

# Der OI3-Index

## Gebäudebewertung



### Die quantitative ökologische Gebäudeoptimierung mit dem vom IBO entwickelten OI3-Index hält Einzug in die Wohnbauförderungen

#### Einleitung

Vereinfachte quantitative ökologische Bewertungsmethoden für Gebäude haben in den letzten Jahren Einzug in die Wohnbauförderungsmodelle fast allen Bundesländern gehalten. Eine zentrale Rolle spielt dabei der vom IBO ursprünglich für die Salzburger Wohnbauförderung im Jahre 2003 entwickelte OI3-Index. Damals sollte eigentlich ein Bewertungsverfahren auf Basis des Treibhauspotentials [CML 1992, CML 2001] für die Herstellung eines Gebäudes entwickelt werden. Ein solches Bewertungsverfahren ist zwar einfach zu vermitteln, jedoch wird es den komplexen Zusammenhängen in der Bauökologie kaum gerecht. Ein einfaches Argument gegen ein solches Modell ist, dass bei einer Gesamtbetrachtung der Herstellung und der Nutzung eines Gebäudes in einem solchen Modell, Gebäude mit CO<sub>2</sub>-neutralen Heizsystemen sehr gut abschneiden, fast unabhängig davon, wie viel Energie in der Nutzung verbraucht wird. Solche Gebäude müssen aber nicht zu den „ökologischen bzw. förderwürdigen Gebäuden“ zählen. Außerdem bleiben andere Emissionen und damit alle anderen Umweltwirkungen des Heizungssystems unberücksichtigt.

Für die Akzeptanz eines Wohnbauförderungsmodells, in dem Ökokennzahlen für die Herstellung von Gebäuden eine wichtige Rolle spielen, sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

1. Es darf kaum Mehraufwand für die Berechnung der Kennzahlen entstehen, d.h. die erforderlichen Ökokennzahlen müssen automatisch mit den bisherigen erhobenen bzw. berechneten Daten (Energieausweis) ermittelt werden.
2. Es sollte ein „Einzahlmodell“ sein, da ein „Ökokennzahlenprofil“ den WohnbauförderwerberInnen kaum zu vermitteln ist.
3. Es müssen die wichtigsten Umweltwirkungen erfasst werden.
4. Die absoluten Zahlenwerte der „WBF-Ökokennzahl“ sollten im selben Bereich wie Zahlenwerte für den Heizwärmebedarf liegen.
5. Je niedriger die absoluten Zahlenwerte der „WBF-Ökokennzahl“ für das Gebäude sind, desto weniger Ressourcen wurden für die Herstellung aufgewendet und desto niedriger sind die Umweltbelastungen für die Herstellung des Gebäudes.

Diese „harten“ Randbedingungen werden vom OI3-Index im Wesentlichen erfüllt. Die für die Berechnung des OI3-Index für ein Gebäude erforderlichen Ökokennwerte für die darin verbauten Baustoffe stellt das IBO Bauphysik-SoftwareherstellerInnen gratis zur Verfügung und aktualisiert sie fortlaufend.

#### Quantitative ökologische Bewertung mit Hilfe des OI3-Index

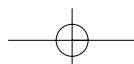
Der ökologische Herstellungsaufwand für ein Gebäude im derzeitigen Baustandard ist in etwa gleich hoch wie der ökologische Aufwand für die Beheizung eines Passivhauses für 100 Jahre. Daher ist die ökologische Optimierung des Herstellungsaufwands ein wichtiger Bestandteil des ökologischen Bauens. Unter ökologischer Optimierung versteht man die Optimierung (Minimierung) der Materialflüsse und Emissionen beim Produktionsprozess des Gebäudes und der Baustoffe. Dieser Optimierungsprozess lässt sich vereinfacht z.B. mit dem OI3-Index der thermischen Gebäudehülle (OI3<sub>TGH,lc</sub>) veranschaulichen bzw. durchführen.

