

Energieinstitut Vorarlberg

Oekoindex Bauteilbewertung

Leitfaden zur ökologischen Bewertung von
Bauteilkonstruktionen mittels Oekoindex

Leitfaden V1.4

Energieinstitut Vorarlberg
Bereich Ökologisch Bauen
Dornbirn, September 2017

Verfasser

Energieinstitut Vorarlberg, Bereich Ökologisch Bauen
Patrick Denz, Harald Gmeiner, Fabian Rohrer, Christoph Sutter

Alle in diesem Leitfaden enthaltenen Angaben, Richtwerte und dergleichen wurden von den Autoren mit größter Sorgfalt erstellt. Dennoch sind inhaltliche Fehler nicht völlig auszuschließen.

Daher übernehmen Herausgeber und Autoren keinerlei Verantwortung und Haftung für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten.

Änderungen zum Leitfaden Version V1.3:

- Kapitel Bauteil- und Baumaterialdaten überarbeitet (Seite 5)
- Layout-Anpassung

Inhaltsverzeichnis

Zweck	4
Grundlagen	4
Oekoindex	4
Bauteil- und Baumaterialdaten	5
Skalierung	5
Darstellung	5
U-Wert Korrektur	6
Lineare Skalierungsfunktion der Bauteilgruppen	7
Validierung	9
Anhang	10
Übersicht der U-Wert Korrektur und lineare Skalierungsfunktion	10
Tabellen	11
Abbildungen	11
Literaturverzeichnis	11

Zweck

Die ökologische Materialwahl im Rahmen von Neubauten und Sanierungen wird immer wichtiger. Daher kommt der ökologischen Optimierung und Vergleichbarkeit von Baukonstruktionen und deren Materialien eine gesteigerte Bedeutung zu.

Dieser Leitfaden zur ökologischen Bewertung von Bauteilkonstruktionen mittels Oekoindex wurde vom Energieinstitut Vorarlberg entwickelt um gleichartige Konstruktionen untereinander ökologisch vergleichen zu können. Das Bauteilbewertungssystem ist sowohl für die ökologische Beurteilung von Neubau- als auch von Altbaukonstruktionen geeignet.

Mit dieser vorliegenden Bewertungsmethode kann im Zuge der Bauteilkonzeption (U-Wert-Berechnung) eine Bewertung der ökologischen Qualität der Materialien mithilfe des Oekoindex auf Bauteilebene erfolgen.

Für die Bauteile der thermischen Gebäudehülle wurden jeweils eigene ökologische Bewertungsskalen entwickelt. Diese umfassen folgende Gruppierungen:

- a. Außenwände gegen Außenluft als auch erdberührt
- b. Dächer (Flach- und Steildächer) sowie oberste Geschossdecken
- c. Böden gegen unbeheizt (erdberührt sowie Kellerdecken)
- d. Fensterrahmen

Grundlagen

Die Ökobilanzierung der Bauteile und von deren Baustoffen erfolgt mittels der Oekoindex Berechnungsmethode des Österreichischen Instituts für Bauen und Ökologie GmbH. Grundlage des vorliegenden Leitfadens sind die Vorgaben des Oekoindex-Leitfaden Version 3.0 Stand Januar 2013 zur Berechnung von Ökokennzahlen für Gebäude. Berücksichtigt werden die Materialien der thermischen Gebäude (Bilanzgrenze BG0) und Zwischendecken (BG1).

Oekoindex

Der Oekoindex (OI) ist ein vom Österreichischen Institut für Baubiologie und -ökologie entwickelter ökologischer Beurteilungs-Indikator, welcher die Materialwahl anhand von ökologischen Kennwerten einer Wertung unterzieht.

Dieser ist ein Summenindikator aus folgenden Kennwerten der Materialwahl:

- Primärenergieinhalt an nicht erneuerbaren Ressourcen (PENRT)
- Treibhauspotenzial (GWP, 100 Jahre)
- Versauerungspotenzial (AP).

