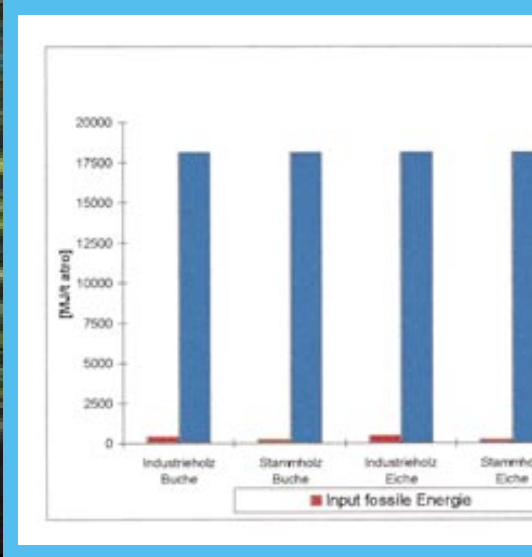




Jörg Schweinle (Hamburg)

Ökobilanzen für Forst und Holz



In der heutigen gesellschafts- und wirtschaftspolitischen Diskussion spielen Aussagen über Umweltwirkungen bei der Beurteilung von Produkten, Produktionsprozessen und Dienstleistungen eine immer größere Rolle. Neben Zertifikaten und Öko-Labels, wie beispielsweise dem in Deutschland vergebenen „Blauen Engel“, werden auch Ökobilanzen eingesetzt, um die besondere Umweltverträglichkeit eines Produktes herauszustellen. Während mit den Zertifikaten und Öko-Labels ein bestimmter Umweltstandard bei der Produktion eines Produktes oder bei dem Produkt selbst garantiert werden soll, gehen Ökobilanzen einen Schritt weiter: Mit ihnen wird versucht, die Umwelteffekte von Produktionsprozessen, Produkten oder Dienstleistungen umfassend darzustellen und vergleichbar zu machen.

An der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) wurde früh erkannt, daß Ökobilanzen eine große Chance bieten, die Umweltfreundlichkeit des nachwachsenden Rohstoffes Holz und der daraus hergestellten Produkte darzustellen.

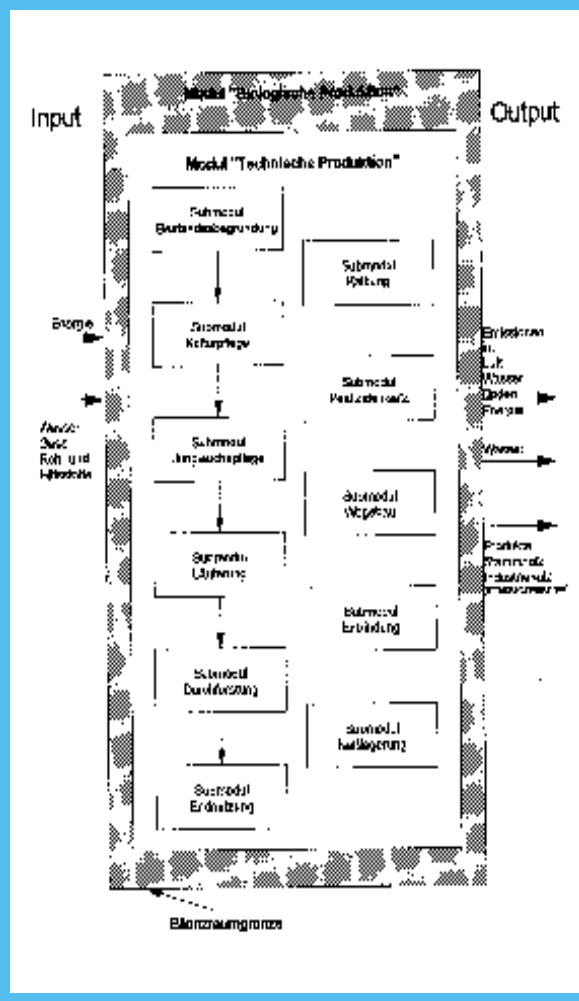
ZIELE UND AUFBAU EINER ÖKOBILANZ

Ökobilanzen können auf betrieblicher Ebene der Produkt- und Prozessoptimierung dienen. Daneben lassen sie sich auch für Marketing und Werbezwecke heranziehen. Im gesellschafts- und umweltpolitischen Bereich können Ökobilanzen Entscheidungsgrundlagen für die Umwelt- und Forschungspolitik sein sowie Information und Beratung von Verbrauchern unterstützen.

