorgänge im Wald. In Bild 2.3 sind wesentliche Submodule des Moduls „Forstliche Produktion“ dargestellt. Die bunten Pfeile repräsentieren die in den Bilanzraum hineinfließenden und aus dem Bilanzraum herausfließenden Stoff- und Energieflüsse (Input- und Outputgrößen).

Die Wiege aller Produkte aus Holz ist die Waldbewirtschaftung bzw. die „Forstliche Produktion“

Die Unterteilung der „Forstlichen Produktion“ in Submodule und die Erfassung aller Stoff- und Energieflüsse für jedes einzelne Submodul ermöglichen die Berücksichtigung und die Darstellung der unterschiedlichsten Varianten der Waldbewirtschaftung. Durch freie Kombination der einzelnen Submodule kann jede Art der Forstwirtschaft dargestellt und bilanziert werden. Innerhalb des Submodules „Bestandsbegründung“ kann also z.B. die Pflanzung mit Pflanzmaschinen oder mit der Hand, aber auch die Naturverjüngung des Waldes betrachtet werden.

Die Submodule der „Forstlichen Produktion“ können in zwei Gruppen eingeteilt werden. Eine Gruppe beinhaltet Submodule wie z.B. die „Photosynthese (Holzproduktion)“, „Bestandsbegründung“, „Durchforstung“ und „Endnutzung“, die für jede Art der Forst- bzw. Waldwirtschaft typisch sind. Die zweite Gruppe der Submodule (z.B. „Kalkung“, „Pestizideinsatz“) beinhaltet in der Forstwirtschaft seltene Prozesse, die im Einzelfall bilanziert werden müssen.

Das wichtigste Submodul innerhalb der „Forstlichen Produktion“ ist die Holzproduktion durch Photosynthese. Hier werden die Input- und Outputgrößen erfaßt, die direkt im Zusammenhang mit dem Aufbau von Holz durch die Bäume stehen.

Anders als bei allen endlichen, nicht erneuerbaren Ressourcen wird der Roh-

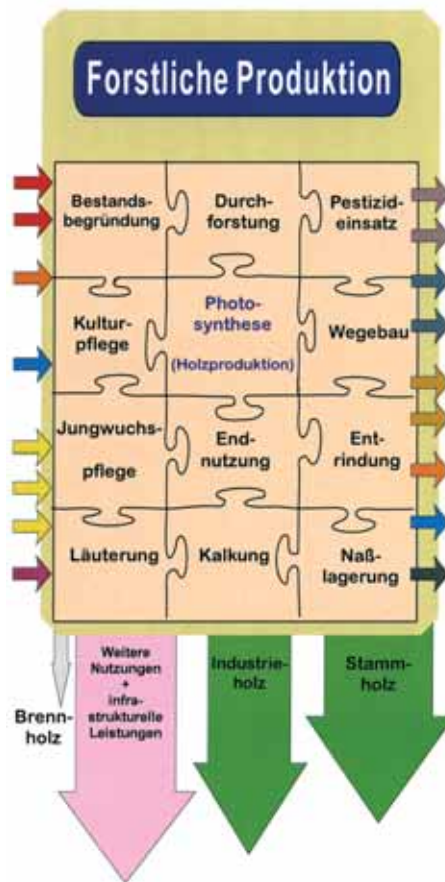


Bild 2.3 Das Modul „Forstliche Produktion“, der Beginn des Lebensweges aller auf Holz basierenden Produkte

Stoff Holz nicht aufgebraucht, sondern wächst stetig nach.

Holzproduktion und Holznutzung: Eine einzigartige Solartechnik. Die gesamte nutzbare, im Holz gespeicherte Energie stammt von der Sonne

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. Eine umfassende Bilanzierung aller Stoff- und Energieflüsse im komplexen Ökosystem Wald ist jedoch nicht möglich. Deshalb wird versucht, zumindest die direkt mit dem Aufbau des Rohstoffes Holz verbundenen Stoff- und Energieflüsse zu ermitteln.

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 Photosynthese wird Sonnenenergie in chemisch gebundene Energie umgewandelt und im Holz gespeichert. Die Stoffbilanz der Holzbildung ist aus Tabelle 2.1 ersichtlich.

1 kg Holz (airo) enthält:

- 500 g Kohlenstoff**
- 430 g Sauerstoff**
- 60 g Wasserstoff**
- 10 g andere Elemente**

airo = absolut trocken

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 verbunden positiven Wirkungen auf das menschliche Wohlbefinden oder das regionale und globale Klima.



Die „Forstliche Produktion“ ist eine typische Kuppelproduktion (siehe Bild 2.3). Bei der Produktion von Stammholz fallen unweigerlich auch Sortimente wie Schwachholz und Brennholz an, zusätzlich aber auch Rinde sowie andere Nutzungen (Weihnachtsbäume, Wildbret) und infrastrukturelle Leistungen, die als Wohlfahrtswirkungen des Waldes bezeichnet werden (Erholung, Wasser-, Bodenschutz etc.).

Es ist eine Besonderheit der „Forstlichen Produktion“, daß sich die Intensität der Bewirtschaftung nicht zwingend auf die Menge und die Qualität der Produkte auswirkt. So wirkt sich beispielsweise ein hoher Mechanisierungsgrad bei der Holzzernte praktisch nicht auf die Qualität des über Jahrzehnte gewachsenen Holzes aus. Gleichwohl beeinflusst er jedoch den Einsatz fossiler Energieträger (z.B. Treibstoffverbrauch der Maschinen) und damit auch die Ökobilanz.

Ähnlich verhält es sich bei den infrastrukturellen Leistungen. Ein Mehr an Bewirtschaftung hat nicht zwingend eine Abnahme der Wohlfahrtswirkungen des Waldes zur Folge. So ist beispielsweise ein gewisser Grad an Erschließung durch Wege die Voraussetzung für die Erholungssuchenden und damit für die Erfüllung der Erholungsfunktion.

Die im folgenden dargestellten Ergebnisse und Fakten zur Ökobilanz der „Forstlichen Produktion“ spiegeln die Verhältnisse der in Deutschland praktizierten Forstwirtschaft wider, wobei bewußt eine sehr intensive, hochmechanisierte Variante gewählt wurde [8].

Tabelle 2.1 Stoffbilanz zum Aufbau einer Tonne Holz (atro)

Input		Output	
Kohlendioxid	1851 kg	Holz	1000 kg
Wasser	1082 kg	Wasser	541 kg
		Sauerstoff	1392 kg



Mit diesem Ansatz wurde der hinsichtlich der Ökobilanz ungünstigste Fall einer „Forstlichen Produktion“ in Deutschland gewählt.

Betrachtet man die Sachbilanzdaten, so wird die Ausnahmestellung der Waldbewirtschaftung in Deutschland und die des Holzes als Roh- und Baustoff mehr als deutlich. Trotz des hohen Anteils an Maschineneinsatz und dem damit verbundenen Verbrauch fossiler Energieträger zeigen die Ergebnisse den geringen Aufwand, der zur Produktion und Bereitstellung von Holz nötig ist. Bild 2,4 und Bild 2.5 zeigen beispielhaft den Verbrauch an fossiler Primärenergie wäh-

rend der einzelnen forstlichen Produktionsschritte zur Erzeugung von Fichten- bzw. Buchen-Stammholz im Verhältnis zur im Holz gespeicherten nutzbaren Sonnenenergie (unterer Heizwert Hu).

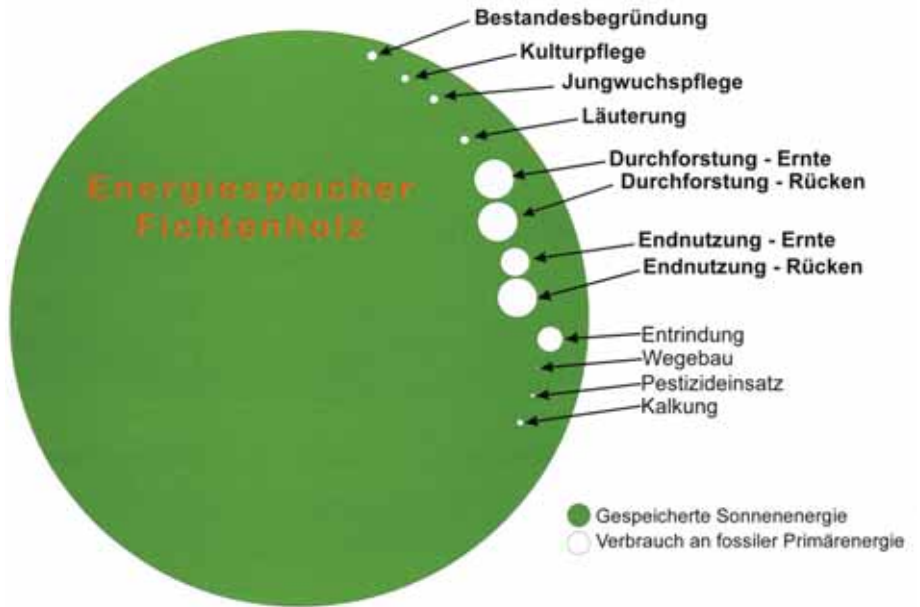


Bild 2.4 Verbrauch von Primärenergie für die einzelnen Produktionsschritte einer intensiven Forstwirtschaft zur Bereitstellung von Buchen-Stammholz im Verhältnis zur im Holz gespeicherten nutzbaren Energie (Heizwert (H_u))

Die „Forstliche Produktion“ muß nur zwischen 1% und 4% der im Holz gespeicherten Energie aufwenden, um dieses bereitzustellen

In Abhängigkeit von der Baumart und dem Rundholzsortiment müssen bis zur Bereitstellung des Rundholzes an der Waldstraße lediglich zwischen 1,1 und 4,2% der im Holz gespeicherten Energie aufgewendet werden. Dabei schneidet die Produktion von starkem Stammholz

(1,1–1,7%) gegenüber den schwachen Sortimenten (2,3–4,2%) bezüglich der Energiebilanz deutlich besser ab. Der Grund dafür sind u.a. die unterschiedlichen Energieeinsätze bei der mechanisierten Holzernte.



