

ÖKOLOGISCHES BAUSTOFFKONZEPT

Bewertungsmethodik, Zertifizierung, Anwendungsgebiete, Demonstrationsgebäude

INHALTSVERZEICHNIS

I.4	Ökologisches Baustoffkonzept	2
I.4.1	Ökologisches Baustoffkonzept: Ziele	2
I.4.2	Ökologisches Baustoffkonzept: Bewertungen	6
I.4.2.1	Ökologische Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Gebäuden	6
I.4.2.2	Methodisches Vorgehen bei Ökologie-Bewertungen	12
I.4.2.3	Wirkungsabschätzung	15
I.4.2.4	Input-orientierte Ökologie-Bewertung (Ressourcenverknappung)	18
I.4.2.5	Output-orientierte Ökologie-Bewertung (Emissionen)	22
I.4.2.6	Umfassende Bewertungsmethoden (SETAC, CML, UBA-Berlin)	24
I.4.2.7	Vergleich 10 wichtiger Baustoffe (Primärenergie, Treibhauseffekt, Versäuerung)	25
I.4.2.8	Kritische Anmerkungen zur Beurteilung der Ökologie von Baustoffen	25
I.4.2.9	Ganzheitliche Methoden zur Bewertung von Bauteilen (Konstruktionen)	32
I.4.3	Zertifikate	36
I.4.3.1	Österreichisches Umweltzeichen	36
I.4.3.2	Deutsches Umweltzeichen (Der Blaue Engel)	37
I.4.3.3	Umweltzeichen der EU	37
I.4.3.4	Öko-Zertifikate für Bauprodukte	37
I.4.3.5	Öko-Zertifikate für Gebäude	41
I.4.3.6	TQ (Total Quality) Gebäudezertifizierung	44
I.4.3.7	EU – Gebäudepass, Umsetzen der EU-Gebäuderichtlinie	50
I.4.4	Nachhaltigkeit im Bauwesen: Gesundheit	56
I.4.5	Anwendungsgebiete für ökologische Baustoffe	62
I.4.6	HdZ-Demonstrationsgebäude für ökologische Baustoffe	81

Dieses Skriptum ist ausschließlich als Studienunterlage für die Lehrveranstaltung „Integrierte und Nachhaltige Hochbauplanung“ geeignet.

Die Autoren übernehmen trotz sorgfältigster Recherche keinerlei Gewähr für eine bestimmte Beschaffenheit, Qualität oder Zuverlässigkeit der zusammengestellten Informationen und keinerlei Haftung für die Vollständigkeit und Richtigkeit von Informationsinhalten.

I.4 Ökologisches Baustoffkonzept

I.4.1 Ökologisches Baustoffkonzept: Ziele

Baustoffmanagement: Problemstellung, Aufgaben

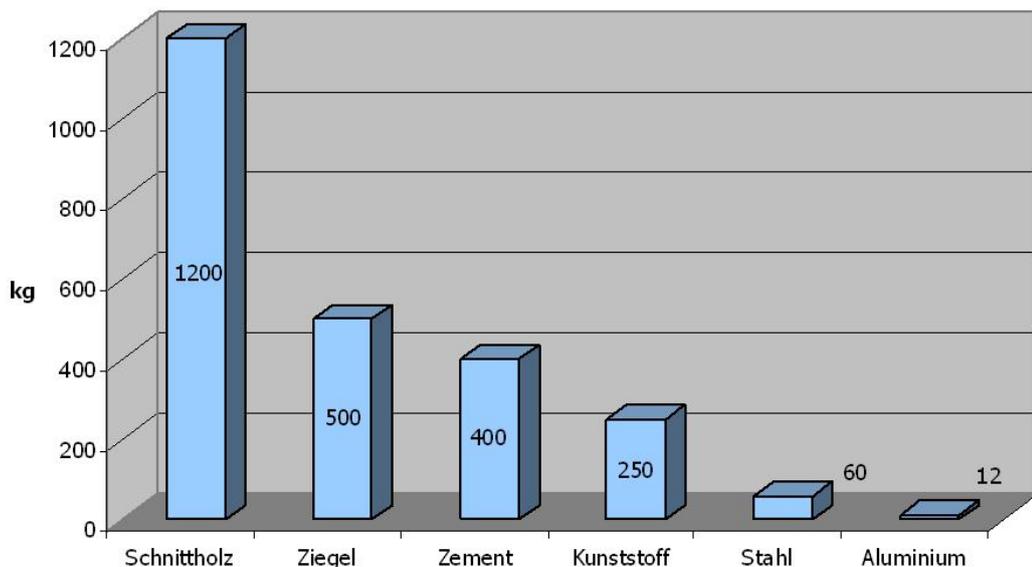
PROBLEM	→ MERKMAL	→ ZIEL
Ressourcenverbrauch (inkl. Klimaschutz)	Rohstoffverknappung, Ökologischer Rucksack	Verträgliche Nutzungsrate („Die Dosis macht das Gift“): Verträglichkeit für lokale Rohstofflager (z.B. Holzressourcen), lokale Senken (z.B. Boden, Grundwasser), globale Senken (z.B. Atmosphäre)
Abfallaufkommen	Adaptierbarkeit, Rückbaubarkeit	Kreislauffähige Konstruktionen, Verträgliche stoffliche Zusammensetzung Stoffgemische, die wiederverwertet werden können oder innerhalb menschlicher Zeiträume durch natürliche oder technische Prozesse wieder vollständig in Bestandteile getrennt werden können, welche in der Natur in entsprechender Menge vorkommen.
Diffuse Emissionen: Belastung der Innenraumluft (und der Umweltmedien)	Stoffkonzentration in Innenraumluft und Abwasser	Verträgliche stoffliche Zusammensetzung, Verträgliche Nutzungsrate: Stoffgemische, die auch in der Natur in entsprechender Menge vorkommen. Verträglichkeit für die menschliche Gesundheit (und für lokale Umweltmedien)
ZUSAMMENFASSUNG		Verträgliche stoffl. Zusammensetzung (→ Zertifikate) Verträgliche Nutzungsrate (→ OI3-Index, LCA) Kreislauffähige Konstruktionen



Hochbauplaner der Zukunft

Problemstellung Ressourcenverbrauch

Herstellbare Baustoffmengen aus 1000 kWh Energie



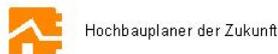
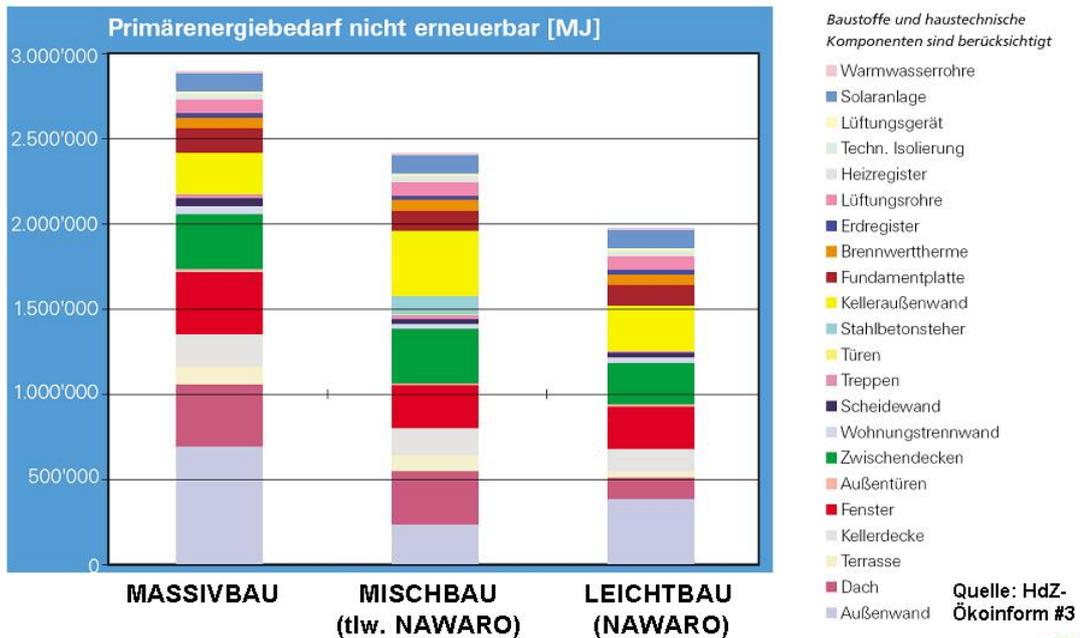
Hochbauplaner der Zukunft

1200 kg Schnittholz - 1000 kWh - 12 kg Aluminium



Problemstellung Ressourcenverbrauch

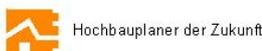
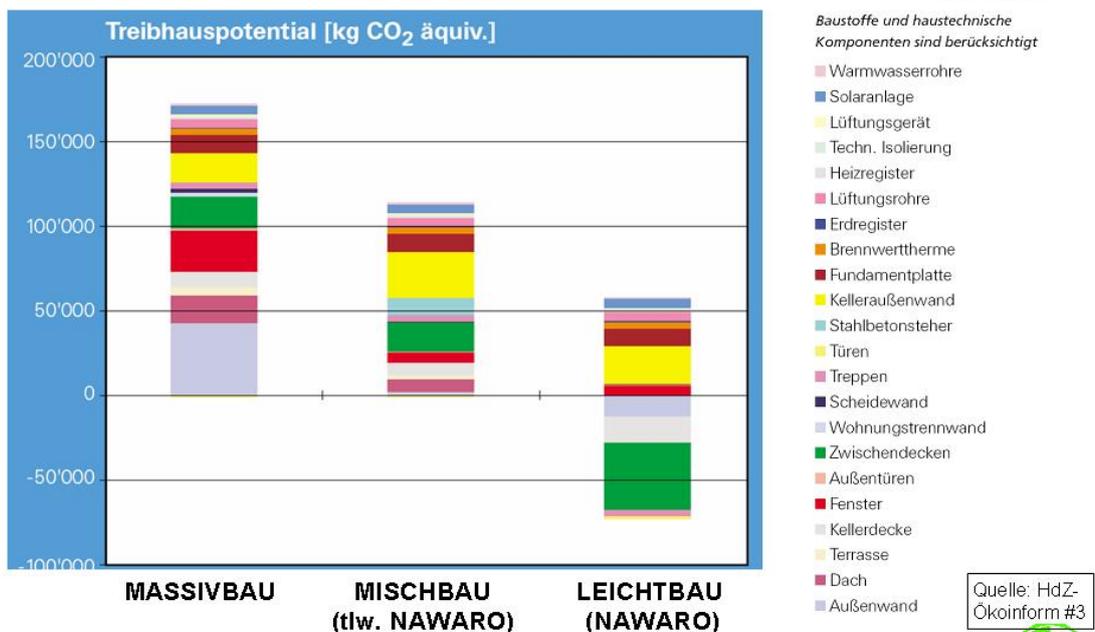
Anforderungen an ökologische Baustoffe – Energiebedarf



Problemstellung Klimaschutz

Anforderungen an ökologische Baustoffe - Wirkung auf die Umwelt – GWP

GLOBAL WARMING POTENTIAL



Problemstellung Rohstoffverbrauch + Abfallaufkommen

Anforderungen an ökologische Baustoffe – Materialflüsse + Instandhaltung

Beispiel Außenwand: Porosierter Hochloch-Ziegel, Steinwolle-Dämmung, Kalk-Innenputz

	Hinterlüftete Fassade Holzfassade	Wärmedämmverbundsystem Silikatputz, armiert
Biotische Ressourcen [kg/m ²]	22	0
Abiotische Ressourcen [kg/m ²]	215	240
Rückbaufähigkeit	+	-
Verwertbarkeit des Abbruchmaterials	o	-
Verwertung Beispiel für argumentative Bewertung von Konstruktionseigenschaften aus BTK 1999 (->)	Relativ leicht in Einzelbestandteile zerlegbar, da Dämmstoff nicht verklebt; durch Materialvielfalt aber dennoch viele Entsorgungswege. Trennbar: Dämmstoff, Winddichtung, Latten, Schalung Nicht trennbar: Ziegel Stoffliche Verwertung: gut, da nicht verunreinigt	Fest verbundene Mischkonstruktion, daher schlecht rückbaueeignet. Schwer trennbar: Mauerwerk / Dämmstoff Nicht sortenrein trennbar: Ziegel/Mörtel/Putz/Dämmstoffreste Stoffliche Verwertung: Zerkleinerter Mauerbruch als Kies- und Schotterersatz
Witterungsschutz Instandsetzungsaufwand	+	o
	+	o

Quelle: HdZ-Ökoinform #2



Hochbauplaner der Zukunft



Problemstellung für die menschliche Gesundheit - 1

Schadstoffgruppe	Mögliche Quelle	Wirkung auf den Menschen
Biozide	Holzschutzmittel, Lacke, Teppiche	Kopfschmerzen, Übelkeit, Schädigung des Nervensystems
Flüchtige Kohlenwasserstoffe	Lösungsmittel, Farben, Lacke, Kleber, Ausgleichsmassen, Holzwerkstoffe	Geruchsbelästigung, Reizung des Atemtrakts, Beeinträchtigung des Nervensystems, Befindlichkeitsstörungen
Formaldehyd	Spanplatten und Holzwerkstoffe, Dispersionskleber, Lacke	Reizung der Schleimhäute (v.a. Augen, Nase), Hustenreiz, Unwohlsein, Atembeschwerden, Kopfschmerzen, möglicherweise krebserregend
Gerüche	Möbel und Fußbodenlacke, Naturstoffe, synthetische Stoffe wie z.B. Teppichrücken	Belästigung, Befindlichkeitsstörungen, Stressfaktor
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	Fugen- und Dichtungsmassen, alte Wandfarben	Schädigung der Leibesfrucht, Beeinträchtigung des Immunsystems, Krebsverdacht
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Parkettkleber, Feuchteabdichtungen, Karbolineum	Krebsverdacht, Geruchsbelästigung

Quelle: HdZ-Ökoinform #2



Hochbauplaner der Zukunft



Problemstellung für die menschliche Gesundheit - 2

Schadstoffgruppe	Mögliche Quelle	Wirkung auf den Menschen
<p><i>PVC-Weichmacher:</i> <i>Phthalate z.B. Di-ethyl-hexyl-phthalat (DEHP):</i></p> <p><i>im Mittel 14 % Ph. im PVC</i> <i>meist (zu 75%) DEHP</i></p>	<p>Bodenbeläge, Vorhänge, Tapeten, Wandfarbe, Elektroinstallationen (Kabelummantelungen, Verrohrungen), Sanitärinstallationen, Schläuche, Profile</p>	<p>Fortpflanzungsgefährdend: R60, R61 (z.B. Schädigung des Kindes im Mutterleib, Entwicklung der Hoden).</p> <p>Wesentlicher Faktor für Asthma</p> <p>Auslöser von Allergien</p> <p>Gefahrenstoffbezeichnung: Toxic (T) ab 0,5% DEHP (aber NICHT für PVC!!)</p>
<p><i>Halogenierte Flammenschutzmittel:</i></p> <p>polybromierte Diphenylether (PBDE), Hexabromcyclododecan (HCDB), Tetrabrombisphenol A (TBBPA) Tris(2-chlorisopropyl)-phosphat (TCPP) etc.</p>	<p>Bodenbeläge, Vorhänge, Dämm- und Montageschäume (z.B. EPS, XPS, PUR), PVC-Kabelummantelungen, technische Folien, Polsterungen, Matratzen, Elektro- und Elektronikgeräte etc.</p>	<p>Mögliche direkt oder indirekte (über Abbauprodukte) Gefährdung: z.B. Hormonstörstoff, akute Toxizität, Neurotoxizität, Krebsverdacht</p> <p>Kritische Eigenschaften: Lipophil, bioakkumulativ, persistent (→ POP)</p>

Quellen: Phthalate von: Belazzi et al., 2006; BFS von Daxbeck et al., 2003



Hochbauplaner der Zukunft



RESUMEE:

Nur Teile der kritischen Eigenschaften von Baustoffen sind auf Baustoffebene bewertbar.

Besser wäre die Bewertung von Bauteilen:

Berücksichtigung des Nutzens wie zB Tragfähigkeit, U-Wert

Umfassende Bewertung von Baustoffen nur auf Gebäudeebene möglich

d.h. keine allgemeinen Aussagen für individuelle Baumaterialien mögl.
 Die Nutzungsintensität (Dosis) bestimmt die Auswirkungen

Chemikalienmanagement ist wertvolles Tool für die Praxis.

Konzept ist erweiterbar.



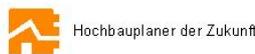
Hochbauplaner der Zukunft



I.4.2 Ökologisches Baustoffkonzept: Bewertungen

I.4.2.1 Ökologische Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Gebäuden

EIGENSCHAFT	BEISPIEL	BEWERTUNG
Ökologischer Rucksack	Zement (konventionell vs. SlagStar), Kork	„LCA“ (PEI, GWP, AP,... OI3) Kosten/Nutzen nur auf Gebäudeebene möglich
Stoffliche Zusammensetzung	NAWARO, Lehm	Nature-Plus R-Symbol Chemikalienmanagement
Kreislauffähigkeit	Demontierbare Baukonstruktion, Trennbare Bauteile und Baustoffe	Nur auf Gebäudeebene mögl.: LCA, SFA
Nutzungsintensität	Lösungsmittel, etc.	Chemikalienmanagement für Schutz d. menschl. Gesundheit Nur auf Gebäudeebene mögl.: LCA, SFA hinsichtlich Rohstoffverbrauch, Nutzungs-Emissionen, Entsorgung (MVA, Deponie)



Bewertungskriterien für Bauteile: IBO- Bauteilkatalog

AW02 Hochlochziegel-Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem

Var 1	Var 2	Var 3	Aufbau von außen nach innen	
1	2,0	2,0	1,0	lamierter Sokalputz
2	10,0			Kork
		10,0		Stemwolle
		10,0		EPS
3	25,0	25,0	25,0	porosierter Hochlochziegel
4	1,0	1,0	1,0	Kalkputz
	38	38	37	Gesamtdicke

Bauphysikalisches Datenprofil

Einheit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Gesamtdicke [cm]	38	38	37
Wärmedurchgangskoeffizient [W/m ² K]	0,31	0,3	0,29
Bew. Schalldämmmaß R _w [dB]	53	55	47
Feuerwiderstandsklasse	F90	F90	F90
Kondensationsrisiko	0,28/0,63	0,94/3,35	0,38/3,15
Speicherwirksame Masse innen [kg/m ²]	85	85	85

Ökologisches Datenprofil

Schichtaufbau AW02	Masse in kg/m ²	PEI [MJ/m ² nicht erneuerbar]	Treibhauserf. 100a 1994 [kg CO ₂ -Äquiv.]	Versäuerung [g SO ₂ -Äquiv.]
1. Sikkatputz	36,0	54	0,2	1
2. Backstein	12,0	238	7,4	130
3. Mineralischer Kleber	10,0	14	2,0	7
1. Sikkatputz	36,0	54	6,8	26
1. Glasfaservermischung	0,2	4	0,2	1
2. Mineralischer Kleber	10,0	14	2,0	7
2. Mineralwolle	15,0	263	18,0	78
2. Mineralischer Kleber	10,0	14	2,0	7
1. Sikkatputz mit Kumbharzputz	18,0	32	4,5	27
1. Glasfaservermischung	0,2	4	0,2	1
2. Polyureth. expandiert (EPG)	1,8	171	4,2	36
2. Kunstharzkleber	10,0	40	3,9	15
3. Hochlochziegel, porosiert	187,5	493	25,2	71
3. Lechzement	12,0	30	3,4	11
4. Kalkputz	12,0	18	2,2	3
Gesamtsummen Variante 1	209,7	848	32,4	248
Gesamtsummen Variante 2	272,7	876	57,9	196
Gesamtsummen Variante 3	241,5	848	43,6	164

Bautechnisches Profil

Einsatzbereich
Wärmedämmverbundsysteme erfordern produktbezogene Verarbeitungserkenntnisse und sind nur bedingt für den Selbstbau geeignet.

Verarbeitung
Gewebebewehrung im Unterputz unbedingt erforderlich, um die unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeitscharaktere von Putz und Dämmstoff zu minimieren (Putzrisse), wird üblicherweise mittels Klebepachtel aufgebracht. Oberputz und Armierungsputz sollten diffusionsopen sein, um Schimmelbildung und Eisenbildung durch Feuchtau zu vermeiden. EPS und Kork: Montage flächig auf AW. Verschlechterung der Schallschutzigenschaften! Montage punktwweise: deutlich schlechtere Wärmedämmung.

Instandhaltung
Geringes Schadenspotential bei monolithischer Ziegelbauweise. Putzinstandhaltung bei Ziegelputzgrund ca. 50 Jahre. Bei Korkwärmeschutz kleinere Instandhaltungintervalle durch thermische Putzbeanspruchungen (ca. 20-30 Jahre).

Technischer Kommentar
Verbundbauweise hinsichtlich Wärmeschutz und Dampfdiffusion problemlos. Insbesondere bei EPS-Dämmung (hohe dynamische Steifigkeit) schlechter Schallschutz möglich. Eignung für Fassadenhäuser: JA (bei vergrößerter Dämmstoffdicke und besonders sorgfältiger, strömungsdichter Ausführung).

Ökologisches Profil

Rohstoffe/ Herstellung
Die Hauptbeiträge zu den betrachteten Umweltwirkungskategorien stammen in der Regel von den Ziegeln, gefolgt von den Dämmstoffen. Diese Reihenfolge ändert sich in der Kategorie Versäuerung, da Transporte in der Variante Kork (Var 1) oder rohstoffbedingte Gründe in der Variante Steinwolle (Var 2) die Gesamtbelastung dominieren.

Nutzung
Statisch tragender Wandkern auf Gebäudelebenszeit. Instandhaltung nicht aufwendig, schaduhafte Stellen sind lokal reparierbar. Erneuerung der Außenschicht wegen Verklebung mit hohem Aufwand verbunden. Staubbelastung bei Abschlagen des Außenputzes hoch, zumeist muß neben dem Außenputz auch die Dämmschicht erneuert werden, daher hohes ökologisches Belastungspotential der ausgetauschten Schichten (Kleber, Dämmschicht, Glasfasergewebe, Außenputz).

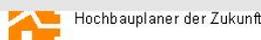
Baubiologisches Profil

Raumklima
Relativ hohes Potential zu natürlicher Kühlung bei verstärktem natürlichen Luftwechsel im Sommer sowie zur Speicherung solarer Energie in der Heizperiode. Mittlere Wasserdampfpermeation, hohe kapillare Leitfähigkeit des Ziegelmauerwerks.

Radioaktivität
Bei Ziegel sowie bei Mörtel können vergleichsweise gering erhöhte radioaktive Werte auftreten, die sich jedoch unterhalb der ÖNORM-Grenzwerte bewegen.

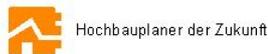
Entsorgung
Fest verbundene Mischkonstruktion, daher schlecht rückbaugesund. Schwer trennbar: Mauerwerk/Dämmstoffe bei Verklebung; Dämmstoffe mit hohem Verschmutzungsgrad. Nicht sortieren trennbar: Ziegel/Mörtel/ Putz/Dämmstoffreste. Stoffliche Verwertung: Zerklünneter Mauerbruch als Kies- und Schotterersatz verwendbar, stark eingeschränkte Verwendungsmöglichkeit bei Gipsverunreinigungen über 2% (falls Gipsputz anstelle von Kalkputz eingesetzt wurde). Dämmstoffreste als Zuschlagstoffe einsetzbar.

Akustik
Var 1 und Var 2: Mindestanforderungen an Luftschallschutz für Außenbauteile bei Mehrfamilienhäusern lt. ÖNORM B 8115 erfüllt. Var 3: Mindestanforderungen an Luftschallschutz für Außenbauteile bei Mehrfamilienhäusern lt. ÖNORM B 8115 nicht erfüllt.

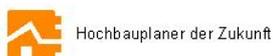
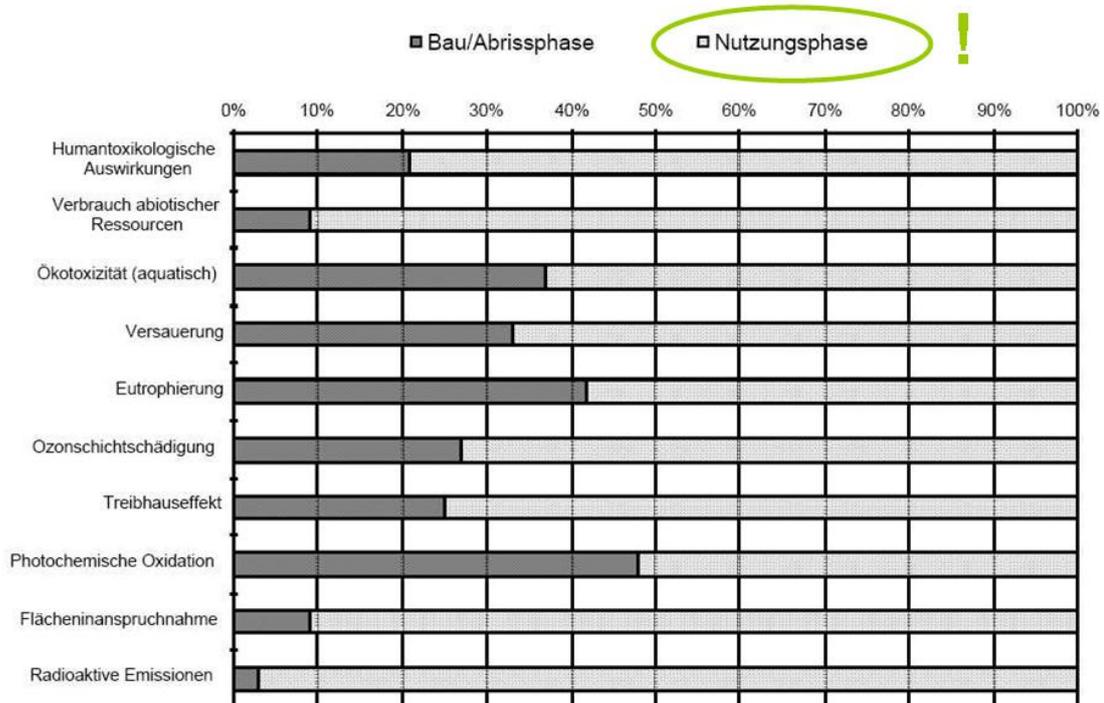


Bewertungssysteme für Baustoffe, Bauteile und Bauwerke Systemgrenzen und funktionelle Einheit

Betrachtungsebene	Baustoffe	Bauelemente	Gebäude
Funktionelle Einheit	kg Baustoff	m ² Bauelement	m ² Wohnfläche oder andere Nutzeneinheit
Berücksichtigte Lebensphasen	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffgewinnung und Baustoffproduktion • Materialverwertung und Entsorgung 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffgewinnung und Baustoffproduktion • Instandhaltung des betrachteten Bauteils • Bauteil-Verwendung • Materialverwertung und Entsorgung 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Phasen (idealerweise)

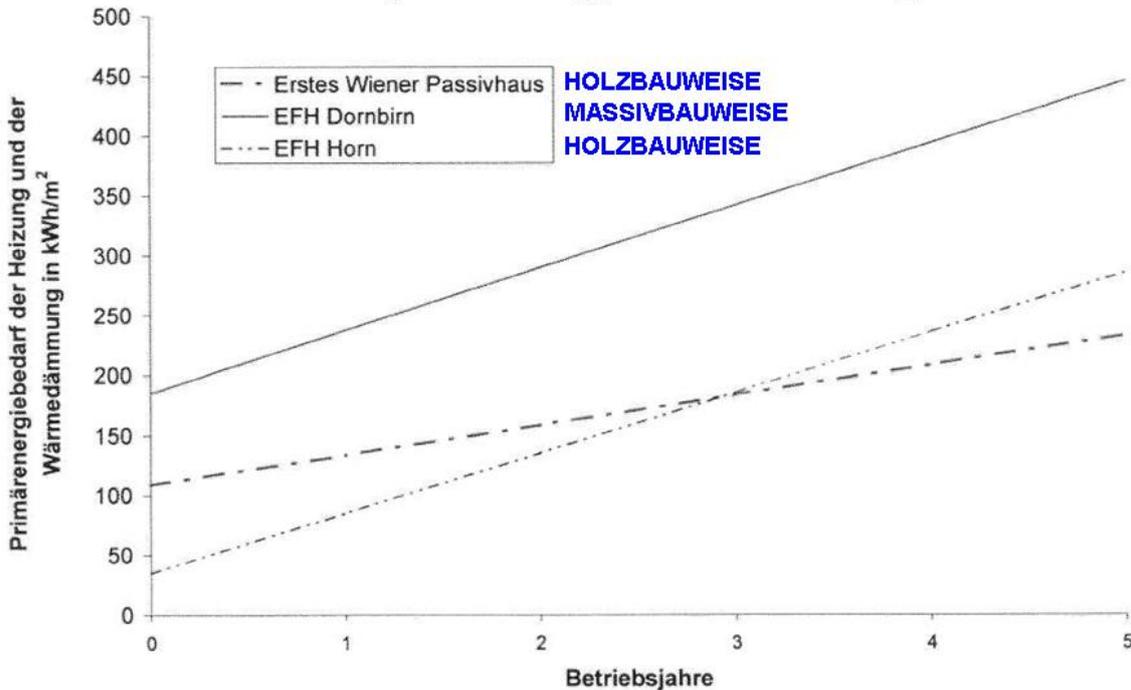


LEBENSZYKLUSBEWERTUNG



LEBENSZYKLUSBEWERTUNG

PEI: Gebäudehülle (Dämmung) und Beheizung



Quelle: M. Schuss (2004): „Life-cycle-Analyse von Passivhäusern“
 Diplomarbeit, TU-Wien, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft.