Grundlage der ökologischen Bewertung sind Ökobilanzen entsprechend ISO 14 040. Damit kann die ökologische Baustoffwahl auf wissenschaftliche Erkenntnisse abgestützt werden. Die Daten für die wesentlichen Baustoffe und Baukonstruktionen sind verfügbar.

Der OI3-Index arbeitet im Hintergrund mit einer wirkungsorientierten Klassifizierung [CML 2001]:

- Im ersten Schritt wird die Herstellung eines Baustoffes oder einer Baukonstruktion in einem Bilanzmodell dargestellt. Stoff- und Energieflüsse (In- und Outputs) werden untersucht, denn bei der Herstellung entstehen neben dem Produkt auch Nebenprodukte, Abfälle, Emissionen in Luft, Wasser, Boden und nicht mehr nutzbare Energie (Abwärme).
- Im zweiten Schritt geht es um die Wirkungen. Jedes der Produkte und Nebenprodukte hat Auswirkungen auf den Treibhauseffekt (GWP), trägt zur Versäuerung der Böden bei (Versäuerungspotential (AP), und die Herstellung benötigt Energie (Primärenergieaufwand PEI). Aus den Stoff- und Energieflüssen werden die dadurch verursachten Wirkungen berechnet. In

Informationen zur Berechnung des OI3 sind im IBO-Leitfaden zur Berechnung von Ökokennzahlen für Gebäude auf der IBO-Wissensplattform zu finden. Ebenfalls dort befindet sich die IBO-Baustofftabelle mit den zugehörigen Referenz-Ökokennwerten.  
[www.green-site.at](http://www.green-site.at)



Der OI3-Index

Fortsetzung von Seite 3

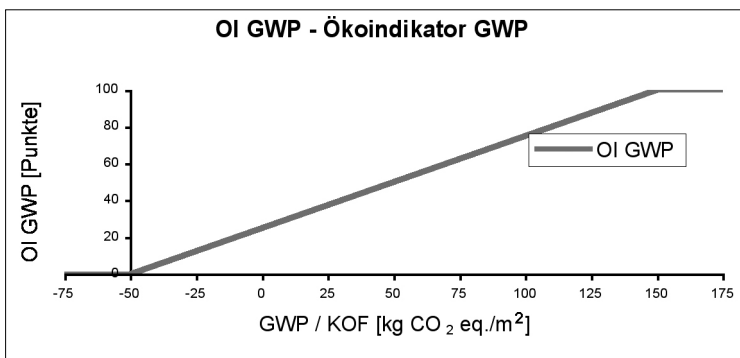


Abb. 1: Umrechnungsfunktion des Treibhauspotentials (GWP) auf den Ökoindikator OI<sub>GWP</sub>  
KOF...Konstruktionsfläche

jeder dieser „Wirkungskategorien“ gibt es Leit-substanzen, welche für eine „genormte“ Wirkung stehen, z.B. CO<sub>2</sub> für den Treibhauseffekt. Auf eine äquivalente Wirkung wie die Leit-subsubstanz werden die Auswirkungen der Stoff- und Energieflüsse umgerechnet und zusammengezählt. Für alle wichtigen Baustoffe und Energieträger sind diese Daten der einzelnen Wirkungen pro 1kg Baustoff oder 1MJ Energie in einer Datenbank zusammengefasst. Referenzwerte von Baustoffen werden Bauphysik-Softwareherstellern und allen anderen Interessierten vom IBO kostenlos zur Verfügung gestellt.

- Der dritte Schritt ist die zusammenfassende Bewertung für ein Gebäude bzw. eine Konstruktion. Für ein Gebäude werden die Wirkungen aller Bauteile in einer Wirkungskategorie zusammengezählt und mit einer linearen Funktion pro 1m<sup>2</sup>-Baukonstruktionsfläche (KOF) auf eine Punkteskala mit dem Wertebereich 0 bis 100 Punkte umgerechnet, wie hier am Beispiel des Treibhauspotentials gezeigt wird (Abb. 1). Die so erhaltenen Punkte gleich gewichtet für das Treibhauspotential, das Versäuerungspotential und die Primärenergie (nicht erneuerbar) werden summiert. Die Steigungen der Umrechnungsfunktion wurden so gewählt, dass fast alle Baukonstruktionen, die

in der Praxis vorkommen, in einem Wertebereich zwischen 0 und 100 Punkte abgebildet werden. Mit dieser Umrechnung hat man nur das Bezugssystem gewechselt. Es wird jetzt in „OI3-Punkten“ anstelle von MJ, g SO<sub>2</sub>-äquivalent oder kg CO<sub>2</sub>-äquivalent gerechnet und bewertet.

