Baustoffdeklarationen nach SIA-Dokumentation D093: eine Anwendung am Beispiel Flachdach

Autor(en): **Kasser, Ueli**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **111 (1993)**

Heft 32

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-78221

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Baustoffdeklarationen nach SIA-Dokumentation D093

Eine Anwendung am Beispiel Flachdach

Bauprodukte enthalten zum Teil problematische Inhaltsstoffe, die bei der Verarbeitung, während der Nutzung oder der späteren Entsorgung in die Umwelt gelangen. Bauherren, Planer und Unternehmer könnten bei der Materialwahl Wesentliches zur Verminderung dieser Belastung beitragen. Eine verbesserte Produkteinformation und ein vertieftes Wissen über die Wirkung von Problemstoffen und die Ökologie von Baustoffen helfen ihnen dabei.

VON UELI KASSER, ZÜRICH

Die Baustoffdeklarationen sollen die Verständigung über ökologische Merkmale verbessern und aufgrund der objektiven Informationen zusätzliche Entscheidungskriterien für die Materialwahl geben.

Eine Arbeitsgruppe der Fachgruppe für Architektur des SIA hat für elf verschiedene Baustoffgruppen Deklarationsraster erarbeitet. Diese sind für Planer, Architekten und Fachingenieure bestimmt, die die Hersteller dazu auffordern können, die ökologischen Merkmale von bestimmten Produkten zu deklarieren.

Der Hersteller ist mit dem SIA-Deklarationsraster aufgefordert, alle vorgegebenen Merkmale quantitativ, nach einheitlicher Nomenklatur und vorgegebenen Beurteilungskriterien anzugeben. Er kann weder positive ökologische Eigenschaften besonders hervorheben, noch negative Merkmale des Produktes weglassen oder verharmlosen. Das ermöglicht den Benutzern, objektive Quervergleiche zwischen verschiedenen Produkten anzustellen.

Beschränkung auf das Wichtigste

Die häufigsten Merkmale, die in allen elf Rastern immer wieder vorkommen, sind in Bild 1 dargestellt. Sie sind in den Deklarationsrastern getrennt nach den Phasen: Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung aufgeführt. Die Angaben sind quantitativ und auf eine leistungsnormierte Grösse bezogen (Fläche, Längeneinheit, relative oder absolute Ausgiebigkeit):

☐ Im Abschnitt «Herstellung» erhalten die Benutzer wesentliche Informatinen über die Zusammensetzung und teilweise über die Herkunft der Materialien (nachwachsende Rohstoffe, Recyclate).

☐ Bei der «Verarbeitung» interessieren vor allem das Ausmass der Lösungsmittelemissionen sowie die Anwesenheit arbeitshygienisch besonders auffälliger Stoffe wie z.B. lungengängiger Fasern oder allergieauslösender Stoffe (sog. Sensibilisatoren).

☐ Unter «Nutzung» deklariert der Hersteller alle ökologisch relevanten Bestandteile, die in chemisch nicht gebundener Form im Produkt vorhanden sind. Es geht z.B. um Betonzusatzmittel, Farbpigmente, Weichmacher, Brandschutzmittel, u.a. Als ökologisch relevant gelten alle Substanzen, die gemäss Kennzeichnungspflicht der EG mit einem oder mehreren R-Sätzen gekennzeichnet werden müssen. (R-Sätze weisen auf gewisse Gefahren für Menschen und Umwelt hin. Sie lassen viel differenziertere Aussagen als beispielsweise die Giftklasse zu, die in der Übergangsphase der Anpassung des Giftgesetzes an die EG-Normen alternativ oder ergänzend deklariert werden kann). Über die Wahrscheinlichkeit des Austretens eines umweltrelevanten Bestandteils aus dem Produkt während der Nutzung oder allenfalls der Entsorgung macht die Baustoffdeklaration keine Aussage. Zu viele Faktoren, die zum Zeitpunkt der Deklaration nicht bekannt oder quantifizierbar sind, können eine solche Emission beeinflussen.

☐ Schliesslich werden im Hinblick auf eine «Entsorgung» verschiedene qualitative Aussagen gemacht: Wird ein Produkt als wiederverwertbar deklariert, so muss der Hersteller bereits heute vier genau definierte Bedingungen für die Rücknahme seiner Produkte erfüllen. Auch bei der unschädlichen Vernichtbarkeit (Verbrennung) oder bei Inertstoffen (Deponienung nichtbrennbarer Baustoffe) sind die Anforderungen genau definiert und im Zweifelsfalle chemisch-analytisch überprüfbar.

Zwar liegt mit der Baustoffdeklaration keine vollständige Beurteilungsgrundlage – etwa im Sinne einer Ökobilanz – vor, aber der Informationsgehalt geht weit über das hinaus, was heute üblicherweise auf technischen Merkblättern und anderen Herstellerunterlagen über Ökologie und Umweltrelevanz aufgeführt ist.