Je nach Zielsetzung können Betriebs-Ökobilanzen und Produkt-Ökobilanzen voneinander unterschieden werden. Im ersten Fall werden die Wirkungen eines Betriebes oder Unternehmens auf die Umwelt so umfassend wie möglich dargestellt und im zweiten Fall die Umweltauswirkungen, die von einem oder mehreren Produkten bzw. Produktgruppen ausgehen. Umfassend dargestellt heißt, daß sämtliche mit der Produktion eines Produktes, mit dessen Gebrauch und eventuell mit dem Recycling bis hin zu seiner Deponierung oder Verbrennung verbundenen Wirkungen auf die Umwelt erfaßt werden. Es wird also der gesamte Lebensweg des Produktes betrachtet, quasi „von der Wiege bis zur Bahre“.

Obwohl die Zielsetzungen sehr unterschiedlich sein können, sollen in Zukunft alle Ökobilanzen auf einer einheitlichen Methodik beruhen. Die International Organization for Standardization (ISO) bemüht sich, in vier Normen (ISO 14040 bis 14043) die

Abb. 1: Modulstruktur der Rohholzproduktion



methodischen Mindestanforderungen für Ökobilanzen festzulegen. Wie in den ISO-Normen festgelegt, gliedert sich eine Ökobilanz in vier Teile:

- Zieldefinition
- Sachbilanz
- Wirkungsabschätzung
- Interpretation

Zieldefinition

Im ersten Abschnitt einer Ökobilanz werden die Ziele der Bilanz definiert. Mit der Zieldefinition wird klar, ob es sich um eine Betriebs- oder Produkt-Ökobilanz handelt und welche Zielgruppe angesprochen wird. Gleichzeitig wird der Bilanzraum, innerhalb dessen die Bilanzierung stattfindet, festgelegt. Das bilanzierte System wird räumlich für ein bestimmtes geo-

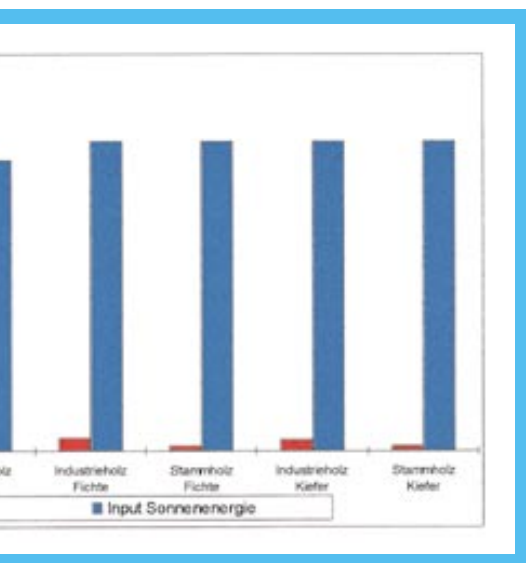


Abb. 2: Energie-Input der Rohholzproduktion in MJ/t atro (atro = absolut trockenes Rohholz)

len. Entsprechende Ökobilanzen wurden in einer Reihe von Forschungsprojekten entwickelt.

Das Ziel dieser Arbeiten ist, Ökobilanzen für alle wichtigen Holzprodukte zu erstellen und der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Bevor auf einige Ergebnisse eingegangen wird, soll auf die Methodik der Ökobilanzierung kurz eingegangen werden.

graphisches Gebiet abgegrenzt, zeitlich auf einen bestimmten Bilanzierungszeitraum und sachlich auf einen bestimmten Prozeß oder auf eines oder mehrere Produkte begrenzt. Ein weiterer Schritt ist die Definition der sogenannten „funktionalen Einheit“ (z. B. eine Tonne Holz, ein Holzprodukt mit bestimmter Qualität und technischen Eigenschaften). Auf diese Einheit werden alle erhobenen Daten bezogen.