Bild 2.5 Verbrauch von Primärenergie für die einzelnen Produktionsschritte einer intensiven Forstwirtschaft zur Bereitstellung von Buchen-Stammholz im Verhältnis zur im Holz gespeicherten nutzbaren Energie (Heizwert (H_u))

Auch hinsichtlich der CO₂-Bilanz weist die „Forstliche Produktion“ ein überaus positives Ergebnis auf. Zum Aufbau von 1000 kg absolut trockenem Holz entzieht der Baum der Atmosphäre 1851 kg CO₂. Von dem im Fichten-Stammholz gespeicherten CO₂ werden durch den Einsatz fossiler Treibstoffe etwa für die Motorsäge oder den Rückeschlepper nur 0,7% freigesetzt. Mit eingerechnet in dieser Bilanzierung sind die Vorketten der Energieträger und damit sämtliche Aufwendungen zur Exploration, Gewinnung, Transport und Bereitstellung der eingesetzten Energieträger.

Der Wald, insbesondere auch der bewirtschaftete Wald, produziert außer dem bislang bilanzierten Holz auch noch eine Reihe von Produkten und Leistungen, die sich bisher nicht mit der Methode der Ökobilanzierung erfassen lassen. Das bedeutet aber auch, daß keine der Umweltwirkungen auf diese Produkte verteilt werden können, (vgl. 1.2)

Letzteres bedeutet jedoch nicht, daß solche Leistungen qualitativ z.B. im Hinblick auf die Beanspruchung des Naturraumes nicht berücksichtigt werden müssen.

Ziel einer zukunftsfähigen Entwicklung muß es sein, alle Leistungen des Waldes nachhaltig zur Verfügung zu stellen. Neben der Nutzfunktion des Waldes muß auch die Schutzfunktion nachhaltig gesichert werden.

Waldbewirtschaftung verbraucht keine Fläche

Waldbewirtschaftung beansprucht Naturraum und verändert ihn

Ausgelöst durch zunehmende Besiedelung und ständig steigende Umweltbelastungen ist auch die Bedeutung des Waldes zum Schutz der Lebensgrundlagen gewachsen.

Der Wald

- dient der Sicherung des Trinkwassers (Wasserschutz);
- ist notwendig zur Erosions- und Lawinenabwehr, z.B. in den Mittelgebirgen und den Alpen (Bodenschutz, Lawinenschutz, Straßenschutz);
- ist wichtig für die Reinhaltung der Luft durch seine Filterwirkung (Immissionsschutz, Lärmschutz);
- ist ein Ort der Erholung für den Menschen (Erholungswald);
- ist von großer Bedeutung für das regionale Klima in Ballungsräumen (Klimaschutzwald) und für das globale Klima;
- ist wichtiger Lebensraum und Rückzugsgebiet vieler Tier- und Pflanzenarten (Biotope).

Die Erfüllung der oben genannten Schutzfunktionen steht dabei nicht generell im Gegensatz zur Holznutzung. Wie jede andere Landnutzungsform (z.B. Landwirtschaft) braucht die Waldbewirtschaftung große Flächen ohne diese zu verbrauchen. Im Gegensatz zum Bergbau und Straßenbau sowie dem Abbau von Kies, Lehm oder Torf wird in der Forstwirtschaft die Fläche als Naturraum nur sehr wenig verändert. Deshalb ist für die Forstwirtschaft eine Wirkungskategorie Flächenverbrauch nicht angebracht.

Einen ersten Ansatz zur systematischen Erfassung des Naturpotentials und seiner Bedeutung stellt die Waldfunktionskartierung bzw. -planung dar [9]. Diese belegt unter anderem, daß z.B. über die Hälfte der bayerischen Waldfläche eine oder mehrere der oben genannten Funktionen erfüllt.

Für die Ökobilanz von Bedeutung ist allein die Veränderung, die die Fläche durch Bewirtschaftungsmaßnahmen erfährt. Veränderungen resultieren jedoch nicht nur aus direkten menschlichen Eingriffen. Auch andere Einflüsse, wie Abgase aus dem Kfz-Verkehr verändern den Wald ebenfalls nachhaltig und führen zu zusätzlichen Maßnahmen, wie beispielsweise der Kompensationskalkulation im Wald zum Ausgleich der Säureinträge aus der Luft.



2.4 Schnittholz

Das Modul der Schnittholzerstellung ist nach der „Forstlichen Produktion“ der nächste wichtige Abschnitt im Lebensweg der meisten Holzprodukte (vgl. Bild 2.2).

In Deutschland wurden 1996 über 14,3 Mio m³ Schnittholz hergestellt, wovon 13,2 Mio m³ Nadel schnittholz und 1,1 Mio m³ Laubholz schnittholz waren [10].

Rohstoff für die Schnittholzerstellung ist Stammholz unterschiedlichster Dimension und Qualität in Rinde oder entrindet. Die Verbindung zwischen der „Forstlichen Produktion“ (Wald) und der „Schnittholzerstellung (Sägewerk)“ bildet ein Transport-Modul, das den Rundholztransport vom Lagerplatz im Wald zum Sägewerk beschreibt. Als Transportmittel werden in Deutschland zu über 90% LKWs eingesetzt [11].

Für den Transport des Rundholzes vom Wald zum Sägewerk werden bei 50 km Entfernung etwa 1,2% und bei 300 km Entfernung etwa 7% des Energieinhaltes von Holz in Form fossiler Primärenergie verbraucht

Die mittlere Transportentfernung zwischen Wald und Nadelholz verarbeitenden Sägewerken liegt zwischen etwa 25 km bei kleinen Betrieben (< 10.000 m³ Schnittholz/Jahr) und 160 km bei großen Betrieben (> 100.000 m³/a). Laubholz wird im Mittel 70 km weit zum Sägewerk transportiert.

Neben dem Hauptprodukt Schnittholz fallen marktfähige Nebenprodukte wie Rinde, Hackschnitzel und Sägespäne an. Für die Erzeugung von Nadel schnittholz liegt der Verbrauch an Primärenergie ungetrocknetem Schnittholz zwischen 155 und 510 MJ/m³. Dieser Wert schließt neben dem Verbrauch für Ent-rindung, Einschnitt, Nachschnitt, Sortierung und Verpackung auch den Treibstoff für den innerbetrieblichen Verkehr (Gabelstapler, Radlader etc.) ein. Für das Laubschnittholz liegt der vergleichbare Verbrauch an Primärenergie bei 260–670 MJ/m³.

In Bild 2.6 sind ausgewählte Daten aus der Sachbilanz der Produktion von sägefischem Nadel schnittholz dargestellt. Es ist dabei unterstellt, daß der Energiebedarf zu 100% aus dem Einsatz fossiler

Energieträger gedeckt wird, die Nebenprodukte also vollständig stofflich genutzt werden.

Der Primärenergieverbrauch wird beeinflusst durch die Größe des Betriebes, Auslastung, Organisation sowie die Einschnitttechnik. Bild 2.7 zeigt verschiedene Möglichkeiten, wie Schnittholz aus Rundholz unterschiedlicher Dimension hergestellt werden kann.

In zunehmendem Maß wird aus Qualitätsgründen Schnittholz im Sägewerk künstlich, d.h. technisch getrocknet. Dieser Trocknungsprozeß erfordert sowohl elektrische als auch thermische Energie (Wärmeenergie). Unter Berücksichtigung des Schwindens bei der Holz-trocknung errechnet sich beispielsweise für die Trocknung von Fichtenholz nach dem Frischluft/Abluft-Verfahren ein Verbrauch an Primärenergie von etwa 2500 MJ/m³ getrockneten Fichtenholzes. Das entspricht einem Anteil von etwa 13% des Energieinhaltes.

Aus den bei der Produktion von 1 m³ Schnittholz anfallenden Resthölzern können mit einem modernen Heizkraftwerk 250–290 kWh Strom und 2800–3200 MJ Wärmeenergie gewonnen werden, mehr als zur Herstellung von trockenem Schnittholz eingesetzt werden muß