Bauteil- und Baumaterialdaten

Für die Entwicklung der OI-Bauteilbewertung und Skalierung wurden insgesamt 184 Bauteile herangezogen.

Tabelle 1: Anzahl der Bauteile

Bauteilgruppe	Anzahl
Außenwände	66
Dächer & oberste Geschossdecken	49
Erdberührte Böden & Kellerdecken	69
Summe	184

Die Bauteile stammen aus folgenden Quellen:

- Passivhaus-Bauteilkatalog (vgl. IBO, 2009). Dieser vom IBO entwickelte und auch auf baubook verfügbare Bauteilkatalog (<http://www.baubook.info/phbtk>) beinhaltet 68 Regelquerschnitte in je einer "gängigen" und einer ökologisch optimierten Variante.
- Passivhaus-Bauteilkatalog Sanierung (vgl. IBO, 2017). Dieser ebenfalls vom IBO bereitgestellte Bauteilkatalog enthält Regelquerschnitte für die Gebäudesanierung mit Passivhauskomponenten.
- baubook Beispielbauteile Sanierung und Strohhaus Brunn. Der baubook Rechner für Bauteile (www.baubook.info/BTR) enthält typische Sanierungsbauteile. In baubook eco2soft (www.baubook.info/eco2soft) ist das Einfamilienhaus „Brunn“ in Strohbauweise abgebildet.
- KliNaWo Bauteile (vgl. Energieinstitut Vorarlberg, 2016). Im Projekt „KliNaWo – Klimagerechter, Nachhaltiger Wohnbau“ wurde ein Gebäude in vier Materialvarianten (Ziegel monolithisch, Ziegel WDVS, Holzleichtbau, Mischbau) und in zwei Energieniveaus (Passivhaus und Bautechnikverordnung) geplant und ausgeschrieben.

Die Bauteile wurden mit den Baustoffrichtwerten im baubook berechnet. (baubook GmbH, 2010). Die bauökologischen Kennzahlen stammen aus dem IBO Richtwertekatalog (IBO, 2012)

Skalierung

Darstellung

Die Darstellung der ökologischen Einstufung erfolgt mittels einer verlaufenden Farbskala. Diese verläuft von Grün (links) über Gelb nach Rot (rechts). Der Skalierungsbalken ist in neun gleichgroße Abschnitte, anhand der Systematik des Energieausweises in den Qualitätsklassen A++ bis G, unterteilt. Abbildung 1: Horizontaler Skalierungsbalken mit Einteilung in neun Klassen verdeutlicht den Skalierungsbalken für die Bauteilbewertung.

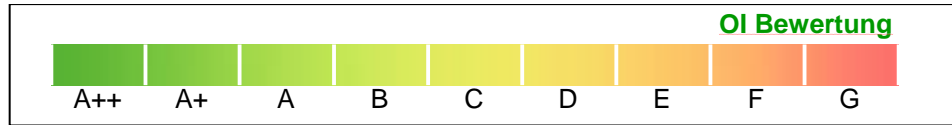


Abbildung 1: Horizontaler Skalierungsbalken mit Einteilung in neun Klassen

Die Einteilung der Skala erfolgt in Prozentwerten beginnend mit 0% (A++, grün) bis 100% (G, rot), in neun jeweils 11,11% großen Abschnitte. Überblicksmäßig wird dies in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Definition der Einteilung aller Klassen auf der Bewertungsskala

$A++ \leq 1/9$	$1/9 < A+ \leq 2/9$	$2/9 < A \leq 3/9$	$3/9 < B \leq 4/9$
$4/9 < C \leq 5/9$	$5/9 < D \leq 6/9$	$6/9 < E \leq 7/9$	$7/9 < F \leq 8/9$
			$8/9 < G \leq 1$

Es wird empfohlen, die OI Klasse wie in Abbildung 2: Darstellung OI Klasse zu kennzeichnen.