Sachbilanz

In der Sachbilanz werden alle umweltrelevanten stofflichen und energetischen Ströme über die Bilanzraumgrenze hinweg sowie die Ströme innerhalb des Bilanzraumes erfaßt. Alle Daten werden auf die vorher definierte funktionale Einheit bezogen. Um nachvollziehen zu können, wo und wann bestimmte Stoff- oder Energieflüsse auftreten, wird ein Produktionsprozeß oder der Lebensweg eines Produktes in klar voneinander abgrenzbare Module unterteilt. Für jedes dieser Module wird eine Teilbilanz erstellt. Die Summe der Teilbilanzen ergibt die Gesamtsachbilanz. Werden bei einem Produktionsprozeß mehrere Produkte produziert, so werden die umweltrelevanten Daten den einzelnen Produkten anteilmäßig zugeordnet.

Wirkungsabschätzung

Aufgabe der Wirkungsabschätzung ist es, die positiven und negativen Wirkungen des bilanzierten Systems auf die Umwelt zu verdeutlichen. Dies geschieht, indem der Beitrag zu bestimmten Wirkungskategorien wie Treibhauseffekt, stratosphärischer Ozonabbau, Versauerung, Eutrophierung etc. durch Indikatoren ermittelt wird. Dazu werden die Daten der Sachbilanz herangezogen. Durch die Einteilung in Kategorien lassen sich gleichzeitig die unübersichtlichen Informationen der Sachbilanz besser handhaben. Bei der Herleitung der Wirkungsindikatoren ist unbedingt auf Transparenz zu achten. Neben den quantifizierbaren Wirkungen auf die Umwelt sollten auch die bisher nur

Tab. 1: Sachbilanzergbnis des Moduls „Biologische Produktion“, bezogen auf eine Tonne absolut trockenes Rohholz

Input		Output	
CO ₂	1 851 kg	Holz	1 000 kg
Wasser	1 082 kg	Wasser	541 kg
		Sauerstoff	1 392 kg

qualitativ zu erfassenden Umweltwirkungen in der Wirkungsbilanz aufgeführt werden. Dazu gehören z. B. die positiven Wirkungen des Waldes im Bereich Klima-, Wasser-, Erosions- und Lawenschutz.

Interpretation

Abgeschlossen wird eine Ökobilanz mit der Interpretation und Bewertung der Ergebnisse von Sachbilanz und Wirkungsabschätzung. Die Bewertungskriterien können, abhängig von der Zielsetzung und den Wertvorstellungen, sehr unterschiedlich sein. Bisher sind die unterschiedlichsten Bewertungsansätze (normative und verbalargumentative) in der Diskussion. Es ist allerdings nicht abzusehen, daß ein bestimmtes Verfahren vorgeschrieben wird. Wichtig ist nur, daß die Herleitung eines Bewertungsverfahrens transparent und nachvollziehbar ist. Nur so sind die Bewertungsergebnisse einer kritischen Überprüfung zugänglich.

BEISPIEL: ROH HOLZ-PRODUKTION IN DEUTSCHLAND

Eine Ökobilanz für die Rohholzproduktion ist von besonderer Bedeutung, weil sie die Voraussetzung für nachfolgende Produkt-Ökobilanzen von Holzprodukten ist. Denn am Anfang eines Produktionsprozesses steht immer die Erzeugung bzw. Gewinnung der benötigten Rohstoffe. Auszugsweise und stark verkürzt werden im folgenden einige Ergebnisse einer Ökobilanz für die Rohholzproduktion in Deutschland vorgestellt.

Zieldefinition

Ziel dieser Ökobilanz war es, die wesentlichen Produktionsabschnitte der Rohholzproduktion in Deutschland so vollständig wie möglich zu erfassen. Die Rohholzproduktion besteht aus zwei ineinander greifenden Produktionsprozessen: Zum einen die „Biologische Produktion“ von Holzmasse durch Photosynthese und zum anderen die „Technische Produktion“ von Rohholz durch waldbauliche Maßnahmen wie das Pflanzen, die Pflege von Kulturen, Durchforstungen und die Endnutzung. Abbildung 1 zeigt graphisch die Modulstruktur der Rohholzproduktion.