In der Öffentlichkeit werden für Baustoffe und Gebäude ökologische Bewertungskriterien verlangt, die einfach anzuwenden sind. Durch die steigende Materialvielfalt (Vielstoffgemische, Verbundwerkstoffe, etc.) wird die ökologische Baustoffauswahl zusätzlich erschwert. Folgende Tabelle gibt einen Überblick auf mögliche Bewertungskriterien, zusammengefasst auf Lebensabschnitte des Baustoffs bzw. Bauwerks.

Tabelle 1: Kriterien für die ökologische Bewertung im Bauwesen

BEREICH	EINZELASPEKTE
Rohstoff	Regenerierbarkeit und Ressourcenkapazitäten
-gewinnung	Recyclate bzw. Reststoffverwertung aus anderen Sparten
	Abfälle aus dem Ressourcenabbau
	Emissionen aus dem Ressourcenabbau (z.B.: Grundwasserbelastung)
	Landschaftsbild (z.B.: Bergbauaktivitäten)
	Energie- und Chemikalienaufwand zur Rohstoffgewinnung
Transport	Energiebedarf
	Emissionen
	Transportrisiko
	Lager- und Transportkonservierung
Herstellung	energetischer Aufwand
(Produktion von	Störfallrisiko
Baustoffen und	Arbeitsplatzbelastungen und -qualität
Errichtung von	Abfälle aus Produktion und Errichtung
Gebäuden)	Emissionen (in Atmosphäre, Hydrosphäre und Boden)
	Lärmemissionen
Nutzung	Leistungsprofil und Eignung (Anforderungen an bauliche Maßnahmen)
	Störanfälligkeit
	Verträglichkeit mit anderen Baustoffen
	originärer und produktionsbedingter Schadstoffgehalt
	Wohnklima
	Emissionsverhalten Innenraum (z.B. Diffusion von Kunststoffadditiven + Lösemitteln)
	Emissionsverhalten Außenbereich
	Brandverhalten
Erhaltung	Haltbarkeit und Lebensdauer
Instandhaltung	Reparierbarkeit (Instandsetzbarkeit) bzw. Notwendigkeit für Totalersatz
Instandsetzung	Reinigungserfordernis, Reinigungs- und Pflegeaufwand und -möglichkeiten
	Arbeitsplatzbelastung durch Reinigung und Wartung
	erforderliche Schutzmaßnahmen
Entsorgung	Rezyklierbarkeit und sonstige stoffliche Verwertbarkeit
	Arbeitsplatzbelastung bei Entsorgung
	Gefahrenpotential und Entsorgungsmöglichkeiten von unverbauten Baureststoffen
	Emissionsverhalten bei planmäßigem Abbruch bzw. bei Störfall
	Verhalten in der bzw. Anforderungen an die Beseitigung
	Risikopotential von Rückständen aus Störfällen

Planung und Ausführung von Gebäuden wurden und werden primär durch technische, ökonomische und ästhetische Kriterien beeinflusst. Seit einigen Jahrzehnten steigt jedoch auch das gesellschaftliche und politische Interesse hinsichtlich ökologischer As-

pekte. Weltklimakonventionen und die Nachhaltigkeitsdiskussion haben zu einer Sensibilisierung geführt und die Notwendigkeit nach ganzheitlichen Betrachtungen unterstrichen. Aufgrund der Erkenntnis, dass der Bausektor einen dominierenden Umwelteinfluss ausübt, werden ökologische Kriterien zunehmend in die Entscheidungsfindung bei Baumaßnahmen einbezogen.

Einfluss der Bauwirtschaft auf Umwelt und Gesellschaft:

- Endenergiebedarf: ca. 40 % für Beheizung, Warmwasserbereitung und Beleuchtung von Gebäuden [BMWA, 2004]
- Treibhausgasemissionen: ca. 30 % für Beheizung, Warmwasserbereitung und Beleuchtung von Gebäuden [BMWA, 2004], [Statistik Austria, 2006]
- Feste Abfälle: 60-70 % aus der Bauwirtschaft. Das entspricht etwa 4 Tonnen pro Österreicher und Jahr [BAWP, 2001]
- Feste Konsumgüter: 70 % davon sind Baumaterialien. Das entspricht etwa 13 Tonnen pro Österreicher und Jahr [Daxbeck et al., 2003]
- Flächenverbrauch (Zersiedlung)

Um jedoch eine Aussage bezüglich der Umweltbeeinflussung eines Gebäudes treffen zu können, ist eine Analyse des gesamten Lebensweges notwendig. Beginnend bei der Rohstoffgewinnung und Verarbeitung über die Nutzung (vor allem Beheizung) und Instandhaltung (z.B. Oberflächen-Reinigung) bis hin zur Entsorgung in Form der Verwertung oder Beseitigung müssen sämtliche Einwirkungen auf die Umwelt wie z.B. Emissionen in Luft und Wasser, Abfälle, Energie- und Rohstoffverbrauch etc. berücksichtigt werden.

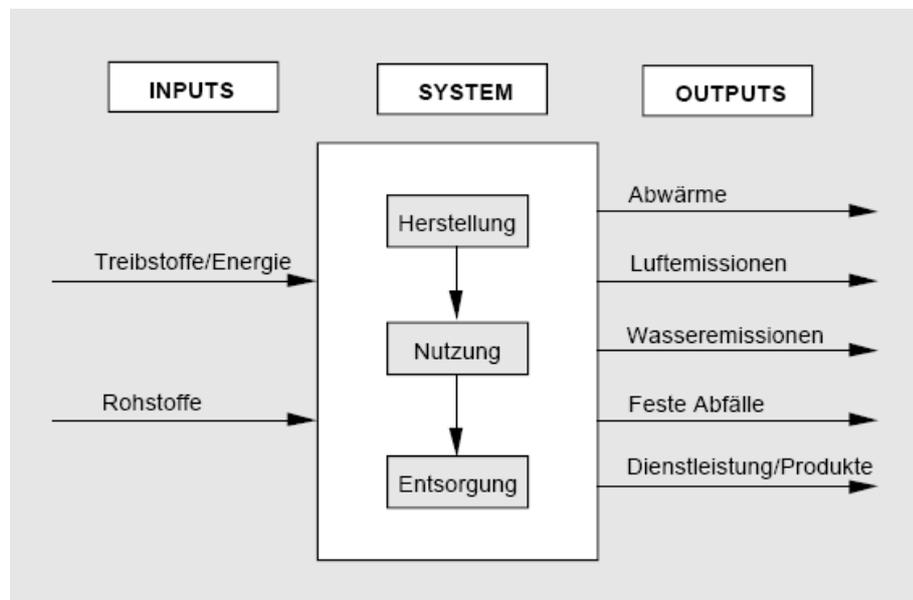


Abb. 1: Lebensweg-Analyse

Die Interpretation von Umweltbelastungen aus dem Baubereich ist oftmals eine heikle und strittige Angelegenheit. Dies liegt meist daran, dass unterschiedliche Methoden zur Bewertung eingesetzt werden. Die Methoden unterscheiden sich einerseits darin

welche Umweltauswirkungen betrachtet werden und andererseits – was die größte Schwierigkeit für Interpretationen darstellt - darin welche Prozesse des Lebensweges bilanziert werden.

Beispielsweise darf die Summe der Umweltbelastungen aller eingesetzten Baumaterialien nicht gleichgesetzt werden mit der Umweltbelastung eines Gebäudes über seinen gesamten Lebenszyklus.

Werden verschiedene Studien herangezogen um die Umweltbelastungen mehrerer Bauwerke (oder mehrerer Baustoffe) gegenüberzustellen, ist dies ohne Hintergrundinformationen zu Systemgrenzen nicht zielführend. Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, müssen die folgenden Punkte bekannt sein und bei den verschiedenen Untersuchungen identisch berücksichtigt worden sein:

- Berücksichtigung der Instandhaltung und Instandsetzung
- Berücksichtigung der Entsorgung (Rückbaubarkeit bzw. Verwertung)
- Berücksichtigung von Baustofftransporten
- Aktualität der Daten (z.B. Schwefelkonzentrationen von Treibstoffen. Wichtig für Beurteilung der Versauerung / saurer Regen)
- Strom-Mix (Anteile der Primärenergieträger am gesamten Stromverbrauch einer Region/Nation):
 - Wie aktuell sind die Daten?
 - Werden Strom-Importe berücksichtigt?
 - Welcher Strommix wird für die Importe berücksichtigt? (Europäischer Durchschnitt oder tatsächlicher Mix → Temelin)
 - Wird unterschieden zwischen Jahres-Strommix und Strommix in der Heizsaison? (Z.B. wichtig für die Bewertung von Wärmepumpen) und Österreichischer Strommix vom heimischer Stromproduktion, Berücksichtigung von Importen, Wie werden Importe berücksichtigt, Österreich plus Importe, Europäischer Strommix,...)
- Massenanteil der Bewehrung im Stahlbeton
- Recyclingraten (regional unterschiedlich!)
- Substitution von fossilen Energieträgern: Bei der Bewertung der Lebensphase „Entsorgung“ wird bei thermischer Verwertung oftmals die Einsparung fossiler Energieträger (und damit verbundener CO₂-Emissionen) in die Bilanz einbezogen.
- Prozess „Wachstum von Biomasse“: In Österreich wird meistens die Aufnahme von CO₂ während des Wachstums positiv mitbilanziert. Dies ist international meistens nicht üblich.
- etc.

Bei den Verfahren zur Abschätzung der Umweltwirkungen unterscheidet man:

- Quantitative Modelle führen zu einer mehr oder weniger abstrakten Kennzahl, die ein zuverlässiges Bild der durch viele vernetzte Wechselwirkungen hervorgerufenen Umweltwirkungen liefern soll (Messbarkeit). Solche Modelle bieten die Möglichkeit eines relativ einfachen Vergleichs von funktionell äquivalenten Produkten.
- Qualitative Modelle sind Modelle, die eine Aufgliederung der Einzelbelastungen mit individueller rein qualitativer Bewertung (z.B. verbale Beschreibung) jedes Einzelparameters zum Ziel haben (z.B. verbale Beschreibung von Verarbeitung, Einbau, Rückbau und Verwertung).

- Duale Modelle kombinieren quantitative und qualitative Bewertung (z.B. ökologischer Bauteilkatalog; IBO 1999).

Im Folgenden werden quantitative Bewertungsmethoden vorgestellt, ökologische Kennzahlen einiger Baustoffe angegeben, und abschließend wird die Thematik kritisch zusammengefasst.

1.4.2.2 Methodisches Vorgehen bei Ökologie-Bewertungen

Das methodische Vorgehen bei der Bewertung der Ökologie von Baustoffen entspricht in wesentlichen Punkten dem Vorgehen bei einer Ökobilanz. Eine **Ökobilanz** ist eine Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potentiellen Umweltauswirkungen eines Produktsystems (auch Dienstleistungen) im Verlauf seines Lebenswegs ("von der Wiege bis zur Bahre").

Ökobilanzen sind ein Hilfsmittel zur Vorbereitung umweltorientierter Entscheidungen im Lebenszyklus eines Produktes. Sie werden eingesetzt, um die Schwachstellen im Lebensweg der Produkte offen zu legen, die Umwelteigenschaften von Produkten zu verbessern, mögliche Alternativen zu vergleichen und Handlungsempfehlungen zu begründen. Ökobilanzen existieren u.a. zum Vergleich von Einweg- und Mehrwegverpackungen für Getränke.

Im Bauwesen kann die Ökobilanz sowohl für einzelne Baustoffe, als auch für ein Bauteil bzw. das gesamte Gebäude eingesetzt werden. Die produktbezogene Ökobilanz für Baustoffe oder Bauteile erfasst die wesentlichen Umweltauswirkungen bei der Rohstoffgewinnung, der Herstellung von Zwischenprodukten, der Nutzung bzw. dem Gebrauch, bis hin zur Abfallentsorgung. Die Bewertung kann sowohl als ökologische Schwachstellenanalyse als auch als Instrument für Vergleichszwecke herangezogen werden. Die Möglichkeit eines Vergleichs verschiedener Baustoffe ist aber aufgrund der unterschiedlichen technischen Eigenschaften und dem Einfluss der bei der Ökobilanz gewählten Bilanzgrenzen mit Vorbehalt zu sehen.

Die Ökobilanz untergliedert sich in Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und Bilanzbewertung. Zur Anwendung kommen dabei folgende Normen:

- ÖN EN ISO 14040 (Produkt-Ökobilanzen - Prinzipien und allgemeine Anforderungen)
- ÖN EN ISO 14041 (Sachbilanzen)
- ÖN EN ISO 14042 (Wirkungsabschätzung)
- ÖN EN ISO 14043 (Auswertung)
- DIN 33926 (Standardberichtsbogen für Ökobilanzen)

Das methodische Vorgehen bei Ökologie-Bewertungen erfolgt grundsätzlich in fünf Arbeitsschritten. Die Benennung dieser Arbeitsschritte stammt aus der ÖN EN ISO 14040. Die Struktur dieser Arbeitsschritte ist auch bei anderen Bewertungsmethoden (MIPS, KEA, Stoffflussanalyse etc.) zu finden.

1. Zieldefinition
2. Definition der Systemgrenzen
3. Sachbilanz / Input-Output-Analyse
4. Wirkungsabschätzung
5. Interpretation

Zieldefinition

Die **Zieldefinition** legt fest, welche Fragestellung die Bewertung beantworten soll. Sie beinhaltet den Bezug auf die Zielgruppe (Wissenschaftler, Politiker, Bauwirtschaft, Planer, Ausführende, Bauherr) und den vorgesehenen Anwendungsbereich. Grundsätzlich kann die Bewertung 3 unterschiedliche Zwecke verfolgen (in Abhängigkeit von Auftraggeber und Zielgruppe):

- Marketinginstrument: Ökologische Vorteile eines Produktes aufzeigen
- Optimierungsinstrument: zur umweltgerechten Gestaltung von Bauprodukten und Bauwerken
- Rechtliches Instrument: Grundlage für gesetzliche Anforderungen oder Richtlinien

Folgende Faktoren sollten innerhalb der Zieldefinition betrachtet werden:

- Ansichten, Interessen und Motive der am Bau Beteiligten (PlanerInnen, Bauherr, NutzerInnen etc.)
- zeitliche Rahmenbedingungen (zeitpunktbezogen, zeitraumbezogen etc.)
- räumliche Rahmenbedingungen (global, kontinental, regional, lokal, punktuell etc.)
- Bewertungsgegenstand (Baustoff, Element, Gebäude, Dienstleistung „Wohnen“ etc.)
- Grad der Konkretheit (Einzelfall, generalisierende Aussage etc.)
- erreichter Informationsstand
- Verfügbarkeit, Handhabbarkeit und Akzeptanz von Bewertungsmethoden

Die Zieldefinition ist die Grundlage für die Festlegung der Systemgrenzen und für die Auswahl der zu berücksichtigenden Umweltwirkungskategorien. Die Ergebnisse unterschiedlicher Bewertungsstudien sind aufgrund der verschiedenen Zieldefinitionen und der verschiedenen Systemgrenzen nicht vergleichbar.

Systemgrenzen, Untersuchungsrahmen

Die **Definition der Systemgrenzen** bzw. des Untersuchungsrahmens (Scope definition) dient der transparenten (nachvollziehbaren) Beschreibung der funktionellen Einheit und des Bilanzraumes der Sachbilanz und Wirkungsabschätzung. Die funktionelle Einheit ist die Bezugsgröße bei einem Vergleich der Umweltwirkungen von verschiedenen Bauprodukten, Baukonstruktionen oder Bauwerken. Die funktionelle Einheit ergibt sich aus dem Nutzen der Produkte (abgeleitet aus der Zieldefinition) unter Berücksichtigung der zeitlichen Komponente.

Bei der Erstellung einer Ökologie-Bewertung müssen möglichst alle Umweltauswirkungen berücksichtigt werden und möglichst alle Produktions-, Gebrauchs- und Entsorgungsvorgänge erfasst werden. Um die Komplexität dieser Bewertung auf ein durchführbares Maß zu reduzieren werden entsprechend der Zieldefinition unbedeutende und nachrangige Aspekte abgegrenzt. Die Systemgrenzen legen folgende Aspekte fest (und begründen deren Festlegung):

- Untersuchte Produkte: Baustoffe, Bauteile, Bauwerke, Siedlungsgebiet (rural oder urban)
- Funktionelle Einheit

- Bilanzierte Lebensphasen: Welche Bereiche des Lebenszyklus werden betrachtet und welche nicht (z.B. Gewinnung von Rohstoffen, Transportwege, Errichtung des Bauwerks, Erhaltung)
- Bilanzierte Nebenprodukte die bei Rohstoffgewinnung, Verarbeitung, Baustoffherstellung und Entsorgung von Bauwerken entstehen: Berücksichtigung von Hilfsstoffen (für Rohstoffgewinnung, Baustoffproduktion, Bauwerkserrichtung, Erhaltung), Berücksichtigung von Kuppelprodukten (z.B. Fernwärme aus der thermischen Verwertung), Berücksichtigung von Recyclingprodukten (aus der stofflichen Verwertung)
- Berücksichtigung des ökologischen Rucksacks - also aller vorgelagerten Prozesse - von Maschinen, Produktionsstätten, Verkehrsmitteln, Verkehrswegen etc. (Dieser ökologische Rucksack wird zumeist nicht berücksichtigt)
- Geografische Region (Klimaregion, Nation, etc.)
- Zeitliche Grenze: Nutzungsdauer der Produkte
- Herkunft und Aktualität der verwendeten Daten (für die Sachbilanz)
- Auswahl der Umweltwirkungskategorien und der Indikatoren für die Wirkungsabschätzung

Die Zieldefinition und Systemdefinition sind wesentlich für die Nachvollziehbarkeit von Bewertungen und sollten daher möglichst präzise und verständlich dokumentiert werden. Für die Dokumentation wurde (insbesondere für Ökobilanzen) ein Standardberichtsbogen entwickelt (DIN 33926) der sehr hilfreich ist um Gemeinsamkeiten und Unterschiede von verschiedenen Bewertungsstudien zu erkennen.

Sachbilanz

Die **Sachbilanz** (= Inventar; Life Cycle Inventory LCI) als 3.Schritt der Ökologie-Bewertung enthält eine Quantifizierung aller relevanten Material- und Energieflüsse für die einzelnen Phasen des Lebenswegs. Auch Lärmemissionen und Flächenverbrauch können in einer Sachbilanz berücksichtigt werden. Die Lebensphasen werden in einzelne Module abgegrenzt, welche miteinander und mit der Umwelt durch Input- und Outputflüsse verbunden sind. Empfehlenswert ist die Darstellung als Fließdiagramm (siehe folgende Abb.). Durch Summierung aller Module ergibt sich eine Input-Output-Analyse (Materialflussanalyse, Energieflussanalyse).

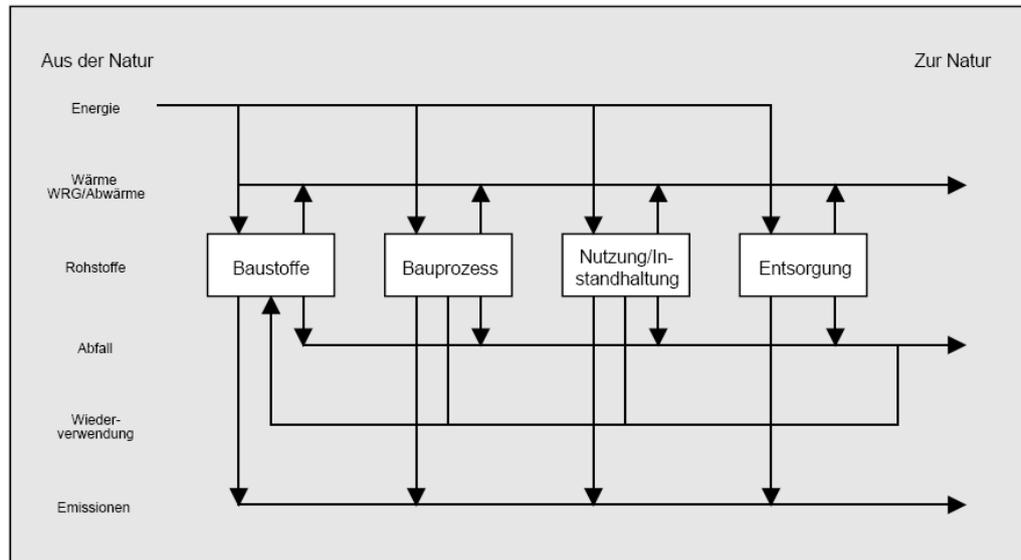


Abb. 2: Systemanalyse als Fließdiagramm [Kohler, 1994]

Während der Datensammlung für eine Sachbilanz können neue Datenanforderungen oder Einschränkungen erkannt werden, die eine Änderung der Systemgrenzen (oder auch der Zieldefinition) erforderlich machen. Es handelt sich daher um einen iterativen Arbeitsprozess.

1.4.2.3 Wirkungsabschätzung

In der **Wirkungsabschätzung** (Life Cycle Impact Assessment LCIA) werden die Daten der Sachbilanz auf Wirkungsindikatoren umgerechnet. Die Wirkungsabschätzung erfolgt in 3 Arbeitsschritten: Klassifizierung, Charakterisierung und Aggregation:

- Die Klassifizierung ist die Zuordnung der Input- und Outputflüsse zu den gewählten Wirkungskategorien.
- Die Charakterisierung ist die Zusammenfassung der zugeordneten Flüsse für jede Wirkungskategorie. Dies geschieht normalerweise durch die Multiplikation der verbrauchten oder emittierten Menge der zu bewertenden Substanz mit einem jeweiligen Gewichtungsfaktor.
- Die Aggregation ist ein optionaler Arbeitsschritt, der eine Gewichtung der einzelnen Wirkungskategorien und eine Zusammenfassung auf eine einzige Zahl vorsieht (z.B. ECO-Indikator 99). Da bei der Aggregation neben naturwissenschaftlichen Grundlagen auch gesellschaftspolitische (und persönliche) Ansichten eine Rolle spielen kann dieser Schritt schnell zu leicht anfechtbaren Ergebnissen führen und wird daher in der Praxis nur selten durchgeführt. (bzw. sollte nur selten durchgeführt werden).

In der Literatur wird mittlerweile eine große Anzahl von Bewertungsmethoden vorgeschlagen, einige für das Bauwesen wichtige Bewertungsgrößen sowie interessante Methoden sind in der folgenden Tabelle aufgelistet und werden anschließend detaillierter beschrieben. Die Methoden können durch die verwendeten Umweltwirkungskategorien in input-orientierte (Rohstoffe), output-orientierte (Emissionen, Abfälle) und umfassende Bewertungen eingeteilt werden:

Tabelle 2: Bewertungsgrößen inkl. Einheiten Primärenergieinhalt (Gesamt PEIGESAMT, nicht erneuerbar PEINE), Kumulierter Energieaufwand (KEA)	MJ
Materialintensität (MIPS)	kg (4 Kategorien)
Ökol. Fußabdruck (ÖFA), Sustainable Process Index (SPI)	ha
Treibhauseffekt (Global Warming Potential, GWP)	kg CO ₂ -Äquivalent
Versäuerung (Acidification Potential, AP)	kg SO ₂ -Äquivalent
Bildung von Photooxidantien (Sommersmog, Pho- tochemical Ozone Creation Potential, POCP)	kg Ethylen-Äquivalent
Ozonabbau in der Stratosphäre.	kg CFC-11-Äquivalent
Eutrophierung (Überdüngung, Nutrification Poten- tial NP)	kg PO ₄ -Äquivalent
Ressourcenerschöpfung	Ressourcenverknapp- pfungsfaktor
Humantoxizität	
Ökotoxizität	
Flächeninanspruchnahme	ha (5 Kategorien)
Abfälle	Klassifizierung, Menge
Radioaktive Strahlung	Ci oder Bq
Ökoindex des IBO (OI3 = 1/3 PEI + 1/3 GWP + 1/3 AP)	Dimensionslos [0 ... 100]

Tabelle 3: Bewertungsmethoden und Umweltwirkungen

BEWERTUNGSMETHODEN und einzelne WIRKUNGSINDIKATOREN	UMWELTWIRKUNG
Input-orientierte Methoden (Rohstoffe)	Ressourcenverknappung
PEI, PEI _{ne} Primärenergieinhalt (nicht erneuerbar)	Verbrauch an Energieressourcen
KEA Kumulierter Energieaufwand	Verbrauch an Energieressourcen
MIPS Materialintensität pro Serviceeinheit	Verbrauch an Rohstoffen
ÖFA Ökologischer Fußabdruck	Verbrauch an Bodenfläche
SPI Sustainable Process Index	Verbrauch an Bodenfläche
Flächenverbrauch	Verbrauch an Bodenfläche in 5 Kategorien
Ressourcenverknappung	Verknappung an nicht erneuerbaren Primärressourcen
Output-orientierte Methoden (Abfälle, Emissionen)	Überschreitung der Pufferkapazität (Aufnahmefähigkeit der Umwelt)
GWP ₁₀₀ Treibhauseffekt (global warming potential)	Klimawandel
AP Versäuerung (acidification potential)	Saurer Regen
NP Überdüngung (nutrification potential)	Eutrophierung
POCP Bildung von Photooxidantien (photochemical ozone creation potential)	Bodennahes Ozon (Sommersmog)
ODP Ozonabbau (ozone depleting potential)	Ozonabbau in der Stratosphäre (Ozonloch)
HC Humantoxizität	Menschliche Gesundheit
EC Ökotoxizität (z.B. kritisches Volumen für Emissionen in Atmosphäre und Hydrosphäre)	Ökotoxikologische Belastung
UBP Umweltbelastungspunkte	Belastungspotential aller Emissionen
Radioaktive Strahlung	Strahlenbelastung
Feste Abfälle	Wirkung von Müllverbrennung + Deponie
Umfassende Methoden (Input- und Outputkriterien)	
CML-Kriterien (Werden oft für Ökobilanzen eingesetzt; ähnliche Methoden: SETAC-Kriterien; Wirkungskategorien nach UBA-Berlin)	Verwenden input- und output-orientierte Indikatoren bzw. Umweltwirkungen - siehe oben
OI3 Ökoindex des IBO, Wien $OI3 = 1/3 PEI_{NE} + 1/3 GWP_{100} + 1/3 AP$	Verbrauch an nicht erneuerbaren Energieressourcen, Klimawandel, Versäuerung
GEMIS Globales Emissionsmodell integrierter Systeme (Sachbilanzen mit einzelnen Wirkungskategorien: KEA, GWP, AP)	Ressourcenbedarf, Schadstoffausstoß, Klimabeeinträchtigung, Luftverschmutzung, Abfälle
ECOINVENT (Umfassende Sachbilanzen)	Rohstoffbedarf, Schadstoffausstoß, Abfälle
SFA Stoffflussanalyse (Rohstoffanalyse und Schadstoffanalyse auf Basis einer Sachbilanz)	Rohstoffbedarf, Schadstoffausstoß, Abfälle

Die Auswahl der Bewertungsmethode und Wirkungskategorie sollte die Bedeutung der Umweltwirkung berücksichtigen. Eine Wirkungskategorie ist umso bedeutender [UBA-Berlin, 2000],

- je größer das räumliche und zeitliche Ausmaß der Schädigung sein kann (z.B. Zerstörung der Ozonschicht ist räumlich und zeitlich bedeutender als Sommersmog)

- je weiter der derzeitige Umweltzustand in dieser Wirkungskategorie von einem Zustand der ökologischen Nachhaltigkeit entfernt ist (abhängig vom lokalen Zustand des Ökosystems)
- je größer der spezifische Beitrag des zu untersuchenden Produktes an der nationalen Gesamtbelastung ist (z.B. Überdüngung ist kein geeigneter Indikator für die Bewertung von Baumaterialien)

Interpretation

Der letzte Schritt der Bewertung ist die Interpretation (Auswertung), die eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung entsprechend des festgelegten Ziels und des Untersuchungsrahmens vornimmt. Aus den zusammengefassten Ergebnissen sollen Schlussfolgerungen gezogen werden und Handlungsempfehlungen für Zielgruppen und Entscheidungsträger abgeleitet werden.

