

K. Sedlbauer, K. Tanaka

Rechenprogramme zur Sach-Ökobilanz auf dem Prüfstand

1. Hintergrund und Zielsetzung

Die Notwendigkeit, Heizenergie zu sparen, ist allgemein anerkannt. Immerhin beträgt der Energieverbrauch zur Nutzung von Gebäuden, hauptsächlich zur Deckung des Heizenergiebedarfs, ca. 50% des gesamten Energieverbrauchs eines Industrielandes [1]. Dabei wurden in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Niedrigenergiehäusern gebaut, deren Heizenergieverbräuche deutlich gesenkt werden konnten, vgl. z.B. [2]. Weitergehende Überlegungen gehen hin zum Nullheizenergiegebäude und sogar zum energieautarken Haus. Allerdings stößt diese Bestrebung an Grenzen, nämlich immer dann, wenn zur Herstellung oder Entsorgung mehr Energie benötigt wird, als anschließend in der eigentlichen Nutzung eingespart werden kann [3]. Energieautarke Häuser z.B. benötigen zwar während der Nutzungsphase keine von außen zugeführte Energie, ihre Herstellung und Entsorgung, insbesondere bei Einsatz von Photovoltaik und Batterien, erfordert jedoch einen erheblichen Energieaufwand, so daß zum heutigen Zeitpunkt nicht von einer positiven Gesamtbilanz gesprochen werden kann.

Auf der anderen Seite erreicht die Diskussion um ressourcenschonendes Bauen einen vorläufigen Höhepunkt. Dazu trägt zum einen das im Oktober 1996 in Kraft getretene KrW-/AbfG [4] bei, zum anderen schießen Ökobilanzen verschiedener Bauprodukte, meist aus Marketinggründen durchgeführt, wie Pilze aus dem Boden. Solche Bilanzen betrachten die Umwelteinflüsse eines Produkts mittels einer Analyse des gesamten Lebensweges und bestehen aus Sach- und Wirkbilanz sowie abschließender Bewertung. Es werden allerdings meist nur die Energie- und Stoffströme der Lebenswegphasen Rohstoffherstellung, Transport, Montage und Entsorgung erfaßt. Nur äußerst selten gehen die Bilanzierer auf Effekte wie Stoffströme, hervorgerufen durch Instandsetzungen oder Reparaturen während der Nutzung, ein. Gebäude zeichnen sich aber im Vergleich zu Konsumgütern vor allem durch ihre lange Lebensdauer aus. Hierbei verursachen Transmissionswärmeverluste über etliche Jahrzehnte hinweg, bedingt durch die Beheizung, erhebliche Emissionen. Für eine gesamtheitliche Betrachtung eines Bauprodukts ist es daher notwendig, die Energie- und Stoffströme aller Lebenswegphasen einschließlich der Nutzung zu erfassen.

2. Untersuchte Softwaresysteme

Um die große Anzahl von Daten für eine derartige Ökobilanzierung zu erfassen, erscheint es sinnvoll, bereits vorhandene EDV-Systeme zur Sachbilanzierung zu verwenden. Drei verschiedene, verfügbare Systeme wurden u.a. hinsichtlich einer Anwendung bei der Bilanzierung von Bauprodukten unter Berücksichtigung der im Bau spezifischen langen Nutzungsdauern untersucht mit dem Ziel, die Vor- und Nachteile der einzelnen Programme möglichst objektiv darzustellen ohne Aggregation und Angabe einer Rangfolge. Vielmehr soll es dem Nutzer ermöglicht werden, durch eigene Gewichtung der einzelnen Bewertungskriterien seine Auswahl durchzuführen. Der Programmvergleich erfolgte nach einer Aufstellung von Vergleichskriterien und Anforderungen an die Bilanzverfahren am Beispiel der Ökobilanz einer Dachkonstruktion [5]. Die fachspezifischen Fragen der Bilanzierung von Bauprodukten befassen sich damit, welche Daten zu Bauprozessen vorhanden sind und wie die Programme die Problematik der Lebenswegphasen, z.B. die lange Nutzungsphase von Bauprodukten, umsetzen können. Dazu wird z.B. hinterfragt, ob und wie bauspezifische sowie speziell bauphysikalische Anforderungen bei Untersuchungen von Bauteilen von den Programmen bewältigt werden können. Die Softwaresysteme wurden als Hilfsmittel bei der Analyse und Bilanzierung von Stoff- und Energieströmen entwickelt. Trotz unterschiedlicher Methoden und Vorgehensweisen lehnen sich die Programme an das Verfahren der Produkt-Ökobilanz [6] an. Folgende in [5] detailliert beschriebenen Programme wurden untersucht:

- GABI 2.0 vom Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde, Universität Stuttgart (IKP), vgl. [7],
- EUKLID 4.6, vom Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung, Freising (ILV), vgl. [8],
- UMBERTO 2.0 vom Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg (ifeu) und Institut für Umweltinformatik, Hamburg (ifu), vgl. [9].

3. Beurteilung der Programme

Die Tabellen 1 und 2 geben einen Überblick über die Beurteilung der Programme. Die einzelnen Bewertungskriterien wurden beispielhaft gewichtet, um den Stellenwert des Kriteriums aus der Sicht eines Bauphysikers hervorzuheben.

Tabelle 1: Bewertung der Programme nach allgemeinen Kriterien

Allgemeine Kriterien		Wichtung der Kriterien	Bewertung der Programme		
			GABI	EUKLID	UMBERTO
Datenbank-inhalte	Anzahl der Stoffe und Energien	+	+	●	+
	Anzahl der Prozesse	+	+	●	+
	Dokumentation	+	+	+	+
Prozesskette-/Dateneingabe	Darstellung	●	+(graphisch)	●(tabellarisch)	+(graphisch)
	Verknüpfung	●	+(graphisch)	+(halb-automatisch)	+(graphisch)
	Input/Output Beziehungen	●	●(linear)	●(linear)	+(Funktionen)
	Aufwand bei Datenänderung (modulbezogen)	●	+	●	+
Methodenunterstützung	Allokation	●	+	●	●
	Massebilanz	●	●	+	+
	Bilanzraumgrenzen	●	●	+	●
Daten-austausch	Import	+	x	-	x
	Export	+	x	x	x
Berechnung	Aufwand	●	●	+	+
	Vergleichbarkeit zum Sollwert	+	+	+	+
Ergebnisausgabe	Einteilung	●	+	+	+
	Detaillierung	+	+	+	+
	Dokumentation	+	●	+	●
	Graphische Ausgabe	-	x	-	x

Wichtung der Kriterien:
 + sehr wichtig
 ● wichtig
 - unwichtig

Bewertung der Programme:
 + gut
 ● befriedigend
 x vorhanden
 - unbefriedigend, nicht vorhanden

Diese Gewichtung ist somit subjektiv und wird bei anderen Nutzern unterschiedlich ausfallen. Um die Subjektivität der Bewertung zu relativieren, werden einzelne Ergebnisse des Programmvergleichs aus [5] demnächst veröffentlicht. Die Untersuchung ergab, daß alle Systeme für die Bilanzierung der Herstellung eines Produktes geeignet sind. Aus der

Tabelle 2: Bewertung der Programme nach fachspezifischen Kriterien der Lebenswegphasen eines Bauproduktes

Fachspezifische Kriterien der Lebenswegphasen		Wichtung der Kriterien	Bewertung der Programme		
			GABI	EUKLID	UMBERTO
Herstellung	Bauprodukte	+	-	-	-
	Vorprodukte Vorketten	●	●	●	●
Nutzungsphase	Zeitabhängigkeit	+	-	-	●
	Wärmebereitstellung	●	+	●	+
	Instandsetzung	●	+	●	●
Entsorgung	Entsorgungs-module	●	●	+	●
	Stoffkreisläufe	●	+	+	+