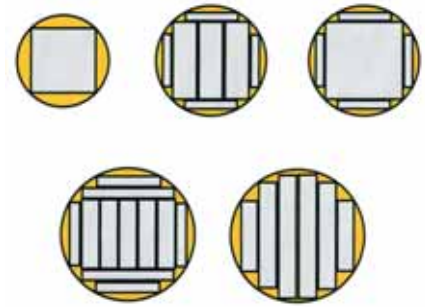


Bild 2.7 Unterschiedliche Einschnittbilder, je nach Stammdurchmesser und Technik

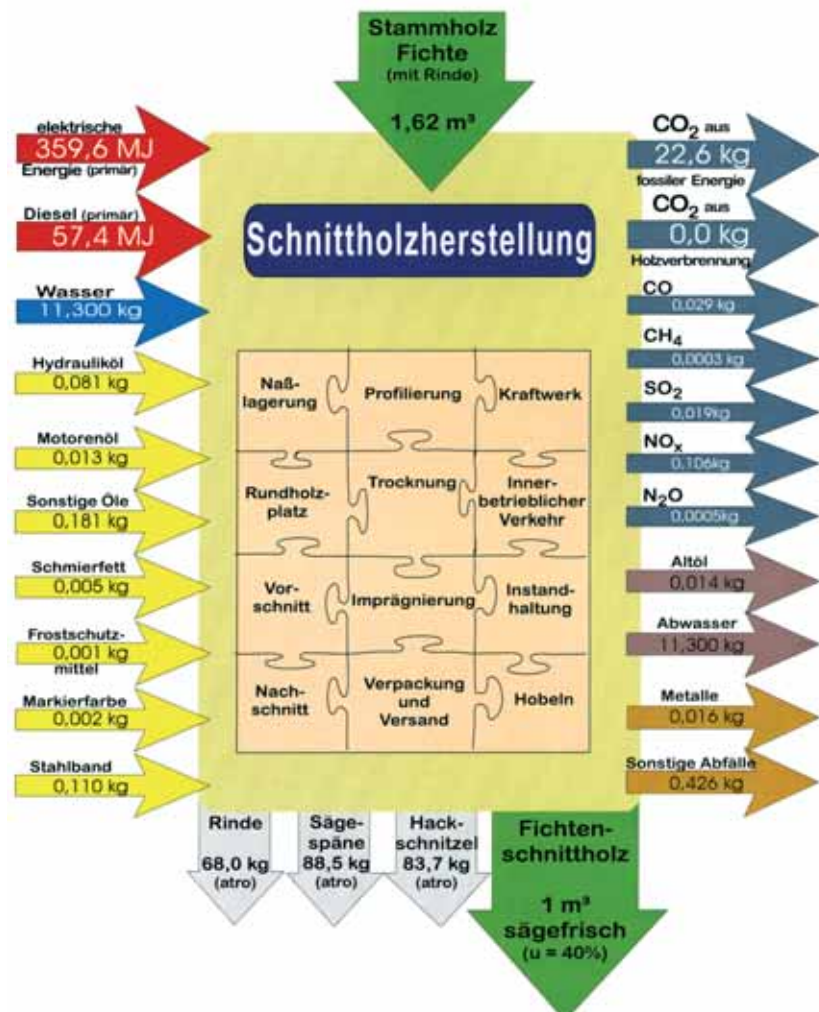
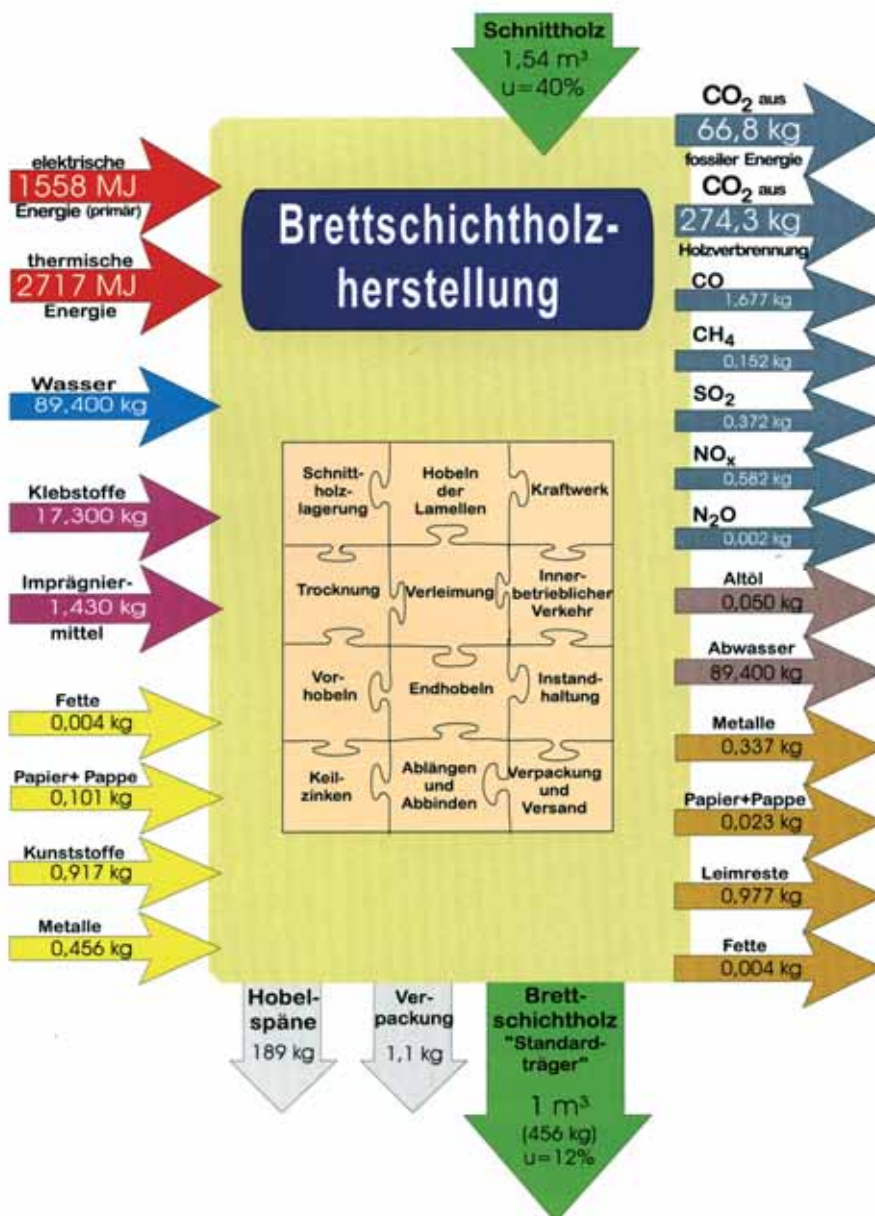


Bild 2.6 Ausschnitt aus der Sachbilanz zur Herstellung von Nadel schnittholz, zusammengestellt aus Durchschnittswerten mehrerer Betriebe.

2.5 Brettschichtholz

Brettschichtholz wird überwiegend für konstruktive Zwecke (Träger und Balken) im Bauwesen eingesetzt. Es besteht aus mindestens drei verleimten, bis zu 33 mm dicken Brettlagen (Lamellen) aus Nadelholz. Die faserparallele Verleimung erfolgt mit dem Zweck, Balken großer Dimension (z.B. für Hallenbauten oder Brücken) herzustellen, wobei die festigkeitsmindernden wuchsbedingten Schwachstellen des Holzes (große Äste, etc.) ausgeglichen werden.

Zur Zeit werden in Deutschland etwa 450.000 m³ Brettschichtholz hergestellt. Die wichtigste Holzart ist mit einem Anteil von 99% die Fichte [12].



Als Rohstoff wird zu 70% sägefrisches Schnittholz nach Freilufttrocknung (Holzfeuchte u = 40%) eingesetzt. Die Transportentfernung vom Sägewerk zum Brettschichtholzhersteller beträgt bis zu 1000 km. In der Transportentfernung schlägt sich der hohe Anteil an importiertem Schnittholz (u.a. aus Schweden, Österreich, Norwegen) nieder. Zu über 50% wird die Bahn als Transportmittel für das Schnittholz eingesetzt.

Ausgewählte Sachbilanzdaten zur Brettschichtholzherstellung sind in Bild 2.8 dargestellt. Die Vorketten für die eingesetzten fossilen Energieträger sowie für die Bereitstellung des elektrischen Stromes sind berücksichtigt.

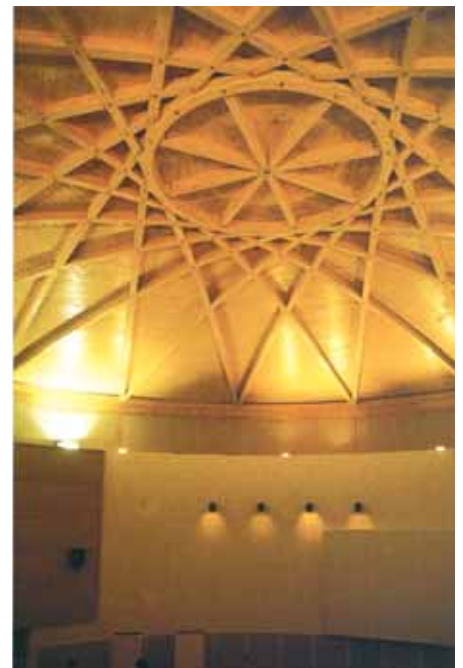
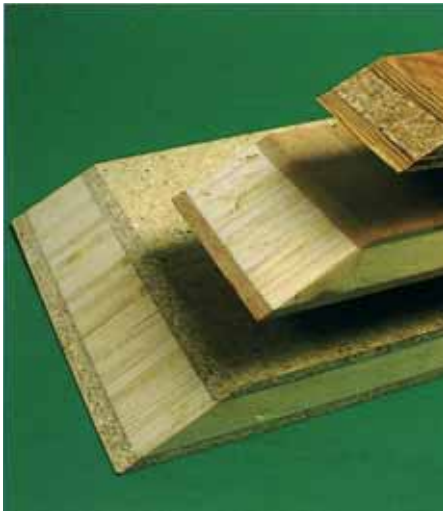


Bild 2.8 Darstellung von ausgewählten Sachbilanzdaten für die Herstellung von Brettschichtholz (Standardträgern).

2.6 Plattenwerkstoffe

Plattenwerkstoffe wie Furnier-, Tischler-, Span- und Faserplatten werden in großen Mengen im Bauwesen und zur Fertigung von Möbeln eingesetzt. Mengemäßig der wichtigste Werkstoff ist die Spanplatte, deren Produktion in Deutschland 1995 über 8,7 Mio m³ betrug, gefolgt von den Faserplatten (Hartfaser-, MDF-, Weichfaserplatten) [13].



Rohstoffe für die Erzeugung von Span- und Faserplatten sind einerseits Resthölzer aus der Schnittholz- bzw. auch der Brettschichtholzerstellung (70%) und andererseits Industriehölzer aus Durchforstungen (20%). Neue Entwicklungen eröffnen die Möglichkeit, in einem Recyclingprozeß (10%) aus alten Span- und Faserplatten wieder neue Platten herzustellen [14].