Das Ergebnis dieser drei Schritte ist der OI3-Index:

$$OI3 = 1/3 OI_{PEine} + 1/3 OI_{GWP} + 1/3 OI_{AP}$$

OI<sub>PEine</sub> – Ökoindikator für das Treibhauspotential

OI<sub>AP</sub> – Ökoindikator für das Versäuerungspotential

OI<sub>GWP</sub> – Ökoindikator für die Primärenergie nicht erneuerbar

Der Wert des OI3-Index ist davon abhängig, welche Bauteilschichten und welche Bauteile zur Berechnung herangezogen werden. In den Wohnbauförderungen werden derzeit nur die thermische Gebäudehülle und die Zwischendecken in die Berechnung einbezogen. Durch diese Beschränkung kann der OI3-Index direkt bei der Energieausweisberechnung im Hintergrund ohne zusätzlichen Eingabeaufwand mitgerechnet werden. Dieser so errechnete OI3-Index wird dann als OI<sub>3TGH</sub> bezeichnet (TGH ... thermische Gebäudehülle). Gewichtet man den OI<sub>3TGH</sub> noch mit dem Faktor 3/(2+Ic), um die Gebäudegeometrie auch noch in die Bewertung mit einzubeziehen, so erhält man den OI3-Index OI<sub>3TGH,Ic</sub>, welcher in der Salzburger, Niederösterreichischen, Steirischen und der Kärntner Wohnbauförderung zur Berechnung der Förderungspunkte verwendet wird. Bezieht man die Werte auf die Bruttogeschosfläche so erhält man den OI<sub>3TGH,BGF</sub>, welcher in der Vorarlberger Wohnbauförderung und dem klima:aktiv haus zur Punktberechnung herangezogen wird. Das genaue Berechnungsverfahren und die Details dazu sind im Leitfaden zur OI3-Berechnung des IBO festgelegt ([www.ibo.at](http://www.ibo.at), [www.green-site.at](http://www.green-site.at)).

Der Wert des OI<sub>3TGH,Ic</sub> für das Gebäude ist umso niedriger, je weniger nichterneuerbare Energie eingesetzt und je weniger Treibhausgase und andere Emissionen bei der Produktion der Baustoffe und des Gebäudes abgegeben wurden. Der erhöhte Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und ökologisch optimierten Produktionsprozessen führt in der Regel zu besseren OI<sub>3TGH,Ic</sub> für das Gebäude.

Tab. 1: OI<sub>3Kon</sub>-Werte von einigen Passivhaus Aussenwandkonstruktionen (Bei OI<sub>3Kon</sub>-Werten erfolgt keine Beschränkung auf den Bereich 0–100 Punkte)

Ziegelaußenwand (25cm) mit WDVS und Putze pro 1 m <sup>2</sup> Konstruktionsfläche	PEine / KOF	GWP / KOF	AP / KOF	OI <sub>TGH,PEine</sub>	OI <sub>TGH,GWP</sub>	OI <sub>TGH,AP</sub>	OI <sub>3Kon</sub>
Steinwolle WDVS	945,83	83,29	0,39	44,6	66,6	70,2	60,5
EPS WDVS	772,05	62,35	0,276	27,2	56,2	26,2	36,5
Mineralschaumplatte WDVS	673,37	66,53	0,258	17,3	58,3	19,0	31,5
Kork WDVS	711,08	42,41	0,270	21,1	46,2	24,1	30,5
Stahlbetonaußenwand (20cm) mit WDVS und Putzen pro 1 m <sup>2</sup> Konstruktionsfläche							
Steinwolle WDVS	1029,36	102,91	0,43	52,9	76,5	89,0	72,8
EPS WDVS	855,57	81,97	0,323	35,6	66,0	45,0	48,9
Mineralschaumplatte WDVS	756,89	86,15	0,305	25,7	68,1	37,8	43,9
Kork WDVS	794,60	62,03	0,317	29,5	56,0	42,9	42,8