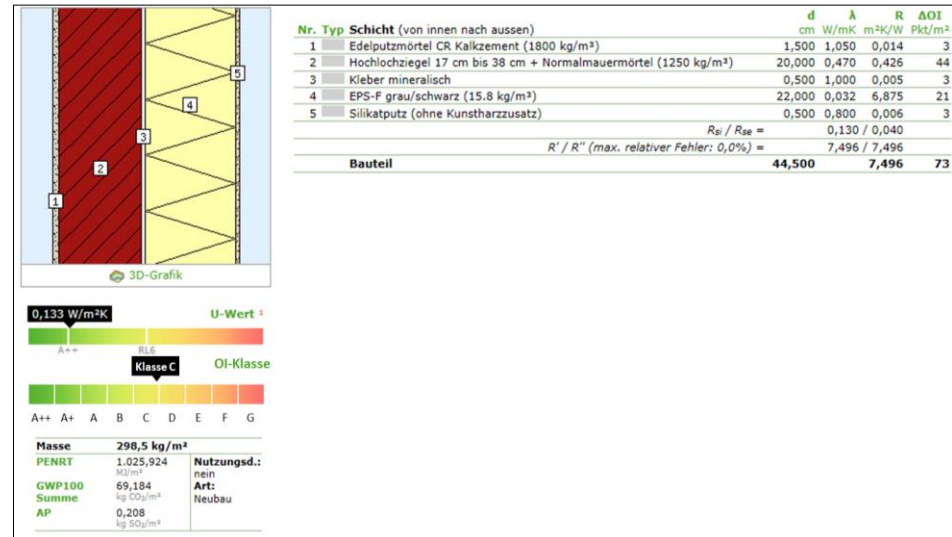


Abbildung 2: Darstellung OI Klasse (Quelle: www.baubook.at/eco2soft)

U-Wert Korrektur

Energetisch sinnvolle Sanierungen sind mit einem höheren Ressourcenaufwand verbunden als Maßnahmen, die die energetische Leistung eines Bauteils (U-Wert) nur geringfügig verbessern. Durch Einführung der folgenden Korrekturfunktion wird die jeweilige energetische Leistung eines Bauteils in der ökologischen Bewertung einbezogen. Dazu wurde der $OI_{u-korr.}$ entwickelt.

$OI_{u-korr.}$ einer Bauteilgruppe

Der $OI_{u-korr.}$ einer Bauteilgruppe ist ein Indikator, der einen Zusammenhang von Oekoindex und U-Wert ausdrückt. Dieser bestimmt die durchschnittliche Veränderung des Oekoindex einer bestimmten Bauteilgruppe in Relation zur Veränderung des U-Wertes.

Die $OI_{u-korr.}$ wurden als Mittelwert aus den betrachteten Bauteilen (siehe Bauteil- und Baumaterialdaten) ermittelt. Sie sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Auflistung der $OI_{u-korr.}$ Werte je Bauteilgruppen

Bauteilgruppe	$OI_{u-korr.}$ [OI Punkte/ $\frac{W}{m^2 K}$]
Außenwände	85,9
Dächer und oberste Geschossdecken	178
Erdberührte Fußböden und Kellerdecken	131
Fensterrahmen	5

Anmerkung: Die Rundung erfolgte auf drei wertanzeigende Stellen

$\Delta OI_{u-korr.}$ – korrigierter Oekoindex eines Bauteils

Die Korrektur des ΔOI eines Bauteils erfolgt entsprechend der Formel (1). Dabei wird zu dem ursprünglichen ΔOI ein Korrekturbetrag addiert.

$$\Delta OI_{korr.} = \Delta OI_{Bauteil} + (U_{Bauteil}) \times OI_{u-korr.} \quad (1)$$

Bedeutung:

$\Delta OI_{korr.}$ U-Wert korrigiertes Delta OI des Bauteils

$\Delta OI_{Bauteil}$ Delta OI des Bauteils ohne Korrektur

$U_{Bauteil}$... U-Wert eines zu korrigierenden Bauteils

$OI_{u-korr.}$... $OI_{u-korr.}$ der jeweiligen Bauteilgruppe

Lineare Skalierungsfunktion der Bauteilgruppen

Bei der Skalierungsfunktion werden vier verschiedene Bauteiltypen unterschieden. Die Bewertung erfolgt jeweils linear zwischen dem Bauteil mit dem niedrigsten OI (Best-Wert) und dem Bauteil mit dem höchsten OI. Die Übersicht in Tabelle 4 zeigt die jeweiligen Anfangs- („untere Grenze“) und Endpunkte („obere Grenze“).