Wichtigster Hilfsstoff zur Herstellung der Plattenwerkstoffe ist der Klebstoff (Leim). Bei der Herstellung von Spanplatten werden zwischen 5 und 10% Klebstoff, bezogen auf Holzmasse, eingesetzt. 90% aller eingesetzten Klebstoffe sind Harnstoffharze, der Rest verteilt sich auf Phenol- und Mischharze sowie geringe Mengen an Diisocyanat-Klebstoffen. Der Formaldehydgehalt der Harnstoff-, Phenol- und Mischharze ist in den letzten Jahren deutlich gesenkt worden, so daß die Vorschriften zur Formaldehyd-emission voll erfüllt werden.

In Bild 2.9 ist die Sachbilanz zur Herstellung von Spanplatten in Auszügen dargestellt. Die Daten sind Durchschnittswerte und stammen aus einer Befragung von 10 Spanplattenherstellern.

Für die ökologische Bewertung ist die Betrachtung der Vorketten der Klebstoffe sehr wichtig, aber aufgrund nicht zugänglicher Daten bislang noch nicht möglich. Die Vorketten für die eingesetzten fossilen Energieträger sowie für

die Bereitstellung des elektrischen Stromes sind berücksichtigt.

Am Ende des Lebensweges stellt sich die Frage der Entsorgung dieser mit Kleb- und anderen Hilfsstoffen versetzten Hölzer. Dazu ist zu sagen, daß die umweltfreundliche energetische Nutzung in Anlagen, die nach der 4. oder 17. BImSchV (Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) zugelassen sind, grundsätzlich möglich und unproblematisch ist. Damit ergibt sich zusätzlich zur Möglichkeit der stofflichen auch die der energetischen Nutzung.

75% der zur Herstellung von Spanplatten benötigten Wärmeenergie wird bereits heute aus Holz gewonnen

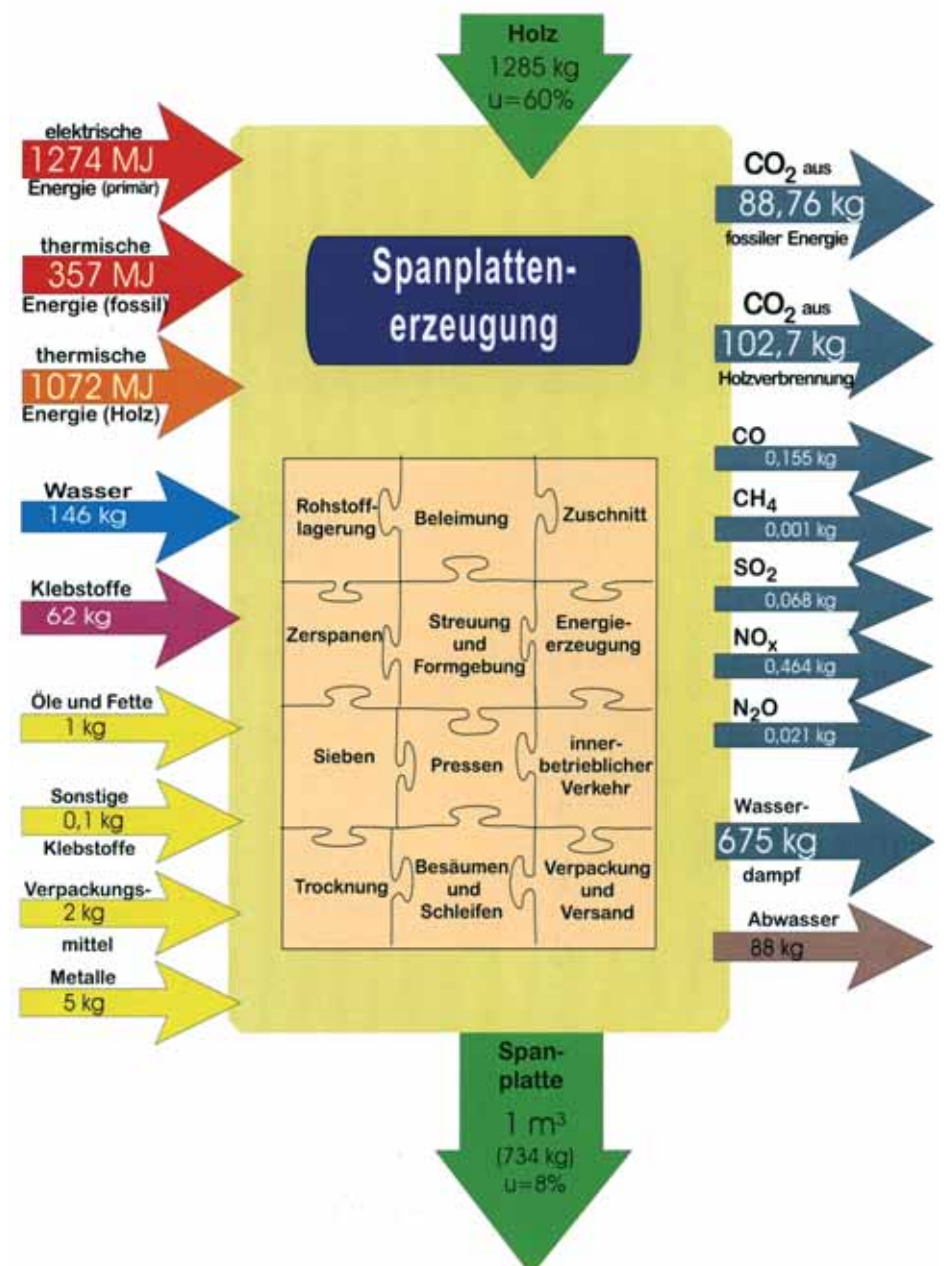


Bild 2.8 Ausschnitt aus der Sachbilanz der Spanplattenerzeugung. Die benötigte Wärmeenergie wird zu 75% aus Holzreststoffen und der Rest zu gleichen Teilen aus Erdgas und Öl gewonnen (Durchschnittswerte aus der Befragung von 10 Spanplattenwerken [15]).

2.7 Fenster

Fenster sind nicht nur notwendige Bauteile für jedes Gebäude und von hohem architektonischen Wert, sondern sie sind auch zu einem Musterprodukt der Ökobilanzierung geworden. Zu keinem anderen Produkt neben Verpackungsmitteln, wurden so viele Untersuchungen zur ökologischen Bewertung durchgeführt. Allein im deutschsprachigen Raum sind bereits mehrere Untersuchungen, die sich mit einem Materialvergleich (Holz, Aluminium, PCV) verschiedener Fensterrahmen auseinandersetzen, abgeschlossen oder in der Schlußphase. Bild 2.10 zeigt Ausschnitte aus der Sachbilanz zur Herstellung eines Fensterrahmens aus Holz mit den Maßen 1,3 m * 1,3 m [7]. Die Vorketten für die eingesetzten fossilen Energieträger sowie für die Bereitstellung des elektrischen Stromes sind berücksichtigt worden.

Die Ergebnisse der unterschiedlichen Fensterstudien zeigen die methodischen Schwierigkeiten der Ökobilanzierung deutlich auf.

Als Fazit läßt sich aus der in der Schweiz erstellten Studie [16] festhalten:

Sehr große Umweltwirkungen haben die Wärmeverluste (Heizenergie) während der Nutzungsphase der Fenster. Die Belastungen durch die Herstellung der Fensterrahmen selbst treten in den Hintergrund.

Eine ähnlich gute ökologische Bewertung wie Fensterrahmen aus heimischem Nadelholz erreichen Fenster aus PVC oder aus Metallen nur bei der Ausschöpfung aller zur Zeit noch bei weitem nicht realisierbaren Recyclingpotentiale.

Das Barockfenster aus Eichenholz braucht auch nach 200 Jahren nur regelmäßig einen Anstrich

Wie lange halten die Fenster aus modernen recycelbaren Materialien? [17]

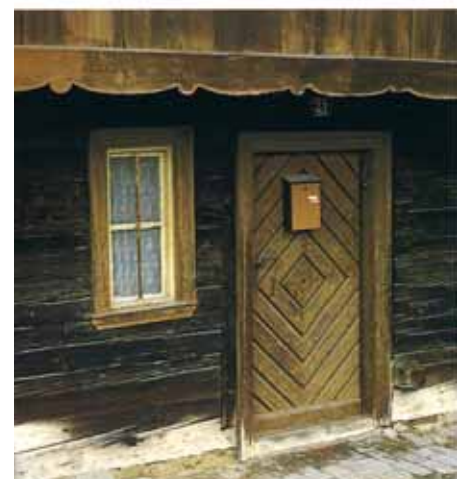
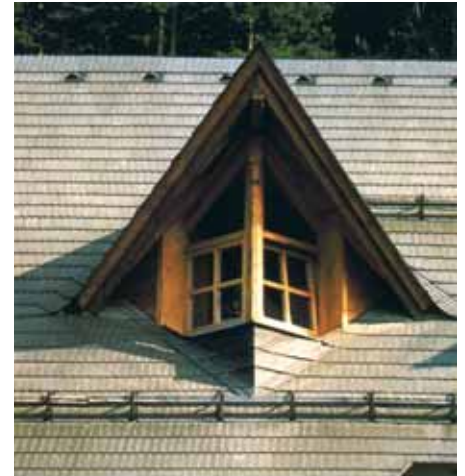


Bild 2.10 Ausschnitt aus der Sachbilanz zur Herstellung eines Fensterrahmens aus Holz (Fenstergröße: 1,3 m*1,3 m)

2.8 Möbel

Eine Ökobilanz für Möbel, die auch nur annähernd den Anforderungen von DIN/ISO in Umfang und Tiefe entspricht, ist derzeit nicht möglich [18]. Dazu fehlen zu viele Daten aus dem Bereich der Holzwirtschaft, aber auch für viele Materialien, die nicht der Holzwirtschaft entstammen und in Möbeln eingesetzt werden (Klebstoffe, Lacke, Beschläge, Beschichtungsmaterial, Stoffe etc.). Die Bewertung einzelner Aspekte des Möbeldesigns, der Möbelherstellung und der Entsorgung bzw. Wieder- oder Weiterverwertung der Möbel ist jedoch möglich. Die Ergebnisse daraus sind aber vorsichtig zu interpretieren und sind nicht als vollständige Ökobilanz zu bezeichnen. Solche Einzelaspekte aus ökologischer Sicht zu betrachten ist durchaus sinnvoll, da damit stufenweise Verbesserungen zu erreichen sind.