1.4.2.4 Input-orientierte Ökologie-Bewertung (Ressourcenverknappung)

PEI Primärenergieinhalt, KEA Kumulierter Energieaufwand

Die **Primärenergie** ist eine Energieform, die keiner vom Menschen absichtlich verursachten Umwandlung unterworfen wurde. Beispiele sind die potentielle Energie der Sonnenstrahlung, des Wassers oder des Windes bzw. die chemisch oder physikalisch gespeicherte Energie in natürlichen Ressourcen. Jede Umwandlung von Primärenergie zu Sekundärenergie (z.B. Benzin) und zu Endenergie (z.B. Strom aus der Steckdose) ist mit einem Verlust in Form von Abwärme, Emissionen und/oder Abfällen verbunden.

Der **Primärenergieinhalt (PEI)** eines Baustoffs (auch inkorporierte Energie) ist die Summe aller primärenergetisch bewerteten Energieaufwendungen für die Gewinnung und Herstellung der für die Baustoffproduktion nötigen Rohstoffe, Hilfsstoffe und Betriebsmittel einschließlich der Transportaufwendungen. Um Aussagen für das Kriterium der Ressourcenverknappung treffen zu können wird oftmals nur jener Teil des gesamten PEI dargestellt der sich aus fossilen und nuklearen Primärenergieträgern ergibt: $PEI_{NE} = PEI$ nicht erneuerbar.

Gemäß VDI Richtlinie 4600 gibt der **Kumulierte Energieaufwand (KEA)** die Gesamtheit des primärenergetisch bewerteten Aufwands an, der im Zusammenhang mit der Herstellung (KEA_H), Nutzung (KEA_N), und der Entsorgung (KEA_E) eines ökonomischen Gutes (Produkt oder Dienstleistung) entsteht bzw. diesem ursächlich zugewiesen wird (also vergleichbar mit dem PEI). Für ein Gebäude setzt sich der KEA_H zusammen aus der bewerteten Gebäudemassenbilanz (inkl. Haustechnik) und dem Aufwand für die Errichtung (Transport von Baustoffen und Personal, Baustromverbrauch, Kraftstoffverbrauch für Baumaschinen und Baufahrzeuge, inkl. Aufwand für Erdaushub und dessen Transport).

Verluste innerhalb der Anlage. Mit der 100%-Regel wird die Datenkompatibilität zu nationalen Energiestatistiken (Statistik Austria, BMWA-Energiebericht) sowie international (IEA, OECD, UN) hergestellt.

Exkurs „Graue Energie“:

Der Ausdruck „Graue Energie“ wird oftmals gleichgesetzt mit Primärenergie. Das in der Schweiz in den 70er Jahren entwickelte Konzept umfaßt jedoch ursprünglich nur die Summe von fossilen und nuklearen Energieträgern sowie Wasserkraft. Andere regenerative Energieträger (Biomasse, Erdwärme, Solarenergie, Wind) sowie Abfälle bleiben unberücksichtigt.

Gebäude benötigen durch die Errichtung und Nutzung einen bedeutenden Anteil des jährlichen Energiebedarfs in Europa. Daher ist die Bewertung der Primärenergie durch PEI oder KEA ein aussagekräftiger Umweltindikator für die Baubranche.

MIPS Materialintensitäten

Die MIPS-Methode (Materialinput pro Serviceeinheit) wurde vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie entwickelt [Schmidt-Bleek, 1993; Schmidt-Bleek et al., 1998]. Der MIPS-Wert ist ein Maß für den materiellen Ressourcenverbrauch von Dienstleistungen und Produkten und damit das Pendant zum PEI bzw. KEA (Maßzahlen für den energetischen Ressourcenverbrauch). Er wird berechnet durch den aggregierten Massenfluss an Gütern, der durch eine Dienstleistung (z. B. Nutzung von Wohnfläche, Nutzung von Warmwasser, Genuss eines kühlen Biers, etc.) entsteht.

Bei der Bewertung von Baustoffen werden alle für die Rohstoffgewinnung, Transportvorgänge und Baustoffproduktion benötigten Materialien (Inputgüter) und deren Massen bestimmt. Jeder Rohstoff und jedes Hilfsmittel das in einen Prozess eingebracht wird, ist mit Masseninputs behaftet, die es als „Rucksäcke“ in die Produktion des Hauptproduktes einbringt. Diese ökologischen Rucksäcke werden als Materialintensitäten bezeichnet und sind für eine Vielzahl von Materialien dokumentiert worden (<http://www.wupperinst.org/Projekte/mipsonline>).

$$\sum(M_i \cdot MIM_i) = MI = MIPS \cdot S$$
$$S = n \cdot p$$

M_i [t] ... eingesetzte Materialien

MIM_i [t/t] ... Materialintensität der Materialien

S ... Dienstleistung

n ... Anzahl der Dienstleistungen

p ... Anzahl der Personen, welche die Dienstleistung gleichzeitig nutzen

Die Materialintensitätenanalyse (MAIA) gliedert die Inputgüter in fünf Kategorien: abiotische und biotische Rohstoffe, Bodenbewegungen, Wasser und Luft.

Bei dieser Form der Untersuchung kann leicht ermittelt werden, wo die größten Güterflüsse auftreten, die hier im Weiteren auch als die für die Umwelt relevanten Größen angenommen werden. Die verwendete Energie wird in die Berechnung in Form der Gewichtseinheiten der verwendeten Energieträger eingerechnet. Schadstoffe und

emissionsbedingte Umweltwirkungen werden nicht berücksichtigt. Es handelt sich daher um eine Input-orientierte Analyse.

Da der Bausektor einen bedeutenden Anteil am gesamten europäischen Rohstoffverbrauch besitzt, ist der MIPS-Wert ein aussagekräftiger Umweltindikator für die Baubranche.

Ökologischer Fußabdruck, Ecological Footprint (ÖFA, EF)

Der ökologische Fußabdruck (ÖFA) stellt den Ressourcenbedarf einer Region in Form von Flächeneinheiten dar. Das Konzept wurde von Mathis Wackernagel und William E. Rees an der University of British-Columbia in Vancouver (Kanada) entwickelt und weltweit für Länder und Städte angewendet (darunter auch Österreich und Wien). Die Methode ist auch für einzelne Betriebe, Dienstleistungen oder Produkte anwendbar.

Die konsumierte Menge an Energie und Gütern wird mittels Ertragsfaktoren in Wasser- und Landflächen umgerechnet, die für die Produktion dieser Güter benötigt werden. Der ÖFA ist ein Index der aus Indikatoren für einzelne Teilflächen zusammengesetzt wird: Fläche für Energiebedarf, bebaute Fläche, Weidefläche, Ackerflächen, Waldfläche und Fischereifläche.

Der Schwerpunkt der Methode liegt auf der Bewertung der Inputgüter. Es handelt sich jedoch nicht um eine rein input-orientierte Methode, da auch die Treibhausgasemissionen berücksichtigt werden. Der Energiekonsum (inklusive Primärenergieinhalt der konsumierten Güter) wird in CO₂-Emissionen umgerechnet und mittels Absorptionskoeffizienten in jene Waldfläche umgerechnet, die für die Absorption der anfallenden CO₂-Menge benötigt wird. Für Nuklearenergie wird die Annahme getroffen dass radioaktive Abfälle die selbe Fläche beanspruchen wie fossile Energie. Die Energiebewertung ist also auf den Konsum von nicht erneuerbaren Energieträgern fokussiert.

Unberücksichtigt bleibt die Wirkung von Schadstoffemissionen (außer CO₂) und Abfällen auf die Umwelt und auf die menschliche Gesundheit. Die Bereiche Transport (Transportflächen), Wasserbedarf und Abwassermanagement werden nur sehr eingeschränkt einbezogen.

Das Konzept des ÖFA hat sich (trotz einiger Kritiken) als zweckdienlich für die Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit von Regionen erwiesen. Für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Baustoffen, Bauteilen und Gebäuden erscheint es nur eingeschränkt verwendbar. Dies liegt vor allem daran, dass mineralische, synthetische und metallische Produkte nur über ihren Primärenergieinhalt berücksichtigt werden; d.h. die Bewertung beschränkt sich auf den Verbrauch nicht erneuerbarer Energieressourcen.

Weitere Methoden, welche den Hauptaugenmerk auf input-seitige Bewertung legen und die ökologische Wirkung in Flächeneinheiten ausdrücken sind:

- SPI Sustainable Process Index (Krotscheck + Narodoslowsky, TU-Graz)
- FIPS Flächeninput pro Serviceeinheit (Wuppertal Institut)

1.4.2.5 Output-orientierte Ökologie-Bewertung (Emissionen)

Treibhauseffekt, Global Warming Potential (THE, GWP in kg CO₂-Äquiv.)

Der Beitrag zum anthropogenen (menschlich verursachten) Treibhauseffekt wird in massebezogenen CO₂-Äquivalenten angegeben. Für jedes treibhauswirksame Gas (Methan, Lachgas, fluoridierte Gase etc.) wurde ein sogenanntes Treibhauspotential (GWP) ermittelt, das den Beitrag des Gases zum Treibhauseffekt beschreibt, gemessen an der Treibhausgaswirksamkeit von CO₂.

Somit kann der direkte Einfluß auf den Treibhauseffekt zu einer einzigen Wirkungskennzahl zusammengefaßt werden, in für alle emittierten Gase das Treibhauspotential (GWP_i) mit der Masse (m_i) multipliziert wird:

$$GWP = \sum_i GWP_i \cdot m_i$$

Das Treibhauspotential kann für verschiedene Zeithorizonte (20, 100 oder 500 Jahre) bestimmt werden. Der kürzere Integrationszeitraum von 20 Jahren ist entscheidend für Voraussagen bezüglich kurzfristiger Veränderungen aufgrund des erhöhten Treibhauseffekts, wie sie für das Festland zu erwarten sind. In den meisten Bewertungen wird die Integrationszeit von 100 Jahren herangezogen. Sie ist angebracht für die Evaluation des langfristigen Anstiegs des Wasserspiegels der Weltmeere und dient beispielsweise dazu, die notwendigen Maßnahmen zu dimensionieren, die ausreichen, um das Österreichische Kyoto-Ziel zu erreichen: Im Zeitraum 2008-2012 die Treibhausgas-Emissionen um 13 % unter den Wertes von 1990 zu reduzieren (Im Jahr 2003 waren die Treibhausgasemissionen in Österreich aber um ca. 17 % höher als im Basisjahr 1990).

Obwohl das Treibhauspotential der meisten Treibhausgase deutlich über jenem von Kohlendioxid liegt, ist dennoch Kohlendioxid das dominierende Gas für den Treibhauseffekt, da es in deutlich größeren Mengen emittiert wird. Etwa 80 % der gesamten österreichischen Treibhausgasemissionen gehen auf das Konto von Kohlendioxid.

Das Treibhauspotential ist für die Bewertung der Ökologie im Baubereich ein essentieller Indikator, da allein durch die Raumwärme etwa 20 % der österreichischen Treibhausgasemissionen verursacht werden (exklusive Warmwasser, Beleuchtung und Elektroheizungen; siehe: Evaluierung der Österreichischen Klimastrategie 2005) Die folgende Tabelle zeigt die entsprechenden GWP_i der häufigsten Treibhausgase.

Tabelle 4: Auflistung der Treibhausgase mit dem dazugehörigen Koeffizienten GWPi für die Zeithorizonte 20, 100 und 500 Jahre (Werte nach Heijungs 1992 bzw. IPCC).

Treibhausgas	GWP 20 (1994) kg CO₂-Äqu.	GWP 100 (1994) kg CO₂-Äqu.	GWP 500 (1994) kg CO₂-Äqu.
Kohlendioxid CO ₂	1	1	1
Methan CH ₄	62	24,5	7,5
Dichlormethan	28	9	3
Trichlormethan	15	5	1
Tetrachlormethan CCl ₄	2000	1400	500
Halon H 1211	6200	5600	2200
HFCKW R 134a	3300	1300	420
HFCKW R 141b	1800	630	200
HFCKW R 142b	4200	2000	630
FCKW R 22	4300	1700	520
Schwefelhexafluorid SF ₆	16500	24900	36500
Lachgas N ₂ O	290	320	180

Versäuerung, Acidification Potential (AP in g SO₂-Äquivalent)

Die Versäuerung ist ein Indikator für die Umweltbelastungen durch sauren Regen und wird hauptsächlich durch die Wechselwirkung von Stickoxid (NO_x) und Schwefeldioxidgasen (SO₂) mit anderen Bestandteilen der Luft verursacht. Durch eine Reihe von Reaktionen, wie die Vereinigung mit dem Hydroxyl-Radikal, können sich diese Gase innerhalb weniger Tage in Salpetersäure (HNO₃) und Schwefelsäure (H₂SO₄) umwandeln - beides Stoffe, die sich sofort in Wasser lösen. Die angesäuerten Tropfen gehen dann als saurer Regen nieder. Die Versäuerung ist im Gegensatz zum Treibhauseffekt kein globales, sondern ein regionales Phänomen.

Schwefel- und Salpetersäure können sich auch trocken ablagern, etwa als Gase selbst oder als Bestandteile mikroskopisch kleiner Partikel. Es gibt immer mehr Hinweise, daß die trockene Deposition gleiche Umweltprobleme verursacht wie saurer Regen.

Die Auswirkungen der Versäuerung sind noch immer nur bruchstückhaft bekannt. Zu den eindeutig zugeordneten Folgen zählt die Versäuerung von Seen und Gewässern, die zu einer Dezimierung der Fischbestände in Zahl und Artenvielfalt führt. Die Versäuerung kann in der Folge Schwermetalle mobilisieren, welche damit für Pflanzen und Tiere verfügbar werden. Darüberhinaus dürfte die saure Deposition an den beobachteten Waldschäden zumindest beteiligt sein. Durch die Übersäuerung des Bodens kann die Löslichkeit und somit die Pflanzenverfügbarkeit von Nähr- und Spurenelementen beeinflusst werden. Die beschleunigte Korrosion an Gebäuden und Kunstwerken im Freien zählt ebenfalls zu den Folgen der Versäuerung.

Das Maß für die Tendenz einer Komponente, säurewirksam zu werden, ist das Säurebildungspotential AP (Acidification Potential). Es wird relativ zu Schwefeldioxid angegeben, demnach wird für jede säurewirksame Substanz eine Äquivalenzmenge Schwefeldioxid in Kilogramm berechnet. Die Zusammenfassung in einer Wirkungszahl erfolgt analog zum Treibhauspotential:

$$AP = \sum_i AP_i \cdot m_i$$

Tabelle 5: Säurebildungspotentiale ausgewählter Stoffe (Werte nach Heijungs 1992)

	Versauerungspotential (Acidification Potential AP)
Substanz	[kg SO ₂ -Äqu.]
Schwefeldioxid SO ₂	1,00
Stickstoffmonoxid NO	1,07
Lachgas N ₂ O	0,70
Stickstoffdioxid NO ₂	0,70
Ammoniak NH ₃	1,88
Salzsäure HCl	0,88
Fluorwasserstoff HF	1,60

Da der saure Regen eine regionale Umweltbelastung bewirkt ist dieses Kriterium in manchen Ländern von großer Bedeutung und manchen Ländern von untergeordneter Bedeutung.

Schwefeldioxid und Stickoxide entstehen vor allem bei der Verbrennung von Treibstoffen und Heizmitteln. In Österreich wurde durch gesetzliche Regelungen (z.B. Maximaler Schwefelgehalt von fossilen Brennstoffen) die Problematik des sauren Regens weitgehend entschärft. Beispielsweise konnte in Wien von 1980 bis 2000 der mittlere SO₂-Gehalt der Luft auf etwa ein Zehntel reduziert werden.

Es ist daher im Einzelfall und in Abhängigkeit vom Standort zu prüfen, ob der Indikator Versäuerung eine bedeutende Umweltbelastung darstellt und ob er für den Bausektor bzw. das spezifische Gebäude eine aussagekräftige Kennzahl darstellt. In jedem Fall ist in der Datenbasis zu prüfen, ob die aktuellen Schwefelgehalte von Brennstoffen in den Emissionsfaktoren berücksichtigt wurden.

1.4.2.6 Umfassende Bewertungsmethoden (SETAC, CML, UBA-Berlin)

Umfassende Bewertungsmethoden enthalten sowohl input-seitige Wirkungsabschätzungen als auch output-seitige Wirkungsabschätzungen und werden häufig für Ökobilanzen eingesetzt.

Im Zuge des Normungsprozesses von Ökobilanzen wurde für die Wirkungsabschätzung eine Reihe von Kriterien vorgeschlagen, die wichtigen Umweltproblemfeldern zugeordnet sind (-> Methode der Wirkungskategorien). Aufgrund der damals beteiligten Organisationen werden diese Kriterien auch SETAC-Kriterien (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) oder CML-Kriterien genannt (Centrum voor Milieukunde - Centre of Environmental Science, Universität Leiden, Niederlande).

Die einzelnen Kriterien werden ähnlich wie Treibhauseffekt und Versäuerung berechnet: Die Ergebnisse der Sachbilanz werden zu Wirkungskategorien zusammengefasst und mit Charakterisierungsfaktoren gewichtet. Diese Faktoren wurden vom CML erarbeitet (Heijungs, 1992) und charakterisieren die Gefährlichkeit eines Stoffflusses hinsichtlich einer Wirkungskategorie.

Tabelle 6: Wirkungskategorien (CML-Kriterien, SETAC-Kriterien)

INPUT-seitige Wirkung	OUTPUT-seitige Wirkung
<ul style="list-style-type: none"> • Abbau abiotischer Ressourcen (Erschöpfung nicht erneuerbarer Ressourcen) • Flächenverbrauch 	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhauseffekt • Ozonloch (Ozonabbau in der Stratosphäre) • Humantoxizität • Ökotoxizität (Aufgeteilt auf die Bereiche Frischwasser, Meerwasser und Boden) • Bildung von Photooxidantien (Vorläufersubstanzen von bodennahem Ozon) • Versäuerung • Eutrophierung (Überdüngung)

1.4.2.7 Vergleich 10 wichtiger Baustoffe (Primärenergie, Treibhauseffekt, Versäuerung)

Die folgende Tabelle zeigt ökologische Kennzahlen von Baustoffen, die dem Passivhaus-Bauteilkatalog des IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie) entnommen sind. Die Bewertung im Bauteilkatalog umfasst die Lebensphasen Rohstoffgewinnung, Aufbereitung, Transport und Baustoffproduktion (Cradle-Gate-Analyse = Wiege bis Werkstor) und basiert auf den Rohdaten von verschiedenen Studien (aus Deutschland, Österreich, Schweiz und eigene Untersuchungen. Die Verwendung unterschiedlicher Datenbanken ist aus Gründen der eingeschränkten Vergleichbarkeit ein Kritikpunkt). Da die Baustoffe für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden und daher einen unterschiedlichen Nutzen aufweisen (auch in Abhängigkeit ihrer technischen Kennzahlen) wird meist keine funktionelle Einheit festgelegt sondern die Umweltwirkungen auf 1 kg Baustoff bezogen. Für die praxisnahe Beurteilung eines Baustoffs oder eines Bauteils müssen die Werte auf 1 m² umgerechnet werden, wie in folgender Tabelle dargestellt.

1.4.2.8 Kritische Anmerkungen zur Beurteilung der Ökologie von Baustoffen

Datenqualität und Aussagekraft der Wirkungsindikatoren

Die Rohdaten für die Sachbilanz sollten einem periodischen Update unterzogen werden. Im Besonderen sollten die Werte für den Schadstoffgehalt von Brennstoffen (z.B. Schwefelgehalt), die Emissionsfaktoren von Verbrennungsprozessen sowie der Strom-Mix jährlich geprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden.

Aufgrund unterschiedlicher Datenbasis (z.B. Energie-Mix) und unterschiedlichen Systemgrenzen (insb. Berücksichtigung von Recyclingprozessen) können die Ergebnisse von Baustoffbewertungen mit verschiedenen Methoden sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern - siehe Abbildung. Darüber hinaus ist generell zu berücksichtigen, dass es sich um Materialbewertungen und keine Produktbewertungen handelt. Materialbewertungen werden aufgrund von branchentypischen Durchschnittswerten erstellt. Die Umweltperformance von Produkten die mit innovativen Verfahren hergestellt werden kann somit erheblich abweichen.

Tabelle 7: Vergleich 10 wichtiger Baustoffe (IBO, Passivhaus-Bauteilkatalog)

Baustoff	Bauteildicke	Ökologische Kennzahlen			Technische Kennzahlen	
		Primärenergieinhalt (nicht erneuerbar)	Treibhaus-effekt	Versäuerung	Rohdichte	Wärmeleitfähigkeit
		d	PEI_{NE}	GWP₁₀₀	AP	
	[cm]	[MJ/m ²]	[kg CO ₂ -Äqu./ m ²]	[g SO ₂ -Äqu./ m ²]	[kg/m ³]	[W/mK]
Normalbeton (ohne Bewehrung)	20	368	61	189	2300	2,3
Hochlochziegel	25	531	40	115	850	0,39
Holz (Schnittholz, Fichte, rau, techn. getrocknet)	20	72	-180	34	500	0,15
Zellulosefasern	25	37	2,0	23	35	0,041
EPS 20 (Expandiertes Polystyrol)	25	595	20	176	20	0,038
XPS, HFKW-geschäumt (Extrudiertes Polystyrol)	25	1239	247	321	45	0,032
Steinwolle MW-PT	25	831	60	386	150	0,04
Estrichbeton	5	80	13	41	2000	1,4
Gipskartonplatte	1,5	65	2,8	16	850	0,21
Holzschalung (Fichte, rau, techn. Trockng.)	2	7,2	-18	3,4	500	0,15
Glas, metallbeschichtet*	0,8	300	22	50	2500	0,81

* Quelle: Ökologischer Bauteilkatalog, IBO, 1999

Kurzinfo zu den LCA Softwaretools (EU-Projekt PRESCO):

- BECOST (Finnland); LCI-data from a Finish database, <http://www.vtt.fi/rte/projects/environ/becost.html>
- Eco-Quantum (Netherlands); LCI-data from SimaPro-Database, www.ecoquantum.nl
- ECOSOFT (Austria); LCI-data from „Ökoinventare für Energiesysteme '96“, from construction materials eco-inventory and IBO-database, impact assessment with SimaPro, <http://www.ibo.at/forschung.htm>
- ENVEST (England); LCI-data from different sources (e.g. APME, SimaPro, etc.), only for office buildings, <http://www.envestv2.bre.co.uk/>
- EQUER (France); LCI-data mainly from „Ökoinventare für Energiesysteme '96“, <http://www.izuba.fr/equer.html>
- ESCALE (France)
- LEGEP (Germany), <http://www.legoe.de>

- OGIP (Switzerland); based on the CRB cost element method and LCI-data mainly from „Ökoinventare für Energiesysteme '96“, <http://www.the-software.de/BauenUmwelt.html>

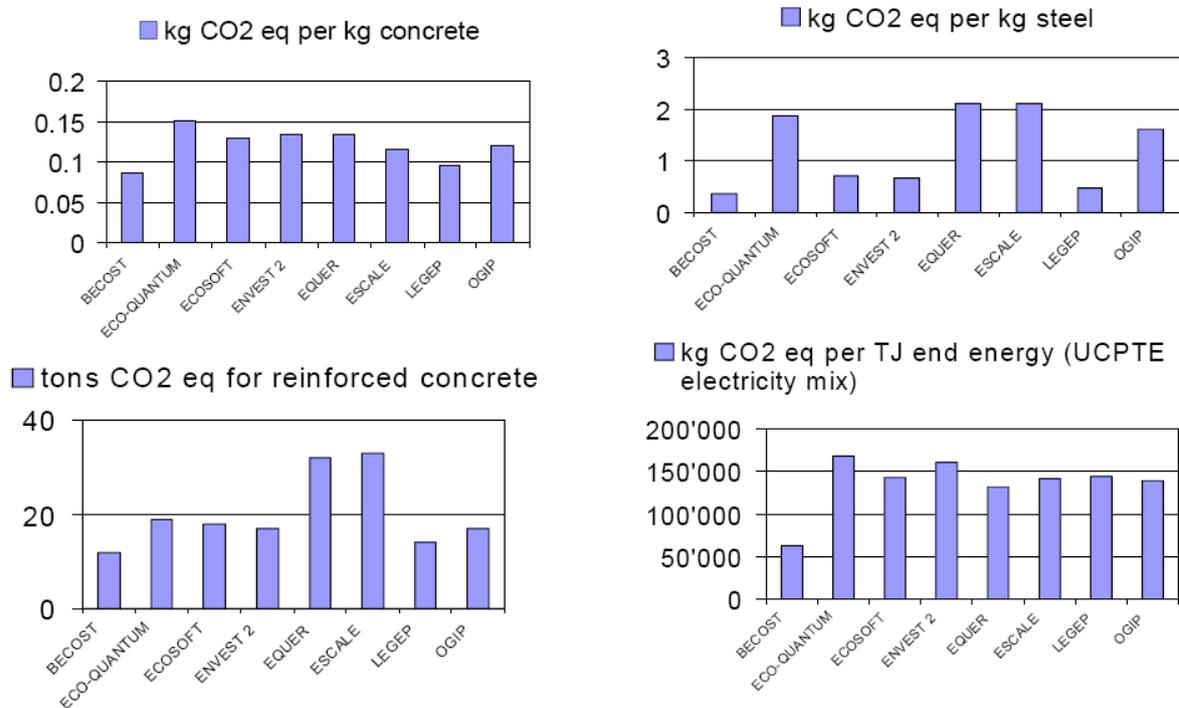


Abb. 4: Vergleich von LCA Softwaretools für integrale Gebäudeplanung. Treibhauseffekt von Beton, Stahl, Stahlbeton und elektrischer Endenergie (EU-Projekt PRESCO, Workpackage 2; <http://www.etn-presco.net/>)

Generell kann davon ausgegangen werden, dass Wirkungsindikatoren für die Ökologie von Baustoffen keine exakte Kennzahl, sondern lediglich einen Orientierungswert liefern können. In den meisten Fällen ist dieser Orientierungswert für die Bewertung und Interpretation ausreichend. In jedem Fall muss der Orientierungswert in Zusammenhang mit den gewählten Systemgrenzen und dem Energie-Mix gesehen werden.