Die absoluten Werte des OI3-Index sind so gewählt, dass sie im selben Bereich wie die Werte des Heizwärmebedarfs liegen. D.h., ein Gebäude mit einem  $OI3_{TGH,lc}$ -Index von 20 und weniger, gehört sicher zu den ökologischen Spitzenreitern.

Kurzbeschreibung der im OI3-Index verwendeten Wirkungskategorien:

### Globale Erwärmung (GWP)

Für die häufigsten treibhauswirksamen Substanzen ist relativ zur Leitsubstanz Kohlendioxid ( $CO_2$ ) ein Parameter in der Form des Treibhauspotentials GWP (Global Warming Potential) definiert. Das Treibhauspotential beschreibt den Beitrag einer Substanz zum Treibhauseffekt relativ zum Beitrag einer gleichen Menge Kohlendioxid.

### Versäuerung (AP)

Versäuerung wird hauptsächlich durch die Wechselwirkung von Stickoxid- ( $NO_x$ ) und Schwefeldioxidgasen ( $SO_2$ ) mit anderen Bestandteilen der Luft, wie dem Hydroxyl-Radikal verursacht. Das Maß für die Tendenz einer Komponente, säurewirksam zu werden, ist das Säurebildungspotential AP (Acidification Potential). Es wird für jede säurebildende Substanz relativ zum Säurebildungspotential von Schwefeldioxid angegeben.

### Primärenergieinhalt nicht erneuerbar (PEI<sub>ne</sub>)

Der „Primärenergieinhalt nicht erneuerbar“ berechnet sich aus dem oberen Heizwert all jener nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen, die in der Herstellungskette des Produkts verwendet wurden. Streng genommen ist der Primärenergieinhalt keine Wirkungskategorie sondern eine Stoffgröße, er wird aber häufig gleichberechtigt mit den restlichen ökologischen Wirkungskategorien angegeben.

Da der OI3-Index eines Gebäudes im Grunde nichts anderes ist als der flächengewichtete Mittelwert der OI3-Indizes der darin enthaltenen Konstruktionen, kann die Optimierung über zwei Wege erfolgen:

1. Vermeidung von Konstruktionen mit hohen OI3-Indizes
2. Minimierung des Flächenanteils von Konstruktionen mit hohen OI3-Indizes

Die Abbildungen 3 + 4 sind Ausschnitte aus dem Statistikblatt von ECOSOFT WBF eines Gebäudes. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Alu-Fenster den deutlich schlechtesten OI3-Wert der Gebäudekonstruktionen aufweisen. Jedoch betrachtet man im darauffolgenden Diagramm die flächengewichteten Mittelwerte der Konstruktionen für das Gebäude, so trägt die Außenwand am meisten zum Gesamt-OI3-Wert des Gebäudes bei, während die Alu-Fenster nur mehr an vierter Stelle liegen. Grundsätzlich kann zur Optimierungstrategie gesagt werden,