Wer sich bisher noch nie mit Baustoffökologie beschäftigt hat, wird es anfänglich eher schwer haben, die Informationsfülle zu gewichten und zu interpretieren. Der SIA führt deshalb zu die-

Ökologische Merkmale	Angaben durch den Hersteller
Herstellung	
– Nachwachsende Rohstoffe	Massen %, Bezeichnung
– Recyclate	Massen %, Bezeichnung
– Beschichtungen, Bindemittel, Kaschierungen, Trägermaterial	Massen %, Chemische Bezeichnung
Verarbeitung	
– Kohlenwasserstoffemissionen	Masse pro Bezugsgrösse, LRV-Klasse
– Arbeitshygienisch besonders auffällige Substanzen	Masse pro Bezugsgrösse, Eigenschaften je nach Wirkungstyp
Nutzung	
– Ökologisch relevante Bestandteile (Kriterien: Kennzeichnungspflicht gemäss Schweiz. Giftgesetz resp. Gefahrenkennzeichnung EG)	Massen %, Giftklasse, R-Sätze
Entsorgung	
– Wiederverwertbarkeit	ja/nein, oder geplant gemäss genau definierten Kriterien
– Unschädliche Vernichtbarkeit (Verbrenniung)	Höchstwerte für Halogene und Schwermetalle sind über- oder unterschnitten
– Deponierbarkeit als Inertstoff	ja/nein gemäss TVA

Bild 1. Die häufigsten Merkmale, die durch den Herstellter zu deklarieren sind

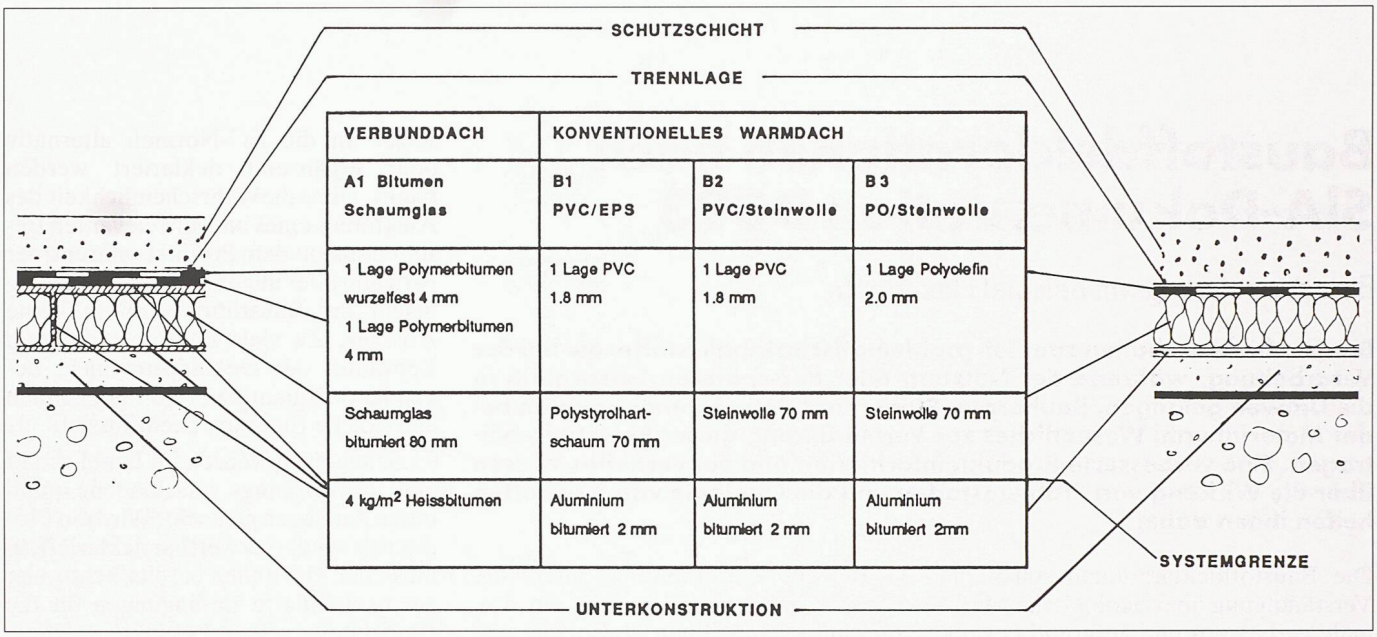

Bild 2. Systemgrenze für den Vergleich von Materialvarianten zweier Flachdachkonstruktionen

sem Thema spezielle Weiterbildungskurse durch (vgl. Kästchen).

Flachdach – anspruchsvolles Praxis-Beispiel

Einen Verputz, der später einmal problemlos als sogenannter Inertstoff entsorgt werden kann, oder ein Fassadenelement, das lösungsmittelfrei beschichtet wurde, finden die Benutzer rasch und zweifelsfrei durch den Vergleich der eingeholten Hersteller-Baustoffdeklaration entsprechender Produkte.

Geht es jedoch um ganze Konstruktionen mit Material- und Produktevarianten, so wird die Interpretation der Unterlagen erheblich schwieriger. Hierzu sind nämlich mehrere Deklarationen nötig, und die Eigenschaften und Merkmale der Produkte können sich unter Umständen durch den Verbund in einer Konstruktion verändern.

Ein Beispiel: In Bild 2 sind vier Flachdachtypen beschrieben, die etwa gleichwertige Wärmedämmeigenschaften aufweisen [1]. Es sind vier Systemlösungen, wie sie auf dem Markt für begrünte Terrassen angeboten werden:

- Variante A1 ist ein Verbunddach, bei dem die Schaumglaswärmedämmplatten in Bitumen eingegossen und mit zwei Polymerbitumenbahnen gegen Wasser abgedichtet werden.
- Bei den anderen drei Beispielen mit konventionellem Aufbau wurden Folienmaterialien und Wärmedämmstoffe variiert. Bei diesen drei Varianten ist im Gegensatz zu Beispiel A1 eine Dampfsperre auf der Unterkonstruktion notwendig. Gewählt wurde eine mit Bitumen behandelte Aluminiumfolie für alle drei Foliendächer. In Variante B1 wird eine herkömmliche PVC-Folie über expandierte Polystyrolhartschaumplatten verlegt. Anstelle des Kunststoffschaums kann auch eine weitgehend mineralische Dämmung (Variante B2) gewählt werden. Letztere wird schliesslich in Variante B3 mit der neuen Polyolefin-Folie kombiniert.