Umweltauswirkungen müssen auf den Nutzen bezogen werden (Funktionelle Einheit)

Um Bewertungsergebnisse verschiedener Baumaterialien miteinander vergleichen zu können, müssen diese auf denselben Nutzen bezogen werden („Funktionelle Äquivalenz“). D.h. dass beispielsweise der Vergleich der Umweltbelastungen von 1 kg Aluminium mit denen von 1 kg Zink nicht aussagekräftig ist. Ein repräsentativer Vergleich könnte hier Bezug nehmen auf 1 m² Dachblech (unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit und Lebensdauer).

Für den Vergleich von Dämmstoffen darf die funktionelle Einheit nicht Masse oder Volumen sein, sondern es muss die Dämmwirkung berücksichtigt werden; also beispielsweise der Wärmedurchlasswiderstand von 1 m² Dämmstoff ($R = d/$ in m².K/W) oder der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert in W/m²K) von 1 m² Bauteil.

Der Nutzen muss räumlich-funktionell und zeitlich festgelegt werden. Da der Einsatzort der Baumaterialien und die Lebenszeit der Gebäude dem Baustoffproduzenten unbekannt sind, ist die Festlegung der funktionellen Einheit für die Baustoffbewertung schwierig. Folgende Aspekte müssen beachtet werden:

- Baustoffe sind meist multi-funktionell (Wärmeschutz, Schallschutz, Tragfähigkeit). Es ist zu klären, auf welche Funktion das Hauptaugenmerk gerichtet wird und wie die weiteren Funktionen in der Bewertung berücksichtigt werden können.
- Der Nutzen und die Lebenszeit eines Baustoffs sind oft abhängig von den benachbarten Baustoffen. Um den Nutzen festzulegen müssen daher gesamte Bauteile bzw. Baukonstruktionen betrachtet werden und gegebenenfalls Szenarien für unterschiedliche Bauteile berechnet werden.
- Der Nutzen und die Lebenszeit eines Baustoffs sind oft abhängig vom gesamten Gebäude. Die Problematik dabei ist, dass die Bewertung sowohl der Ökologie als auch des Nutzens eines Produkt-Bestandteils (= Baustoff) sehr unsicher ist, wenn keine Information über das Gesamtprodukt (= Gebäude) besteht. Daher müssen Annahmen für das gesamte Gebäude getroffen werden und gegebenenfalls Szenarien für unterschiedliche Gebäude berechnet werden.

Aggregation von Wirkungsindikatoren

Bei der Konzeption einer Methode zur Wirkungsabschätzung sind zwei divergierende Anforderungen zu erfüllen:

- Ganzheitlichkeit: Umfassende Darstellung aller auftretenden Umweltwirkungen mit möglichst hohem Informationsgehalt
- Praktikabilität: Darstellung in möglichst einfacher/verständlicher Form

Die umfassende Darstellung geht zu Lasten der Praktikabilität und umgekehrt. Der Aufbau einer Ökobilanz erlaubt es jedoch, die für den jeweiligen Anwendungszweck passende Ebene der Information zu wählen.

Die Ergebnisse der Sachbilanz (Input-Output-Analyse; Vielzahl von Werten für Flächen, Stoffe, Emissionen und Energie) werden zu einer überschaubaren Anzahl von Umweltwirkungskategorien zugeordnet. Diese Wirkungskategorien können wiederum durch individuelle Gewichtung zu einer abstrakten Kennzahl aggregiert werden. Eine solche Zuordnung und Aggregation kann jedoch nicht nur aufgrund rein objektiver Grundlagen durchgeführt werden, sondern wird durch subjektive Werte bestimmt, da die Wertpräferenzen (z.B. Energieverbrauch, Deponieraum) sowohl zeitlich als auch regional verschieden sein können.

Die Bedeutung einzelner Wirkungskategorien ist also abhängig von lokalen Bedingungen (Klima, natürliche Wasserkreisläufe, vorhandene Umweltbelastungen etc.) und kann auch von Baustelle zu Baustelle verschieden sein. Für Entscheidungen in der Bauplanung ist eine sehr einfach dargestellte Umweltwirkung mittels einer einzelnen aggregierten Kennzahl keine geeignete Grundlage, weil Verbesserungspotenziale nicht mehr erkennbar sind. Für die Vergabe von Auszeichnungen kann die aggregierte Kennzahl ein adäquates Mittel sein um den Gewinner eines Wettbewerbs zu ermitteln.

Analyse des gesamten Lebenswegs (Cradle-Grave bzw. Cradle to Cradle) versus Analyse der Baustoffproduktion (Cradle-Gate)

Es wird unterschieden zwischen einer Analyse des gesamten Lebenswegs (Cradle-Grave) im Vergleich zur Analyse der Baustoffproduktion (Cradle-Gate):

- Cradle-Grave (von der Wiege bis zur Bahre) - Gesamter Lebensweg bzw. Lebenszyklus für die Gebäudebewertung. Beinhaltet die Lebensphasen Rohstoffgewinnung, Baustoffproduktion, Bauwerkserrichtung, Nutzung, Erhaltung, Entsorgung, Recycling und damit verbundene Transporte.
- Cradle-Gate (Wiege bis Werkstor) – Produktanalyse, Produktions-Ökobilanz (EPD – Environmental product declaration). Beinhaltet Rohstoffgewinnung, Produktion und damit verbundene Transporte. Umfasst den Lebensweg bis zur Auslieferung vom Baustoffhersteller (Werkstor = Gate). Manchmal wird auch der Transport bis an die Baustelle (= Site) mitbetrachtet -> Cradle-Site-Analyse.

Als Grundlage für Entscheidungsfindungen in der Planung sind Lebenszyklusbetrachtungen (Cradle-Grave) maßgeblich, um die Ziele einer „Nachhaltigen Entwicklung“ im Bauwesen zu realisieren. Produktökobilanzen (Cradle-Gate) sind für eine verantwortungsvolle Entscheidungsfindung oftmals nicht ausreichend, da für viele Umweltwirkungen die Phase von Nutzung, Erhaltung bis Entsorgung einen entscheidenden Einfluss hat (siehe folgende Abbildung und Tabelle).

Für die Bewertung der Ökologie von Teilen der Gebäudehülle (bzw. von Dämmstoffen) muss immer beachtet werden, dass die Nutzungsphase für die meisten Umweltkriterien der dominierende Lebensabschnitt ist.

Produktions-Ökobilanzen bzw. Produktökobilanzen werden als Entscheidungshilfe in der Bauplanung herangezogen, um abzuklären welches Bauprodukt für einen gewissen Einsatzort ökologisch günstiger ist. Dabei wird angenommen, dass die zu vergleichenden Bauprodukte in den Lebensphasen Nutzung, Erhaltung und Entsorgung gleich große Umweltwirkungen hervorrufen und daher diese Lebensphasen für den Produktvergleich ausgeklammert werden können. Diese Vereinfachung kann problematisch sein (bzw. falsche Ergebnisse liefern), aufgrund von:

- unterschiedlicher Lebensdauer von Bauprodukten und daraus folgend einem unterschiedlichen Nutzen (z.B. Aluminium versus Holz)
- unterschiedlichem Erhaltungsaufwand von Bauprodukten (z.B. Reinigungsaufwand von Bodenbelägen, Fassaden etc.),
- unterschiedlicher Rückbaubarkeit und
- unterschiedlicher Verwertbarkeit (Wiederverwendung, stoffliche Verwertung, energetische Verwertung)

In einer ökologischen Bauplanung ist die Fragestellung: „Welches Bauprodukt ist für ein spezifisches Einsatzgebiet am ökologischsten?“ meist nicht ausreichend. Es sollte zusätzlich geklärt werden, wie die Nutzungsphase optimiert werden kann (hinsichtlich Produktlebensdauer und Erhaltungsaufwand) und wie der Verbund mit anderen Bauprodukten optimiert werden kann (hinsichtlich Austauschbarkeit und Rückbaubarkeit).

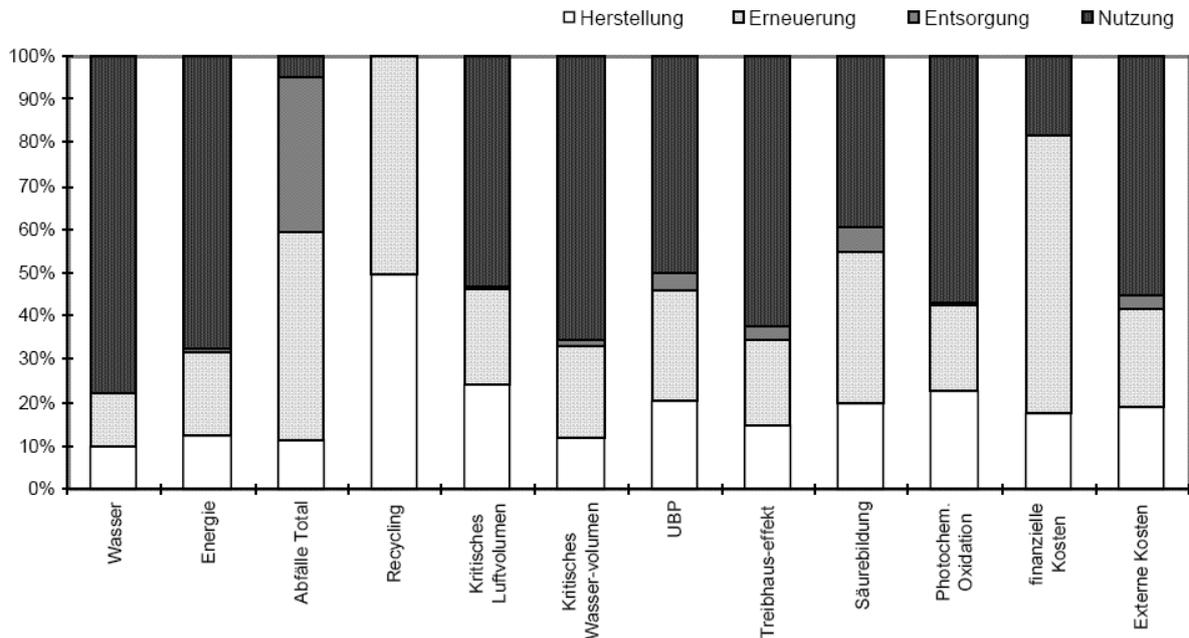


Abb. 5: Anteile der vier Lebenszyklusphasen pro Umweltwirkung.

Untersucht wurden dazu rund 100 verschiedene Gebäude [Pulli, 1998]. Anmerkung: Die Anteile der Lebensphasen sind stark abhängig von der Energieperformance des Gebäudes während der Nutzung (d.h. Heizwärmebedarf HWB in kWh/m².a). Leider liefert die zitierte Quelle keine Angaben über den HWB der untersuchten Gebäude. Bei neueren Gebäuden kann aufgrund strengerer Baubestimmungen und Förderungsbedingungen von einem niedrigeren HWB ausgegangen werden, womit auch der Anteil der Lebensphase „Nutzung“ etwas reduziert wird.

Bei Ökobilanzen von Baustoffen können die Lebensphasen Nutzung, Erhaltung und Entsorgung meist nicht mitberücksichtigt werden. Dies liegt daran, dass Baustoffe vielfältig eingesetzt werden können, und jedes Einsatzgebiet sehr unterschiedliche Umweltwirkungen hervorrufen kann (z.B. aufgrund von Erhaltungsaufwand, Haltbarkeit, Rückbaubarkeit etc.). Besonders der Verbund mit anderen Materialien und die Eigenschaften und Mengen dieser Materialien haben einen Einfluss auf die Ökobilanz. Daher sind meist keine allgemeinen Aussagen für die Ökologie eines Baustoffes möglich, sondern nur für spezifische Einsatzgebiete des Baustoffs (z.B. Alu als Dachdeckung).

Für die Lebenszyklus-Beurteilung der ökologischen Auswirkungen eines Baustoffs muss die Produktökobilanz mit szenariengerechten Modulen für die unterschiedlichen Formen der Nutzung und Entsorgung ergänzt werden. Dies führt zur Beurteilung eines Bauteils (Bauelements) oder eines gesamten Bauwerks. Folgende Tabelle zeigt die Unterschiede der Systemgrenzen bei Beurteilung eines Baustoffs, Bauteils und Bauwerks.

Tabelle 8: Anteile der vier Lebenszyklusphasen pro Umweltwirkung. Untersucht wurden dazu rund 100 verschiedene Gebäude (Quelle: Kohler N. et al. 1994. "Energie- und Stoffflussbilanzen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer", Schlussbericht Forschungsprojekt BEW, Karlsruhe [Pulli, 1998])

Belastungen total pro Jahr	Einheit	Mittelwert	Anteil in %			
			Herstellung	Erneuerung	Entsorgung	Nutzung
Wasserbedarf	[t/m ²]	140.24	15	10	0	75
Energieaufwand	[GJ/m ²]	1.40	20	15	0	65
Abfälle Total	[kg/m ²]	53.29	27	56	11	7
Recycling	[kg/m ²]	2.61	66	34	0	0
Kritisches Luftvolumen	[Mm ³ /m ²]	180.56	37	16	0	47
Kritisches Wasservolumen	[1000 m ³ /m ²]	0.12	19	17	0	64
Umweltbelastungspunkte	[1000 UBP/m ²]	43.23	33	20	1	47
Treibhauseffekt	[kg/m ²]	67.45	23	16	1	60
Säurebildungspotential	[kg/m ²]	0.37	32	28	1	39
Photochemisches Oxydationspotential	[kg/m ²]	1.25	35	15	0	50
Direkte Abfälle auf Baustelle	[kg/m ²]	0.39	64	36	0	0
Finanzielle Kosten	[sFr91/m ²]	194.94	29	52	0	20
Externe Kosten	[sFr91/m ²]	33.58	30	18	1	52

Anmerkung: Funktionelle Einheit ist 1 m² Wohnnutzfläche

Ökologisches Bauen muss über die Materialwahl hinausgehen und bedeutet unter anderem ökologische Konstruktionslösung und ökologische Gebäudekonzepte. Unter Umständen kann die Beurteilung eines Bauteiles günstig ausfallen, auch wenn darin Baustoffe bzw. Baustoffgruppen enthalten sind, die ökologisch negativ zu bewerten sind.

Tabelle 9: Ökologische Bewertungen im Baubereich: Unterschiedliche Betrachtungsebenen, funktionelle Einheiten und Lebenszyklus-Systemgrenzen [Pulli, 1998]

Betrachtungsebene	Baustoffe	Bauelemente	Gebäude
Funktionelle Einheit	kg Baustoff	m ² Bauelement	m ² Wohnfläche oder andere Nutzeneinheit
Berücksichtigte Lebensphasen	<ul style="list-style-type: none"> Rohstoffgewinnung und Baustoffproduktion Materialverwertung und Entsorgung 	<ul style="list-style-type: none"> Rohstoffgewinnung und Baustoffproduktion Instandhaltung des betrachteten Bauteils Bauteil-Verwendung Materialverwertung und Entsorgung 	<ul style="list-style-type: none"> Alle Phasen (idealerweise)

I.4.2.9 Ganzheitliche Methoden zur Bewertung von Bauteilen (Konstruktionen)

Ganzheitliche Bewertungsmethoden berücksichtigen neben ökologischen Faktoren auch ökonomische und soziale Aspekte. Zumeist erfolgt eine duale Bewertung (qualitativ und quantitativ). Der ökologische Bauteilkatalog (IBO, 1999) ist ein Beispiel für eine ganzheitliche Bauteilbewertung und enthält einige der folgenden Kriterien:

Tabelle 10: Mögliche Kriterien und Indikatoren für eine ganzheitliche Bewertung

	Quantitativ	Qualitativ
Ökologie	<ul style="list-style-type: none"> • Anteil nachwachsender Rohstoffe an der Bauteilmasse [Masse %] • PEI nicht erneuerbar [MJ] • Treibhauseffekt [kg CO₂-Äquiv.] • Versäuerung [g SO₂-Äquiv.] • Überdüngung • Ozonbildung, bodennah • Abfallaufkommen 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffe, Herstellung • Nutzung • Erhaltung + Sanierung • Rückbau • Entsorgung (Verwertung + Behandlung) • Eignung für Passivhäuser
Bautechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Flächengewicht [kg/m²] • Druckfestigkeit [N/mm²] • Zugfestigkeit [N/mm²] • E-Modul [N/mm²] • Wärmeausdehnungskoeffizient α_T [m/(m·K)] • Wärmedurchgangskoeffizient, U-Wert [W/(m²·K)] • Bewertetes Schalldämmmass R_w [dB] • Bewerteter Standard-Trittschallpegel $L_{nT,w}$ [dB] • Feuerwiderstandsklasse • Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz (Kondensat/Austrocknung) [kg/(m²·a)] • Speicherwirksame Masse [kg/m²] • Phasenverschiebung T-Amplitude [h] 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatzbereich • Verarbeitung • Instandhaltung • Technischer Kommentar
Ökonomie	<ul style="list-style-type: none"> • Baukosten • Nutzungskosten • Modernisierungskosten • Verkehrswert und Wertentwicklung • externe Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> • Stärkung regionaler Wertschöpfung (lokale Baustoffe, lokale Energieträger)
Soziale Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> • Thermische Behaglichkeit • Raumluftqualität (Schadstoffabgabe) • Elektrosmog • Raumakustik 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzerzufriedenheit • Belästigung durch Gebäude und Nutzung • Geruch • Denkmalschutz

Beispiel einer gesamtheitlichen Konstruktionsbewertung nach IBO (Ökologischer Bauteilkatalog)

Konstruktionsbeispiel: Hochlochziegel-Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem.
Vergleich dreier Dämmstoffvarianten: Polystyrol (EPS), Steinwolle, Korkplatte

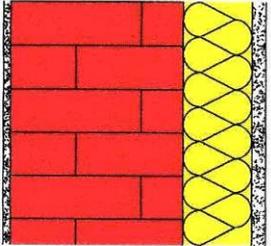
Tabelle 11: Wandaufbau und ökologische Daten

Variante	Schichtaufbau	Masse	PEI nicht	Treibhauseffekt	Versäuerung
		[kg/m ²]	erneuerbar	GWP ₁₀₀	[g SO ₂ -Äqu.]
			[MJ/m ²]	[kg CO ₂ -Äqu.]	[g SO ₂ -Äqu.]
	1 Kalkputz	12,0	18	2,2	3
	2 Leichtmörtel	12,0	30	3,4	11
	2 Hochlochziegel, porosiert	187,5	493	25,2	71
Var 1	3 Mineralischer Kleber	10,0	14	2,0	7
	3 Backkork	12,0	230	-7,4	130
	4 Glasfaserarmierung	0,2	4	0,2	1
	4 Silikatputz	36,0	54	6,8	26
Var 2	3 Mineralischer Kleber	10,0	14	2,0	7
	3 Steinwolle	15,0	263	18,0	78
	4 Glasfaserarmierung	0,2	4	0,2	1
	4 Silikatputz	36,0	54	6,8	26
Var 3	3 Kunstharzkleber	10,0	40	25,2	71
	3 Polystyrol, exp. EPS	1,8	171	4,2	36
	4 Glasfaserarmierung	0,2	4	0,2	1
	4 Silikatputz mit Kunstharzzusatz	18,0	92	4,5	27
	Variante 1	269,7	844	32,4	248
Summe	Variante 2	272,7	876	57,9	196
	Variante 3	241,5	848	43,6	164

Tabelle 12: Bauphysikalische Daten

Bauphysik - Baukonstruktion	Einheit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Gesamtdicke	[cm]	38	38	37
Wärmedurchgangskoeffizient	[W/m ² K]	0,31	0,3	0,29
Bew. Schalldämmmaß	[dB]	53	55	47
Feuerwiderstandsklasse		F90	F90	F90
Kondensat/Austrocknung	[kg/m ² a]	0,29/3,63	0,94/3,35	0,38/3,15
Speicherwirksame Masse innen	[kg/m ²]	85	85	85

Tabelle 13: U-Wert Berechnung (IBO)

U-Wert Berechnung				
Hochlochziegel mit Wärmedämmverbundsystem				
Projekt: Hochlochziegel mit			Blatt-Nr.: 1	
Auftraggeber			Bearbeitungsnr.:	
Bauteilbezeichnung: AW01 Außenwand				
Bauteiltyp: Außenwand				
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,290 [W/m²K]				
Konstruktionsaufbau und Berechnung				
	Baustoffschichten	d	λ	R = d / λ
	von innen nach außen	Dicke	Leitfähigkeit	Durchlaßw.
Nr	Bezeichnung	[m]	[W/mK]	[m²K/W]
1	Kalk-Innenputz	0,010	0,600	0,017
2	Hochlochziegelmauer 25 cm	0,250	0,340	0,735
3	Kork (Var1) / Steinwolle (Var2) / EPS (Var3)	0,100	0,040	2,500
4	Silikatputz	0,020	0,900	0,022
Dicke des Bauteils [m]		0,380		
Summe der Wärmeübergangswiderstände		$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand		$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	3,444	[m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient		$U = 1 / R_T$	0,290	[W/m²K]

Bautechnisches Profil (Qualitative Bewertung)

Einsatzbereich:

Wärmedämmverbundsysteme erfordern produktbezogene Verarbeitungkenntnisse und sind nur bedingt für den Selbstbau geeignet.

Verarbeitung:

Gewebebewehrung im Unterputz unbedingt erforderlich, um die unterschiedlichen Wärmedehnungseigenschaften von Putz und Dämmstoff zu minimieren (Putzrisse), wird üblicherweise mittels Klebspachtel aufgebracht. Oberputz und Armierungsputz sollten diffusionsoffen sein, um Scherspannung und Blasenbildung durch Feuchtestau zu vermeiden. EPS und Kork: Montage flächig auf AW: Verschlechterung der Schallschutzeigenschaften! Montage punktweise: deutlich schlechtere Wärmedämmung.

Instandhaltung:

Geringes Schadenspotential bei monolithischer Ziegelbauweise. Putzinstandhaltung bei Ziegelputzgrund ca. 50 Jahre. Bei Vollwärmeschutz kleinere Instandhaltungsintervalle durch thermische Putzbeanspruchungen (ca. 20-30 Jahre).

Technischer Kommentar:

Verbreitete Bauweise, hinsichtlich Wärmeschutz und Dampfdiffusion problemlos. Insbesondere bei EPS-Dämmung (hohe dynamische Steifigkeit) schlechter Schallschutz möglich. Eignung für Passivhäuser: JA (bei vergrößerter Dämmstoffdicke und besonders sorgfältiger, strömungsdichter Ausführung).

Ökologisches Profil (Qualitative Bewertung)

Rohstoffe / Herstellung:

Die Hauptbeiträge zu den betrachteten Umweltwirkungskategorien stammen in der Regel von den Ziegeln, gefolgt von den Dämmstoffen. Diese Reihenfolge ändert sich in der Kategorie Versäuerung, da Transporte in der Variante Kork (Var 1) oder rohstoffbedingte Gründe in der Variante Steinwolle (Var 2) die Gesamtbelastung dominieren.

Nutzung:

Statisch tragender Wandkern auf Gebäudelebenszeit. Instandhaltung nicht aufwendig, schadhafte Stellen sind lokal reparierbar.

Erneuerung der Außenschicht wegen Verklebung mit hohem Aufwand verbunden, Staubbelastung bei Abschlagen des Außenputzes hoch, zumeist muß neben dem Außenputz auch die Dämmschicht erneuert werden, daher hohes ökologisches Belastungspotential der ausgetauschten Schichten (Kleber, Dämmschicht, Glasfasergewebe, Außenputz). Höhere Pflege bei Einsatz von Kunstharzputzen vonnöten wegen leichteren Verschmutzens durch elektrische Rufladung. Löcher von Spechten bei Verwendung von Polystyrol mit Kunstharz-Dünnputzen möglich.

Entsorgung:

Fest verbundene Mischkonstruktion, daher schlecht rückbaueeignet.

Schwer trennbar: Mauerwerk/Dämmstoffe bei Verklebung; Dämmstoffe mit hohem Verschmutzungsgrad. Nicht sortenrein trennbar: Ziegel/Mörtel/ Putz/Dämmstoffreste. Stoffliche Verwertung: Zerkleinerter Mauerbruch als Kies und Schotterersatz verwertbar, stark eingeschränkte Verwendungsmöglichkeit bei Gipsverunreinigungen über 2% (falls Gipsputz anstelle von Kalkputz eingesetzt wurde), Dämmstoffreste als Zuschlagstoffe einsetzbar.

Baubiologisches Profil (Qualitative Bewertung)

Raumklima:

Relativ hohes Potential zu natürlicher Kühlung bei verstärktem nächtlichen Luftwechsel im Sommer sowie zur Speicherung solarer Energie in der Heizsaison. Mittlere Wasserdampfsorption, hohe kapillare Leitfähigkeit des Ziegelmauerwerks.

Radioaktivität:

Bei Ziegel sowie bei Mörtel können vergleichsweise gering erhöhte radioaktive Werte auftreten, die sich jedoch unterhalb der ÖNORM-Grenzwerte bewegen.

Akustik:

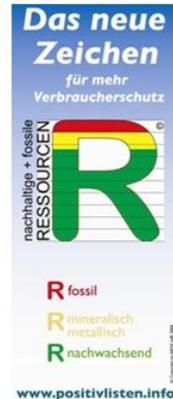
Var 1 und Var 2: Mindestanforderungen an Luftschallschutz für Außenbauteile bei Mehrfamilienhäusern lt. ÖNORM B 8115 erfüllt.

Var 3: Mindestanforderungen an Luftschallschutz für Außenbauteile bei Mehrfamilienhäusern lt. ÖNORM B 8115 nicht erfüllt.

I.4.3 Zertifikate

Zertifikate für ökologische Baustoffe

- NATUREPLUS
- R-SYMBOL
- IBO PRÜFZEICHEN
- FSC und PEFC GÜTESIEGEL für Holz und Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft
- SIA BAUPRODUKTEDEKLARATION



Forest
Stewardship
Council



Programme for the
Endorsement of Forest
Certification schemes



Hochbauplaner der Zukunft



In der Werbung werden Produkte oft als ökologisch bezeichnet mit der Begründung, dass diese natürlich, umweltfreundlich, baubiologisch geprüft, recycelbar oder FCKW-frei sind. Nicht immer sind diese Argumente über jeden Zweifel erhaben und durch den Konsumenten oder Gesetzgeber überprüfbar.

