Ökologische Materialwahl: ein Gewichtungs- und Bewertungsmodell

Autor(en): **Wüthrich, Beat**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **112 (1994)**

Heft 25

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-78466

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

die Stromsparlampen, assortiert nach den zwei Marken und den vier Typen, bei Beginn der Aktion in genügender Anzahl am Lager zu halten, den Bestand laufend zu ergänzen und die Lampen zum Aktionspreis zu verkaufen. Sie hatten ebenfalls an einer einführenden Instruktions-Veranstaltung teilzunehmen. Die SSC-Beratungsassistentinnen betreuten und unterstützten vor und während der Aktion die beteiligten Elektro-Fachgeschäfte (Lager, POS-Material, Prospekte, Gutscheine). Die ganze Aktion wurde flankiert von Medienarbeit, Fachartikeln, regionalen Inseraten gemeinsam mit den Fachgeschäften sowie Inseraten und Händlerlisten mit Bezugsadressen im «Strom».

Eingesetzte Mittel: BKW, Lampenindustrie und Handel teilten sich die für die Aktion notwendigen Mittel für Publikumsaktionen und Lampenrabatte.

Erfolgskontrolle: Aus der Anzahl zusätzlich verkaufter Lampen und den geschätzten Stromeinsparungen pro Lampe wurde die erreichbare Gesamteinsparung berechnet.

Ergebnis: Die Aktion dauerte etwas weniger lang als ursprünglich geplant, nämlich nur 15 Tage. Es beteiligten sich 160 Elektro-Fachgeschäfte und -Installationsfirmen daran, und es wurden rund 30 000 Stromsparlampen verkauft. Die daraus resultierenden Elektrizitätseinsparungen werden auf 2,5 Mio. Kilowattstunden geschätzt.

Schlussbemerkung

Zusammenfassend kann folgendes festgehalten werden:

- Nachfrage-Management stellt, in Ergänzung zur ausreichenden und sicheren Elektrizitätsversorgung, ein wichtiges Unternehmensziel der Elektrizitätswerke dar.
- Die Umsetzung des Nachfrage-Managements ist eine unternehmerische Aufgabe. Sie erfordert eine stärkere Markt- und Kundenorientierung sowie den Einbezug der Marktpartner.
- Nachfrage-Management ermöglicht die Verlängerung der Wertschöpfungskette und eine Diversifikation der Unternehmenstätigkeit.
- Nachfrage-Management enthält nicht nur neue Aktivitäten, sondern auch eine neue Denkhaltung.
- Die Nachfrage-Management-Strategie muss von den Mitarbeitern verstanden, mitgetragen und in der Unternehmenskultur verankert werden.

Durch die Berücksichtigung dieser Aspekte dient ein EVU nicht nur der Umwelt, sondern auch dem eigenen Überleben im zunehmenden Wettbewerb.

Adresse des Verfassers: *F. Spring*, MS in Energy Economics / lic. oec. HSG, Leiter Tarifabteilung, BKW, Viktoriaplatz 2, 3000 Bern 25.

Literatur

[1] Erster Teilbericht: Das Konzept des Demand-Side Managements, in Bulletin SEV/VSE 22/1992, S. 47-52, erschienen als Sonderdruck 2.75 d/f

[2] Zweiter Teilbericht: Analyse des Ist-Zustandes, in Bulletin SEV/VSE 4/1993, S. 44-52, erschienen als Sonderdruck 2.76 d/f

[3] Dritter Teilbericht: Möglichkeiten und Hemmnisse für die praktische Umsetzung, in Bulletin SEV/VSE 18/1993, S. 33-40, erschienen als Sonderdruck 2.77 d/f

[4] Zusammenfassung und Empfehlungen, in Bulletin SEV/VSE 18/1993, S. 25-32, erschienen als Sonderdruck 2.78 d/f/e

Diese Berichte zum Demand-Side Management, ausgearbeitet von der VSE-Arbeitsgruppe «Demand-Side Management», sind erhältlich in Deutsch und Französisch, die Zusammenfassung auch in Englisch. Hinweise auf weitere Literaturquellen finden sich in den einzelnen Teilberichten.

Ökologische Materialwahl

Ein Gewichtungs- und Bewertungsmodell

Jedes Bauwerk hat Auswirkungen auf die Umwelt und ist mit dem Verbrauch von natürlichen Ressourcen wie Freiflächen oder Energie, ferner mit Lasten wie Abfälle, Abwasser und Abluft verbunden. Umweltingenieure entwickelten einerseits Technologien zur Reduktion von Umweltbelastungen (z.B. Kläranlagen, Abluftreinigungsanlagen), anderseits Strategien zur Vermeidung von Umweltbelastungen. Die Bauökologie und mit ihr die ökologische Materialwahl baut auf einer solchen Vermeidungsstrategie auf.