Wichtung der Kriterien:
 + sehr wichtig
 ● wichtig
 - unwichtig

Bewertung der Programme:
 + gut
 ● befriedigend
 x vorhanden
 - unbefriedigend, nicht vorhanden

durchgeführten Beispielbilanz kann aber generell gefolgt werden, daß es vorteilhaft ist, auf vorhandene Software zurückzugreifen, diese aber grundlegend für eine Modellierung der Nutzungsphase zu erweitern. So sollte die Beschreibung von Bauprodukten im Nutzungszeitraum hinsichtlich der dabei auftretenden Stoff- und Energieströme durch z.B. Wartungsarbeiten möglich sein. Dabei sind zeitabhängige Kennwerte der Bauprodukte zu berücksichtigen, um eine jährliche Ausgabe der Stoff- und Energieströme zu ermöglichen. Dies könnte in einem neuen Modul „Nutzung“ für die Sachbilanz von Bauprodukten erfolgen.

4. Ausblick

Rohstoffverbräuche und Emissionen, produziert bei Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Gebäudes, haben einen erheblichen Anteil an den gesamten Umweltbelastungen. Um diese Auswirkungen zukünftig zu begrenzen, ist es sinnvoll, die Stoffströme eines Bauproduktes inklusive der Nutzungsphase mit Hilfe einer „Ökobilanz“ zu analysieren und zu minimieren. Dabei erscheint es sinnvoll, auf bestehende EDV-Systeme zur Bilanzierung umweltspezifischer Stoffströme zurückzugreifen und diese entsprechend zu ergänzen. Um die genauen Stoffströme der Nutzungsphase, wie beispielsweise den Energiebedarf, durch Transmissionswärmeverluste zu berechnen, wird derzeit ein Modell und eine Erweiterung des Programms EUKLID erarbeitet und zu Beginn des Jahres 1998 der Öffentlichkeit vorgestellt. Damit sollte es möglich sein, die Beurteilung von Bauteilen und -materialien nach technischen, bauphysikalischen und ökologischen Gesichtspunkten incl. der Nutzungsphase durchzuführen.

5. Literatur

- [1] Kohler, N.: Energie- und Stoffflußbilanzen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer. Schlußbericht, Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern (1994).
- [2] Gertis, K.: Energieeinsparung und Solarenergienutzung im Hochbau - Erreichtes und Erreichbares. Rhein.-Westf. Akad. Wiss. Votr. N 340, S. 5-32. westdeutscher Verlag, Opladen (1985)
- [3] Gertis, K.: Niedrigenergie- oder Niedrigentropiehäuser? CCI 29 (1995), H. 4, S. 134-136
- [4] Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz KrW-/AbfG - Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen v. 27.9.1994, BGBl I 1994, S. 2705
- [5] Tanaka, K.; Sedlbauer, K.; Häussermann, R.: Vergleich und Bewertung von Rechenprogrammen zur Sachbilanzierung in einer Ökobilanz an Beispielen. Bericht GB 137/1997 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Juli 1997 (wird demnächst veröffentlicht).
- [6] DIN EN ISO 14040, Entwurf, Produkt-Ökobilanz, Prinzipien und allgemeine Anforderungen. Beuth Verlag, Berlin (1996).
- [7] Eyerer, P.: Ganzheitliche Bilanzierung, Werkzeug zum Planen und Wirtschaften in Kreisläufen. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1996).
- [8] Wirtschaftsorientierte Strategische Allianz Ökobilanz der Fraunhofer-Gesellschaft (Hrsg.): Branchenübergreifende Methodenentwicklung zur Bilanzierung und Bewertung der Umwelteinwirkungen von Produkten, Prozessen und technischen Systemen. Karlsruhe (1996).
- [9] Schmidt, M.; Häuslein, A.: Ökobilanzierung mit Computerunterstützung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1996).



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis

D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00

D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0