Die Submodule auf der linken Seite sind die stets notwendigen Produktionsschritte der technischen Produktion in ihrer zeitlichen Abfolge. Auf der rechten Seite sind Produktionsschritte zu finden, die unregelmäßig und nur bei Bedarf durchgeführt werden. Das zu bilanzierende System befindet sich innerhalb des sogenannten Bilanzraums, markiert durch eine räumliche, sachliche und zeitliche Bilanzraumgrenze.

Räumliche Abgrenzung bedeutet, das System wird geographisch auf einen bestimmten Raum begrenzt, hier Deutschland. Sachlich wird das System von anderen Produktionssystemen abgegrenzt, indem jeder Produktionsabschnitt (Modul, Submodul) in seinen Abläufen eindeutig beschrieben wird. Zeitlich erstreckt sich der Bilanzraum auf das Jahr 1995.

Alle stofflichen und energetischen Flüsse, welche die Bilanzraumgrenze überschreiten, werden in der Sachbilanz erfaßt. Funktionale Einheit, auf die sich alle umweltrelevanten Daten beziehen, ist eine Tonne absolut trockenes (t atro) Rohholz.

Sachbilanz

Tabelle 1 zeigt das Ergebnis der Sachbilanz für das Modul „Biologische Produktion“. Es wurde ein sehr vereinfachter Ansatz gewählt, bei dem nur die wesentlichen für den Aufbau von Holz erforderlichen Stoffströme berücksichtigt sind.

Faßt man die Ergebnisse der Sachbilanz der Module „Biologische Produktion“ und „Technische Produktion“ zusammen, so können zwei wesentliche Feststellungen gemacht werden:

- Die Rohholzproduktion verbraucht, wie Abbildung 2 zeigt, vergleichsweise wenig fossile Energie. Lediglich der Kraftstoff für die Forstmaschinen schlägt hier zu Buche.
- Die Kohlendioxid(CO₂)-Emissionen, welche aus dem Kraftstoffverbrauch der Forstmaschinen resultieren, sind daher sehr gering (Abb. 3). Man kann die Rohholzproduktion als nahezu CO₂-neutral bezeichnen, da das in der Holzmasse gespeicherte CO₂ ausschließlich der Atmosphäre entzogen wurde. Bei der Verbrennung von Holz oder dem natürlichen Verrotten wird daher kein zusätzliches CO₂ freigesetzt, sondern nur das aus der Atmosphäre stammende.

Wirkungsabschätzung

Ein wichtiges Resultat der Wirkungsabschätzung ist, daß durch die Verwendung von langlebigen Holzprodukten dem Treibhauseffekt entgegengewirkt werden kann. Holz hat nämlich als einziger Rohstoff ein negatives Global Warming Potential (Global Warming = Treibhauseffekt). Durch Photosynthese werden verhältnismäßig große Mengen treibhausrelevantes CO₂ gebunden. Im Vergleich