Unterkonstruktion, Voranstrich auf die Unterkonstruktion, Trennlage und Nutzschicht werden als konstant behandelt und nicht in den ökologischen Vergleich einbezogen (vgl. Systemgrenze in Bild. 2).

20 verschiedene Stoffgruppen

Für unseren Vergleich müssen für neun verschiedene Produkte Baustoffdeklarationen eingeholt werden:

- Polymerbitumenbahn wurzelfest
- Polymerbitumenbahn
- Schaumglas bituminiert
- Heissbitumen
- PVC-Folie
- Polyolefin-Folie
- Expandierte Polystyrol-Hartschaumplatte
- Mineralwolleplatte
- Dampfsperre aus Aluminium bituminiert (Polymerbitumen).

Es wurden neun handelsübliche Produkte ausgewählt. Produkte derselben Materialgruppe von verschiedenen Herstellern können sich unter Umständen erheblich unterscheiden, insbesondere bezüglich Masse, Anteil Recyclate, Gefährdungspotential von Additiven, Bindemittelgehalt und Entsorgungseigenschaften.

(Da es in diesem Artikel nicht um eine Produktebeurteilung, sondern um die Prinzipien der Beurteilungsmethode geht, wurde auf die Angabe der Markennamen und Vergleiche zwischen verschiedenen Produkten derselben Materialien verzichtet.)

Aus den eingeholten Deklarationen geht hervor, dass sich insgesamt über 20 verschiedene Stoffgruppen hinter den gewählten neun Produkten für die vier Konstruktionstypen verbergen. Bei solcher Vielfalt wird ein Vergleich ausserordentlich schwierig.

Mit den Baustoffdeklarationen und etwas Materialkenntnissen lassen sich jedoch die angegebenen Stoffe pro Quadratmeter quantifizieren und in Stoffgruppen zusammenfassen (Bild 3).

Auffallend ist bei dieser Gruppierung, dass bei allen Varianten praktisch alle

SIA-Baustoffdeklaration – Weiterbildungskurse

- 30. Sept.–1. Okt. 1993, Kartause Ittingen TG
- 6.–7. Okt. 1993, Ausbildungszentrum Löwenberg bei Murten

Teilnehmer und Teilnehmerinnen lernen Deklarationen von Baustoffen bei der Material- und Konstruktionswahl in der Projektierungs- und Ausführungsphase von Hochbauten anzuwenden. Sie lernen, die ökologischen Vor- und Nachteile von Baustoffen anhand der Deklarationen vergleichend zu beurteilen.

Diese Fähigkeit wird an Beispielen geübt. Dazu werden die notwendigen Grundlagen auf Gesetzesebene, in der Schadstoffökologie, Chemie und Materialkunde vermittelt. Schliesslich wird der Erfahrungsaustausch über materialökologische Probleme in der Baupraxis gefördert.