Optimierter Materialeinsatz

Werden unterschiedliche Materialien verglichen (z.B. Vollholzmöbel oder Möbel aus furnierten oder kunststoffbeschichteten Holzwerkstoffen) muß der jeweilige Einsatz der Ressourcen berücksichtigt werden. Für Vollholzmöbel wird überwiegend starkes Stammholz eingesetzt, während es für die Holzwerkstoffe schwache Durchforstungshölzer bzw. Holzreststoffe sind.

Möbelkonstruktion

Das Design von Möbeln im Hinblick auf die Zusammensetzung und Kombination von Werkstoffen hat nicht nur Auswirkungen auf die einzusetzende Produktionstechnik, sondern auch auf die Lebensdauer und das Ende des Lebensweges, wenn es um die Demontage der Altmöbel und die Sortierung der Einzelkomponenten geht. Werden Werkstoffe so kombiniert, daß sie nicht oder nur mit einem erheblichen Aufwand (technisch wie ökonomisch) zu trennen sind, wachsen auch die Probleme einer stofflichen Wieder- oder Weiterverwertung.

Entsorgung der Möbel

Ein Ansatz zur ökologischen Bewertung von Möbeln muß auch eine vergleichende Betrachtung der unterschiedlichen Entsorgungsmöglichkeiten bzw. -Systeme einschließen. Dabei sind z.B. folgende Fragen noch nicht geklärt:

(a) Ist die Rücknahme der Altmöbel über ein Sammel-, Demontage-, Sortier- und Wiederverwertungssystem, das mit erheblichen Transportaufwendungen verbunden sein wird, ökologisch sinnvoll?

(b) Ist die Sammlung als Sperrmüll und die energetische Nutzung sinnvoller, wenn dadurch fossile Energieträger ersetzt werden können (vgl. 4)?

2.9 Papier

Wie bei Möbeln, so ist auch die Aufstellung einer vollständigen Ökobilanz Papier derzeit noch nicht möglich. Allein die Vorketten für die als Rohstoffe eingesetzten Faserstoffe erfordern bei der Ökobilanzierung von Papier eine Bilanzierung der unterschiedlichsten forstlichen Produktionen (vgl. 2.3 und Bild 2.3). Hinzu kommt die Vielfalt der Prozessvarianten, der eingesetzten Hilfs- und Betriebsstoffe (zur Papierproduktion werden mehrere tausend davon eingesetzt) und der hergestellten Papiersorten. Auch eine ökologische Bewertung der in großen Mengen eingesetzten Altpapierfasern (die Altpapiereinsatzquote betrug 1995 58% [19]) im Vergleich zum Einsatz frischer Holzfasern fehlt bislang.

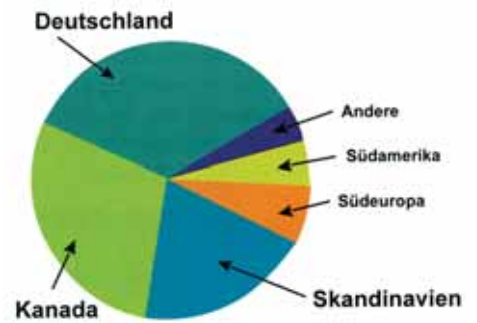


Bild 2.11 Herkunft der in der deutschen Papierproduktion eingesetzten Faserstoffe

Deshalb ist das bisher als ökologisch sinnvoll angesehene Altpapierrecycling zu hinterfragen [20]. Die wesentliche Fragestellung ist:

Was ist ökologisch sinnvoller?

- (a) Papier aus Holz herzustellen und Altpapier energetisch zu nutzen oder
- (b) Altpapier stofflich mit allen Konsequenzen (Transporte, Aufbereitung inkl. zusätzlicher Chemikalien) aufzubereiten?



Bild 2.12 Ausschnitt aus dem Lebensweg von Papieren, der auch die Wiederverwertung der Papierfaser (Altpapier) und die damit verbundenen Transportaufkommen darstellt

2.10 Energieträger Holz

Holz ist nicht nur ein hervorragender Bau- und Werkstoff, sondern zugleich auch ein erneuerbarer Energieträger. Wo es sinnvoll ist, können Holzprodukte wieder- oder weiterverwertet werden. Am Ende des Lebensweges bleibt in jedem Fall die Möglichkeit der umweltfreundlichen energetischen Nutzung. Insofern ergibt sich energetisch gesehen für den Lebensweg von Holzprodukten eine ganz besonders positive Situation.

Gemessen am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland spielt der Beitrag des Energieträgers Holz mit einem Anteil von etwa 1,2% derzeit nur eine geringe Rolle. Es bleibt aber festzuhalten, daß das Potential von Holz zur Energiegewinnung heute bei weitem nicht ausgeschöpft wird [21].

Jede Sekunde wird in Deutschlands Wäldern soviel Energie in Form von Holz gespeichert, wie das sogenannte „3-Liter-Auto“ für etwa 150 km verbrauchen würde

In modernen Feuerungs- und Kraftwerksanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung können Holz und Holzreste mit einem Wirkungsgrad von über 80% energetisch genutzt werden, wobei die Stromausbeute etwa 20% des Energieinhaltes des Holzes ausmacht. Die energetische Nutzung schließt den natürlichen CO₂-Kreislauf. Es wird nur die Menge an CO₂ freigesetzt, die der Atmosphäre vom Baum zur Bildung des Holzes entzogen wurde.

Natürlich wird der CO₂-Kreislauf auch durch den biologischen Abbau geschlossen. Biologischer Abbau bedeutet allerdings den Verzicht auf die Nutzung der im Holz gespeicherten Energie und damit den Verzicht auf die Verminderung von CO₂-Emissionen durch Substitution fossiler Energieträger.

Selbst schutzmittelbelastete Hölzer können heute in Feuerungsanlagen mit einer Wärmeleistung über 100 kW bei Einhaltung der Grenzwerte nach der 17. BImSchV energetisch genutzt werden [22]. Die in solchen Hölzern enthaltenen sogenannten Störstoffe können mit moderner Rauchgasreinigungstechnik aufgefangen werden [14].

In den Bildern 2.13 und 2.14 sind auszugswise die Sachbilanzdaten zur energetischen Nutzung von Holz in unterschiedlich großen Anlagen dargestellt. Bild 2.13 zeigt die moderne, industrielle Nutzung von Fichtenholz in einem Heizkraftwerk mit zirkulierender Wirbelschichtfeuerung und einer Nenn-Wärmeleistung von 20 MW [23]. Im Gegensatz dazu zeigt Bild 2.14 die Energiegewinnung aus Fichtenholz in einer modernen handbeschickten Zentralheizungsanlage mit Gebläse, Verbrennungsluftregelung und einer Nenn-Wärmeleistung von 30 kW [24].

Holz ist ein schwefel- und ascheärmer Brennstoff [25]. Holz hat unter den biogenen Brennstoffen den geringsten Stickstoffgehalt und damit die niedrigsten NO_x-Emissionen [26]

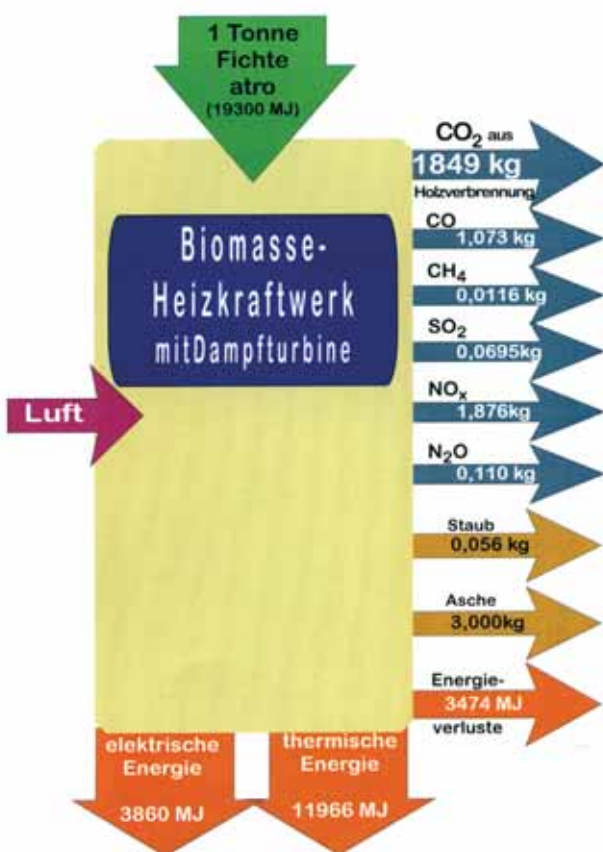


Bild 2.13 Auszug aus der Sachbilanz der energetischen Nutzung von absolut trockenem Fichtenholz in einem Biomasse-Heizkraftwerk mit einer Leistung von 20 MW_{th} und zirkulierender Wirbelschichtfeuerung.



Bild 2.14 Auszug aus der Sachbilanz der energetischen Nutzung von absolut trockenem Fichtenholz in einer Zentralheizungsanlage mit einer Nenn-Wärmeleistung von 30 kW_{th} und einer Verbrennungsluftregelung

3 Beispiel für zukunftsfähiges Bauen und Wohnen

In den vorangegangenen Kapiteln wurden Daten zur ökologischen Bewertung von Halbfertigfabrikaten und Produkten aus Holz dargestellt. Geringer Primärenergieaufwand bei der Be- und -Verarbeitung, das Speicherpotential für das Treibhausgas CO₂ und die problemlose Rückführung in natürliche Kreisläufe sind die Merkmale des zukunftsfähigen Baustoffes Holz, neben den bekannten bauphysikalischen und wohngygienischen Vorteilen.