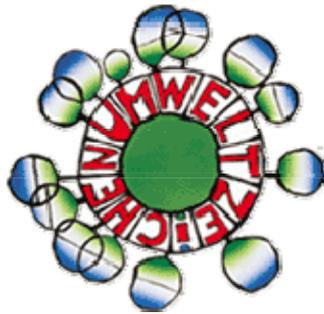
Um dem Planer und Konsumenten Gewissheit zu verschaffen werden Qualitätszeichen eingesetzt, die von Behörden oder Interessensgruppen vergeben werden. Im Gegensatz zu selbst gestrickten, firmeneigenen „Öko-Zeichen“ handelt es sich um geschützte Labels die nach einem bestimmten Verfahren vergeben werden und einen **transparenten und nachvollziehbaren, objektiven Vergleich** ermöglichen. Grundlage für die Bewertung der Umweltverträglichkeit können beispielsweise sein

- Rohstoff- und Energiebedarf
- Toxizität der Inhaltsstoffe
- Emissionen (Abgase, Abwasser, Lärm,...)
- Vertrieb und Transport
- Entsorgung und Wiederverwertung

I.4.3.1 Österreichisches Umweltzeichen

Das Österreichische Umweltzeichen wendet sich an die Konsumenten und die Wirtschaft. Es versteht sich als Qualitätssiegel, da Anforderungen der Umweltverträglichkeit und der Gebrauchstauglichkeit bewertet werden. Das Umweltzeichen wird vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft für Produkte und Dienstleistungen vergeben. Derzeit gibt es mehr als 40 Richtlinien für

Produktgruppen in 6 Kategorien und über 300 ausgezeichnete Produkte. Weiters tragen 50 Tourismusbetriebe und einige Schulen das Zeichen.



Eine eigene Kategorie befasst sich mit dem Baubereich und enthält Mauersteine, Wandfarben, Dämmstoffe etc.; eine weitere Kategorie enthält grüne Energieträger.

Für jede Produktgruppe wurde eine eigene Richtlinie erarbeitet, welche produktgruppenspezifische Kriterien für die Vergabe festlegt. Da sich die Marktsituation und der Stand der Technik ständig weiterentwickelt, sind die Vergaberichtlinien auf drei Jahre beschränkt.

Abb. 6: Österreichisches Umweltzeichen (www.umweltzeichen.at)

I.4.3.2 Deutsches Umweltzeichen (Der Blaue Engel)



Das Qualitätszeichen „Der Blaue Engel“ gibt es seit 1978. Die Beschriftung „Umweltzeichen weil ...“ wird mit einem für jede Vergabegruppe speziell festgelegten Hinweis auf einen oder mehrere bedeutsame Vergabegründe (z.B. Weil langlebig,...) versehen. Mittlerweile sind über 70 Produktgruppen und ca. 4000 Produkte mit dem Zeichen versehen.

Mein Recht auf Umwelt.

Abb. 7: Deutsches Umweltzeichen (www.blauer-engel.de)

I.4.3.3 Umweltzeichen der EU



Die „Europäische Blume“ wurde seit 1993 an 200 Produkte in 16 Produktgruppen vergeben. Das EU-Ecolabel soll die besten 20 bis 30% der am Markt befindlichen Produkte auszeichnen.

Abb. 8: Umweltzeichen der EU (Europäische Blume)

I.4.3.4 Öko-Zertifikate für Bauprodukte

Label natureplus

Zum Unterschied zu den zuvor beschriebenen Qualitätszeichen, befasst sich „natureplus“ ausschließlich mit Bauprodukten. Das Label richtet sich an Konsumenten, Architekten und Baufirmen, ist für ganz Europa vereinheitlicht und wird vom Verein natureplus vergeben. Eine umfangreiche Prüfung nach strengen Kriterien garantiert, dass die ausgezeichneten Produkte für die Gesundheit unbedenklich, umweltgerecht hergestellt und funktionell einwandfrei sind.

Natureplus wird nur an Produkte vergeben, die zu 85 % aus nachwachsenden und/oder mineralischen Rohstoffen bestehen. Damit wird die nachhaltige Verfügbarkeit und damit Zukunftsfähigkeit dieser Produkte unterstrichen. Am Produkt muss zudem eine Volldeklaration der Inhaltsstoffe erfolgen, um den Nutzern über das natureplus-Zeichen hinaus eine bessere Einordnung des Produkts zu ermöglichen. Jedes ausgezeichnete Bauprodukt muss die Basiskriterien, die Kriterien seiner Produktgruppe und (soweit vorhanden) seiner Produktkategorie erfüllen. Die Basiskriterien enthalten Anforderungen an:

- Gebrauchstauglichkeit
- Zusammensetzung: Stoffverbote und -beschränkungen
- Volldeklaration der Inhaltsstoffe
- Rohstoffgewinnung: z.B. Sozialverträgliche Produktion (ILO-Richtlinien: Richtlinien der Internationalen Arbeitsorganisation), Rekultivierung von Abbauflächen (Natura2000-Richtlinie), Verwendung von nicht erneuerbaren Ressourcen nur wenn deren wirtschaftlich nutzbarer Vorrat den 100-fachen Jahresressourcenverbrauch deckt.
- Produktverpackung: z.B. kein PVC, kein Papier bzw. Karton aus Primärproduktion
- Verarbeitung und Einbau: Vorlage von Produktinformation
- Nutzung: Emissionsbegrenzungen
- Entsorgung: Vorlage eines Rückbau-, Rücknahme- und Verwertungskonzept

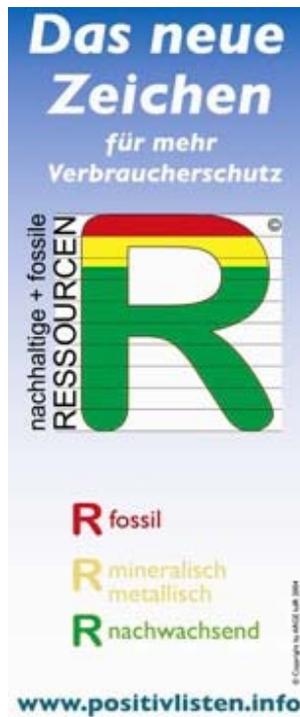
Zertifizierte Produktgruppen:

- Bodenbeläge
- Dachziegel und Dachsteine
- Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen
- Farben und Lacke
- Holzwerkstoffe
- Mörtel Kleber und Putze
- Trockenbauplatten
- Wärmedämm-Verbundsysteme



Abb. 9: Label natureplus (www.natureplus.org,
http://www.nachhaltigwirtschaften.at/hdz_pdf/endbericht_moetzl.pdf)

R-Symbol



Das Zeichen wird vom Verein ARGE kdR vergeben. Mit dem R-Symbol (Ressourcen-Symbol) sollen die Verbraucher plakativ auf die Zusammensetzung der Produkte hingewiesen werden. Bei den erfassten Produkten haben sich die Hersteller verpflichtet, sämtliche Inhaltstoffe nach den international gültigen CAS-Nummern (Chemical Abstract Service, ein internationaler Bezeichnungsstandard für chemische Stoffe) zu erfassen und zu deklarieren. Darüber hinaus werden bei den R-bilanzierten Produkten die CMR-Stoffe (krebserzeugende, mutagen- und erbgutverändernde Substanzen) erfasst und gekennzeichnet. Die aufgezeigten Ressourcenanteile sollen den Verbraucher den Hinweis geben, aus welchen Rohstoffen sich das Produkt zusammensetzt: Rot für fossil, Gelb für mineralisch, Grün für nachwachsende Produktanteile.

Abb. 10: R-Symbol (<http://www.positivlisten.de/>)

Bauproduktedeklaration (SIA-Empfehlung 493)

Der Schweizer Ingenieur und Architekten Verein (SIA) hat ein System zur Deklaration von Bauprodukten eingeführt, das alle wichtigen ökologischen Merkmale während der Herstellung, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung berücksichtigt.

IBO Prüfzeichen



Seit 1988 führt das österreichische Institut für Baubiologie und -ökologie (IBO) Produktprüfungen durch. Voraussetzung der Zeichenvergabe ist eine ganzheitliche baubiologische und ökologische Prüfung der Produkte, d.h. entlang des gesamten Lebenszyklus. So findet z.B. eine bauphysiologische Bewertung der Produkte statt. Das IBO-Prüfzeichen kennzeichnet umweltverträgliche und gesundheitsverträgliche Bauprodukte. Die der Produktprüfung zugrundeliegenden allgemeinen Richtlinien beinhalten die folgenden Anforderungen:

Abb. 11: IBO Prüfzeichen (www.ibo.at)

- Baustoffe aus erneuerbaren Rohstoffen, aus Recyclingmaterialien oder ausreichend verfügbaren Rohstoffen.
- Förderung einer umweltschonenden Rohstoffgewinnung, z.B. durch Minimierung des Flächenbedarfs.

- Verwendung von Materialien, die einfach und wiederverwertbar sind.
- Verwendung einfacher Konstruktionen mit möglichst geringer Materialvielfalt.
- Verwendung von Produkten, die mit geringem Energieaufwand hergestellt worden sind.
- Vermeidung gesundheits- oder umweltgefährdender Inhaltsstoffe (z.B. Verbot von Formaldehydabspaltern, halogenorganischer Verbindungen oder aromatischen Kohlenwasserstoffen).
- Förderung langlebiger Produkte.
- Vermeidung von Verpackungen (Einwegverpackungen).

FSC Holzgütesiegel



Das Gütezeichen wird für Holz und Holzprodukte aus nachhaltiger Forstwirtschaft vergeben (ökologische und soziale Anforderungen). Weltweit sind über 150 Forstbetriebe mit 17 Mio ha Fläche begutachtet (hoher Level und unabhängige Gutachter). www.fscoax.org und www.wwf.at

Abb. 12: FSC (Forest Stewardship Council) Holzgütesiegel.

Resumee

Für alle zur Auswahl stehenden Baustoffe und Produkte sollte ein Umweltzeichen oder eine Produkt-Volldeklaration vorhanden sein. Anhand dieser ist es dann möglich, das qualitativ beste Produkt auszusuchen. Eine fundierte und geordnete Dokumentation der verwendeten Materialien und Produkte (Gebäudeinventar) nach Fertigstellung des Bauvorhabens erleichtert bei späteren Umbauten die Bautätigkeit und ermöglicht die Berechnung der Entsorgungskosten und Verwertungserträge die beim Rückbau der Bauwerke nach Ablauf deren Lebensdauer entstehen .

Für die Kennzeichnung von ökologische Baustoffen bestehen prinzipiell zwei unterschiedliche Möglichkeiten: Öko-Label und Deklaration.

Vor- und Nachteile von Umweltzeichen/Ökolabels:

Der Informationsgehalt ist gering. Vereinfacht ausgedrückt wird damit zwischen "gut und schlecht" unterschieden. Umweltzeichen/Ökolabels haben für den Konsumenten als Endverbraucher eine Berechtigung, für das Baugewerbe stellen sie jedoch keine Alternative dar, weil der Informationsgehalt zu gering ist.

Vor- und Nachteile von Deklarationen:

Vorteil:

- Hoher Informationsgehalt
- Vorteile für Berechnungen (Sachbilanzen, Bauphysik) und Förderungen

Nachteil:

- Stellt hohe Anforderungen an den Benutzer

Die Kombination von Ökolabel und Deklaration (z.B. natureplus, R-Symbol) vereint die Vorteile beider Herangehensweisen.

Betrachtet man die problematische Zusammensetzung zahlreicher moderner Baumaterialien, so wird klar, daß im Bereich des Bauwesens noch viel Raum für ökologische Optimierungen besteht, sei es bei der Entwicklung und Wahl von Baumaterialien oder bei der Entscheidung über das konkrete Bau-, Unterhalts- und Abbruchverfahren. Bereits beim Entwurf sind Überlegungen über die Nutzungsphase aber auch über den Abbruch des Gebäudes und die somit anfallenden Materialien zur Wiederverwendung, -verwertung oder Deponie mit einzubeziehen.

Anwendungsbereich für Baustoffe, Bauteil und Gebäude

Die Untersuchung im Rahmen einer ökologischen Bewertung ist im ersten Schritt auf Produkte, d.h. Bauprodukte und Baustoffe ausgelegt. Als relevante Entscheidungsebene ist aber immer das fertige Gebäude anzusehen, da die Entscheidung in der Praxis immer einen Kompromiß zwischen technischen und ökologischen Anforderungen darstellen wird.

1.4.3.5 Öko-Zertifikate für Gebäude

Gebäudezertifikate, wie Ökopass und TQ, dienen Bauherren als Qualitätssicherungs-, Marketing- oder auch als Optimierungsinstrument. Kunden dienen sie zur objektiven Beurteilung der Wohnungs- bzw. Gebäudequalität. Auch bei der Beurteilung der Wertsicherung bieten sie größere Transparenz.

Beide Bewertungssysteme beruhen auf der internationalen und interdisziplinären Forschungsplattform „Green Building Challenge“. Beide Gebäudebewertungssysteme wurden im Zeitraum 1999 – 2001 für den Wohnbau entwickelt.

IBO Ökopass

IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie

Ziel: Nachweis der baubiologischen und -ökologischen Qualität von Wohnhausanlagen und dessen Nutzung als Instrument für Marketing und Qualitätssicherung.

Der Ökopass ist seit 2001 am Markt verfügbar. Er wurde von der Firma Mischek mit dem österreichischen Institut für Baubiologie und -ökologie (IBO) entwickelt.

Im Jahr 2000 wurde von der Geschäftsführung von Mischek erkannt, dass ein Gebädepass ein gutes Marketinginstrument sein kann. Im Oktober 2001 wurde der erste Ökopass vergeben. Die Evaluierung des Ökopasses erfolgt nach 8 Ökopass-Bewertungen (Veränderungen bei Darstellung, Überarbeitung des Bewertungssystems, Neupositionierung bei Marketing, Verkäuferschulungen, etc.) Die Evaluierung durchzuführen war wichtig und führte zur Änderung des Bewertungssystems. Um den Ökopass zum Marketinginstrument zu machen, muss der Verkäufer es richtig vermitteln. Um das sicherzustellen wurden Schulungen eingeführt. Ziel ist der Nachweis der baubiologischen und -ökologischen Qualität von Wohnhausanlagen und dessen Nutzung als Instrument für Planung, Marketing und Qualitätssicherung:

Die Kriterien: 'Thermische Behaglichkeit', 'Innenraumluftqualität', 'Helligkeit und Be-

sonnung', 'Schallschutz', 'elektromagnetische Qualität', 'Baustoffwahl', 'Gesamtenergiekonzept' und 'Wassernutzung' werden durch Messungen und Berechnungen in einer Vor- und einer Endbewertung überprüft.

Aufgrund des Prüfungsberichtes werden die Bewertungen in leicht verständlichen Aussagen zur Information der WohnungskäuferInnen dargestellt.

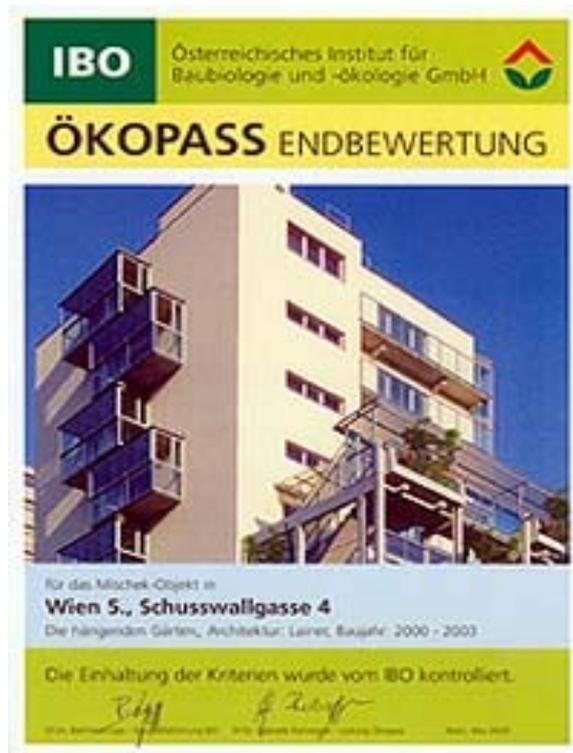


Abb. 13: Ökopass Endbewertung für Mischek-Wohnbau [Quelle: BauXund Forschung und Beratung GmbH, 2007. *BauXund*. <http://www.bauxund.at/> Abgerufen am 26.11.2007]

Die Qualität auf der Baustelle steigt durch den Kontrollmechanismus des Ökopasses. Wenn ein Bodenleger weiß, dass er nachher kontrolliert wird, arbeitet er besser. Der Ökopass ist ein extern ausgestelltes Zertifikat für Wohnqualität und ökologische Qualität.

Das IBO führt die Messungen und Bewertungen durch und stellt den Ökopass bei Kriterienerfüllung aus.

Qualitätssicherung erfolgt in einer Reihe von Messungen zur:

- Innenraumluft
- Schallschutz
- Elektromagnetische Qualität
- Luftdichtigkeit
- Helligkeit

Die Sicherung ist durch unabhängige Überprüfung der Arbeiten der vielen Gewerke sichergestellt. Der Bauträger beauftragt einen Generalunternehmer mit der Bauausführung. Es erfolgt eine unabhängige Beurteilung der Qualität. Dem Kunden wird die Wohnqualität durch den Ökopass belegt.

Hauptkriterien

Die IBO ÖKOPASS-Hauptkriterien wurden in zwei Gruppen unterteilt, die Nutzungsqualität und die ökologische Qualität. Die Vielzahl möglicher Kriterien wurde für den IBO ÖKOPASS auf die folgenden 8 komprimiert:

Nutzungsqualität:

- Behaglichkeit im Sommer und Winter
 - Innenraumluftqualität
 - Schallschutz
 - Tageslicht und Besonnung
 - Elektromagnetische Qualität
- Ökologische Qualität:
- Ökologische Qualität der Baustoffe und Konstruktionen
 - Gesamtenergiekonzept
 - Wassernutzung

Alle 8 Kriterien gehen in die Ökopass-Bewertung ein.

Das Marketing für das Objekt kann auf Basis der vorliegenden Unterlagen und Endbeurteilung nach den Messungen erfolgen.

IBO ÖKOPASS – Bewertung

Wie wird bewertet?

Die gesamte Wohnhausanlage wird einer Bewertung unterzogen, wobei einzelne Wohnungen je nach Lage spezifische Eigenheiten aufweisen können. Die Bewertungen beziehen sich auf unmöblierte Wohnungen mit Standardausstattung zum Zeitpunkt der Bewertung bzw. der stichprobenartigen Messungen. Beim IBO ÖKOPASS erfolgt die Einstufung der Qualität einer Wohnhausanlage in 4 Stufen:

Bewertung: Ausgezeichnet

Diese Stufe beschreibt ausgesprochen ambitionierte bautechnische Lösungen, die den BewohnerInnen ausgezeichneten Komfort und niedrige Betriebskosten versprechen sowie Ressourcen und Umwelt besonders schonen.

Bewertung: Sehr gut

Diese Stufe beschreibt hervorragende Lösungen, die den Komfort der BewohnerInnen deutlich erhöhen und die Umwelt schonen.

Bewertung: Gut

Diese Stufe beschreibt solide Lösungen, die deutlich besser sind als üblicherweise angebotene.

Bewertung: Befriedigend

Diese Stufe bestätigt die Einhaltung der IBO ÖKOPASS-Kriterien, die meistens über gesetzliche Vorschriften und Richtwerte hinausgehen.

Bis dato wurden über 50 Gebäudepässe für Wohnhausanlagen mit insgesamt etwa 4000 Wohnungen ausgestellt. Seit 2002 haben neben Mischek eine Reihe weiterer Bauträger (BUWOG, Sozialbau, GEWOG, BWS, EBG, Kabelwerk Bauträger, Familienhilfe, Bauhilfe, Stumpf Wohnprojekte, Wohnungseigentum und die steirische "Ennstal-Neue Heimat") diesen Gebäudepass für eine oder mehrere ihrer Wohnprojekte bestellt. Die Verbesserungen liegen im Bereich des Schallschutzes, der Chemi-

kalienreduktion für bessere Innenraumluftqualität, bessere Bauausführung (Luftdichtigkeit) und bei der besseren Ausstattung, sowie beim laufendem Lernen, was besser gemacht werden kann.

Die ökologische Optimierung ist verankert. In einer 2. Runde wurden und werden Schulungen durchgeführt und die Verkaufs- und Präsentationsunterlagen umgestaltet. Man hat erkannt, dass wenn man Begriffe nicht erklärt, man diese auch nicht transportieren kann.

Der Ökopass stellt die gebaute Qualität, Behaglichkeit und Wertbeständigkeit dar. Diese Werte zu Marketingzwecken zu transportieren, ist gelungen.

1.4.3.6 TQ (Total Quality) Gebäudezertifizierung

Ökologie-Institut, Kanzlei Dr. Bruck

Ziel: Einführung von Nachhaltigkeitskriterien im Hochbau.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit sowie des Lebensministeriums wurde die Total Quality Planung und Bewertung entwickelt und regelmäßig von der argeTQ durch Forschungsarbeit weiterentwickelt. Das Endprodukt der TQ-Bewertungsmethode ist das TQ-Gebäudezertifikat, indem die Qualität eines Gebäudes in den Phasen der Planung, des Baus und der Nutzung dokumentiert und bewertet wird.

Das Ziel des Total Quality Management im Hochbau ist es, Bauwerke schon von Beginn an ökologisch richtig zu planen und schlussendlich auch zu errichten und zu betreiben. Nicht nur die Errichtung eines Gebäudes erzeugt Kosten, Energieverbrauch, Stoffströme und Emissionen. Auch die Nutzung und die Entsorgung eines Gebäudes werden in der TQ-Bewertung berücksichtigt. Durch intelligente Planung ist es somit möglich, Umweltbelastungen und Kosten zu reduzieren, die Gebäudequalität zu erhöhen und den Wert eines Gebäudes zu steigern.

Der Prozess der TQ-Bewertung gliedert sich in mehrere Schritte:

- Vorprüfung
- Datenerhebung
- Zertifizierung
- TQ-Seminare
- Beratung

Vorprüfung

Die Vorprüfung ist optional und wird mit der argeTQ terminlich vereinbart. Entscheidet man sich für eine TQ-Zertifizierung wird die Vorprüfung nicht verrechnet.

Die Vorprüfung hat das Ziel, den Bauherrn über die Vorteile einer TQ-Prüfung und die damit verbundenen Anforderungen zu informieren. Es wird geprüft, welchen Standard das Gebäude laut derzeitigem Planungsschritt erfüllt und wo Optimierungspotenzial liegt. Außerdem werden die erwarteten Kosten für die Zertifizierung und die Erstellung der Nachweise definiert.

Die Kosten einer Zertifizierung durch die argeTQ belaufen sich bei einem Richtpreis von 6000 € Dies gilt für Gebäude mit geringem Komplexitätsgrad und wenn alle relevanten Nachweise und Prüfungen vom Bauherrn oder Bauträger selbst erbracht werden. Bei komplexeren Gebäuden wird ein entsprechender Aufpreis verrechnet, da

die Datenerfassung und Berechnung mehr Aufwand erzeugt.

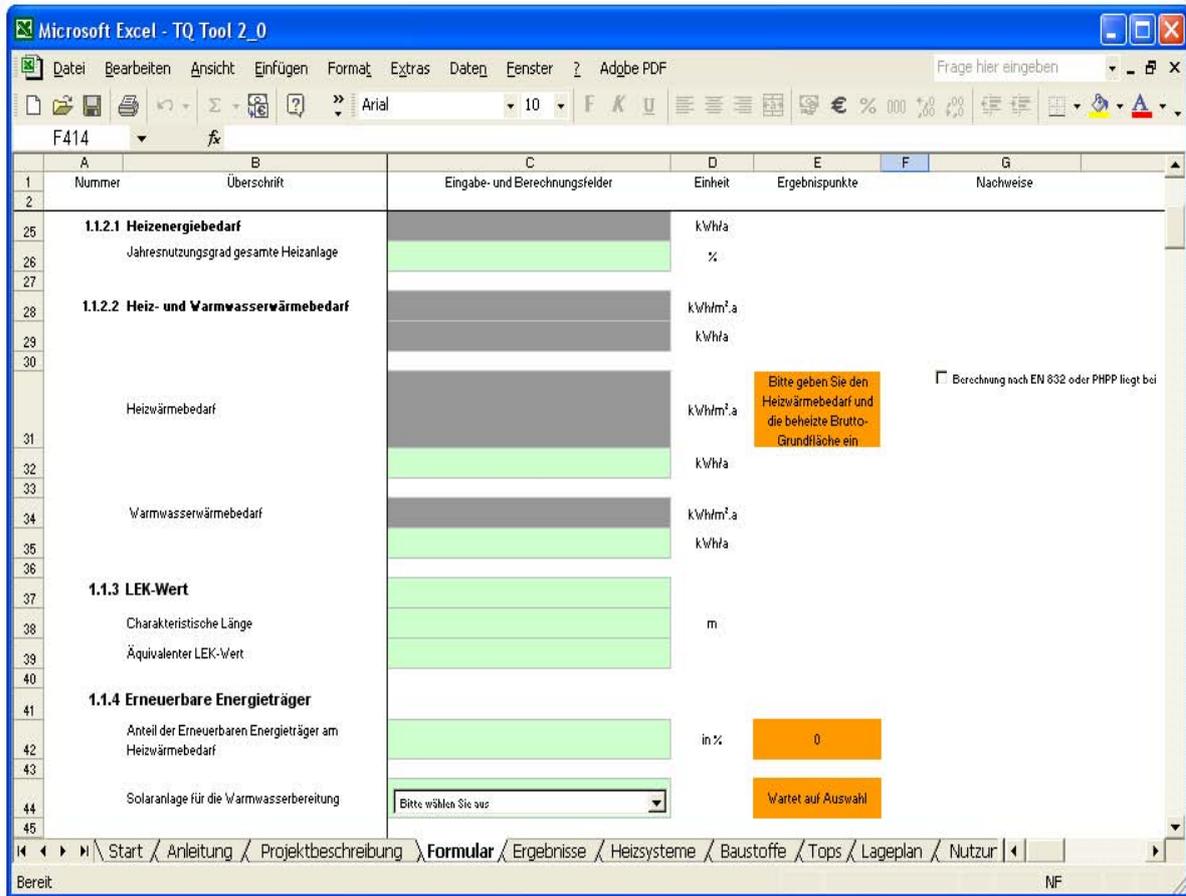


Abb. 14: Ausschnitt aus dem TQ-Bewertungstool Version 2.0
 [Download auf: ArgeTQ, 2007. *ArgeTQ, TQ-Tool*. <http://www.argetq.at/zertifikat/tool.htm>. Abgerufen am 23.11.2007]

Zertifizierung

Anhand des ausgefüllten Bewertungstools wird von der argeTQ das TQ-Gebäudezertifikat ausgestellt. Es handelt sich dabei um vier A4-Seiten mit einer Zusammenfassung des Ergebnisses sowie detaillierten Daten zur Errichtung und Planung.

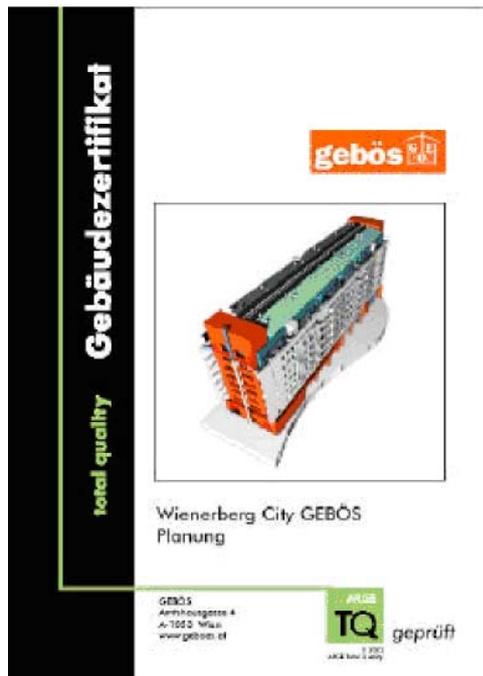


Abb. 15: Beispiel eines TQ geprüften Gebäudes.