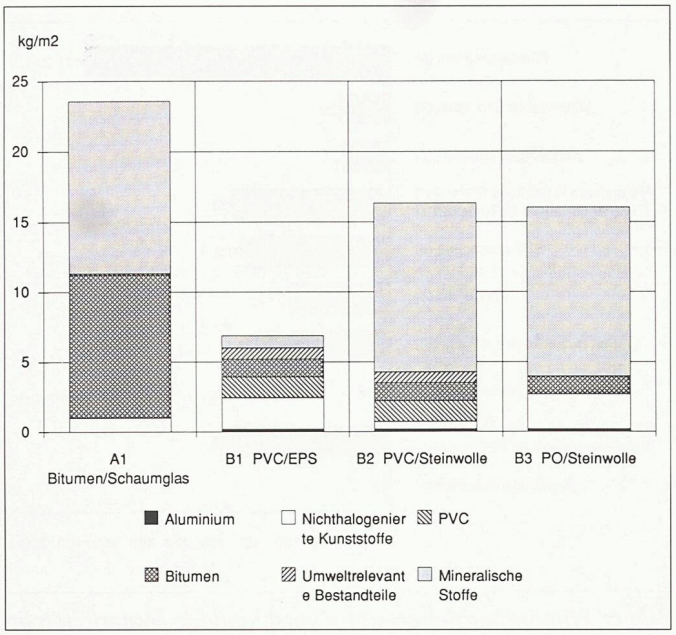

Bild 3. Massenbilanzen nach Materialgruppen

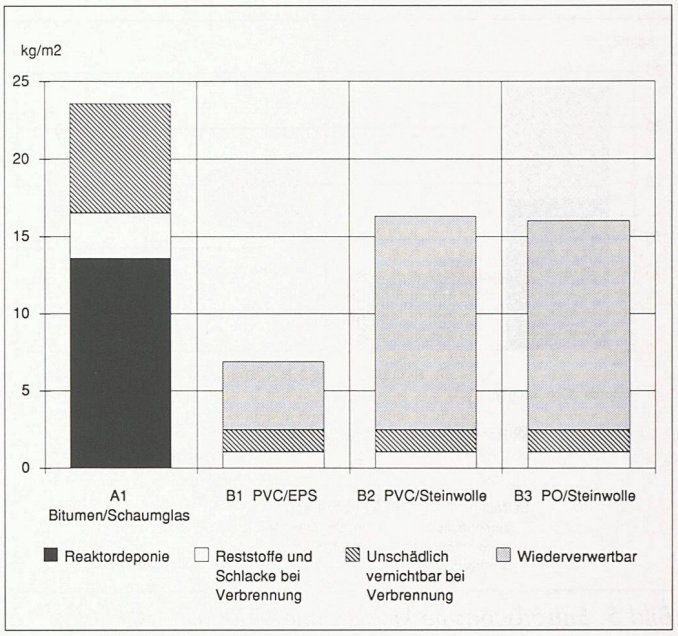

Bild 4. Entsorgungsmerkmale mit Wiederverwertung

Materialtypen vertreten sind. Als nicht halogenierte Kunststoffe sind Polyestervliese, Polypropylenkaschierungen, Komponenten aus Polymerbitumen (alle Varianten), Polystyrolschaumstoffe (Variante B1), Phenolharze als Bindemittel für Mineralwolle (Variante B2, B3) sowie die Polyolefinfolie (Variante B3) zusammengefasst. PVC kommt nur in den Konstruktionen B1 und B2 vor. Das Bitumen ist Bestandteil in den Dampfsperren, in den Schaumglasplanen, in den Polymerbitumenbahnen und wird als reines Produkt zum Eingiessen der Schaumglasplatten (A1) verwendet.

Als umweltrelevante Bestandteile im Sinne des SIA-Deklarationsrasters ist in Variante A1 in sehr geringen Mengen (30 g/m² resp. ca. 1‰) ein Herbizid als Wurzelschutz des Polymerbitumens vorhanden. In Variante B1 und B2 sind ca. je 800 g pro m² umweltrelevante Stoffe vorhanden. Es handelt sich vor allem um Kunststoffadditive wie Weichmacher, Stabilisatoren, Biozide und Brandschutzmittel in der PVC-Folie resp. im Kunststoffschaum. Die Variante B3 ist frei von umweltrelevanten Bestandteilen. Die Polyolefinfolie wurde speziell als alternatives Material zu PVC entwickelt und benötigt keine umweltgefährdenden Additive.

Sand, Talk, Gesteinsmehl, Glasvliese, Schaumglas sowie Mineralwolle sind unter dem Begriff «Mineralische Stoffe» zusammengefasst. Wegen der Wärmedämmung ist der Aufwand an mineralischen Stoffen in den Varianten A1, B2 und B3 verhältnismässig gross; aber auch Variante B1 besteht noch zu 10% aus mineralischen Stoffen. Schliesslich ist bei den Foliendämmungen noch ein Aufwand an je 215 g/m² Aluminium für die Dampfsperre notwendig. Das Ergebnis ist an sich plausibel: Mineralische Wärmedämmungen verursachen beim Flachdach einen höheren Materialaufwand, dagegen wird das geringere Gewicht der Kunststoffkonstruktion mit einem Mehraufwand an umweltrelevanten Bestandteilen «bezahlt». Mit der Polyolefinfolie ist es offenbar gelungen, diese Nachteile bei der Abdichtung aufzuheben. Eine abschliessende, vergleichende Bewertung der Umweltbelastung bei der Herstellung ist alleine mit den Deklarationsrastern nicht möglich. Dazu sind genauere Kenntnisse über die Herstellung der über 20 Stoffgruppen notwendig (vgl. Abschnitt «Weitergehende Betrachtungen»).

Optimierung dank Deklarationsraster

Die Benutzer können jedoch anhand der Angaben ihre Auswahl in die eine oder andere Richtung optimieren: Jemand, der dem geringsten Materialaufwand mit möglichst wenig umweltgefährdenden Stoffen höchste Prioritat einräumt, wird sich für einen Kunststoffschaum mit Polyolefinfolie entscheiden. Wer eine Variante mit möglichst mineralischen und wenig veredelten Materialien bevorzugt, wird sich für das Verbunddach entscheiden. Manche werden sich mit den genannten Varianten nicht zufriedengeben und möchten beispielsweise mehr Recyclingprodukte (z.B. Glaswolle, Schlackenwolle usw.) oder nachwachsende Stoffe (wie Kork) fördern.

Die entsprechenden Baustoffdeklarationen sagen ihm, bis zu welchem Anteil dies möglich ist oder welche Nachteile sich unter Umständen daraus ergeben. Und selbstverständlich wird man bei der Wahl auch die Entsorgungseigenschaften, die ebenfalls den Baustoffdeklarationen entnommen werden können, miteinbeziehen.

Alle Dichtungsbahnen und Dampfsperren können gemäss Deklaration lösungsmittelfrei verarbeitet werden. Die Kohlenwasserstoff-Emissionen bei der Heissbitumenverarbeitung betragen je nach Verarbeitung schätzungsweise 50 bis 150 g/m³ und sind als lufthygienischer Nachteil des Verbunddachs (A1) zu werten.

Trennbarkeit – Voraussetzung für die Verwertung

Nach dem Schweizerischen Abfallkonzept [2] hat die stoffliche Verwertung gebrauchter Bauabfälle höchste Priorität. Unter welchen Bedingungen ein Hersteller sein Produkt als wiederverwertbar deklarieren darf, wird in den Deklarationsgrundlagen festgelegt. Verlangt wird eine stoffliche Wiederverwertung, die zum Zeitpunkt der Deklaration bereits funktioniert, die den Bauherrn nicht mehr kostet als eine gesetzeskonforme Entsorgung und die vom Hersteller schriftlich garantiert wird (Rücknahmepflicht).