VON BEAT WÜTHRICH, BADEN

Ökologisch orientiertes Bauen strebt in allen Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden – von der Standortsuche und Erstellung über die Nutzung und Erneuerung bis hin zur Beseitigung – eine Minimierung des Verbrauchs von Ressourcen sowie eine Minimierung der Belastung des Naturhaushalts an (Bild 1).

Die ökologische Beurteilung von Baumaterialien ist ein Teil der ganzheitlichen Bauökologie. Zurzeit existieren verschiedene Modelle, die sich in bezug auf Vollständigkeit, Interpretierbarkeit, Transparenz und ökologischer Relevanz stark voneinander unterscheiden. Am bekanntesten dürften die Empfehlungen von Frau Dr. *J. Schwarz* sein, welche die Baumaterialien in «schadstofffrei» und «schadstoffarm» einteilt, mit zusätzlichen detaillierten Angaben über die Umweltgefährdung gewisser Materialien. Das Schweizerische Institut für Baubiologie benutzt die drei Kategorien «empfehlenswert» / «bedingt empfehlenswert» / «vermeiden».

Der SIA hat den Deklarationsraster für ökologische Merkmale von Baustoffen geschaffen. Und weil Ökobilanzen nur für einige ausgewählte Materialien exi-

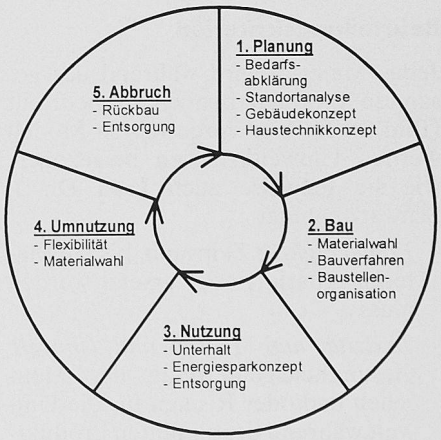

Bild 1. Gebäudelebenszyklus

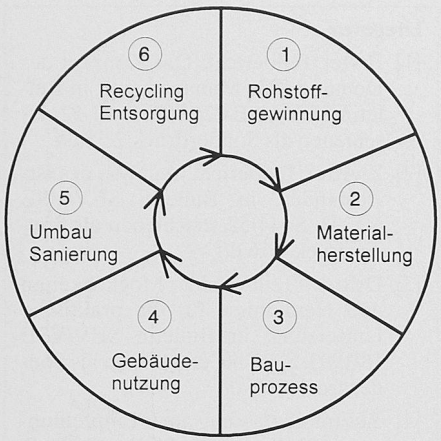

Bild 2. Produktlebenszyklus

stieren, erarbeitet ein Team unter der Leitung von Prof. *Peter Steiger* zurzeit ein Handbuch zur Beurteilung von Hochbaukonstruktionen, das sich einerseits an die Ökobilanzierung anlehnt und mit einem *Index* die Luftbelastung der Materialien beurteilt, andererseits mit einem *Profil* Funktion, Lebensdauer, Unterhalt und Qualität miteinbezieht. Ein weiteres Projekt, welches von mehreren Kantonen und Städten unterstützt wird, umfasst die ökologische Beurteilung der NPK-Positionen (Normenpositionenkatalog) anhand von branchenabhängigen Leitkriterien sowie die Bereitstellung eines ökologischen Musterleistungsverzeichnisses.

Die Ökobilanzierung von Materialien ist äusserst aufwendig, und über die Bewertung und Gewichtung der einzelnen Faktoren besteht unter den Fachleuten Uneinigkeit. Trotzdem wünschen Bauherren und Planer ein Bewertungsmodell, das in übersichtlicher Form klare Hinweise zur Umweltverträglichkeit von Materialien liefert. Der vorliegende Artikel zeigt auf, wie mit Hilfe eines einfachen Modells die Materialien ökologisch bewertet und die Umweltkriterien gewichtet werden können.