Der Baustoff Holz verbindet Ökologie mit Ökonomie, denn preiswertes Bauen ist eine Frage der Organisation und weniger eine Frage des Baustoffes

Im Bauwesen stecken mit Sicherheit die größten Potentiale einer vermehrten Holzverwendung, da sich hier Holz in einer Vielzahl von Anwendungen einsetzen lässt. Aus diesem Grund werden im folgenden beispielhaft Möglichkeiten aufgezeigt, Holz im Wohnungsbau einzusetzen. Dies beginnt bei der Dachkonstruktion, wo Holz eine lange Tradition und große Bedeutung hat, und setzt sich über Wand- und Deckenkonstruk-



Fläche der Kellerdecke: 100m²
Geschoßhöhe: 2,50m
Nutzfläche A_N: 160m²

Bild 3.1 Gebäudemodell als Grundlage zur Berechnung des Holzanteils für Haus A und B

tionen, Fenster und Türen bis hin zum Innenausbau (Treppen, Bodenbeläge, etc.) fort. Dadurch läßt sich die Holzmenge, die in einem Haus verbaut wird, den ökologischen Zielen anpassen (vgl. 5).

Holz ist ein Niedrigenergie-Baustoff [27]

Bild 3.2 zeigt den Holzanteil von zwei Häusern ohne Innenausstattung. Für Haus A und Haus B wurde der Holzanteil für das abgebildete Gebäudemodell

(Bild 3,1) eines in Holztafelbauweise realisierten Einfamilienhauses errechnet [28].

In **Haus A** wurde mit sehr viel Holz gebaut. Die Konstruktion des Daches, der Decken und Wände sowie die Wandbekleidungen sind aus Holz, die Wärmedämmung wurde mit Dämmstoffen auf Holzbasis durchgeführt. Von den verbauten 75,4 m³ Holz entfallen 16,3 m³ (Vollholzäquivalente) auf die Wärmedämmung.

In **Haus B** wurde das gleiche Gebäude in einer Variante mit deutlich weniger Holz gebaut. Wand- und Deckenbekleidungen sind aus Gipsbauplatten, als Dämmung wurden Mineralfasern eingesetzt. In diesem Gebäude sind insgesamt 21,6 m³ Holz eingesetzt.

Die Verwendung von Holz im Wohnungsbau bedeutet:

- (a) langfristige Kohlenstoffbindung
- (b) Ersatz von Baustoffen auf Basis endlicher Ressourcen

Und **Haus C**?
Wieviel Holz haben Sie für Ihr Haus eingeplant bzw. verbaut?

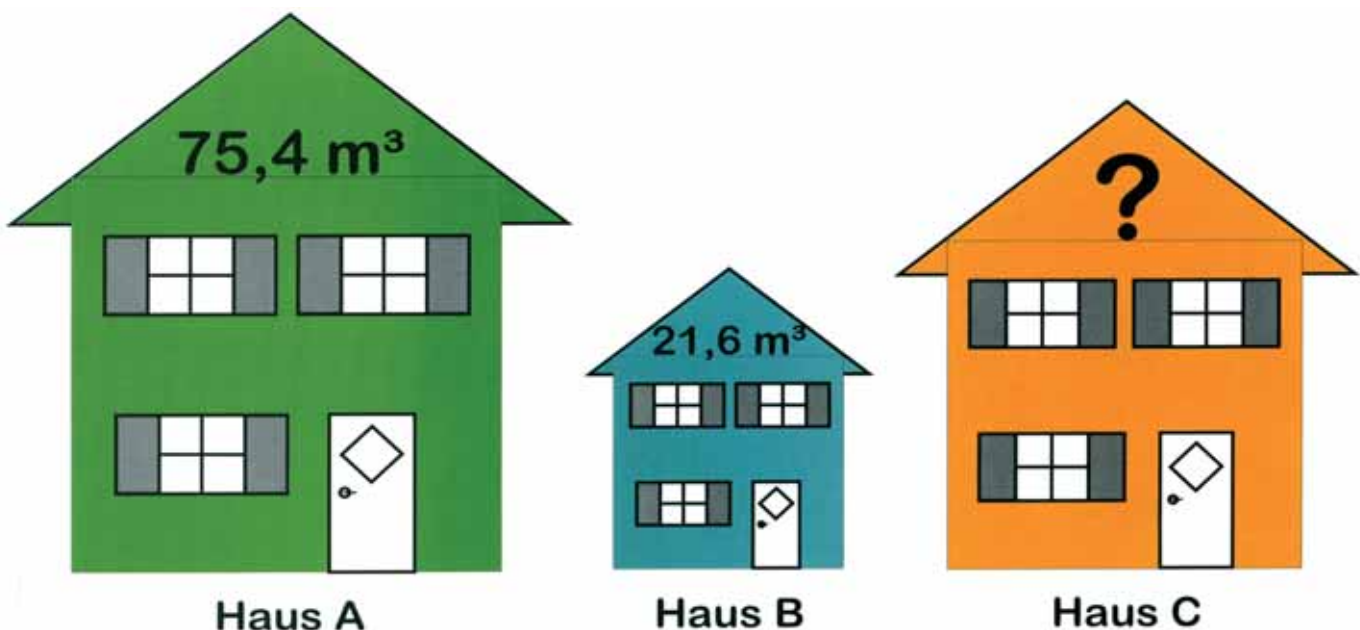


Bild 3.2 Im Wohnungsbau kann sehr viel Holz eingesetzt werden. Grundsätzlich kann man feststellen: Je höher die Menge an verbaute Holz umso größer ist der Kohlenstoffspeicher und umso geringer ist der zum Bau notwendige Primärenergieaufwand

4 Bewertung von Ökobilanzen nach Umweltkategorien

Die Ergebnisse der ökologischen Bilanzierung sind so auszuwerten, daß Produkte und Produktionsprozesse hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen bewertet werden können. Die Bewertung soll die Basis für den ökologischen Vergleich von Produkten sein und sie soll helfen, Entscheidungen im Sinne einer zukunftsfähigen Entwicklung (vgl. 1.2) zu treffen. Sie liefert neue Erkenntnisse auf dem Weg, die Umweltbeanspruchung in die ökonomische Rechnung einzubeziehen. Die Ökonomie ist von der Ökologie nicht zu trennen [29], sie braucht neue Ansätze, um den durch sie verursachten Veränderungen der Ökosphäre Rechnung zu tragen.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Sachbilanz, die im Idealfall alle umweltrelevanten Daten zum gesamten Produktlebensweg enthält, kommt man über den Zwischenschritt der Wirkungsabschätzung zu einer Bewertung.

Derzeit werden die unterschiedlichsten Methoden entwickelt und angewendet, um Umweltwirkungen zu beschreiben, zu klassifizieren und zu gewichten. Ein einheitliches, allgemein akzeptiertes Bewertungsmodell von ökologischen Aspekten kann es jedoch heute und auch in Zukunft nicht geben.

Nachfolgend werden beispielhaft einige derzeit betrachtete Umwelt- bzw. Wirkungskategorien erläutert, die für die Bewertung von Holzprodukten wichtig erscheinen.

Beanspruchung von Ressourcen

Unser heutiges Wirtschaftssystem ist auf die Ausbeutung, das heißt den Abbau und Verbrauch sowie Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen (Rohstoffe, Energieträger etc.) ausgelegt. Steigende Industrialisierung in den Ländern der Dritten Welt und die zunehmende Weltbevölkerung lassen auch bei verbesserter Technologie den Ressourcenverbrauch ansteigen. Es ist dabei grundsätzlich zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen und Energieträgern zu unterscheiden.

Nicht erneuerbare Ressourcen wie mineralische Stoffe, Metalle, Erdöl, Erdgas und Kohle müssen so sparsam und effizient wie möglich genutzt werden. Als Wertstoffe sind sie so lange wie möglich zu nutzen (Recycling), wobei absolut geschlossene Kreisläufe unmöglich sind.

Erneuerbare Ressourcen wie Holz, andere Biomassen, Wind- und Wasserkraft stehen ebenfalls nicht uneingeschränkt zur Verfügung, sie müssen nachhaltig genutzt werden. Eine Bewirtschaftung nachwachsender Rohstoffe in künstlichen Kreisläufen (z.B. Altpapierrecycling) ist hinsichtlich der Ressourcenbeanspruchung jedoch zu hinterfragen (vgl. 2.9),

Die energetische Nutzung von Holz hat bezüglich CO₂ kein Treibhauspotential

Die Beanspruchung des Naturraumes nimmt in der Kategorie Ressourcenbeanspruchung eine Sonderstellung ein. Die Bewertung von Größe, Qualität und Veränderung der in Anspruch genommenen Fläche wird derzeit intensiv diskutiert, wobei positive Aspekte derzeit kaum berücksichtigt werden. Die Waldbewirtschaftung kann sich auf die Qualität einer Fläche sowohl negativ (Umwandlung von Primärwald in Plantagen) als auch positiv (Aufforstung devastierter Standorte) auswirken. Die Forstwirtschaft in Deutschland liegt zwischen diesen Extremen. Für die Wirkungsabschätzung der Waldbewirtschaftung müssen neue, meßbare Kriterien gefunden werden.

Treibhauseffekt

In der Kategorie Treibhauseffekt (Global Warming Potential, GWP) wird der Beitrag derjenigen emittierten Gase ermittelt, die zum antropogen verursachten Treibhauseffekt beitragen. Bezugsgröße für die Ermittlung der Treibhauspotentiale der Einzelgase ist das Kohlendioxid (CO₂), das den Vergleichswert 1 erhält. Da die Lebensdauer der Gase in der Atmosphäre mit in die Berechnung einfließt, muß der betrachtete Zeitraum angegeben werden. Das GWP ist die Summe der GWPs für die Einzelgase. In Tabelle 4.1 sind die wichtigsten Treibhauspotentiale für den Zeithorizont 100 Jahre angegeben.