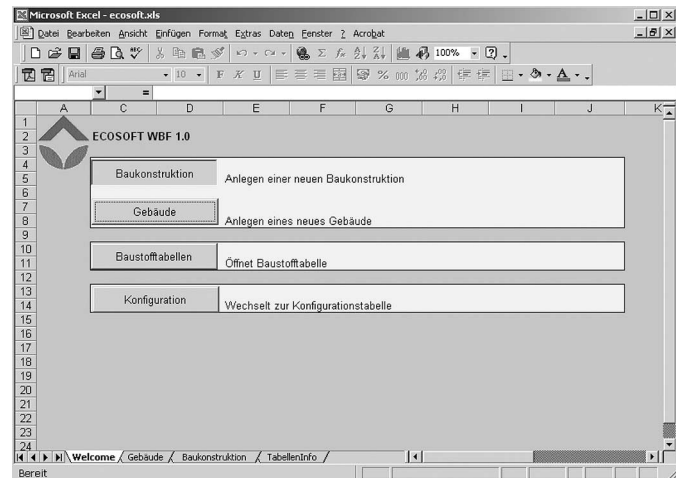
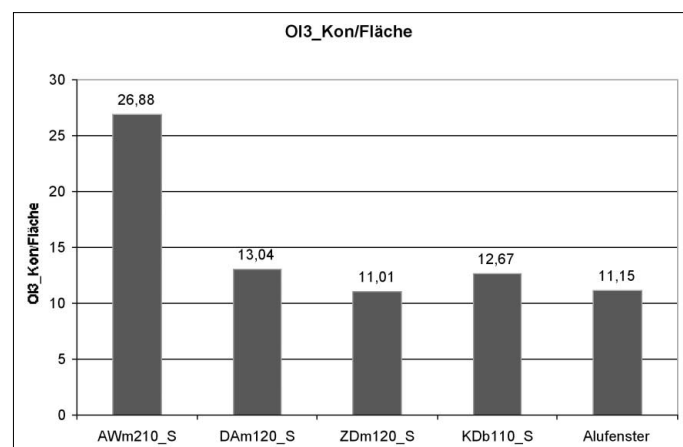
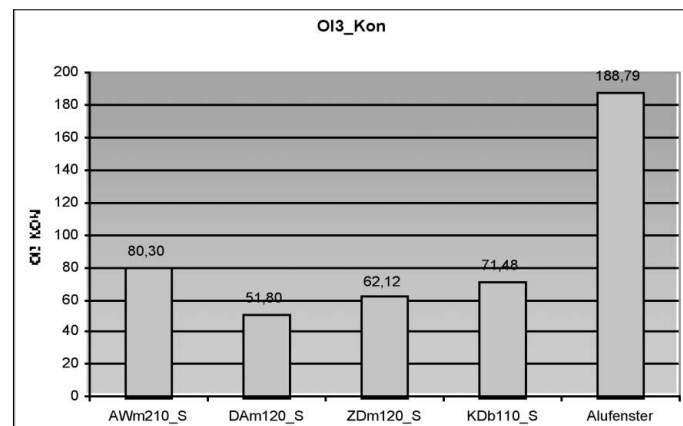


Abb. 2: Der OI3-Index eines Gebäudes oder einer Konstruktion lässt sich am einfachsten mit einer gängigen Bauphysiksoftware (Archiphysik, ECO-TECH GBR, GEO) oder mit dem IBO-Exceltool ECOSOFT WBF berechnen.

Abb. 3 + 4 : Statistikblätter eines Gebäudes von ECOSOFT WBF



## Der OI3-Index

Fortsetzung von Seite 5

Geometrie	
Länge	11,00 m
Breite	7,00 m
Höhe	6,00 m
charakt. Länge	1,21 m
Fensteranteil	20%

Flächen	
Bodenplatte	77,00 m <sup>2</sup>
Oberste Geschoßdecke	77,00 m <sup>2</sup>
Außenwände	369,60 m <sup>2</sup>
Fenster	80,08 m <sup>2</sup>
Zwischendecke	77,00 m <sup>2</sup>

Varianten	StahlbetonEPS	ZiegelEPS_PVC
Bodenplatte	StahlbetonEPS	StahlbetonEPS
Oberste Geschoßdecke	StahlbetonEPS	StahlbetonEPS
Außenwände	StahlbetonEPS	ZiegelEPS
Fenster	PH_PVCfenster	PH_PVCfenster
Zwischendecke	StahlbetonEPS	StahlbetonEPS
OI3 <sub>TGH,lc</sub>	84,2	72,1
OI3	90,1	77,2