Methodik

Beurteilungskriterien

Jedes Material wird während des gesamten Produktlebenszyklus beurteilt (Bild 2). Im hier vorgestellten Modell werden Umweltkriterien beigezogen, wie sie teilweise auch Frau Dr. J. Schwarz benutzt:

- *Langlebigkeit:* Zeitraum, bis ein Material repariert oder ersetzt werden muss
- *Toxizität auf Mensch und Umwelt:* Gesundheitsgefährdung des Menschen und/oder Risiken für die Umwelt während des gesamten Produktlebenszyklus
- *Herkunft:* Beurteilung der Transportdistanz des Rohstoffs, Zwischenprodukts oder Endprodukts
- *Erneuerbarkeit und Verfügbarkeit der Rohstoffe:* Erneuerbare Rohstoffe sind nachwachsende Rohstoffe
- *Entsorgung:* Rezyklierfähigkeit, Entsorgbarkeit und Abbaubarkeit
- *Energieinhalt*: Graue Energie.

Die Bewertung dieser Umweltkriterien erfolgt durch die Umsetzung der Begriffe «hohe Umweltverträglichkeit» / «mittlere Umweltverträglichkeit» / «niedrige Umweltverträglichkeit» in die numerischen Werte + 1, 0 und –1. Diese Skalierung ist in Tabelle 1 ausformuliert.

Gewichtungssystem

Die Gewichtung der Umweltkriterien ist der massgebende Teil im vorliegenden Modell. Für Ökobilanzen existieren verschiedene Gewichtungsverfahren, über deren Validität sich jedoch die Fachleute streiten. Das bisher am meisten eingesetzte Modell (Buwal-Schriftenreihe Umwelt Nr. 133) orientiert sich an den Immissionsgrenzwerten, die unter anderem politisch festgelegt wurden. Jeder Mensch empfindet jedoch die persönliche Beeinträchtigung durch Immissionen verschieden.

Im vorliegenden Gewichtungsverfahren wurde deshalb von einer Allgemeingültigkeit der Resultate gezielt Abstand genommen. Die Gewichtung der Umweltkriterien orientiert sich am Objekt, für welches eine Aussage gemacht werden soll. Zusammen mit dem Auftraggeber werden die Gewichtungsfaktoren festgelegt. Diese sind abhängig von der Art des Gebäudes und vom Bauelement. So müssen für den Bau eines Fabrikationsgebäudes die Schwerpunkte bei der Materialwahl anders gesetzt werden als für ein Bürogebäude. Und beim Bauelement Fassade können nicht die gleichen Massstäbe gelten wie beim Innenausbau. In Tabelle 2 ist ein fiktives Beispiel wiedergegeben, wie die Gewichtung für ein Bürogebäude aussehen könnte.

Die Beurteilung eines Materials erfolgt durch Multiplikation des Gewichtungsfaktors mit der Bewertungszahl aus Tabelle 1. Als Resultat erscheint für jedes Material ein Ökopunkt, der zwischen – 3 und + 3 liegt.

Materialempfehlungen

Für jedes Material wird ein Ökopunkt errechnet, der nur für das betreffende Gebäude und das entsprechende Bauelement gilt. Materialien mit Ökopunkten zwischen 1 und 3 werden empfohlen, Materialien mit einem Ökopunkt von 0 können bei fehlenden Alternativen verwendet werden, und Materialien mit Ökopunkten zwischen –1 und –3 werden nicht empfohlen. Die entstehende ökologische Rangfolge sagt nichts aus über technische Werte, Handhabung beim Einbau, Konstruktionsmöglichkeiten, architektonische Gestaltung, Kosten usw. Diese Angaben sollen zusammen mit der ökologischen Bewertung in den Entscheidungsprozess einfliessen.

Anhand eines Beispiels soll nun das ökologische Bewertungssystem illustriert werden (Tabelle 3). Aus ökologischer Sicht soll für Isolationen im Aussenbereich Mineralwolle, Kork oder Zellulose verwendet werden, wobei die Mineralwolle am besten bewertet wird. Wird die Isolation im Innenausbau verwendet, verschiebt sich die ökologische Rangfolge (Tabelle 4). Die unterschiedliche Gewichtung der Bauelemente hat zur Folge, dass ein und dasselbe Material am gleichen Bau verschiedene Ökopunkte erhalten kann. Neben der Mineralwolle ist jetzt auch Kork auf Platz 1 hochgerückt.

Im Unterschied zu den Angaben in einer Ökobilanz wird das vorliegende Modell auch vom Nichtfachmann verstanden. Die Ökobilanz ist eine Auflistung von Umweltbelastungen mit Angabe des Energiebedarfs sowie der Mengen Luft, Boden und Wasser, die verschmutzt werden. Diese Werte können nur von einem Fachmann interpretiert werden.