Die durch energetische Nutzung von Holz emittierte Menge an CO₂ ist getrennt von den CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern anzugeben, da sie wegen des Kohlenstoffkreislaufes bei der Berechnung des GWP nicht zu berücksichtigen ist.

Durch die langfristige Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten kann das Treibhauspotential sogar negativ werden (= weniger CO₂ in der Atmosphäre)

Tabelle 4.1 Treibhauspotentiale (GWP), angegeben als CO₂-Äquivalente; Zeithorizont 100 Jahre (nach [30])

Verbindung	GWP (100)
CO ₂	1
CO	3
CH ₄	24,5
N ₂ O	320
NO _x	7
FCKWs	3970-5750

Versauerung

Auslöser der Versauerung sind Emissionen wie z.B. Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x) oder Ammoniak (NH₃), die u.a. bei der Verbrennung fossiler Energieträger freigesetzt, in der Atmosphäre oxidiert werden und dann Säuren (Schwefelsäure, Salpetersäure) im Niederschlag bilden. Den gasförmigen Emissionen kann ein Versauerungspotential zugerechnet werden, wobei SO₂ als Bezugsgröße dient.

Die Holzverbrennung hat ein sehr geringes Versauerungspotential, weil Holz nur geringste Mengen an Schwefel und Stickstoff enthält

5 Wege zu einem umweltbewußten Handeln

Jeder Einzelne trägt tagtäglich durch seine Entscheidungen und sein Handeln ein Stück Mitverantwortung für die Umwelt bzw. den Erhalt unserer Lebensgrundlagen.

Die vorgestellten Fakten zu den Ökobilanzen Holz zeigen, daß Holz ein nachhaltig zu produzierender, nachwachsender Rohstoff ist und damit als einer der Rohstoffe der Zukunft anzusehen ist. Konsequente und vermehrte Holznutzung ist daher eine wesentliche Säule einer zukunftsfähigen Entwicklung.

Die folgenden Argumente stellen eine Aufforderung zum Handeln dar.

Die Nutzung und Verwendung von Holz aus nachhaltig betriebener Waldwirtschaft entlastet die Umwelt.

Diese Aussage ist grundsätzlich gültig, unabhängig von den Baum- bzw. Holzarten oder der Region in der die nachhaltige Waldwirtschaft betrieben wird.

Verwenden Sie daher so viele Holzprodukte wie möglich.

Je weiter die Transportwege, umso höher ist in der Regel der Verbrauch an fossilen Energieträgern.

Holz wächst dezentral vor unserer Haustüre und braucht meist keine großen Transportwege.

Nutzen Sie das Holz der kurzen Wege, indem Sie Produkte aus dem Holz der heimischen Wälder verwenden.

Eine lange Lebensdauer ist ökologisch und ökonomisch sinnvoll.

In historischen Bauwerken beweist Holz seine Dauerhaftigkeit jeden Tag neu. Wie haltbar sind dagegen sogenannte moderne Werkstoffe?

Kaufen und verwenden Sie gute Produkte aus Holz, die sind langlebig.

Die Verwendung dauerhafter Holzarten kombiniert mit konstruktivem Holzschutz erspart in der Regel chemische Holzschutzmittel und entlastet die Umwelt.

Die Vielfalt auch der heimischen Holzarten und ihrer Eigenschaften muß wieder neu entdeckt werden. Dort wo Holz der Witterung oder wechselfeuchten Bedingungen ausgesetzt ist, kann der Einsatz natürlich dauerhafter Holzarten (Eiche, Lärche, Douglasie, Edelkastanie, Robinie etc.) den chemischen Holzschutz vermeiden. Auch der Einsatz nachhaltig erzeugter Tropenhölzer kann sinnvoll sein. Das erspart der Umwelt eine Menge Emissionen und Gesundheitsgefahren bei der Herstellung und Anwendung der Holzschutzmittel. Es vermeidet auch den Anfall schutzmittelhaltiger Resthölzer am Ende des Lebensweges.

Schon bei der Produktion an die Entsorgung denken.

Holz und Holzprodukte müssen nicht um die halbe Welt zum „Recycling“ transportiert werden, nehmen nicht am zunehmenden „Mülltourismus“ teil, denn am Ende des Lebensweges bereiten Holzprodukte keine Probleme. Aus ihnen wird umweltfreundliche Energie.

Also besser Energie erzeugen statt deponieren.

Substitution fossiler Energieträger ist nur möglich, weil „Holz brennt“.

Ersatz fossiler Energieträger durch Holz vermindert die CO₂-Emissionen und spart nicht erneuerbare Ressourcen. Zusätzlich erspart diese Substitution der Umwelt vielfältige Katastrophen durch die Gewinnung und den Transport fossiler Energieträger (z.B. Tankerunglücke, undichte Pipelines oder Erdgasquellen, etc.)

Der Umwelt zuliebe müssen viele Materialien wieder durch Holz ersetzt werden.

Wird für einen bestimmten Zweck Holz als Bau- oder Werkstoff (Bauholz, Fenster, Möbel) eingesetzt, so wird der CO₂-Gehalt der Atmosphäre gemindert im Gegensatz zur Nutzung von Produkten aus nicht nachwachsenden Rohstoffen, die aktuell kein CO₂ gebunden haben und die sowohl bei der Herstellung als auch bei der Entsorgung überschüssiges CO₂ freisetzen.

Die Verwendung von Holz spart vierfach Energie und CO₂

Durch die Bildung des Holzes wird der Atmosphäre CO₂ entzogen, und die Bereitstellung des Rohstoffes sowie die Be- und Verarbeitung von Holz verbraucht im Vergleich zu anderen Produktionsprozessen nur sehr wenig Energie. Aufgrund seiner hervorragenden Wärmedämmeigenschaften spart Holz auch als Dämmstoff wertvolle Heizenergie. Und am Ende kann aus Holzprodukten noch umweltfreundlich Energie erzeugt werden.

Schätzen und genießen Sie den Wald, denn er tut viel für Sie:

er produziert Holz für Sie

er stellt saubere Luft und sauberes Wasser zur Verfügung und erfreut Sie beim Spaziergang

Schützen Sie den Wald, indem Sie so viel Holz und Holzprodukte wie möglich verwenden

Dies ist der konsequente Weg zu einem umweltbewußten Handeln

6 Literatur

- [1] BUND/Misereor (1996): Zukunftsfähiges Deutschland – Ein Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung. Basel: Birkhäuser Verlag; 453 S.
- [2] Otto, H.J. (1994): Waldökologie. Stuttgart: Ulmer Verlag; 391 S.
- [3] Brünig, E.F. (1990): Forstwirtschaft und Klimaänderung. Allg. Forst Zeitschr., 45, 11: 258-261.
- [4] Deutscher Bundestag (1990): Schutz der Tropenwälder – Eine internationale Schwerpunktaufgabe. Bericht der Enquete-Kommission des 11. Deutschen Bundestages. Bonn: Economia Verlag
- [5] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1991): Beschluß der Regierung zur Reduzierung der energiebedingten CO₂-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland auf der Grundlage des 2. Zwischenberichtes der IMA „CO₂-Reduktion“. Bonn; 276 S.
- [6] Burschel, P. (1990): Das Menetekel – Klimaänderung. Konsequenzen für die Forstwirtschaft weltweit. Allg. Forst Zeitschr., 45, 11:255–257.
- [7] Frühwald, A.; Wegener, G.; Scharai-Rad, M.; Zimmer, B.; Hasch, J. (1996): Grundlagen für Ökopprofile und Ökobilanzen in der Forst- und Holzwirtschaft. Abschlußbericht DGfH/FAF, München/Bonn: 168 S.
- [8] Thoree, C.; Schweinle, J. (1996): Analyse und Bewertung der forstlichen Produktion als Grundlage für weiterführende forst- und holzwirtschaftliche Analysen. Abschlußbericht DGfH/FAF, München/Bonn: 96 S.
- [9] Scherzinger, W. (1996): Naturschutz im Wald: Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Stuttgart: Ulmer Verlag; 447 S.
- [10] Vereinigung Deutscher Sägewerksverbände (1997): Schriftliche Mitteilung zur Schnittholzproduktion im Inland
- [11] Zimmer, B.; Wegener, G. (1996): Stoff- und Energieflüsse vom Forst zum Sägewerk. Holz Roh Werkst. 54, 4: 217–223
- [12] Ristl, (1996): Erstellung einer Sachbilanz von Brettschichtholz als Grundlage für eine Ökobilanzierung. Diplomarbeit an der Universität Hamburg, Fachbereich Biologie.
- [13] ZMP-Bilanz (1996): Forst und Holz. Bonn: Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle; 171 S.
- [14] Marutzky, R. (1996): Qualitätsanforderungen und Entsorgungswege für Rest- und Gebrauchthölzer. In: Marutzky/Schmidt (Hrsg.), Alt- und Restholz. Düsseldorf: VDI-Verlag, 25–47.
- [15] Wegener, G., Frühwald, A., Beudert, M., Dreiner, K., Scharai-Rad, M., (1994): Bewertung von Holz im Vergleich mit anderen Werkstoffen unter dem Aspekt der CO₂-Bilanz; Abschlußbericht DGfH/FAF, München/Bonn: 108 S.
- [16] Richter, K.; Künniger, T; Brunner, K. (1996): Ökologische Bewertung von Fensterkonstruktionen verschiedener Rahmenmaterialien (ohne Verglasung). EMPA-SZFF-Forschungsbericht; 119 S.
- [17] Cramer, J. (1997): Alter zahlt sich aus - Substanzerhaltung ist oft billiger als ein Neubau. Monumente, 7,1/2: 18–20.
- [18] Frühwald, A. (1997): Ökobilanzen für Möbel – schon heute ein Thema? Holz-Zentralbl., 123,5:53–54
- [19] Verband Deutscher Papierfabriken, VDP (1996): Papier '96 – Ein Leistungsbericht der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie. Bonn: VDP.
- [20] Troge, A. (1997): Begrüßung und Einführung des Seminars „Produktbezogene Ökobilanzen V“ im Rahmen der UTECH '97. Berlin: UTECH-Seminar 50. S. 3–11
- [21] Becher, S.; Kaltschmitt, M.; Frühwald, A. (1995): CO₂-Substitutionspotential und CO₂-Minderungskosten einer energetischen Nutzung fester Biomassen in Deutschland. Brennstoff, Wärme, Kraft, 47, 1/2: 33–38.
- [22] Illner, H.M. (1996): Restholzentorgung - Vermeiden vor Verwerten, mikado, 1: 22–27.
- [23] Becher, S. (1997): Mitteilung des Institutes für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart,
- [24] Strehler et.al. (1994): Emissionsverhalten von Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe. In: BayStMLU (Hrsg.) Materialien des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Bd. 109, Teil I und II;
- [25] Schmidt, W. (1996): Anforderungen an die Holzwirtschaft nach KrW-/AbfG aus der Sicht einer Umweltbehörde. In: Marutzky/Schmidt (Hrsg.), Alt- und Restholz. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1–13
- [26] Hofbauer, H. (1994): Charakterisierung von biogenen Brennstoffen und Verwertung von Holzaschen. In: Nussbaumer, T. (Hrsg.), Neue Erkenntnisse zur thermischen Nutzung von Holz. Bern: Bundesamt für Energiewirtschaft; 7–33.
- [27] Frühwald, A. (1996): Ökologische Argumente für Wohnblockhäuser. In: DGfH (Hrsg.): Holzbau Handbuch Reihe 1, Teil 4, Folge 5. München: DGfH, 28 S.
- [28] Meyer, W. (1997): Holzeinsatz im Holzrahmen- und Holztafelbau. Schriftliche Mitteilung des BDF.
- [29] Köhn, J., Welfens, M.J. (1996): Neue Ansätze in der Umweltökonomie. Marburg: Metropolis Verlag; 527 S.
- [30] Eyerer, P. (Hrsg.) (1996): Ganzheitliche Bilanzierung – Werkzeug zum Planen und Wirtschafeten in Kreisläufen, Berlin: Springer Verlag. 692 S.