Varianten	ZiegelEPS_Holz	ZiegelMSP*
Bodenplatte	StahlbetonEPS	StahlbetonEPS
Oberste Geschoßdecke	StahlbetonEPS	StahlbetonEPS
Außenwände	ZiegelEPS	ZiegelMSP
Fenster	PH_Holzfenster	PH_Holzfenster
Zwischendecke	StahlbetonEPS	StahlbetonEPS
OI3 <sub>TGH,lc</sub>	66,9	49,6
OI3	71,6	53,1

\*MSP ... Mineralschaumplatte

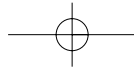
Varianten:	BrettstapelZD	BodenplattePerlite
Bodenplatte	StahlbetonEPS	BodenplattePerlite
Oberste Geschoßdecke	StahlbetonEPS	StahlbetonEPS
Außenwände	ZiegelMSP	ZiegelMSP.
Fenster	PH_Holzfenster	PH_Holzfenster
Zwischendecke	Brettstapel Schafwolle	Brettstapel Schafwolle
OI3 <sub>TGH,lc</sub>	44,3	39,2
OI3	47,4	41,9

Varianten	AWHolzMineralwolle	AWHolzFlachs	O.GeschoßdeckeBrettstapel
Bodenplatte	BodenplattePerlite	BodenplattePerlite	BodenplattePerlite
Oberste Geschoßdecke	StahlbetonEPS	StahlbetonEPS	Brettstapel Kork
Außenwände	HolzTTMineralwolle	HolzTTFlachs	HolzTTFlachs
Fenster	PH_Holzfenster	PH_Holzfenster	PH_Holzfenster
Zwischendecke	BrettstapelSchafwolle	Brettstapel Schafwolle	Brettstapel Schafwolle
OI3 <sub>TGH,lc</sub>	28,4	26,9	15,0
OI3	30,4	28,8	16,0

das zuerst die Konstruktion gewählt wird, dann der Materialeinsatz zu optimieren ist und erst zum Schluss die Produktoptimierung erfolgt.

Als Beispiel zur Veranschaulichung der Auswirkungen verschiedener Bauteile und Baustoffe auf den OI3-Index wird im Folgenden ein Gebäude mit sehr einfacher Geometrie verwendet. Der thermische Standard ist ein Passivhaus, d.h. ein Gebäude mit hohem Materialeinsatz in der Herstellung. Bei den unterschiedlichen Varianten wurden immer ein oder mehrere Bauteile variiert und der OI3-Index OI3<sub>TGH,lc</sub> berechnet. Die Bauteilvarianten sind dadurch gekennzeichnet, dass die Baustoffe für die Tragkonstruktion und Dämmung angegeben wurden.

Aus den Berechnungen ist ersichtlich, dass man mit einem Passivhaus ohne ökologische Optimierung derzeit 0 Punkte (OI3<sub>TGH,lc</sub> = 84,2: einen Punkte gibt es erst ab einem OI3<sub>TGH,lc</sub>-Wert von kleiner als 80 Punkte) in der neuen NÖ Wohnbauförderung erhalten würde (Variante Stahlbeton EPS mit PVC-Fenster). Um in die beste Kategorie (OI3<sub>TGH,lc</sub> < 20) zu kommen, bedarf es einer voll durchgeführten ökologischen Optimierung des Herstellungsaufwands des Gebäudes.



## Fazit

Seitdem in der Salzburger Wohnbauförderung 2003 erstmals ein quantitatives Verfahren zur ökologischen Bewertung von Gebäuden bzw. deren Förderwürdigkeit erfolgreich eingeführt wurde (OI3-Index) ist dieses in vielen Wohnbauförderungen und im *klima:aktiv haus* übernommen worden. Zur reinen quantitativen Bewertung von Gebäuden mit einer Ökokennzahl sind mittlerweile die beiden wichtigen Kategorien „Ökologisch geprüfte Baustoffe“ und „Vermeidung von problematischen Baustoffen“ hinzugekommen. Dadurch wird eine umfassendere ökologische Beurteilung von Gebäuden erreicht, denn einerseits wird die Nutzungsdauer und Entsorgung im OI3-Index nicht berücksichtigt und andererseits sind bestimmte Wirkungen wie z.B. Human- und Ökotoxizität derzeit in den Kennzahlen nur unzureichend abgebildet.