Im Falle der Flachdachvarianten gelten diese Bedingungen für PVC-Folien, EPS-Hartschaumplatten, alle schweizerischen Mineralwolleprodukte und in Zukunft auch für Polyolefinfolien, sofern sich diese auf dem Markt etablieren. Nicht wiederverwertbar gemäss Deklaration sind Schaumglas, Dampfsperren und Abdichtungen aus Polymerbitumen. Bei Variante A1 wäre höchstens die Abdichtung wiederverwertbar, da sich Bitumen und Schaumglas ohnehin nicht mit vernünftigem Aufwand trennen lassen. Die wiederverwertbaren Anteile der Folienvarian-

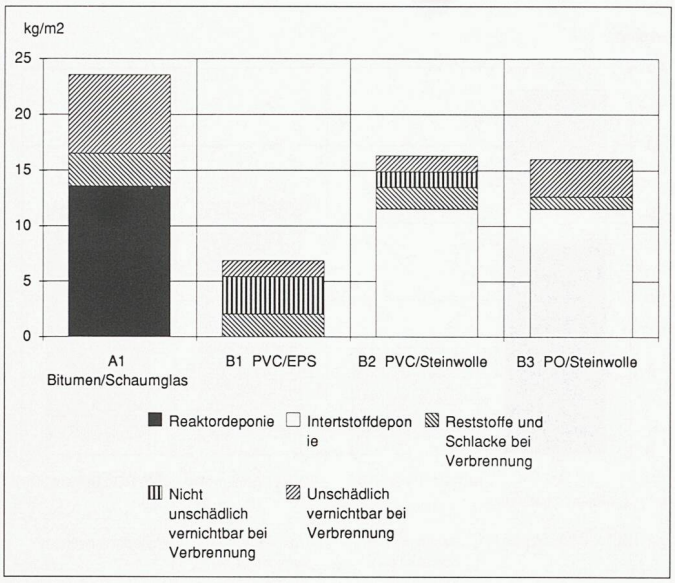

Bild 5. Entsorgungsmerkmale ohne Wiederverwertung

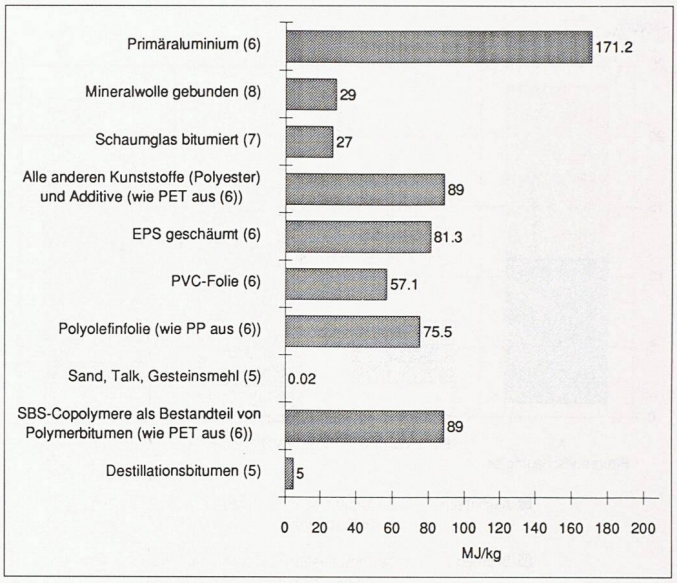

Bild 6. Primärenergiebedarf für verschiedene Materialien (in Klammern ist jeweils die Quelle angegeben, Literaturliste)

Literatur, Anmerkungen

[1] Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 113; Substitution FCKW-haltiger Wärmedämmstoffe im Hochbau; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, September 1989.

[2] Der Schweizerische Bundesrat: Technische Verordnung über Abfälle (TVA) vom 10. Dezember 1990; Art. 9 Bauabfälle, Art. 12 Verwertungspflicht.

[3] Siehe [2], Art. 11 Verbrennungspflicht.

[4] Bedeutung und Begriff siehe z.B.: Hofstetter, P. et al.: Die ökologische Rückzahldauer der Mehrinvestitonen in zwei Nullenergiehäusern; ETH Zürich, Semesterarbeit 1991.

[5] Marmé, U., Seeberger, J.: Energieinhalt von Baustoffen, in «Gesundes Wohnen»; Beton-Verlag, Düsseldorf, 1986.

[6] Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 132: Habersatter, K., Ökobilanz von Packstoffen, Stand 1990; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 1991.

[7] Energie- und Ökobilanz des Sicherheits-Dämmstoffes Foamglas ; Pittsburgh Corning Europe, Waterloo; Oktober 1992.

[8] Gahlmann, H.: Gesamtökologische Bilanzen als Leitschnur unseres Handels; Flumroc, Flums, Oktober 1990.

[9] Vereinfachend wurde für alle Varianten ein Bedarf von 25 g fossilen Brennstoffen pro MJ angenommen. Das entspricht einem relativ plausiblen Mix an verschiedenen Energieträgern für die Wärme- und Strombereitstellung.

[10] Meadows, D. et al.: Die neuen Grenzen des Wachstums; Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart, 1992.

ten betragen zwischen 65% und 85% (Bild 4).

Was brennbar und nicht wiederverwertbar ist, untersteht der Verbrennungspflicht [3], auch wenn die meisten Kehrichtverbrennungsanlagen heute die Annahme von Bitumenbahnen (und auch Kunststoffbahnen) aus feuerungstechnischen Gründen ablehnen. Diese Materialien in (Bild 4) sind im Sinne des Deklarationsrasters alle unschädlich vernichtbar, d.h. es entstehen keine mengenmässig relevanten Schwermetall- und Halogenrückstande.

Die nichtbrennbaren Rückstände in Form von Filterasche und Schlacke betragen demnach 1 kg beim Foliendach, resp. 3 kg beim Verbunddach (Bild 4). Es handelt sich um Bestandteile der Dachbahnen wie Aluminiumfolien, Gesteinsmehl und Füllstoffe, Sand- und Talk-Abstreuungen sowie Glasvliese zur Verstärkung. Schliesslich müssen die Bitumen-Schaumglas-Verbundstücke (A1) nach dem Abbruch in einer Reaktordeponie entsorgt werden, da der Bitumenanteil als nicht inertes Material zu hoch ist.