Nutzen der ökologischen Materialwahl

Bauökologie und als Teilgebiet die ökologische Materialwahl sind nicht nur für die Umwelt, sondern auch für die Benutzer des Gebäudes und für den Investor von grossem Nutzen. Folgende Vorteile resultieren aus der Berücksichtigung von bauökologischen Grundsätzen:

☐ *Kostensenkung*: Die Berücksichtigung bauökologischer Grundsätze bedeutet geringere Investitionskosten (umweltgerechtes Gebäude- und Haustechnikkonzept, umweltgerechte Materialisierung), geringere Betriebskosten (Energie, Entsorgung, Reinigung), geringere Sanierungskosten (langlebige, reparaturfreundliche, leicht ausbaubare Materialien).

☐ *Ressourcenschonung:* Ein durchdachter Einsatz an Energie und Materialien unter Berücksichtigung des gesamten Produktlebenszyklus schont Boden, Wasser und Luft – unsere Lebensgrundlagen schlechthin.

☐ *Wohlbefinden der Menschen, die im Gebäude wohnen oder arbeiten:* Eine In-

Umweltkriterium	Bewertungszahl	Bemerkungen, Beispiele
Langlebigkeit	+ 1	Die Lebensdauer des Materials liegt über der mittleren Nutzungsdauer (z. B. Rohbau 50 Jahre, Tapete 10 Jahre)
	0	Renovation/Reparatur vor mittlerer Nutzungsdauer notwendig
	- 1	Abbruch und Ersatz vor mittlerer Nutzungsdauer
Toxizität auf Mensch und Umwelt	+ 1	Keine Ausdünstung von Stoffen, bei welchen in höheren Konzentrationen gesundheitsschädigende Wirkungen vermutet werden. Keine Umweltbelastung während des gesamten Produktlebenszyklus: z. B. Kork, Holz unbehandelt, Naturstein, Keramik, Gips, Kalk, Glas
	0	Ausdünstung von Stoffen mit gesundheitsschädigender Wirkung. Das Material mit gesundheitsschädigender Wirkung ist nur in kleinen Mengen als Zusatzstoff vorhanden. Das Material belastet die Umwelt während eines Teils des Produktlebenszyklus: z. B. Aluminium, reine Kohlenwasserstoffe, Stahl, Zement, Beton
	- 1	Ausdünstung von Stoffen, bei welchen in höheren Konzentrationen gesundheitsschädigende Wirkungen vermutet werden. Umweltbelastungen über die gesamte Dauer des Produktlebenszyklus: z. B. PVC, Kunstharzfarben, Spanplatten
Herkunft	+ 1	Materialien, die aus einheimischen Produkten hergestellt werden (Schweiz und angrenzendes Ausland im Umkreis von 500 km): z. B. Zement, Beton, Glas, Holz
	0	Materialien aus europäischen Ländern: z. B. Stahl
	- 1	Materialien aus nicht-europäischen Ländern: z. B. Erdölprodukte, Bauxit, Schwermetalle
Erneuerbarkeit und Verfügbarkeit der Rohstoffe	+ 1	Erneuerbare Rohstoffe: z. B. Holz, Wolle, Baumwolle, Kautschuk, Kork, Linoleum, Naturfarben Leicht verfügbare und häufig vorkommende Rohstoffe: z. B. Granit, Marmor, Kalk, Gips, Sand sowie alle Recyclingprodukte
	0	Materialien, die nur beschränkt vorhanden sind: z. B. Kupfer, Kies, Bitumen Materialien, die nur mit erheblichem technischem / energetischem Aufwand verfügbar sind: z. B. Aluminium, Glas, Zement, Zellulose, Keramik, Eisen
	- 1	Seltene Materialien: z. B. Tropenhölzer, diverse Metalle Alle Materialien aus fossilen Rohstoffen: z. B. Kunststoffe, Bauchemikalien
Entsorgung	+ 1	Materialien, die vollständig rezyklierbar sind (kein "Downcycling"): z. B. Eisen, Beton, Aluminium, reine Metalle, Kunststoffe
	0	Materialien, die problemlos in einer Inertstoffdeponie gelagert werden können: z. B. Mauerwerk, Fensterglas Materialien, die in einer KVA ohne Rauchgasreinigung vernichtbar sind: z. B. unbehandeltes Holz, reine Kohlenwasserstoffe
	- 1	Materialien, die nur in KVA mit Rauchgasreinigung vernichtbar sind. Schwermetallhaltige Stoffe wie oberflächenbehandelte Metalle (Chrom, Nickel, Zink), Legierungen, Sonderabfälle wie Asbest, PCB, FCKW
Energieinhalt	+ 1	z. B. Massivholz, Naturstein, Baumwolle, Kork
	0	z. B. Kunststoffe, Zellulose, Recycling-Produkte, Zement, Leichtbeton, Glas, Gips, Kalk
	-1	Hoher Wärme- und / oder Strombedarf: z. B. Eisen, Aluminium, Keramik, Eisenbeton