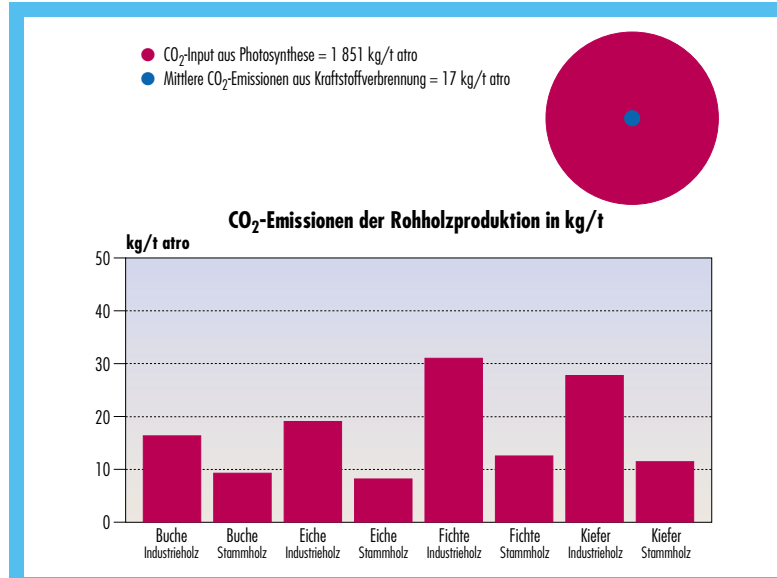


Abb. 3: CO₂-Input aus Photosynthese und CO₂-Emissionen der Rohholzproduktion in kg/t atro (atro = absolut trockenes Rohholz). Unten: Aufschlüsselung des mittleren Wertes der CO₂-Emissionen nach einzelnen Baumarten

dazu werden aber nur geringe Mengen Treibhausgase (z. B. Kohlendioxid, Methan, Lachgas, Stickoxide) durch den Einsatz von Maschinen während der Waldpflege und Holzerte freigesetzt.

Ermitteln läßt sich das Global Warming Potential, indem man zunächst die in der Sachbilanz quantifizierten treibhausrelevanten Gase zusammenstellt. Da sich die einzelnen Gase in ihrer Wirkung auf die Atmosphäre teils sehr deutlich unterscheiden, muß für jedes Gas ein entsprechender Faktor in die Berechnungen eingehen. Die „Treibhauswirkung“ von Methan ist zum Beispiel 21 mal höher als die von Kohlendioxid.

Wird CO₂ als Basisgröße genommen, muß für eine Wirkungsabschätzung die Menge des gebildeten Methans mit dem Faktor 21 multipliziert

werden. Tabelle 2 zeigt beispielhaft die Ergebnisse für Buche und Fichte. Für Eiche und Kiefer liegen die Verhältnisse ähnlich.

Die geringeren Emissionswerte beim Stammholz erklären sich unter anderem dadurch, daß für die Ernte von Stammholz weniger Zeit eingesetzt und damit weniger Treibstoff verbrannt werden muß als für die Ernte von Industrieholz. Durch den Aufbau von Holzmasse wird der Atmosphäre CO₂ entzogen und im Holz festgelegt. Durch die Verwendung langlebiger Holzprodukte wird demnach aktiv zur Verringerung des Treibhauseffektes beigetragen.

FOLGERUNGEN

Ökobilanzen werden in der Zukunft ein wichtiges Instrument für die ökologische Bewertung von Produkten sein. Für Holzprodukte bieten sie die Chance, ihre ökologischen Vorteile gegenüber anderen konkurrierenden Materialien unter Beweis zu stellen.

Ökobilanzen können darüber hinaus aber auch Schwachstellen im Produktionsprozeß aufdecken und zur ökologischen Optimierung von Holzprodukten oder Produktionsprozessen beitragen.

Jörg Schweinle, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Ökonomie, 21027 Hamburg

Tab. 2: Global Warming Potential (GWP) der Rohholzproduktion von Buche und Fichte in kg/t atro Rohholz (atro = absolut trockenes Rohholz)

Emissionen	GWP-Faktor	Buche Industrieholz	Buche Stammholz	Fichte Industrieholz	Fichte Stammholz
Kohlendioxid (CO ₂)	1	16,41	8,77	31,19	12,29
Methan (CH ₄)	21	0,21	0,11	0,40	0,16
Lachgas (N ₂ O)	270	0,002	0,001	0,004	0,001
Kohlenmonoxid (CO)	3	1,1	0,63	3,17	0,80
Stickoxide (NOx)	40	7,62	4,01	12,99	5,73
flüchtige Kohlenwasserstoffe (NMVOC)	11	2,07	1,18	5,60	1,52
Summe (Emission x GWP-Faktor)		27,41	14,71	53,36	20,51
abzüglich des CO ₂ -Inputs		1.851	1.851	1.851	1.851
Bilanz (Global Warming Potential)		-1.823,59	-1.836,29	-1.797,64	-1.830,49