Doch die Entwicklung bleibt nicht stehen. Es wird bereits daran gearbeitet, nicht nur den OI3-Index der thermischen Gebäudehülle zu berechnen sondern das gesamte Gebäude in die Bewertung einzubeziehen. Auch an eine Erweiterung der Bewertung im Bereich der Nutzungsdauer und Entsorgung wird gedacht und in Modellen bereits durchgerechnet.

## Literatur

**Bauteilkatalog 1999** Waltjen, T.; Mötzl, H.; Mück, W; Torghelle, K.; Zelger, T.: Ökologischer Bauteilkatalog. Bewertete gängige Konstruktionen. Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Zentrum für Bauen und Umwelt (Hrsg.). Wien: Springer Wien New York 1999

**BUWAL 96** Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL, Hrsg.): Ökoinventare für Verpackungen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 250/II, Bern: BUWAL 1996

**BUWAL 98** Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL, Hrsg.): Ökoinventare für Verpackungen Band I. Schriftenreihe Umwelt Nr. 250/1. Habersatter, K. et al. Bern: BUWAL 1998

**CML 1992** Heijungs, R. (final ed.): Environmental life cycle assessment of products. Centre of Environmental Science (CML), Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO), Fuels and Raw Materials Bureau (B&G). Leiden: 1992

**CML 2001** Centre of Environmental Science, Leiden University (Guinée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; de Koning, A.; van Oers, L.; Wegener Seeswijk, A.; Suh, S.; de Haes, U.); School of Systems Engineering, Policy Analysis and

Management, Delft University of Technology (Bruijn, H.); Fuels and Raw Materials Bureau (von Duin, R.); Interfaculty Department of Environmental Science, University of Amsterdam (Huijbregts, M.): Life Cycle assessment: An operational guide to the ISO standards. Final Report, May 2001.

**Dämmstoffe 2000** Mötzl H.; Zelger T.: Die Ökologie der Dämmstoffe. Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Zentrum für Bauen und Umwelt (Hrsg.). Wien: SpringerWien-NewYork 2000

**Frischknecht 1996** Doka, G.; Hirscher, R.; Martin, A.; Dones, R.; Gantner, U.: Ökoinventare von Energiesystemen. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. ETH Zürich Gruppe Energie – Stoffe – Umwelt (3. Aufl.) 1996

**Maibach 95** Maibach, M.; Peter, D.; Seiler, B.: Ökoinventare Transporte. Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. SPP Umwelt, Modul 5. Infrac, Zürich: 1995

**Methode 92** Holliger, M.; Kohler, N.; Lützkendorf, T.: Methodische Grundlagen für Energie- und Stoffflussanalysen. Handbuch. Im Rahmen des BEW Projekts Energie- und Stoffbilanzen von Bauteilen und Gebäuden, Koordinations-gruppe des Bundes für Energie- und Ökobilanzen. Juli 1992

**Weibel 95** Weibel, T.; Stritz, A.: Ökoinventare und Wirkungsbilanzen von Baumaterialien – Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Hochbaukonstruktionen; Institut für Energietechnik, Laboratorium für Energiesysteme, ETHZ-Zentrum UNL, ESU-Reihe Nr. 1/95, Zürich: 1995

**Zimmermann 96** Zimmermann, P.; Doka, G.; Huber, F.; Labhardt, A.; Ménard, M.: Ökoinventare von Entsorgungssystemen. Grundlagen zur Integration der Entsorgung in Ökobilanzen. ETH Zürich: ESU-Reihe Nr. 1/96

## Gebäudebewertung



## Kontakt

DI Dr. Bernhard Lipp  
IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie GmbH  
Alserbachstraße 5, A-1090 Wien  
fon: +43-1-3192005 DW-12,  
fax: DW -50  
email: Bernhard.Lipp@ibo.at

Bernhard Lipp  
IBO GmbH