Qualitätskriterien von TQ:

Ressourcenschonung

- Energiebedarf des Gebäudes: Primärenergie der Baustoffe, Heizwärmebedarf, Anteil der Erneuerbaren Energieträger
- Bodenschutz: Versiegelungsgrad, Ökologische Wertigkeit der bebauten Fläche
- Schonung der Trinkwasserressourcen
- Effiziente Nutzung von Baustoffen: Recyclingbaustoffe, Ökologische Baustoffe, Trennbarkeit in sortenreine Fraktionen bei Sanierung oder Rückbau, Transportmanagement
-

Verminderung der Belastungen für Mensch und Umwelt

- Atmosphärische Emissionen: Beitrag zum Treibhauseffekt aus der Raumwärmeversorgung
- Abfallvermeidung: Minimierung des Baustellenabfalls
- Abwasser: Schmutzwasserentsorgung, Versickerung des gereinigten Regenwassers
- Reduktion des motorisierten Individualverkehrs: Verkehrskonzept, Fahrradabstellplätze
- Reduktion von Belastungen durch Baustoffe: Vermeidung von PVC, PUR, PIR und chemischem Holzschutz. Verwendung lösungsmittelarmer Bauprodukte
- Vermeidung von Radon
- Elektrobiologische Hausinstallation
- Vermeidung von Schimmel

NutzerInnenkomfort

- Qualität der Innenraumlufth
- Behaglichkeit: Im Sommerbetrieb und Winterbetrieb
- Tageslicht
- Sonne im Dezember
- Schallschutz: Nach außen und zwischen den Wohnungseinheiten
- Gebäudeautomation

Langlebigkeit

- Flexibilität der Konstruktion bei Nutzungsänderungen
- Grundlagen für den Gebäudebetrieb und die Instandhaltung

Sicherheit

- Einbruchschutz
- Brandschutz
- Barrierefreiheit

Planungsqualität

Qualitätssicherung bei der Errichtung

- Bauaufsicht
- Endabnahme

Infrastruktur und Ausstattung

- Anbindung an die Infrastruktur
- Ausstattungsmerkmale der Wohnungen und der Wohnanlage

Kosten

- Errichtungskosten pro m2 Hauptnutzfläche
- Externe Kosten

TQ (Total Quality) dokumentiert die Qualität eines Gebäudes von der Planung bis zur Fertigstellung der Errichtung mit einem TQ-Gebäudezertifikat für die Planung und einem TQ-Gebäudezertifikat für die Errichtung. Neben der Dokumentation von Daten und Fakten werden für die einzelnen Kriterien Punkte vergeben, die zu einer Gesamtpunktzahl aufsummiert werden. Die Zertifizierung durch die arge TQ dient der Überprüfung der Angaben durch eine unabhängige Organisation. Die TQ Bewertung macht die Qualität eines Gebäudes transparent und vergleichbar und bringt so für die Vermarktung Vorteile und Sicherheit.

Ein Total Quality Assessment nützt sowohl in der Planungsphase als auch zur Qualitätssicherung (siehe folgende Abbildungen). Die TQ-Zertifizierung kostet ab 6.000,- € und umfasst die folgenden Arbeitsschritte

1. Vorprüfung
2. Datenerhebung

3. Anwendung der Kriterien und Indikatoren (TQ Tool 2_0.xls)
4. Total-Aggregation mittels Punktesystem
5. Zertifikat

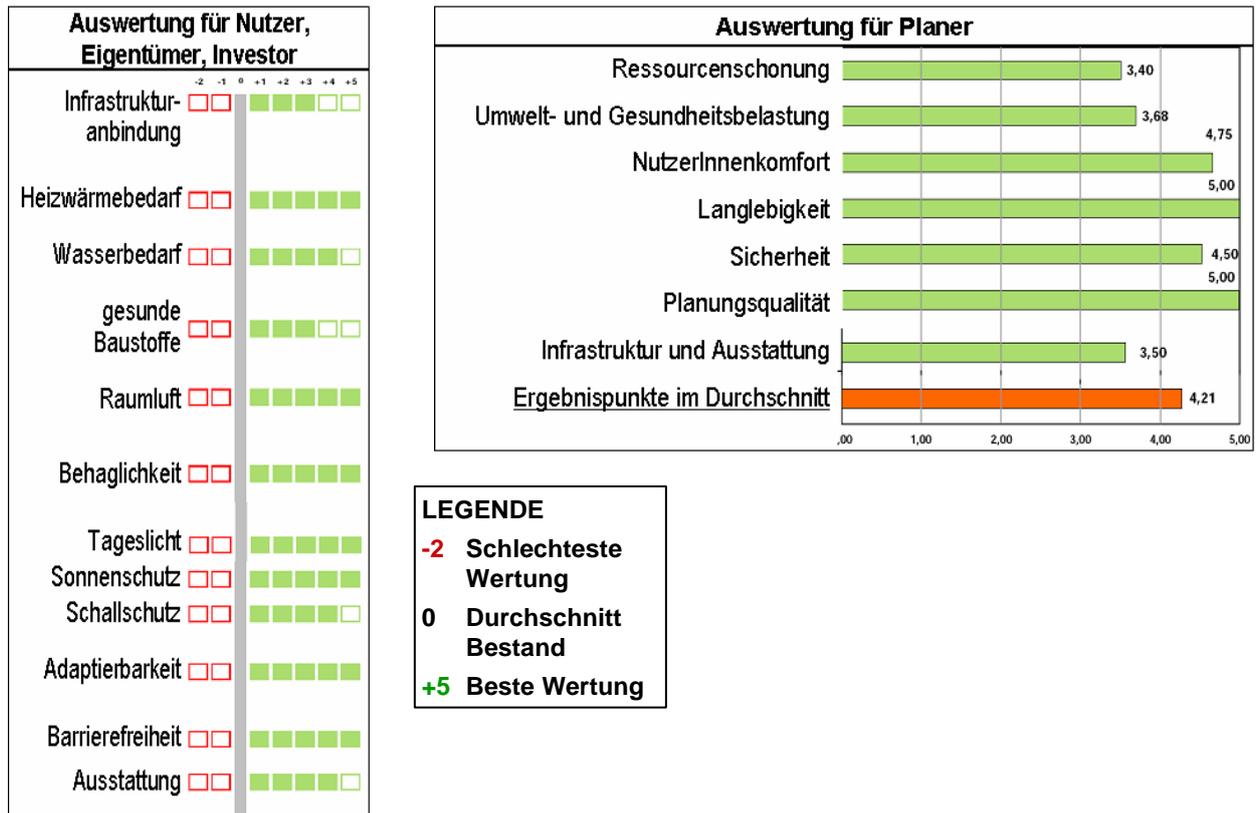


Abb. 16: TQ-Auswertungen für unterschiedliche Zielgruppen

I.4.3.7 EU – Gebäudepass, Umsetzen der EU-Gebäuderichtlinie



ENERGIEAUSWEIS Deckblatt

Gebäudeart Mehrfamilienhaus	Freistehendes	Erbaut im Jahr	199
Standort 4864 Attersee	Energiesparweg 3	Einlagezahl	12345
Katastralgemeinde	50001 Abtsdorf	Grundstücksnummer	123/1
Eigentümer/Errichter (zum Zeitpunkt der Ausstellung) Straße 1 3002 Purkersdorf	Arbeitsgemeinschaft Gemeinnütziger Wohnungsbau Ges.m.b.H.		

Wärmeschutzklassen		Energiekennzahl
Niedriger Heizwärmebedarf	Skalierung	HWB_{BGF}
	HWB _{BGF} ≤ 30 kWh/(m ² ·a)	
		
	HWB _{BGF} ≤ 50 kWh/(m ² ·a)	
		
	HWB _{BGF} ≤ 70 kWh/(m ² ·a)	
		
	HWB _{BGF} ≤ 90 kWh/(m ² ·a)	
	HWB _{BGF} ≤ 120 kWh/(m ² ·a)	
Hoher Heizwärmebedarf		
	HWB _{BGF} ≤ 160 kWh/(m ² ·a)	
	HWB _{BGF} > 160 kWh/(m ² ·a)	

Volumsbezogener Transmissions-Leitwert P_{T,V} ¹⁾	0,30 W/(m³·K) ¹⁾
LEK-Wert ¹⁾	37 ¹⁾ ¹⁾ Angabe
Flächenbezogene Heizlast P₁ ¹⁾	40,4 W/m² ¹⁾ freige-
Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{BGF}	77 kWh/(m
Gesetzliche Anforderung an den flächenbezogenen Heizwärmebedarf HWB_{BGF}	81 kWh/(m²·a)

Abb. 18: Beispiel eines Energieausweises (OIB Muster für einen Energieausweis; Stand 05.03.1999)

Der Energieausweis

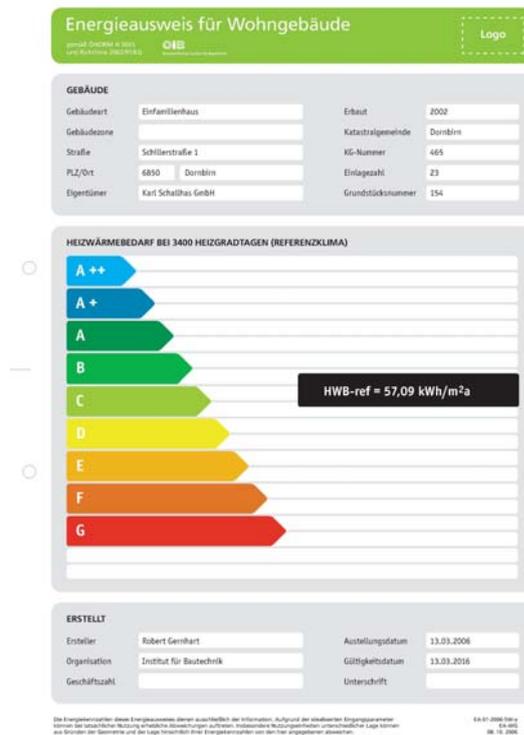


Abb. 19: Deckblattbeispiel für einen Energieausweis
 [Quelle: Energie Tirol, 2007. *Energie Tirol*. <http://www.energie-tirol.at/>. Abgerufen am 26.11.2007]

Am 16.12.2002 hat das Europäische Parlament gemeinsam mit dem Rat eine Richtlinie erlassen, um die Energieeffizienz von Gebäuden zu verbessern. Hintergrund für die Gebäude-Richtlinie sind die Klimaschutzziele der EU und ihrer Mitgliedstaaten. Für Österreich stellt diese Richtlinie einen Meilenstein in der Bewertung und bei der Verbesserung der energetischen Effizienz von neuen und bestehenden Gebäuden dar. Entsprechend groß ist der Handlungsbedarf für die Umsetzung in nationales Recht. In Anbetracht des sehr ambitionierten Zieles dieser Richtlinie, wurde der Zeithorizont für die Umsetzung dabei vergleichsweise knapp bemessen, die Umsetzungsgesetze in den Mitgliedsstaaten sollten bereits seit 04.01.2006 in Kraft getreten sein, also praktisch 3 Jahre nach Beschluss dieser Richtlinie. An der nationalen Implementierung der EU Richtlinie wird allerdings immer noch gearbeitet. Somit konnte Österreich – sowie ein Großteil der EU-Staaten – die Richtlinie nicht pünktlich bis zum 04.01.2006 umsetzen. Weitere Arbeiten sind erforderlich, um die gesamte Richtlinie in nationales Recht umzusetzen. Wichtiger als die Pünktlichkeit scheint jedoch die Qualität der Umsetzung, gemessen vor allem an den Zielen der EU-Gebäuderichtlinie, die merkbare Reduktion des Energieeinsatzes im Gebäudesektor.

Ausgangspunkt für die Umsetzung der Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes sowie für die Berechnungsmethode zur Ermittlung eines Gesamtenergieeffizienzindikators war der Harmonisierungsprozess der Bauvorschriften. Im Auftrag der Länder tagten beim OIB – dem österreichischen Institut für Bautechnik – Arbeitsgruppen mit dem Ziel, die bislang österreichweit sehr unterschiedlichen technischen Bauvorschriften zu harmonisieren und gleichzeitig die Anforderungen der EU-Gebäuderichtlinie zu erfüllen. Die einheitlichen Baustandards sollten da-

bei in sechs OIB-Richtlinien festgelegt werden. Die Harmonisierung der Bauordnungen konnte jedoch so lange nicht in Kraft treten, bis alle neun Bundesländer die Vereinbarung in den Landtagen ratifiziert hatten. Seit Herbst 2006 steht fest, dass die offizielle Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften in Österreich gescheitert ist, nachdem nicht alle Bundesländer die Vereinbarung nach Art. 15a B-VG ratifiziert haben und auch nicht werden. Daraufhin wurden die in Arbeit befindlichen OIB Richtlinien als "Musterbauordnung" deklariert, nach der sich die Länder halten sollen. Es gibt jedoch keine Verpflichtung, dass - wie ursprünglich geplant - keine näheren oder abweichenden Regelungen zu den in diesen Vorschriften festgelegten bautechnischen Anforderungen aufrechtzuerhalten oder neu zu erlassen sind. Man kann jedoch davon ausgehen, dass weite Teile der künftigen Bauordnungen dennoch harmonisiert in den Bundesländern umgesetzt werden. In einigen Bereichen wird es aber wohl auch zu Unterschieden kommen.

Mit der OIB-Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" sind Artikel 3 - 6 sowie zum Teil Artikel 7 der Gebäuderichtlinie inhaltlich umgesetzt worden. Diese Richtlinie legt u.a. Mindeststandards für die Gesamtenergieeffizienz fest, beschreibt Mindestanforderungen für Einzelbauteile und enthält das Muster und den Inhalt des Energieausweises. Nachdem Artikel 3 bis 6 sowie Teile von Artikel 7 der Gebäuderichtlinie nun in der OIB Richtlinie festgelegt wurden, liegt der Ball nun bei den Bundesländern. Die Länder können die Richtlinie 6 nun in den bautechnischen Vorschriften des jeweiligen Bundeslandes umsetzen. Nachdem die Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG nicht in Kraft getreten ist, besteht die Möglichkeit, dass die Bundesländer von der gemeinsam ausgearbeiteten Richtlinie 6 (sowie auch von den anderen Richtlinien 1 bis 5) abweichen und andere oder zusätzliche Regelungen festlegen.

Die Novellierung der bautechnischen Vorschriften der Länder soll bis spätestens Jänner 2008 abgeschlossen werden, nachdem das EAVG vorschreibt, dass für neue Gebäude bereits am 01.01.2008 der Energieausweis ausgehändigt werden soll. Weiters sollen bis 04.01.2009 auch für alle bestehende Gebäude Energieausweise ausgestellt sein. Diese sollen nach einem vereinfachten Verfahren erstellt werden. Auch die Einhaltung dieser Termine darf laut Expertenmeinungen jedoch bezweifelt werden, da zumindest nicht alle Bundesländer diesen zeitlichen Rahmen einhalten werden können. Die Kosten für einen Energieausweis für bestehende Einfamilienhäuser und mehrgeschossige Wohngebäude werden sich in der Größenordnung von maximal 300 bis 500 €bewegen.

Angesichts der jüngsten Preisschübe bei Energie kommt einer einfachen und vergleichbaren Information über den zu erwartenden Energieverbrauch einer Immobilie zunehmend größere Bedeutung zu. Der Energieausweis stellt daher ein zentrales Element der EU-Gebäuderichtlinie dar.

Die rechtlichen Kompetenzen betreffend den Energieausweis sind geteilt: Die rechtliche Umsetzung des Energieausweises erfolgt bezüglich Inhalt und Form im Rahmen der baurechtlichen Kompetenzen der Länder. Bei Verkauf und Vermietung berührt der Energieausweis zivilrechtliche Kompetenzen des Bundes.

Für bundesrechtliche Belange des Energieausweises – die zivilrechtlichen Regelungen bei Verkauf und Vermietung von Gebäuden oder Wohnungen – ist das Bundesministerium für Justiz zuständig. Der Nationalrat hat das Energieausweis Vorlage Gesetz (EAV-G) bereits beschlossen, das Bundesgesetzblatt liegt seit August 2006 vor.

Die zivilrechtliche Umsetzung verweist allerdings auf die landesrechtlichen Bestimmungen zum Energieausweis. Die erforderlichen Landesregelungen auf die das EAV-G verweist, beziehen sich einerseits auf Form und Inhalt des Energieausweises sowie auf die erforderlichen Berechnungsmethoden und andererseits auf die Zulassung von Fachpersonal zur Erstellung des Ausweises.

Form und Inhalt sowie die Berechnungsmethode werden in der OIB Richtlinie 6 sowie im OIB-Leitfaden geregelt, das Berechnungsverfahren selbst wird in ÖNORMEN enthalten sein. Der Energieausweis soll in zwei Teile aufgeteilt werden: Zum einen der Konsumententeil und zum anderen der Professionistenteil. Im Energieausweis gemäß OIB Richtlinie 6 wird im sogenannten Kühlschranksickerl, das die erste Seite des Aushangteils prägt, der Kennwert Heizwärmebedarf des Gebäudes klassifiziert. Auf der zweiten Seite soll – neben anderen energietechnischen und gebäudespezifischen Kenndaten – der Endenergiebedarf dargestellt werden.

Darüber hinaus setzen einige größere Bauträger Energieausweis und Gebäudepässe schon jetzt aktiv im Marketing ein, was angesichts der dynamischen Entwicklung bei den Energiepreisen von den Kunden als zusätzliches Service gerne angenommen wird. Gleichzeitig verfügen diese Unternehmen über wertvolle Informationsgrundlagen für die systematische Bewirtschaftung und Weiterentwicklung ihres Gebäudebestands, denn: Energiesparende Gebäude werden in Zukunft Marktvorteile haben.

Allgemeine Informationen zum Energieausweis

Was beinhaltet der Energieausweis

- Darstellung des Heizwärmebedarfes HWB
- Berechnung des LEK – Wertes
- Datenblatt zu Ihrem Gebäude
- Genaue Aufstellung der Flächenanteile; Oberste Geschossdecke; Außenwand; Fenster...
- Aufstellung zur Gebäudegeometrie
- Darstellung der Art und Arbeitsweise der Heizanlage sowie die Betriebsmittel;
- Darstellung der möglichen Förderungen in Bezug auf Energiesparende und Ökologische Maßnahmen (Zusatzpunkte der WBF)
- Bei Sanierungen eine vergleichende Aufstellung VORHER – NACHHER

Was bringt der Energieausweis

Ob Bauherr, Mieter oder Käufer, ob Eigentümer oder Wohnungsunternehmen – der Energieausweis sorgt für mehr Transparenz auf dem Immobilienmarkt, da der Energiebedarf von Gebäuden unkompliziert verglichen werden kann informiert objektiv und zeigt Einsparpotenziale auf dokumentiert den Stand der Technik des Eigentums dient als wichtiges Marketinginstrument ist ein aktiver Beitrag zum Umweltschutz.

Der Energieausweis ist mit dem Typenschein fürs Auto vergleichbar. Viele interessante Kennwerte eines Hauses (z.B. der zu erwartende Heizenergieverbrauch) sind darin enthalten. Je nach Bundesland stehen leicht unterschiedliche Angaben im Energieausweis, auch das Layout unterscheidet sich etwas. Der wichtigste Kennwert ist aber in jedem Energieausweis enthalten: Die Energiekennzahl.

Die Energiekennzahl (manchmal auch Nutzheiz-Energiekennzahl) ist der gebräuchlichste Vergleichswert, um die thermische Qualität der Gebäudehülle zu beschreiben. Sie sagt aus, wieviel Energie man pro Quadratmeter Fläche im Jahr benötigt und wird in kWh/m².a angegeben. Diese Kennzahl kann leicht in Euro/m² umgerechnet werden, wenn man den Preis einer kWh kennt.

Erklärung der Begriffe im Energieausweis

- Heizwärmebedarf:
Der Heizwärmebedarf beschreibt den zu erwartenden Energieverbrauch bei einem Haus (nur für die Beheizung, d.h. Warmwasser und Strom etc. sind nicht enthalten). Je nach Benutzerverhalten (energiesparendes Verhalten) kann der tatsächliche Verbrauch auch abweichen. Bei Neubauten ist im ersten Jahr der Verbrauch oft deutlich erhöht, weil Bauteile noch austrocknen müssen.
- Klimadaten:
Die Klimadaten beschreiben die langjährigen Durchschnittswerte für die jeweilige Bauadresse. Die Heizztage beschreiben die Anzahl der Tage, an denen in durchschnittlichen Häusern geheizt werden muss. Die Heizgradtage beschreiben dazu noch, wieviel Temperaturunterschied an den Heizztagen zwischen außen und innen besteht. Die Normaußentemperatur gibt die kälteste Durchschnittstemperatur im Jahr an (im langjährigen Durchschnitt). Die Globalstrahlung ist jene Energie, die von der Sonne auf einen m² ebene Fläche während einer Heizperiode geliefert wird.
- Die Heizlast ist jene Leistung, die der Heizkessel haben sollte (Kesselleistung). Der Kessel sollte nicht überdimensioniert werden.
- Die Transmissionswärmeverluste beschreiben den Energieverlust, der durch die Gebäudehülle stattfindet, also durch Wände, Fenster, Decken etc.
- Die Lüftungsverluste beschreiben die benötigte Energie, die für das Aufwärmen der Frischluft beim Lüften notwendig ist (durch den hygienisch notwendigen Luftwechsel).
- Die Inneren Gewinne beschreiben den Energiegewinn durch die Abwärme von Personen und Geräten im Haus.
- Die Solaren Gewinne beschreiben den Energiegewinn durch verglaste Flächen (Fenster). Diese Energie wird von der Sonne ins Haus eingestrahlt und dort in Wärme umgewandelt.

Ausstellung von Energieausweisen

Folgende Personen sollen die Berechtigung zum Ausstellen von Energieausweisen erhalten:

- Personengruppen mit baurechtlicher Relevanz (ex lege), Ziviltechniker, Amtssachverständige, einschlägige technische Büros, Baumeister
- Personengruppen mit Energieberaterrelevanz

Die Berechtigung wird auf Grund einer Personen-Zertifizierung erteilt.

Die Einführung des Energiepasses soll über die gesetzlichen Vorgaben hinaus zusätzliche Anreize zur Realisierung eines hochwertigen baulichen Wärmeschutzes schaffen.

fen, damit künftig der Heizwärmebedarf verstärkt ein wesentliches Kriterium beim Kauf oder der Miete eines Wohnobjektes wird. Dazu bedarf es einer möglichst einfachen und verständlichen Information – etwa nach dem Vorbild der "Energieklassen-Deklaration" bei Elektrogeräten– um den Kauf- oder Mietinteressenten eine Vorstellung von der wärmeschutztechnischen Qualität eines Gebäudes zu geben, was durch die Einführung des Energieausweises sichergestellt wird.

Der Energieausweis sollte daher möglichst nicht als Zwangsinstrument, das den Architekten in seiner Entwurfsfreiheit beschränkt, sondern vielmehr als Chance zum intelligenten und nachhaltigen Entwurf von Gebäuden gesehen werden.

Es bleibt weiters zu hoffen, dass die endgültige Umsetzung der EU-Richtlinie möglichst rasch, aber auch möglichst qualitativ erfolgt und dadurch die anfänglich von der EU festgesetzten Ziele im Sinne von Energieeinsparung und des Umweltschutzes auch in der Praxis umgesetzt werden können.

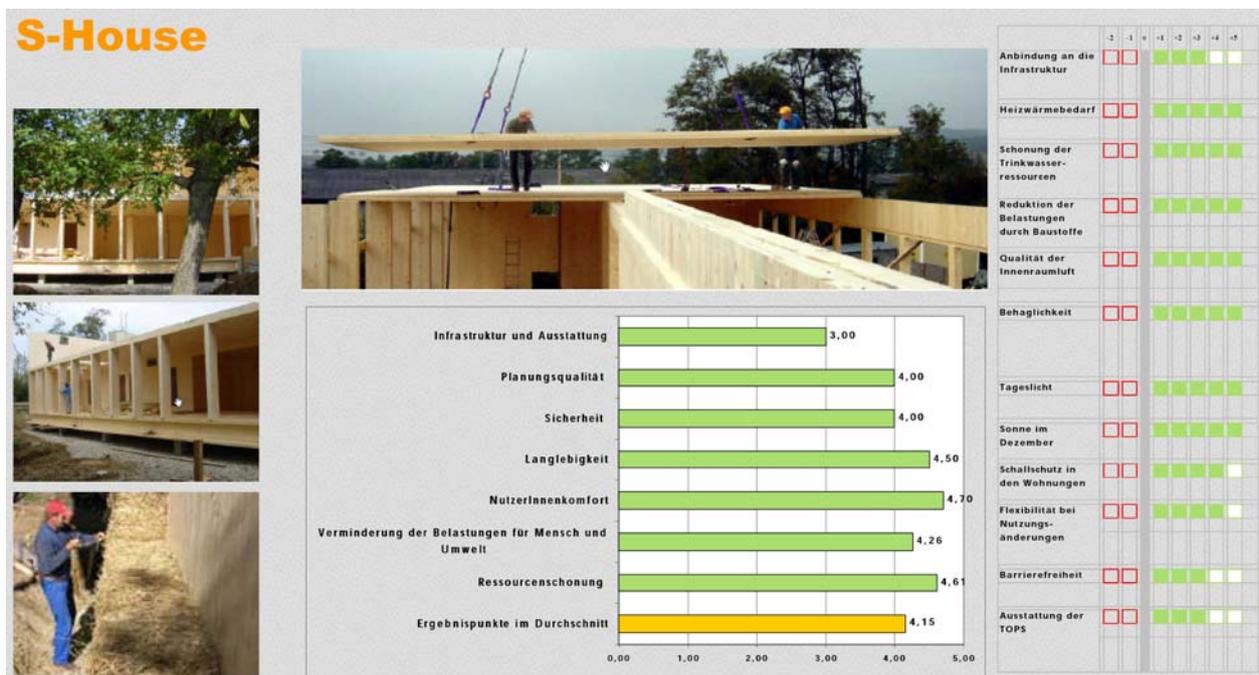
I.4.4 Nachhaltigkeit im Bauwesen: Gesundheit

Innenraumbelastung:

In unseren Breitengraden verbringen Menschen ca. 90% ihrer Zeit in Gebäuden. Schadstoffkonzentrationen in Innenräumen können sich somit maßgeblich auf die Gesundheit der Nutzer auswirken.

Ursachen:

- Schlechte Belüftung → CO₂-Konzentration
 - Schadstoffe in Baumaterialien (und Einrichtungsgegenständen):
 - PVC-Additive,
 - Formaldehyd,
 - VOC (flüchtige organische Kohlenstoffverbindungen),
 - bromierte Flammschutzmittel,
 - etc.
 - Schadstoffe von Außenräumen: Allergene, Feinstaub
- Abhilfe: kontrollierte Wohnraumbelüftung mit entsprechenden Filtern



PROBLEM	→	MERKMAL ZIEL
	→	
Ressourcen-verbrauch (inkl. Klimaschutz)	Rohstoffverknappung, Ökologischer Rucksack	Verträgliche Nutzungsrate („Die Dosis macht das Gift“): Verträglichkeit für lokale Rohstofflager (z.B. Holzressourcen), lokale Senken (z.B. Boden, Grundwasser), globale Senken (z.B. Atmosphäre)
Abfall-aufkommen	Adaptierbarkeit, Rückbaubarkeit	Kreislauffähige Konstruktionen, Verträgliche stoffliche Zusammensetzung Stoffgemische, die wiederverwertet werden können oder innerhalb menschlicher Zeiträume durch natürliche oder technische Prozesse wieder vollständig in Bestandteile getrennt werden können, welche in der Natur in entsprechender Menge vorkommen.
Diffuse Emissionen: Belastung der Innenraumluft (und der Umweltmedien)	Stoffkonzentration in Innenraumluft und Abwasser	Verträgliche stoffliche Zusammensetzung, Verträgliche Nutzungsrate: Stoffgemische, die auch in der Natur in entsprechender Menge vorkommen. Verträglichkeit für die menschliche Gesundheit (und für lokale Umweltmedien)
ZUSAMMENFASSUNG		Verträgliche stoffl. Zusammensetzung (→ Zertifikate) Verträgliche Nutzungsrate (→ OI3-Index, LCA) Kreislauffähige Konstruktionen

Schadstoffgruppe	Mögliche Quelle	Wirkung auf den Menschen
Biozide	Holzschutzmittel, Lacke, Teppiche	Kopfschmerzen, Übelkeit, Schädigung des Nervensystems
Flüchtige Kohlenwasserstoffe	Lösungsmittel, Farben, Lacke, Kleber, Ausgleichsmassen, Holzwerkstoffe	Geruchsbelästigung, Reizung des Atemtrakts, Beeinträchtigung des Nervensystems, Befindlichkeitsstörungen
Formaldehyd	Spanplatten und Holzwerkstoffe, Dispersionskleber, Lacke	Reizung der Schleimhäute (v.a. Augen, Nase), Hustenreiz, Unwohlsein, Atembeschwerden, Kopfschmerzen, möglicherweise krebserregend
Gerüche	Möbel und Fußbodenlacke, Naturstoffe, synthetische Stoffe wie z.B. Teppichrücken	Belästigung, Befindlichkeitsstörungen, Stressfaktor
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	Fugen- und Dichtungsmassen, alte Wandfarben	Schädigung der Leibesfrucht, Beeinträchtigung des Immunsystems, Krebsverdacht
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Parkettkleber, Feuchteabdichtungen, Karbolineum	Krebsverdacht, Geruchsbelästigung

Quelle: HdZ-Ökoinform #2

RESUMEE:

Nur Teile der kritischen Eigenschaften von Baustoffen sind auf Baustoffebene bewertbar.