Bildnachweis

ARGE Holz (8 r.; 17 o.; 17 m.)

Bajohr.W.A. (11 u.l.; 13 r.)

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (6; 8 l.; 10; 11 m.o.; 13 l.)

Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V. (15 u.r.)

Hornbostel, G. (12 u.)

Rosin, R. (11 m.u.; 11 r.u.; 12 o.; 15 o.l.; 15 o.r.; 16; 17 u.)

Zernecke, D. (13 m.)

Zimmer, B. (11 r.o.)

7 Weiterführende Informationen zum Thema Forst und Holz

Arbeitsgemeinschaft Holz e.V.

Rather Straße 49a
40476 Düsseldorf
Tel.: (0211) 47 81 80
Fax: (0211) 45 23 14

Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., München

Bayerstraße 57–59
80335 München
Tel.: (089) 51 61 70-0
Fax: (089) 53 16 57

Holzabsatzfonds Anstalt des öffentlichen Rechts

Godesberger Allee 142–148
53175 Bonn
Tel.: (0228) 30 83 8-0
Fax: (0228) 30 83 8-30

Institut für Holzforschung der Universität München

Winzererstraße 45
80797 München
Tel.: (089) 21 80-64 20
Fax: (089) 21 80-64 29

Ordinariat für Holztechnologie der Universität Hamburg

Leuschnerstraße 91
21031 Hamburg
Tel.: (040) 73 962-600
Fax: (040) 73 962-480

Bayerische Staatsforstverwaltung

Ludwigstraße 2
Postfach 22 00 12
80539 München

Begriffe aus der Ökobilanzierung Forst und Holz

Abfall

Jeder Output eines Produktsystems, der entsorgt werden muß.

Allokation

Methode zur Verteilung bzw. Zuweisung der Stoff- und Energieflüsse, z.B. auf die Haupt- und Nebenprodukte eines Produktionsprozesses.

Aitholz

Holz, das bereits einmal in einem Produkt verarbeitet und gebraucht war.

Anthropogen

durch den Menschen verursacht.

Bestandesbegründung

Künstliche, durch Pflanzung oder Saat bzw. natürliche Begründung eines Waldbestandes.

Betriebsstoffe

Stoffe, die für den Ablauf eines Produktionsprozesses gebraucht werden, ohne selbst in das Produkt einzufließen. (z.B. Schmierstoffe, Hydrauliköl)

Biodiversität

Die biologische Vielfalt dieser Erde, die sich in der Anzahl und Vielfalt der Pflanzen- und Tierarten mit ihren unzähligen Formen, Größen, Farben, Verhalten und Anpassungsstrategien widerspiegelt.

Brennholz

Klassisches Sortiment der Forstwirtschaft aus qualitativ schlechten Stammabschnitten oder Holz aus dem Kronenbereich.

DIN

Das Deutsche Institut für Normung erarbeitet die in Deutschland gültigen DIN-Normen.

Energieholz

Holz zur Energieerzeugung, unabhängig von seiner Zustandsform (Hackschnitzel, Späne, Scheite).

Energieinhalt

ist die Menge nutzbarer Energie, die durch Umwandlung von Energieträgern (Kohle, Erdöl, Holz etc.) gewonnen werden kann. ↑ Heizwert

Eutrophierung

bezeichnet die Anreicherung von Standorten mit Nährstoffen, was zu einer Veränderung dieser Standorte und damit zu einer Veränderung der Lebensgemeinschaften führt.

Funktionale Einheit

ist die entscheidende Größe in allen Ökobilanzen. Sie beschreibt u.a. den Gebrauchswert eines Produktes, auf sie werden alle Daten bezogen.

Heizwert, unterer (H_u)

beschreibt den ↑ Energieinhalt eines Energieträgers, der mit der heute zur Verfügung stehenden Technik nutzbar gemacht werden kann.

Hilfsstoffe

Stoffe, die im Laufe des Produktionsprozesses in das Produkt einfließen ohne Rohstoff oder Vorprodukt im Lebensweg des bilanzierten Produktes zu sein. Sie dürfen kein wesentlicher Bestandteil sein, sondern müssen Hilfsfunktion haben. (z.B. Dünger, Klebstoffe, Lacke)

Holz_(astro)

Holz mit der Holzfeuchte 0%; absolut trocken.

Industrieholz

Rundholz kleinerer Durchmesser (>7cm), wie es üblicherweise in der Zellstoff- und Papier- bzw. der Holzwerkstoffindustrie eingesetzt wird. Es wird als Industrieholz kurz (1, 2, oder 3 m) oder lang (Baumlänge) gehandelt.

ISO

Abkürzung für die International Standardization Organisation, die weltweit gültige Normen erarbeitet.

Kompensationskalkung

bezeichnet die Ausbringung von Kalk, die nicht der Düngung der Waldbestände und damit einem Mehrertrag dient sondern lediglich deren Erhaltung, weil sie der Versauerung der Standorte durch Säureinträge (z.B. aus der Luft) entgegenwirkt.

Naturnahe Waldwirtschaft

Ein forstwirtschaftliches Leitbild, das sich an den natürlichen, dynamischen Lebensvorgängen des Waldes orientiert. Es beinhaltet u.a. kleinflächige und selektive Pflege und Nutzung, weitgehender Verzicht auf Pflanzenschutzmittel und große zeitliche Abstände von Maßnahmen auf ein und derselben Fläche (häufig mehrere Jahrzehnte).

Photosynthese

ist ein Teilprozeß des pflanzlichen Stoffwechsels, durch den die grünen Pflan-

zen aus Kohlendioxid und Wasser mit Hilfe von Lichtenergie organische Substanz aufbauen können.

Primärenergie

auch als Rohenergie bezeichnet, ist der Energieinhalt der Energieträger in der Lagerstätte. Die durch die Gewinnung, Umwandlung und Bereitstellung der Nutzenergie notwendigen Aufwände werden in Ökobilanzen auf die dafür notwendige Menge an Primärenergieträger zurückgerechnet.

Rohstoffgewinnung

Aktivitäten, die im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Rohstoffen stehen. Dazu gehören Erforschung (z.B. Erdölsuche) und Entnahme (z.B. Kohle- und Erzabbau). Im Bereich der Land- und Forstwirtschaft zählen Anbau und Ernte dazu.

Rundholz

Das im Wald eingeschlagene und verkaufsfertig an der Waldstraße oder im Wald liegende Stammholz und Industrieholz. Es wird mit und ohne Rinde gehandelt.

Sachbilanz

Bestandteil einer Ökobilanz, der die Zusammenstellung und mengenmäßige Erfassung der Stoff- und Energieflüsse umfasst.

Submodul

Untereinheit eines Moduls, die z.B. einen einzelnen Produktionsprozeß beschreibt (z.B. Entrinden des Stammholzes).

Toxizität

bezeichnet die Giftigkeit für den Menschen (Humantoxizität) oder die Umwelt (Ökotoxizität).

Treibhauseffekt

Der Treibhauseffekt der Atmosphäre ist im Prinzip ein natürliches, für das Klima der Erde entscheidendes Phänomen (vgl. S.6). Durch ↑ anthropogen verursachte Emissionen kommt es zu einer nicht kontrollierbaren Verstärkung des Effektes und damit zu einer gefährlichen Veränderung des globalen Klimas.

Wirkungsabschätzung

Die Ergebnisse aus der Sachbilanz werden in ihrer Wirkung auf die Umwelt beurteilt.