Teilweise realitätsfremde Recyclingvorstellungen

Das Recycling ist auch in der Baubranche zum Zauberwort geworden, mit dem scheinbar alle Entsorgungsprobleme auf einen Schlag gelöst sind. Dass sich auch in ferner Zukunft nur ein Teil der Baustoffe recyclieren lässt, zeigt das Beispiel Flachdach.

Am ehesten wird ein Flachdach wiederverwertet, wenn bei einem Dachaufbau die sanfte Demontage ohnehin geboten ist. Bei einem Abbruch des ganzen Objektes wird das separate Abtragen der Nutzschicht, der Folie und des Wärmedämmstoffes wohl auch in Zukunft noch an den erheblichen Mehrkosten scheitern. Im Normalfall wird die Gebäudehülle inklusive Dach mit Bagger, Schlagkugel oder durch Sprengung zerstört, bevor dann mit Greifer und Zange auf dem Bauplatz separiert wird. Diese Methode liefert jedoch verschmutzte Folien und Dämmstoffe, an deren stofflicher Verwertung aus Qualitatsgründen kein Hersteller mehr Interesse haben wird.

Auch der Umstand, dass ein Foliendach beim zukünftigen Abbruch noch intakt sein sollte, wird oft vergessen. Halb verrottete Folien, mit Wasser getränkte Mineralfaserplatten und Schaumstoffe werden mit Sicherheit von keinem Hersteller zurückgenommen. Es ist deshalb notwendig, die Entsorgungseigenschaften der Flachdachvarianten auch ohne Wiederverwertungsoption zu analysieren (Bild 5).

Während sich beim Verbunddach keine Änderungen ergeben, verursachen die Foliendachvarianten B1 und B2 erhebliche Entsorgungsprobleme. Ein grosser Teil der Kunststoffe ist nicht unschädlich vernichtbar, und die Mengen an Rückständen und Schlacke aus der Verbrennung steigen an. Nur gerade die Steinwolledämmplatte lässt sich gemäss Herstellerdeklaration auf einer Inertstoffdeponie entsorgen, wo sie auch in Kontakt mit Wasser zu keinen relevanten Emissionen beitragen wird. Somit weist auch ohne Wiederverwertung die Variante B3 gegenüber allen anderen deutliche Vorteile auf.

Weitergehende Betrachtungen

Vor einer abschliessenden Gewichtung aller ökologischen Merkmale ist nun

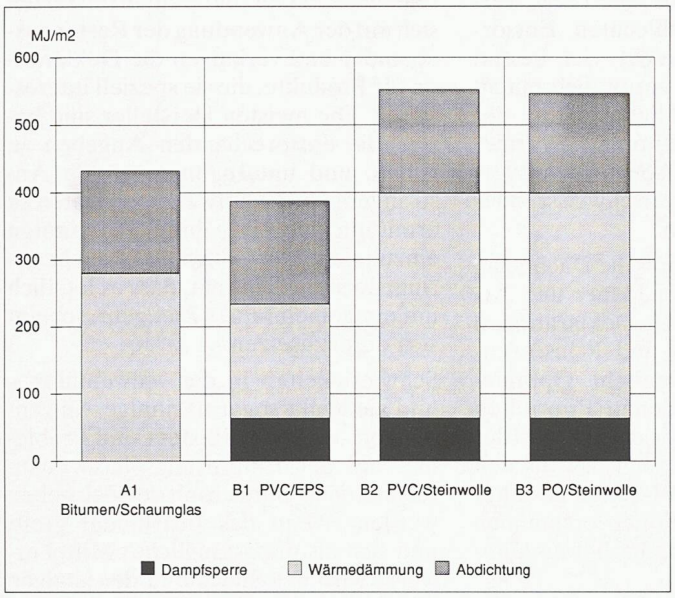

Bild 7. Primärenergiebedarf

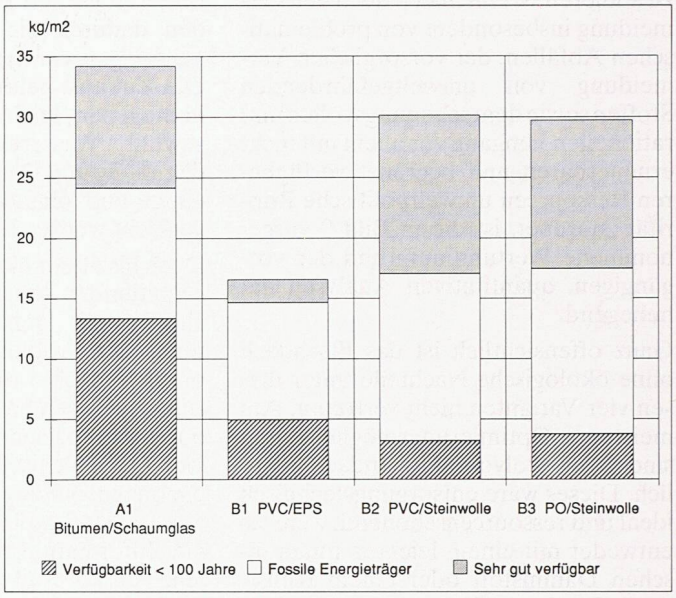

Bild 8. Verfügbarkeit der Rohstoffe

noch die Frage zu klären, ob mit der deutlich höheren Massenbilanz von Variante A1, B2 und B3, die im wesentlichen durch den Einsatz mineralischer Dämmstoffe bedingt ist (vgl. Bild 3) nicht ein grösserer Ressourcenverbrauch und eine grössere Umweltbelastung verbunden sind. Ein gewichtiger Anteil des Ressourcenverbrauchs – und in erster Näherung auch ein Mass für die Umweltbelastung bei der Herstellung – ist der Primärenergiebedarf [4]. Dieser Wert lässt sich noch nicht nach einheitlichen oder standardisierten Methoden berechnen.