Besser wäre die Bewertung von Bauteilen:

Berücksichtigung des Nutzens wie z.B. Tragfähigkeit, U-Wert

Umfassende Bewertung von Baustoffen nur auf Gebäudeebene möglich

d.h. keine allgemeinen Aussagen für individuelle Baumaterialien mögl.
Die Nutzungsintensität (Dosis) bestimmt die Auswirkungen

Chemikalienmanagement ist wertvolles Tool für die Praxis.

Konzept ist erweiterbar.

Ökologische Baustoffe – Einsatzgebiete im Hochbau

	Biogene Baustoffe	Mineralische Baustoffe	Recycling-Baustoffe
Konstruktion	Holzmassiv- und Holzleichtbauweise	Hüttensandzement	Recyclinggranulate (für Hinterfüllungen, Schüttungen und Betonzuschlag), Altholz
Dämmung	Holzweichfaser, Holzspäne, Hanf, Flachs, Zellulose, Kork, Schafwolle	Steinwolle, Perlit, Mineralschaum, Schaumglas	Zellulose, Schaumglas, Glaswolle, Recycling-EPS
Innenausbau und Fassade	Unbehandelte Holzschalung und Holzfassade	Lehmputz, Lehm-Leichtbauplatte, ungebrannte Lehmziegel, Lehmerich, Steinboden	

Ökologische Baustoffe – Richtlinie für Recyclingbaustoffe

des österreichischen Baustoff-Recycling Verbandes (www.br.v.at; 6. Aufl. 2004))

Regelt Prüfungen, Bezeichnung und Beurteilung für wieder gewonnene Baustoffe.

Einteilung entsprechend Anwendungsbereiche in Güteklassen (RA, RB, RM, RMH,...)

Einteilung gemäß Umweltverträglichkeit in Qualitätsklassen (neu ab 2004):

Qualitätsklasse A+: Baustoffe, die in hydrogeologisch sensiblen Gebieten ungebunden ohne Deckschicht zum Einsatz kommen können.

Qualitätsklasse A: Baustoffe, die in hydrogeologisch sensiblen Gebieten in gebundener Form bzw. in ungebundener Form mit Deckschicht, oder in hydrogeologisch weniger sensiblen Gebieten in ungebundener Form ohne Deckschicht zum Einsatz kommen können.

Qualitätsklasse B: Baustoffe, die in hydrogeologisch weniger sensiblen Gebieten in gebundener Form oder ungebunden mit Deckschicht zum Einsatz kommen.

Zusätzliche Richtlinien (anwendungsspezifisch):

Richtlinie für Recycling-Baustoffe aus Hochbau-Restmassen - Anwendungsbereich: Zementgebundene Massen

Richtlinie für Recycling-Baustoffe aus Hochbau-Restmassen - Anwendungsbereich: Ungebundene Massen (für Schüttungen und als Zuschlag)

Richtlinie für Recycling-Sand aus mineralischen Baurestmassen - Anwendungsbereich: Kabelsand für die Bettung von Kabeln und Leitungsrohren

Richtlinie für fließfähiges, selbstverdichtendes Künettenfüllmaterial mit recyceltem, gebrochenem Material

Richtlinie für die Aufbereitung kontaminierter Böden und Bauteile

Ökologische Baustoffe – Kennzahlen von Naturdämmstoffen

Material	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m.K)]	Rohdichte ρ [kg/m ³]	Dampf-Diffusions-Widerstand μ [-]	Brennbarkeitsklasse lt. ÖN B3800-1	Dicke (gerundet) [cm] bei U-Wert von 0,2 W/(m ² K)
Flachs	0,040	20 - 40	1	B2	20
Hanf	0,045	20 - 25	1 - 2	B2	20 - 25
Hobelspäne	0,045-0,055	70 - 110	1	B2	20 - 30
Holzweichfaser	0,045-0,060	170 - 270	5 - 10	B2	20 - 30
Holzwole (Heraklith)	0,09 - 0,10	360	2 - 5	B1	45
Grobspan (OSB)	0,13	700	k.A.	k.A.	65
Kokosfasern	0,045-0,050	75 - 125	1	B2	20 - 25
Kork Granulat	0,050	55 - 60	1 - 2	B2	25
Kork Platten	0,045	100 - 120	5 - 10	B2	20
Roggengranulat	0,050	100 - 120	2 - 3	B2	25
Schafwole	0,035-0,040	20 - 25	1 - 2	B2	20
Schilfrohr	0,045-0,055	190 - 225	2	B2	20 - 30
Baumwole	0,040	20 - 60	1-2	B1-B2	20
Stroh	0,040-0,045	83 - 100	1-1,5	B2	k.A.
Zellulose Flocken	0,040	35 - 60	1 - 1,5	B1-B2	20 - 25
Platten	0,040	70 - 100	1	B2	20

ÖKOLOGISCHE BAUSTOFFE IN HdZ-PROJEKTEN - ÜBERSICHT	Biogene Baustoffe	Mineralische Baustoffe	Recycling-Baustoffe
WHA Mühlweg, Wien	Holz-MB		
WHA Spöttlgasse, Wien	Holz-MB		
WHA Klima.Komfort.Haus, Wien	Holz-LB, Holzweichfaser		
Lehm-Passivhaus, Tattendorf	Holz-LB, Stroh	div. Lehm-anwendungen	
S-House, Böheimkirchen	Holz-MB, Stroh	Steinfußboden	
PH-Kindergarten, Ziersdorf	Holz, Stroh	Lehm	
Bürogebäude SOL4, Mödling	Strohplatten	Lehmziegel, Hüttensand-zement	Zellulose-dämmung, PV-Ausschuss
Christophorushaus, Stadl Paura	Holz-LB, Rundholzstützen		
Alpine Schutzhütte, Schiestlhaus	Holz		
Gemeindezentrum Ludesch	Holz-LB, Stroh, Schafwole		Zellulose-dämmung,

Biohof Achleitner	Holz, Stroh		
--------------------------	-------------	--	--

DERZEITIGE PRAXIS...

Leitfäden mit Praxistest: PH-Bauteilkatalog (IBO), Ökoleitfaden: Bau (Umweltverband Vlbg.), Infoknoten NAWARO (www.nawaro.com), Bauprodukte: www.ixbau.at

...und HEMMNISSE

Kosten: Hohe Kosten aufgrund geringer Nachfrage (◊ kaum ökol. Baustoffe im Wohnbau)

Exkurs „Ökologische Dämmstoffe“: Im Hinblick auf effiziente Maßnahmen für den Klimaschutz und für die Schonung von Energieressourcen ist die Art des Dämmstoffs von weit geringerer Bedeutung als die Menge an Dämmstoff (Also besser intensiv dämmen mit billigem Dämmstoff, als geringfügig dämmen mit teurem ökologischem Dämmstoff).

Haltbarkeit von biogenen Baustoffen (Anfälligkeit für Schädlinge): Schimmelbefall von Naturfasern (Feuchte > 20%), Mottenbefall von Schafwolle,...
Abhilfe: Konstruktive Schutzmaßnahmen, Schutzmittel

Brandschutz

Gewährleistung für Holzbau: Abschreibung, gesetzliche Anforderungen (100 Jahre)

Störstoffe (Beschichtung, Verleimung, Klebung): Behindern die Kreislaufführung

Instandhaltung, Instandsetzung: z.B. von bewitterten Holzoberflächen: Finanzieller Aufwand und ökologische Belastung

Rückbau: Wer kümmert sich darum? Ansatz der UIA („Ressource Architektur“).

Unzureichende gesetzliche Regelung: betreffend Rückbau und Entsorgung

AUSBLICK:

- Internationale Aktivitäten:
- CEN TC 350: Sustainability of construction works – Framework for assessment of buildings / Nachhaltigkeit von Bauwerken:
- Rahmennorm für Bewertungsmethodik auf Basis LCA. Normen für Berücksichtigung Errichtung, Betrieb und Abbruch bzw. Recycling
- Normen für Bauprodukte (Lebenszyklusinventare LCI)
- Baustoffausweis: Ergänzung zum Energieausweis: WG 3: EPD - Environmental product declaration; PCR - European Product Category Rule.
- ISO TC 59/SC 17: Sustainability in building construction / Nachhaltiges Bauen
- ISO-Standard zur EPD - Environmental declaration of building products

- Österreich hat international bedeutende Kompetenz in der Forschung und Realisation von ökologischen Passivhäusern

- Trend zu ökol. Baustoffen: Holzbau, Holzfassaden, NAWARO-Dämmung

- Grundlagenforschung für ökologische Baustoffe:
Impulsprogramm HdZ liefert Impulse auch an die Grundlagenforschung:
- Feuchtetransport (insb. in biogenen Baustoffen und Lehm)
- Befestigungstechnik (Demontierbarkeit)
- Lebenszyklusanalyse von Bauteilen und Gebäuden

I.4.5 Anwendungsgebiete für ökologische Baustoffe

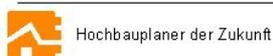
WEITERE DÄMMSTOFFE AUS NAWARO

- Kokos
- Lose Holzfasern oder Hobelspäne
- Roggen (Schüttmaterial)
- Wiesengras
- Schilf
- Seegras
- ...

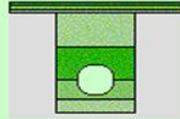


Ökologische Baustoffe – Einsatzgebiete im Hochbau

	Biogene Baustoffe	Mineralische Baustoffe	Recycling-Baustoffe
Konstruktion	Holzmassiv- und Holzleichtbauweise	Hüttensandzement	Recyclinggranulate (für Hinterfüllungen, Schüttungen und Betonzuschlag), Altholz
Dämmung	Holzweichfaser, Holzspäne, Hanf, Flachs, Zellulose, Kork, Schafwolle	Steinwolle, Perlit, Mineralschaum, Schaumglas	Zellulose, Schaumglas, Glaswolle, Recycling-EPS
Innenausbau und Fassade	Unbehandelte Holzschalung und Holzfassade	Lehmputz, Lehm-Leichtbauplatte, ungebrannte Lehmziegel, Lehmestrich, Steinboden	



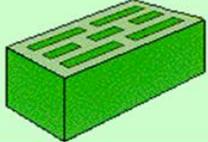
Ökologische Baustoffe – Recyclingbaustoffe gemäß BRV Tiefbauabfälle (1)

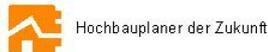
<p>Asphaltaufbruch</p> <p>Herkunft: Straßenbau</p> 	<p>RA</p> <p>Recyciertes gebrochenes Asphaltgranulat (vorwiegend Asphalt)</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für ungebundene obere Tragschichten, ungebundene untere Tragschichten, gebundene Tragschichten, landwirtschaftlicher Wegebau, Zuschlagstoff für Asphaltproduktion</p> 
<p>Betonabbruch</p> <p>Herkunft: Straßenbau, Brückenbau, Industriebau</p> 	<p>RB</p> <p>Recyciertes gebrochenes Betongranulat (vorwiegend Beton)</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für ungebundene obere Tragschichten, ungebundene untere Tragschichten, zementgebundene Tragschichten, landwirtschaftlicher Wegebau, Zuschlagstoff für Betonproduktion, hochwertiges Künnettenfüllmaterial, Drainageschichten</p> 

Ökologische Baustoffe – Recyclingbaustoffe gemäß BRV Tiefbauabfälle (2)

<p>Asphalt-/Betonabbruch</p> <p>Herkunft: Straßenbau, Parkplätze, Brückenbau</p> 	<p>RAB</p> <p>Recyciertes gebrochenes Asphalt-/Beton-Mischgranulat (Asphalt und Beton)</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für ungebundene obere Tragschichten, ungebundene untere Tragschichten, gebundene Tragschichten, landwirtschaftlicher Wegebau</p> 
<p>Mineralische Restmassen</p> <p>Herkunft: Straßenbau</p> 	<p>RM</p> <p>Recyciertes gebrochenes Mischgranulat aus Beton, Asphalt und natürlichem Gestein</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für ungebundene obere Tragschichten, ungebundene untere Tragschichten, gebundene Tragschichten</p> 

Ökologische Baustoffe – Recyclingbaustoffe gemäß BRV Hochbauabfälle (1)

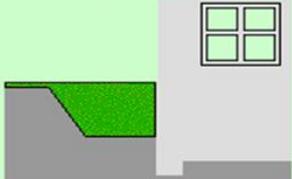
<p>Ziegelbruch</p> <p>Herkunft: Ziegelproduktion, Abbruch</p> 	<p>RZ</p> <p>Recycelter Ziegelsand, Recycelter Ziegelsplitt, (vorwiegend Ziegel)</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für</p> <p>Zuschlagstoff für die Produktion von Mauerwerk- steinen, Beton und Leichtbeton, Stabilisierungen, Drainage- schichten, Füllungen, Schüttungen</p> 
<p>Hochbau-/Ziegelbruch</p> <p>Herkunft: Wohnbau und Hochbauabbruch</p> 	<p>RHZ</p> <p>Recycelter Hochbauziegelsand Recycelter Hochbauziegelsplitt (Ziegel über 33%, mit z.B. Betonanteil)</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für</p> <p>Zuschlagstoff für die Produktion von Mauerwerk- steinen, Beton und Leichtbeton; Stabilisierungen, Füllungen Schüttungen, Estriche</p> 



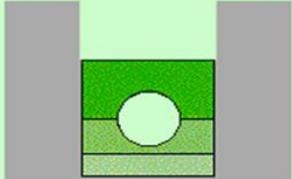
Ö. Baustoff-Recycling Verband www.br.v.at



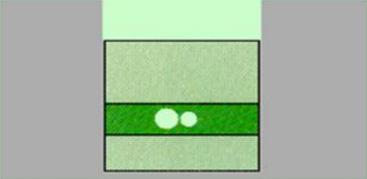
Ökologische Baustoffe – Recyclingbaustoffe gemäß BRV Hochbauabfälle (2)

<p>Hochbauabbruch</p> <p>Herkunft: Industriebauabbruch und allg. Hochbauabbruch</p> 	<p>RH</p> <p>Recycelter Hochbausand Recycelter Hochbausplitt (Ziegel unter 33% mit z.B. Betonanteil)</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für</p> <p>stabilisierte Schüttungen, stabilisierte Künettenverfüllungen, Bauwerkshinterfüllungen, Sportplatzbau</p> 
--	---	--

dzt. vorwiegend erzeugt (Hochbau)

<p>Mineralische Hochbaurestmassen</p> <p>Herkunft: Industriebauabbruch und allg. Hochbauabbruch</p> 	<p>RMH</p> <p>Mineralische Hochbaurestmassen (Beton, Ziegel, natürliches Gestein)</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für</p> <p>Künettenverfüllungen, Hinterfüllungen Schüttungen, Sportplatzbau-Drainage</p> 
--	--	--

Ökologische Baustoffe – Recyclingbaustoffe gemäß BRV Hochbauabfälle (3)

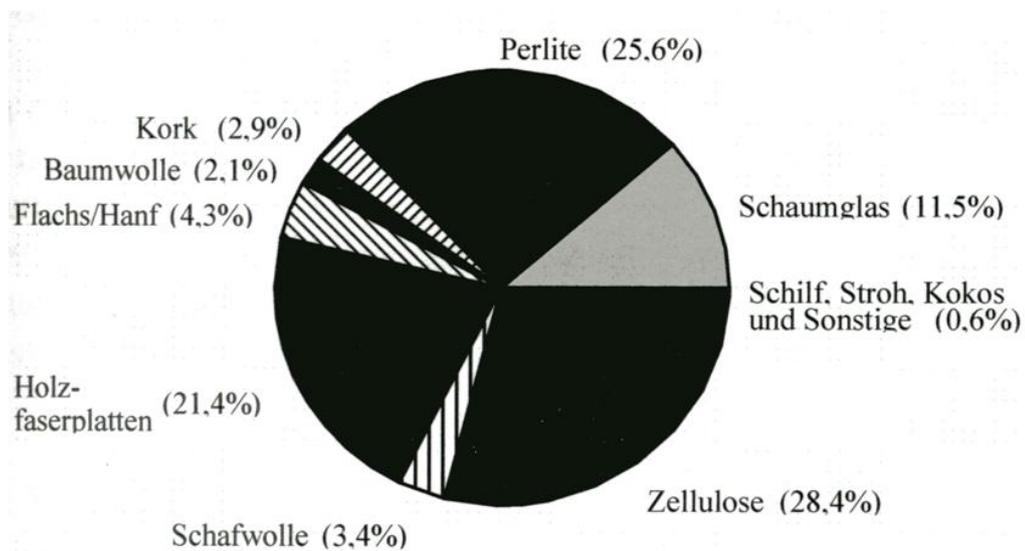
<p>Recycling-Sand</p> <p>Herkunft: Industriebau- und allg. Hochbauabbruch</p> 	<p>RS</p> <p>Recycling-Sand</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für die Bettung von Energie- und Fernmeldekabeln (Kabelsand) von Leitungsrohren, z.B. von Kanal-, Gas-, Wasserleitungsrohren, sowie für weitere Infrastrukturan- einrichtungen</p> 
<p>Fließfähiges, Selbstverdichtendes Künettenfüllmaterial</p> <p>Herkunft: Industriebau- u. Allg. Hochbauabbruch</p> 	<p>RFM</p> <p>Fließfähiges, selbstverdichtendes Künettenmaterial mit recyceltem, gebrochenem Material</p> 	<p>Qualitätsbaustoff für Künettenverfüllungen, Hohlraum- verfüllungen (Tanks, Senkgruben), Hinterfüllungen</p> 

Ö. Baustoff-Recycling Verband www.br.v.at

Ökologische Baustoffe – Dämmstoffe aus NAWARO

MARKTANTEILE

Dämmstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffen

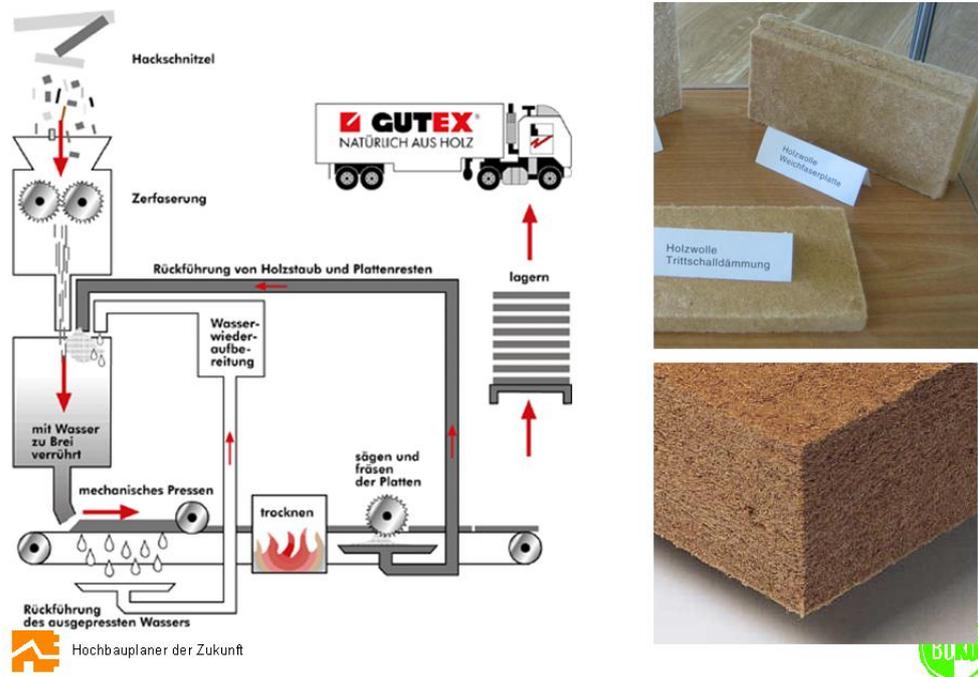


Ökologische Baustoffe – Kennzahlen von Naturdämmstoffen

Material	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m.K)]	Rohdichte ρ [kg/m ³]	Dampfdiffusionswiderstand μ [-]	Brennbarkeitsklasse lt. ÖN B3800-1	Dicke (gerundet) [cm] bei U-Wert von 0,2 W/(m ² K)
Flachs	0,040	20 - 40	1	B2	20
Hanf	0,045	20 - 25	1 - 2	B2	20 - 25
Hobelspäne	0,045-0,055	70 - 110	1	B2	20 - 30
Holzweichfaser	0,045-0,060	170 - 270	5 - 10	B2	20 - 30
Holzwole (Heraklith)	0,09 - 0,10	360	2 - 5	B1	45
Grobspan (OSB)	0,13	700	k.A.	k.A.	65
Kokosfasern	0,045-0,050	75 - 125	1	B2	20 - 25
Kork Granulat	0,050	55 - 60	1 - 2	B2	25
Kork Platten	0,045	100 - 120	5 - 10	B2	20
Roggengranulat	0,050	100 - 120	2 - 3	B2	25
Schafwolle	0,035-0,040	20 - 25	1 - 2	B2	20
Schilfrohr	0,045-0,055	190 - 225	2	B2	20 - 30
Baumwolle	0,040	20 - 60	1-2	B1-B2	20
Stroh	0,040-0,045	83 - 100	1-1,5	B2	k.A.
Zellulose Flocken	0,040	35 - 60	1 - 1,5	B1-B2	20 - 25
Platten	0,040	70 - 100	1	B2	20

Quellen: Bruckner&Schneider1998, Vollert2000, Mötzl&Zelger2000, Reyer+2002, Wimmer+2001, De-Kork-Verband2005, Firmenangaben

Holzweichfaserplatten



Holzweichfaserplatten bestehen zu 100% aus Nadelholz-Restholz, Durchforstungsholz oder Restmaterial der Sägewerksindustrie (Fichte, Kiefer). Das Holz wird zu Hackschnitzel zerkleinert und weiter zu feinen Holzfasern aufgeschlossen. Die Schwarten und Spreißeln aus Nadelholz werden zerkleinert, mit Wasserdampf erweicht und zwischen Hartstahlscheiben gemahlen. Der mit Wasser verdünnte Faserbrei wird gesiebt, die Fasern zu Vlies verarbeitet (verfilzt), gepresst und getrocknet. Abschließend werden die Formatierungen und Nut-/Federprofilierungen vorgenommen.

Die Holzfasern geben durch Ineinanderschlingen und Verfilzen nach dem Pressen der Platte ihre Festigkeit. Durch Zusatz von Alaunsalz werden die holzeigenen Naturharze frei und verleihen der Platte nach der Trocknung ohne zusätzliche Bindemittel die erforderliche Festigkeit. Die Platten werden in Stärken von 6 bis 100 Millimeter angeboten. Mehrschichtplatten werden mit Holzleim verklebt.

Einsatzmöglichkeiten

Holzweichfaserplatten sind nahezu universale Dämmstoffe für verschiedenste Einsatzgebiete, wie beispielsweise Innen-, Außen- und Kerndämmung für Außenwände (auch in Verbundsystemen), als Trittschalldämmung für Böden, als Dachschalungsplatten und Unterdachplatten für Dachausbauten und zur Wärmedämmung der untersten und obersten Geschoßdecke. Bituminierte, paraffinierte oder latexierte Platten können als Unterdachplatten z.B. für außen liegenden, winddichten und dampfdiffusionsoffenen Nässeschutz verwendet werden.

Eigenschaften

Die Holzweichfaserdämmplatte ist wasserdampfdurchlässig und schalldämmend. Die wärmedämmende Wirkung ($\lambda = 0,045$ bis $0,060 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) ist geringfügig schlechter als die von Mineralwolle oder expandiertem Polystyrol (EPS). Für feuchteresistente Platten werden je nach Einsatzgebiet verschiedene Hydrophobierungsmittel wie Bitumen, Wachs oder Bitumenersatz auf Naturharzbasis zugesetzt. Weitere

Zusatzstoffe sind gegebenenfalls Bitumen, Kolophonium, Paraffin oder Latex bei Unterdachplatten oder Polyolefin-Fasern bzw. Ammoniumpolyphosphat bei flexiblen Platten.

Holzfaserdämmplatten sind kreislauffähig, da nach einem entsprechenden Rückbau auf mechanischem Weg ein neuer Dämmstoff erzeugt werden kann. Feuchteresistente Platten sind für die Verwertung nur beschränkt geeignet. Bituminierte Platten benötigen eine spezielle Entsorgung und dürfen nicht im Hausbrand verbrannt oder kompostiert werden.

Flachs



Flachs (Lein, *linum usitatissimum* = der Allernützlichste) ist eine der ältesten Kulturpflanzen. Bereits vor 6.000 Jahren wurden ägyptische Pharaonen vor der Mumifizierung in Leintücher gehüllt. Im europäischen Raum war Flachs bis weit in das 18. Jahrhundert die wichtigste Pflanzenfaser und neben Wolle der wichtigste textile Rohstoff. Während des 19. Jahrhunderts verlor das Leinen durch das Vordringen der amerikanischen Baumwolle zunehmend an Bedeutung. Abgesehen von der Herstellung von Textilien und Dämmstoffen wird Flachs auch zur Ölgewinnung und als Nahrungsmittel eingesetzt. Leinöl wird für Farben und Lacke verwendet, insbesondere als Oberflächenschutz von Holz und Metallen, und ist das Grundmaterial zur Produktion von Linoleum.

Flachs wird in Fruchtfolge nur alle sieben Jahre auf derselben Fläche angebaut und gedeiht auf nährstoffarmen Böden, die Flächenertragsleistung beträgt im Mittel 7 t/ha bzw. 4 - 6 t geröstete Flachsballen pro Hektar. Flachs kann auch als industrielle non-food-Pflanze auf Stilllegungsflächen angebaut werden. Das wichtigste Flachsangebaugebiet in Österreich ist das Waldviertel.

Die Flachspflanze braucht kaum Düngung und wenig Pflanzenschutz und wächst in 3-4 Monaten zur Erntereife heran. Nach der sogenannten Tauröste auf dem Feld kommt der Flachs in die Schwinde, wo auf mechanische Weise die Fasern vom Stengel getrennt werden. Aus den Langfasern erzeugt man Leinen, rund 8% der minderwertigen Kurzfasern werden zur Dämmstoffherstellung genutzt.

Dämmstoffherstellung

Die Herstellung erfolgt durch mechanische Verfilzung der Kurzfasern. In einer Vliesstoffkreppe werden sehr feine Faserbahnen (Flore) gewonnen. Gleichzeitig wird Kartoffelstärke als Klebstoff in flüssiger Form auf die Fasern aufgebracht. Nachdem die Bahnen zu verschiedenen starken Dämmplatten geschichtet wurden, werden sie getrocknet, wodurch der Kleber zur Verbindung der Fasern führt.