Tabelle 1. Angaben zur Bewertung der Materialien mit Berücksichtigung verschiedener Umweltkriterien

Bauelemente / Umweltkriterien	Langlebigkeit	Toxizität	Herkunft	Erneuerbare Rohstoffe	Entsorgung	Energieinhalt
Rohbau (Wände, Decken, Stützen)	12,5 %	12,5 %	12,5 %	12,5 %	25 %	25 %
Aussenelemente (Fassade, Fenster)	30 %	10 %	10 %	20 %	10 %	20 %
Innenausbau	10 %	30 %	10 %	25 %	15 %	10 %
HLKS, Elektro	16 %	17 %	17 %	17 %	17 %	16 %
Möblierung	10 %	25 %	10 %	20 %	25 %	10 %
Umgebung	12 %	12 %	40,0 %	12 %	12 %	12 %

Tabelle 2. Gewichtung der Umweltkriterien in Abhängigkeit des Bauelements. Die angegebene Gewichtung gilt nur für einen bestimmten Bauherrn und dessen Gebäude

BKP 21 Rohbau 1	Isolationsmaterial für Fassaden						
Bauelemente / Umweltkriterien	Langlebigkeit	Toxizität	Herkunft	Erneuerbare Rohstoffe	Entsorgung	Energieinhalt	Ökopunkte
Mineralwolle	1	0	1	1	0	0	2
Kork	0	1	-1	1	0	1	1
Zellulose	0	0	0	1	0	1	1
Polystyrol	1	-1	-1	-1	-1	0	-1

Tabelle 3. Bewertung von Isolationsmaterialien für Fassaden (BKP 21). Berechnung der Ökopunkte, gewichtet mit den Faktoren für Aussenelemente aus Tabelle 2

BKP 28 Ausbau 2	Isolationsmaterial im Innenausbau						
Bauelemente / Umweltkriterien	Langlebigkeit	Toxizität	Herkunft	Erneuerbare Rohstoffe	Entsorgung	Energieinhalt	Ökopunkte
Mineralwolle	1	0	1	1	0	0	2
Kork	0	1	-1	1	0	1	2
Zellulose	0	0	0	1	0	1	1
Polystyrol	1	-1	-1	-1	-1	0	-2

Tabelle 4. Bewertung von Isolationsmaterialien im Innenausbau (BKP 28). Berechnung der Ökopunkte, gewichtet mit den Faktoren für Innenausbau aus Tabelle 2

nenraumgestaltung mit natürlicher Beleuchtung und Materialien ohne toxische Ausdünstungen erhöhen das Wohlbefinden.

Schlussfolgerungen

Das hier vorgestellte Modell zur ökologischen Beurteilung von Baumaterialien dient dem Planer als Hilfsmittel und dem Bauherrn als Instrument zur Beurteilung der eingesetzten oder vorgeschlagenen Materialien für sein Gebäude. Im Gegensatz zu einer Ökobilanz ist dieses Modell für den Nichtfachmann transparenter und besser interpretierbar. Es erhebt jedoch keinen Anspruch auf wissenschaftliche Vollständigkeit, und es verzichtet bewusst auf Allgemeingültigkeit. Die Materialempfehlungen gelten objektspezifisch.

Das Modell beschränkt sich auf die Beurteilung von sechs Umweltkriterien. Es ist ein leichtes, weitere Kriterien hinzuzufügen oder innerhalb von Produktgruppen Differenzialkriterien einzubauen, um verfeinerte Aussagen zu erhalten.

Es soll an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, dass die ökologische Materialwahl nur einen Teil der Bauökologie darstellt. Beschränkt sich der Bauherr oder der Planer auf die ökologische Materialwahl, wird das neue Gebäude kaum zum ökologischen Vorzeigeobjekt. Bauökologie umfasst den ganzen Lebenszyklus eines Gebäudes, von der Konzeption über den Betrieb bis zum Abbruch.

Adresse des Verfassers: *B. Wüthrich*, Dr. sc. nat., dipl. Ing. ETH, Holinger AG, Haselstrasse 1, 5401 Baden