Immerhin sind gewisse Angaben über den Primärenergiebedarf für die wichtigsten Materialtypen vorhanden, so dass eine Grobschätzung gewagt werden darf (Bild 6). Die Unsicherheiten einer solchen Abschätzung sind bei der Interpretation der Resultate (Bild 7) selbstverständlich zu berücksichtigen.

Die Unterschiede im Primärenergiebedarf der vier Flachdachvarianten sind unter Berücksichtigung der Randbedingungen nicht signifikant. Das hohe Flächengewicht der Variante A1 wird zu einem grossen Teil durch Destillationsbitumen und mineralische Stoffe verursacht, die als wenig veredelte Materialien einen geringen gewichtsspezifischen Primärenergiebedarf aufweisen. Leicht erhöht ist der Wert für die Steinwolledämmung, da für diese Anwendung eine relativ hohe Rohdichte notwendig ist (165 kg/m²). In anderen Anwendungsbereichen erreicht man mit einem Drittel der Rohdichte dieselbe Dämmleistung, wodurch Mineralwolle zusammen mit den guten entsorgungstechnischen Eigenschaften wiederum erhebliche Vorteile aufweist.

Schlechte Rohstoffverfügbarkeit

Bleibt letztlich noch die Verfügbarkeit aller Rohstoffe als einzelner Aspekt, der teilweise auch aus den Deklarationsrastern abgeleitet werden kann.

Der durch die Herstellung bedingte Bedarf an fossilen Energieträgern muss dabei mitberücksichtigt werden. Er ist für die Flachdachvarianten nach einer vereinfachten Methode berechnet worden [9] und in Bild 8 zusammen mit den anderen Rohstoffverfügbarkeiten (ohne produktions- und verarbeitungsbedingte Abfälle) dargestellt.

Dabei wird vereinfachend angenommen, dass Erdöl für weniger als 100 Jahre zur Verfügung steht. Somit sind auch alle Kunststoffarten sowie Bitumen und andere Chemikalien beschränkt verfügbar. Auch die Verfügbarkeit der fossilen Energieträger wie Erdöl, Kohle, Erdgas dürfte insgesamt hundert Jahre kaum erheblich übersteigen [10].

Allein die mineralischen Rohstoffe sowie das Aluminium stehen wesenlich länger zur Verfügung. Interessant und nicht evident ist bei dieser Betrachtung die Tatsache, dass sich alle vier Flachdachvarianten bezüglich Verfügbarkeit wenig voneinander unterscheiden. Alle benötigen pro Quadratmeter 5 kg und mehr nicht erneuerbare und nur begrenzt verfügbare fossile Rohstoffe. Der Mehrbedarf an Material bei den Varianten A1, B2 und B3 stammt aus gutverfügbaren mineralischen Rohstoffen.

Umweltpolitische Gesamtwertung

Es gibt noch keine wissenschaftlich-objektive Methode, um die einzelnen Merkmale aus den Deklarationen zu gewichten und zu einer Gesamtbewertung

	A1 Bitumen Schaumglas	*B1 PVC/EPS*	*B2 PVC/ Steinwolle*	*B3 PO/ Steinwolle*
Herstellung (Primärenergie)	+	+	–	–
Rohstoffverfügbarkeit	–	+	+	+
Vermeidung umweltgefährdender Stoffe	+	–	–	+
Verarbeitung	–	+	+	+
Wiederverwertbarkeit	–	+	+	+
Unschädliche Vernichtbarkeit bei Verbrennung	+	–	–	+
Deponierbarkeit	–	–*)	+	+

\+ *weist gegüber Alternativen eher Vorteile auf*
– *weist gegenüber Alternativen eher Nachteile auf*
*) *Nicht relevant, da die gesamte Konstruktion brennbar ist*

Bild 9. Qualitative Gesamtwertung

zu addieren. Wenn man jedoch der Vermeidung insbesondere von problematischen Abfällen, der vorsorglichen Vermeidung von umweltgefährdenden Stoffen sowie dem schonungsvollen und rationellen Umgang vor allem mit nicht erneuerbaren und begrenzt verfügbaren Ressourcen umweltpolitische Priorität zuordnet, ist die in Bild 9 vorgenommene Wertung aufgrund der vorgängigen, quantitativen Analysen naheliegend.

Ganz offensichtlich ist das Flachdach ohne ökologische Nachteile unter diesen vier Varianten nicht vertreten. Am meisten Optimierungsmöglichkeiten sind beim Polyolefinfoliendach möglich. Dieses wäre entsorgungstechnisch ideal und ressourcenschonend, wenn es entweder mit einem leichten mineralischen Dämmstoff oder einem Kunststoffschaum möglichst aus erneuerbaren Rohstoffen und ohne umweltgefährdende Additive konstruiert würde.

Beim Verbunddach kann wahrscheinlich nur optimiert werden, indem durch intelligente Konstruktionslösungen Material gespart wird. Allerdings werden dadurch die schlechten Entsorgungseigenschaften nicht viel besser. Die Zukunft gehört vermutlich einem homogenen, leichten Schaumstoff, der sowohl Wasserabdichtung, Wärmedämmung und Dampfsperre in sich vereinigt und einfach verschweisst oder verklebt werden kann.