Um die Formstabilität zu gewährleisten werden anstelle von Kartoffelstärke auch Polyesterfasern mit einem Anteil von bis zu 20 % als Stützfasern eingewebt. Zur Imprägnierung als Brand- und Pilzschutz wird Borax, Wasserglas oder Ammoniumphosphat eingesetzt. Die Lieferung des Dämmstoffes erfolgt je nach Dicke und Festigkeit in Form von Platten und Rollen.

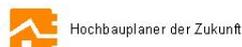
Einsatzmöglichkeiten

Dämmstoffe aus Flachs haben vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Dämmplatten finden als Zwischensparrendämmung bei Decken, Dachausbauten oder im mehrschaligen Wandaufbau Verwendung. Vliese bzw. Filze werden lose verlegt als Trittschalldämmung bei Decken verwendet. Rollbare Dämmfilze und Dämmplatten über 10 cm Dicke werden in der Regel mit Polyester-Stützfasern ausgeführt. Ein weiteres Einsatzgebiet von Flachs ist Stopfmaterial bei Fensterstöcken, Dachfenstern und Türzargen als natürliche Alternative zu Ort- und Montageschaum.

Kork



Lieferform:	Platte
Dicken:	10 bis 100 mm
Wärmeleitfähigkeit:	$\lambda=0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
Dampfdiffusionswert:	$\mu = 5-10$
Spezifische Wärmekapazität:	1800 J/(kg·K)
Rohdichte:	100-120 kg/m ³
Zusätze:	keine



Kork ist abgestorbenes Zellgewebe von Stämmen und Wurzeln. Rohkork wird aus der Rinde der Korkeiche gewonnen. Wichtigste Anbauländer sind Portugal, Spanien und Nordwestafrika. Die Korkernte erfolgt händisch bei Korkeichen mit einem Alter von 30-40 Jahren und in weiteren Abständen von etwa 10-15 Jahren.

Dämmstoffherstellung

Der Rohkork wird getrocknet zu Korkschorf gemahlen und in Druckbehältern mit Wasserdampf ohne Zusätze auf etwa 350°C eine halbe Stunde lang erhitzt. Dabei

expandiert der Kork und wird durch das korneigene Harz gebunden. Bei der Expansion entsteht Phenol. Bei nicht rein expandiertem Kork wird zur Imprägnierung Bitumen zugesetzt. Nach dem Abkühlen werden Korkplatten zugeschnitten.

Kork wird auch lose als Naturkorkgranulat und als Granulat aus expandiertem Kork angeboten. Backkorkplatten bestehen aus reinem, expandiertem Kork, der mit dem eigenen Harz gebunden ist. Presskork mit Bindemittel, Korkstein oder pechimprägnierter Kork werden für Dämmzwecke kaum mehr angeboten.

Einsatzmöglichkeiten

Bevorzugte Anwendungen sind Außen- und Innenwände, Wände gegen Erdreich (Innendämmung) und gegen unbeheizte Räume, Schräg- und Flachdach, Böden über Erdreich (warmseitig) und Hohlräumen, Lüftungskanäle und Korkparkett. Bei Isolierungen zwischen Sparren sollten die Ränder elastisch gestopft werden. Korkschatot wird als Schüttung in der Dachschräge, in Decken und in Fußböden eingesetzt. Zur Befestigung wird Dämmkork eingeklemmt, genagelt, gedübelt oder mit Klebemörtel befestigt.

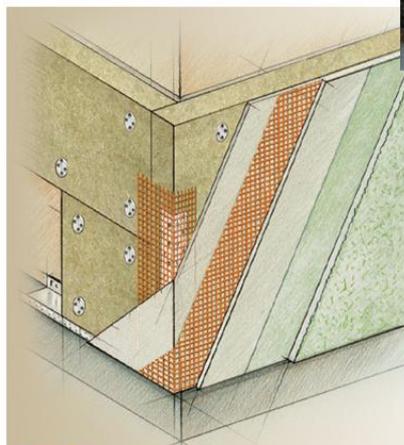
Eigenschaften

Ein guter Wärmedämmwert ($\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) vereint sich hier mit hoher Wärmespeicherfähigkeit. Kork speichert zehnmal mehr Wärme als Mineralfaserdämmstoff. Nicht rein expandierter Kork und Korkgranulat haben meist einen verminderten Dämmwert. Relativ hohe Unempfindlichkeit besteht gegen mäßige Feuchteinflüsse. Kork ist formbeständig und hat bleibende Elastizität. Er ist unempfindlich gegen Insekten (außer Wespen) und Pilze. Kork sollte entstaubt sein, um die Montage zu vereinfachen. Der Einbau von Kork ist problemlos.

Hanf

HANFDÄMMUNG

- Dämmmatten
- Dämmplatten
- Wärmedämmverbundsystem: Verstärkung der Hanfdämmplatte mit PE-Faser ! bis zu 25% PE-Anteil !



HANFDÄMMPLATTE

Einbau zwischen Sparren oder Deckenbalken



Der Einbau erfolgt mit ca. 1% Übermaß, so dass der Dämmstoff im Gefach klemmt.



Horizontal und vertikal gestaucht werden Klemmweiten bis zu 110 cm erreicht.

Hanf (*Cannabis sativa*) ist eine der ältesten Kulturpflanzen der Welt und für vielfältige Zwecke einsetzbar, wie beispielsweise zur Herstellung von Papier, Textilien und Seilen, als Nahrungsmittel (Samen, Öl) und Narkotikum oder im Bauwesen als Leichtbauplatten, Hanfziegel und Wärmedämmmaterial. Die etwa 2 m hohe Pflanze benötigt ausreichende Düngung, ist jedoch durch eigene Bitterstoffe gegen Schädlinge relativ resistent.

Der landwirtschaftliche Ertrag beträgt etwa 10-13 t geröstete Hanfballen pro Hektar. Die weitere Verarbeitung der Fasern erfolgt durch Brechen, Hecheln, Kardieren und Imprägnieren. Nicht aufzufasernde Bestandteile, sogenannte Hanfschäben, werden zerkleinert, eventuell mit Bitumen imprägniert, und als Dämmschüttung eingesetzt.

Um die Formstabilität der Dämmplatten zu gewährleisten, werden bei einigen Produkten 10-15 % Stützfasern aus Polyester im Vlies mitverarbeitet. Teilweise wird 3-10 % Schafwolle beigemischt. Aus Brandschutzgründen wird Soda, Ammoniumphosphat oder Borsalz hinzugefügt.

Einsatzmöglichkeiten

Hanfdämmstoffe werden für die meisten gängigen Anwendungsbereiche angeboten, wie beispielsweise Fassadendämmplatten für Wärmedämmverbundsysteme sowie Dämmplatten und Dämmmatten für Holzständerwände, Holzbalkendecken, Dachkonstruktionen und hinterlüftete Fassaden. Unter schwimmendem Estrich können Trittschallplatten aus Hanf eingesetzt werden. Für die Fußbodendämmung werden lose Hanfschäben als Schüttmaterial angeboten. Für das Ausfüllen von Hohlräumen und Fugen beispielsweise bei Türen und Fenstern dient Stopfhanf als natürliche Alternative zu PUR-Dämmschäumen.

Eigenschaften

Hanfdämmung besitzt gute Wärmedämmungs- und Schallschutzeigenschaften. Ebenfalls sehr positiv ist der geringe Widerstand gegen Wasserdampfdiffusion

(= 1). Durch natürliche Bitterstoffe und Eiweißfreiheit ist laut Angaben der Hersteller eine Resistenz gegen Fäulnis, Ungeziefer, Nagetiere und Schimmel gegeben. Unbeschädigtes Material kann wiederverwendet werden.

Baumwolle

Baumwollstauden sind Malvengewächse, die in 75 Ländern der Erde vor allem in tropischen und subtropischen Gebieten angebaut werden und etwa 1 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen beanspruchen. Etwa 9 Monate nach der Anpflanzung quillt ein weißer Bausch von 15-45 mm langen Fasern aus der Fruchtkapsel. Der Ertrag liegt bei etwa 0,2 t Baumwolle pro Hektar und die Ernte erfolgt händisch oder maschinell.

Dämmstoffherstellung

Nach einer einmonatigen Lagerung werden die Samen von den Fasern getrennt, die anschließend gereinigt, zerrissen, versponnen, vernadelt und imprägniert werden. Die Brandschutzausrüstung erfolgt mit Borsalz. Weitere Zusatzstoffe werden gegen den Befall von Schädlingen wie beispielsweise Motten hinzugefügt.

Einsatzmöglichkeiten

Baumwolldämmstoff wird als Dämmmatte, Dämmzopf, Filzstreifen, Blaswolle und Stopfwohle angeboten. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind Akustik-Decksysteme, Decken- und Trennwandkonstruktionen.

Eigenschaften

Zellulose kann von den meisten Insekten nicht verdaut werden. Die Beschichtung mit Borsalz zeigt zudem eine gute insektizide Wirkung und schützt vor Schimmelpilzbefall. Baumwolle entzündet sich selbst ab 400 °C. Baumwolle eignet sich zum Wiedereinbau.

Stroh

Stroh fällt beim Anbau von Getreide als Nebenprodukt an. Etwa 20 % der gesamten Ernte wird nicht für landwirtschaftliche Zwecke benötigt. Am besten als Baustoff geeignet ist Roggenstroh, da es die längsten und kräftigsten Halme ausbildet. Häufig verwendet wird ebenfalls Weizenstroh. Haferstroh ist anfälliger für den Befall von Nagetieren und wird seltener angewendet.

Mengenmäßig könnte das bei der Ernte anfallende Stroh den gesamten Dämmstoffbedarf für den privaten Wohnbau decken.

Dämmstoffherstellung

Zur Herstellung von Strohbällen wird das Stroh vom Feldeboden aufgenommen und in der Ballenpresse zu etwa 10 cm dicken Lagen gepresst. Mehrere Lagen übereinander werden mit Propylenschnüren, Draht oder Metallbändern zu Strohbällen zusammengebunden.

Für den Holztafelbau gibt es auch industriell gefertigte Platten und Sandwichkonstruktionen, so genannte Strohauplatten. Für diese LNS-Platten (Light Natural Sandwich) werden Pflanzenhalme wie Getreidestroh, Miscanthushalme

(Chinaschilf) oder Bambushalme zwischen zwei Deckschichten aus Holzwerkstoffen fixiert. Als Klebemittel dient ein Klebschaumstoffsystem, dessen Polyolkomponente aus Pflanzenöl gewonnen wird. Strohplatten können als Pressstrohplatten oder als Strohfaserplatten hergestellt werden.

Einsatzmöglichkeiten

Stroh wird hauptsächlich in Form von Ballen als tragendes oder nicht-tragendes Baumaterial verwendet. Lasttragende Stroh Häuser sind in Nordeuropa (England, Dänemark) und Nordamerika zu finden, werden jedoch in Österreich und Deutschland derzeit nicht bewilligt. Vorwiegendes Einsatzgebiet von Strohballen sind Dächer und Außenwände in Holzständerbauweise, bei denen die Strohballen keine tragende Funktion übernehmen.

Für eine thermische Sanierung können ebenfalls Strohballen verwendet werden. Die Abmessung der Ballen beträgt etwa 35 cm Höhe und etwa 50 cm Breite und eine relativ variable Länge zwischen 60 und 90 cm [Adensam et al. 2004].

Strohbauplatten wurden aufgrund des hohen Preises und der Konkurrenz von magnesitgebundenen Holzwoleplatten hierzulande nur im Möbelbau eingesetzt. In Nordamerika hingegen werden damit Außenwände von Gebäuden errichtet.

Loses Stroh wurde früher zur Dachdeckung verwendet und wird derzeit als Zuschlagstoff im Lehm- und Ziegelbau eingesetzt. Auch Stroh hacksel können mit Lehm zu einem Leichtbaustoff verarbeitet werden. Das Stroh-Lehm-Gemisch kann entweder vor Ort eingebracht werden oder zu einem schalldämmenden Ziegel verarbeitet werden.

Eigenschaften

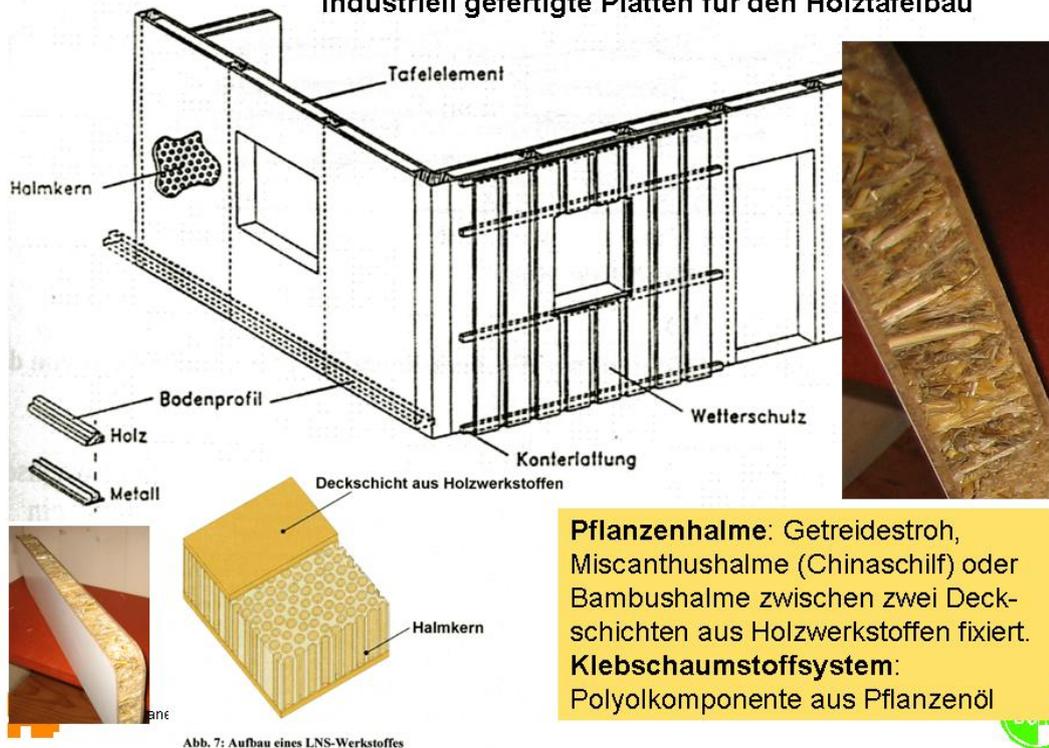
Stroh hat eine gute Wärmedämmwirkung ($\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$) und ist wasserdampfdurchlässig ($\mu = 1,5$). Aufgrund der Abmessungen von Strohballen wird ein Wärmeschutz erzielt, der dem Passivhausstandard entspricht.

Oft geäußerte Vorbehalte gegen das Baumaterial Stroh hinsichtlich Brandsicherheit, Schädlingsbefall und Feuchtigkeit sind leicht zu entkräften [Wimmer et al., 2001], [Gruber + Gruber, 2003]. In zahlreichen Brandtests hat sich gepresstes Stroh aufgrund des geringen Sauerstoffgehalts in Strohballen als schlecht brennbar erwiesen. Durch eine kompakte Pressung verhält sich Stroh wie Holz, es verkohlt von außen und baut so eine zusätzliche Feuerbarriere auf. Unbehandeltes Weizenstroh mit einer Rohdichte von $90\text{-}120 \text{ kg/m}^3$ erreicht die Baustoffklasse B2 - normal brennbar - gemäß ÖN B 3800-1 [Wimmer et al., 2001]. Eine Strohballenwand mit 2 cm Lehm-Innenputz und 2 cm Kalk-Außenputz kann als brandbeständig eingestuft werden (Brandwiderstandsklasse F90 gemäß ÖN B 3800-2) [Wimmer et al., 2001]. Die Brandsicherheit eines Strohballenbaus mit harter Dachung ist vergleichbar mit der eines Ziegelbaus.

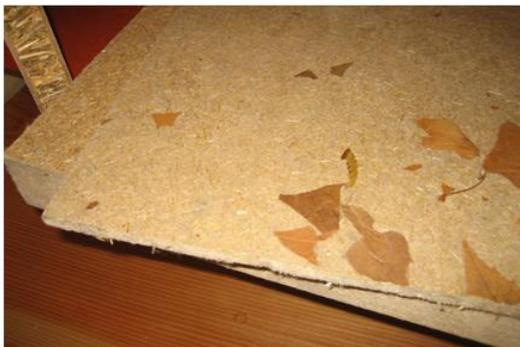
Die Erfahrungen aus den USA zeigen, dass bei sachgerechter Konstruktion weder Feuchtigkeit noch Schädlinge Probleme verursachen. In Nordamerika werden Stroh Häuser benutzt, deren Lebensdauer 100 Jahre übersteigt.

Strohleichtbauplatte natürlicher Sandwichbaustoffe (LNS - Light Natural Sandwich)

Industriell gefertigte Platten für den Holztafelbau



Strohplatten

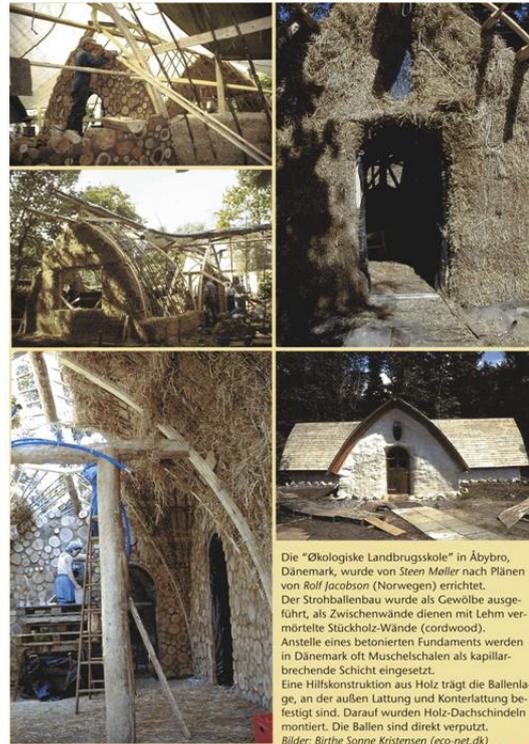




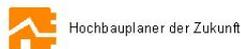
Strohballendämmung



STROHBALLENBAUWEISE

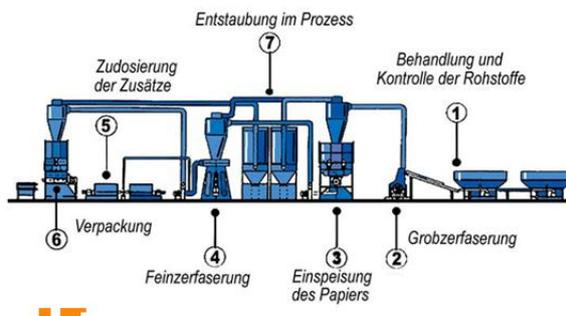


Die "Ökologische Landbrugsskole" in Åbybro, Dänemark, wurde von Steen Møller nach Plänen von Rolf Jacobson (Norwegen) errichtet. Der Strohballebau wurde als Gewölbe ausgeführt, als Zwischenwände dienen mit Lehm vermörtelte Stückholz-Wände (cordwood). Anstelle eines betonierten Fundaments werden in Dänemark oft Muschelschalen als kapillarbrechende Schicht eingesetzt. Eine Hilfskonstruktion aus Holz trägt die Ballenlage, an der außen Lattung und Konterlattung befestigt sind. Darauf wurden Holz-Dachschindeln montiert. Die Ballen sind direkt verputzt.
Bilder: Birthe Sonne Kristensen (eco-net.dk)



Zellulose

Zellulosedämmung



Zellulose ist ein Hauptbestandteil von Dämmstoffen aus Holz und anderen pflanzlichen Naturfasern. Die Bezeichnung Zellulosedämmstoff bezeichnet jedoch

Dämmstoffe die aus rezykliertem Altpapier hergestellt werden. Aufgrund des großen Altpapierangebots und dem Wettbewerb mehrerer Hersteller ist Zellulose schon mit Massendämmstoffen konkurrenzfähig und Marktführer unter den nachwachsenden Dämmstoffen. Die weichen Zellulosefasern sind dampfdiffusionsfähig, feuchtigkeitsausgleichend und gut schallschluckend.

Dämmstoffherstellung

Die Umweltbelastung bei der Herstellung ist im Vergleich zu anderen Dämmstoffen äußerst gering. Als Ausgangsmaterial dient meist zerfasertes Zeitungspapier, das im Zuge der Altpapiersammlung das ganze Jahr über in konstanten Mengen anfällt. Vor der Verarbeitung des Altpapiers wird es sortiert und von Glanzpapier befreit. Das sortenreine Papier wird zuerst in einem Schredder zerkleinert und durch einen Elektromagneten von Kleinteilen (Rejekten) wie Büroklammern befreit. Danach wird es zu Flocken zermahlen und nach Zugabe von Zusätzen verpackt.

Zur Brandhemmung und zum Schutz der Holzkonstruktionen vor Fäulnis, Ungeziefer und Mäusen werden Borsalze zugesetzt, die durch Umkristallisierung von Rohboraten aus der Türkei oder den USA hergestellt werden. Der Anteil an Bor im Dämmstoff beträgt ca. 10-20%, in speziellen borfreien Produkten wird stattdessen Aluminiumphosphat verwendet.

Zellulose kann auch unter Zugabe von Wasser zu Pellets verarbeitet werden, dazu kann gemischtes Altpapier (u.a. alte Banknoten) verwendet werden.

Einsatzmöglichkeiten

Zellulosedämmstoff wird seit über 60 Jahren vor allem in Kanada und Skandinavien verwendet. Zellulosefasern eignen sich vorzüglich zur Dämmung von Hohlräumen zwischen Sparren im Dachbereich, Balkendecken und Holzständerwänden. Mit einem Gebläse eingebracht, ergibt es eine winddichte und passgenaue Wärmedämmung ohne Verluste und Verschnitte. Bei stark verfächerten Holzständerkonstruktionen wird ein Nassverfahren eingesetzt. Dabei wird zur Zellulose noch über Düsen reines Wasser beigemischt und mit 10 % Feuchte aufgesprüht. Nach dem Austrocknen ergibt sich eine setzungsfreie, lückenlose Dämmung. Noch im Entwicklungsstadium sind Dämmplatten aus Zellulose.

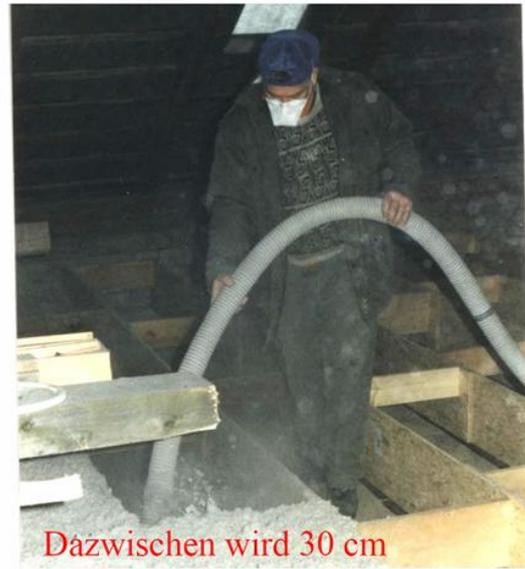
Eigenschaften

Immer wieder auftauchende Bedenken bezüglich der Gesundheitsgefährdung durch die im Altpapier enthaltenen Schadstoffe wurden durch Schadstoffanalysen entkräftet. Die gemessene Schwermetallkonzentration ist mit den derzeit in der Landwirtschaft tolerierten Werten vergleichbar, in Bezug auf Formaldehyd und PCB wurde Zellulosedämmstoff als unbedenklich erklärt.

Zellulosedämmung zum unbeheizten Dachboden



Aufbau mit 30 cm Grobspanplatten



Dazwischen wird 30 cm Zellulosedämmung eingeblasen!

 Hochbauplaner der Zukunft



Massivbau und hinterlüftete Fassade: Zellulose, Flachs oder Wolle



SCHAFWOLLE



Dämm-Bahnen



Flockenwolle



I.4.6 HdZ-Demonstrationsgebäude für ökologische Baustoffe

ÖKOLOGISCHE BAUSTOFFE IN HdZ-PROJEKTEN - ÜBERSICHT	Biogene Baustoffe	Mineralische Baustoffe	Recycling-Baustoffe
WHA Mühlweg, Wien	Holz-MB		
WHA Spöttlgasse, Wien	Holz-MB		
WHA Klima.Komfort.Haus, Wien	Holz-LB, Holzweichfaser		
Lehm-Passivhaus, Tattendorf	Holz-LB, Stroh	div. Lehm- anwendungen	
S-House, Böheimkirchen	Holz-MB, Stroh	Steinfußboden	
PH-Kindergarten, Ziersdorf	Holz, Stroh	Lehm	
Bürogebäude SOL4, Mödling	Strohplatten	Lehmziegel, Hüttensand- zement	Zellulose- dämmung, PV-Ausschuss
Christophorushaus, Stadl Paura	Holz-LB, Rundholzstützen		
Alpine Schutzhütte, Schiestlhaus	Holz		
Gemeindezentrum Ludesch	Holz-LB, Stroh, Schafwolle		Zellulose- dämmung,
Biohof Achleitner	Holz, Stroh		



Hochbauplaner der Zukunft



Mit dem diesem Thema befasst sich ausführlich das Kapitel 1.5 PH-Demonstrationsgebäude.

DERZEITIGE PRAXIS...

Leitfäden mit Praxistest: PH-Bauteilkatalog (IBO), Ökoleitfaden: Bau (Umweltverband Vlbg.),
Infoknoten NAWARO (www.nawaro.com), Bauprodukte: www.ixbau.at

...und HEMMNISSE

Kosten: Hohe Kosten aufgrund geringer Nachfrage (→ kaum ökol. Baustoffe im Wohnbau)

Exkurs „Ökologische Dämmstoffe“: Im Hinblick auf effiziente Maßnahmen für den Klimaschutz und für die Schonung von Energieressourcen ist die Art des Dämmstoffs von weit geringerer Bedeutung als die Menge an Dämmstoff (Also besser intensiv dämmen mit billigem Dämmstoff, als geringfügig dämmen mit teurem ökologischem Dämmstoff).

Haltbarkeit von biogenen Baustoffen (Anfälligkeit für Schädlinge): Schimmelbefall von Naturfasern (Feuchte > 20%), Mottenbefall von Schafwolle,...

Abhilfe: Konstruktive Schutzmaßnahmen, Schutzmittel

Brandschutz

Gewährleistung für Holzbau: Abschreibung, gesetzliche Anforderungen (100 Jahre)

Störstoffe (Beschichtung, Verleimung, Klebung): Behindern die Kreislaufführung

Instandhaltung, Instandsetzung: z.B. von bewitterten Holzoberflächen: Finanzieller Aufwand und ökologische Belastung

Rückbau: Wer kümmert sich darum? Ansatz der UIA („Ressource Architektur“).

Unzureichende gesetzliche Regelung: betreffend Rückbau und Entsorgung



Hochbauplaner der Zukunft



Literatur

- [1] Holzer, P., Krapmeier, H., 2008. PHS 2.0 Passivhaus Schulungsunterlagen. Version 2, Department für Bauen und Umwelt Donau-Universität Krems, Energieinstitut Vorarlberg Dornbirn. Abgerufen im Februar 2008. <http://www.passivhausunterlagen.at>

- [2] PHI, 2008. Passivhaus Grundlagenkurs im Internet. Website der Internationalen Passivhaustagung 11.-13. April 2008 in Nürnberg. Passivhausinstitut (PHI), Darmstadt. http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D