Doch bis dieser ökotopische Dachbelag erfunden ist, kann der Planer und Architekt mit den SIA-Deklarationen unter der Produkte- und Konstruktionsvielfalt eine ökologische Optimierung nach seinen eigenen Prioritäten durchführen. Denn: wie das Beispiel der vier Flachdachtypen zeigt, ist aus den einfachen, auf zwei A4-Seiten gestalteten Baustoffdeklarationen erstaunlich viel Informationsmaterial herauszuholen.

Ausblick

Der Deklarationsraster beginnt sich in der Praxis bereits in der jetzt laufenden Erprobungsphase zu etablieren. Verschiedene Planer und Bauherren setzen sich mit der Anwendung der Raster auseinander und verlangen die Deklaration für Produkte, die sie speziell interessieren. Die meisten Hersteller sind bereit, die entsprechenden Angaben zu geben, und unternehmen grosse Anstrengungen, die notwendigen Daten zu ermitteln bzw. bei ihren Lieferanten einzuholen. Der Aufwand ist nicht gering, doch die Einsicht, dass es letztlich um ein gemeinsames Ziel geht, scheint sich durchzusetzen.

Schwierigkeiten in der Anwendung – und vielleicht sogar unsinnige Anwendungen – des SIA-Rasters sind Probleme, die der Einführungsphase zuzurechnen sind und sich mit der Zeit geben werden. Wenn das Instrument greift und sich als praxistaugliches Mittel erweist, wird der SIA die in der jetzigen Phase gemachten Erfahrungen auswerten und das Instrument in einem nächsten Schritt weiterentwickeln und ergänzen.

Adresse des Verfassers: *U. Kasser*, Büro für Umweltchemie, Zentralstr. 43, 8003 Zürich.

Die Architektur der sowjetischen Avantgarde

In Tübingen schloss kürzlich wohl eine der wichtigsten Architekturausstellungen der letzten Zeit ihre Tore: die sowjetische Avantgarde der zwanziger und dreissiger Jahre war Gegenstand einer umfangreichen, ereignishaften Schau.

VON BRUNO ODERMATT, ZÜRICH

Eine der erstaunlichsten Erscheinungen in der bewegten Geschichte der Architektur unseres Jahrhunderts ist zweifellos die unvermittelte Entstehung, Entwicklung und die fast ebenso rasche Verelendung der russisch-sowjetischen Avantgarde – erstaunlich zum einen, weil der fulminante Vorstoss in weitgehend experimentelle Bereiche des Bauens sowohl im formalen wie im konstruktiven Sinne in den zwanziger und dreissiger Jahren ohne Beispiel dasteht, zum andern, weil aus dem disparaten historischen und politischen Umfeld kaum die Voraussetzungen gegeben schienen für eine derart radikale Absetzbewegung und zum dritten, weil sie trotz eben dieser Radikalität noch kaum in ihrer ganzen Tragweite erforscht und in ihren Bezügen zum damaligen zeitgenössischen Bauen in Europa hinlänglich analysiert worden ist.

So fehlte zum Beispiel bis vor wenigen Jahren eine umfassende Darstellung in deutscher Sprache der sowjetischen Architektur über den Zeitraum von der Revolution 1917 bis zum Zweiten Weltkrieg. Mit der hervorragend dokumentierten, ausführlichen Arbeit des Moskauer Architekturhistorikers *S. O. Chan-Magomedow* ist diese Lücke nun seit einiger Zeit zwar geschlossen. Auch andere vergleichbare Bestrebungen haben dazu geführt, dass das singuläre Phänomen eines ins Abseits geratenen Architekturströmung in zunehmendem Masse wieder Beachtung findet. Vielleicht hat auch der rasante Zerfall des Sowjetreiches und ihres in Misskredit geratenen Gesellschaftssystems die Blickwinkel verändert.

Trotzdem haben die Werke und Auffassungen der sowjetischen Architekten dieser Epoche noch nicht jene selbstverständliche Anerkennung gefunden, die sie ohne Vorbehalt in die grossen Entwicklungslinien der europäischen Architektur einbinden würde; trotzdem stehen – etwas überspitzt gesagt – unter den Stilbegriffen Konstruktivismus und Rationalismus im allgemeinen einige wenige Namen und Bauten für die sowjetische Architektur, die als Fixstationen der Architekturgeschichte Eingang in die Lexika gefunden haben: Da sind Lissitzkys «Wolkenbügel», das Denkmal für die 3. Internationale von Tatlin, da sind die Wesnins, Melnikow, Fumin – und die Tatsache, dass einige westeuropäische Grossmeister in der Sowjetunion arbeiteten oder an Wettbewerben teilnahmen – *Corbusier, Gropius, Bruno Taut, Mendelsohn, Hannes Meyer, Mart Stam, Ernst May* u.a. Im übrigen aber herrscht wohl ein augenfälliges Defizit der Verarbeitung im Vergleich mit anderen Epochen und Erscheinungsformen der Architektur.

Fazit: Das innovative Potential der Architekturkonzepte jener Zeit bleibt durchaus ein ergiebiges Beschäftigungsfeld der Historiker!

Zwei Fakten sind bemerkenswert und kennzeichnend für die sowjetische Avantgarde: Die Erneuerung ging im Gegensatz zu anderen Stilwenden von den avantgardistischen Strömungen der bildenden Kunst aus, und die marode Wirtschaft der ersten nachrevolutionären Jahre verunmöglichte die konkrete Umsetzung der neuen Architekturideen für lange Zeit! «Was an architektonischer Kraft im Lande steckt, lässt sich durch die Tagesnot nur schwer verwirklichen – es besteht eine Kluft