Tabelle 4: Grenzwerte der Bewertungsskalen der Bauteilgruppen

Bauteilgruppe	Untere Grenze (uG) [OI Pkt.]	Obere Grenze (oG) [OI Pkt.]
Außenwände	19,0	144
Dächer und oberste Geschossdecken	34,1	148
Erdberührte Fußböden und Kellerdecken	37,9	205
Fensterrahmen	74,5	351

Anmerkung: Die Rundung erfolgte auf drei wertanzeigende Stellen

Bauteile mit einem $OI_{u-korr.}$ gleich oder kleiner des unteren Grenzwertes werden mit 0% (grün) bewertet. Bauteile mit einem $OI_{u-korr.}$ größer oder gleich der oberen Grenze werden mit 100% (rot) bewertet.

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Funktionsweise der Skalierung für die Bauteilbewertung am Beispiel der Außenwände.

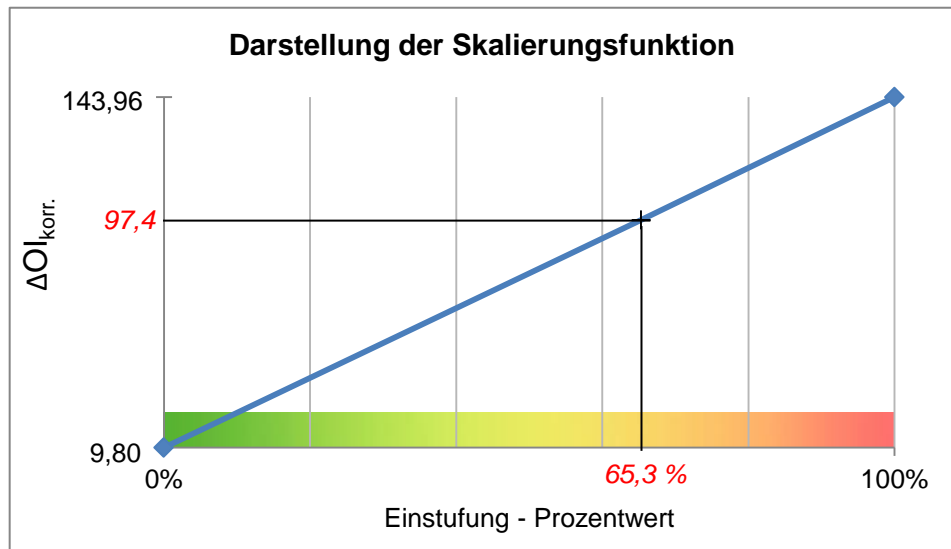


Abbildung 3: Darstellung der Skalierungsfunktion – Beispiel Außenwände

Bewertungsfunktion

Die Einstufung eines Bauteils auf Basis des U-Wert korrigierten Oekoindex $\Delta OI_{\text{korr.}}$ über den Bewertungsbereich von 0 – 100 % erfolgt mittels folgender Formel (2a), vereinfacht (2b).

$$\% = \Delta OI_{\text{korr.}} \times \frac{1}{\Delta OI_{\text{korr.oG}} - \Delta OI_{\text{korr.uG}}} + \left(1 - \frac{1}{\Delta OI_{\text{korr.oG}} - \Delta OI_{\text{korr.uG}}} \times \Delta OI_{\text{korr.oG}}\right) \quad (2a)$$

$$\% = \frac{\Delta OI_{\text{korr.}} - \Delta OI_{\text{korr.uG}}}{\Delta OI_{\text{korr.oG}} - \Delta OI_{\text{korr.uG}}} \quad (2b)$$

Bedeutung:

- % Wert für die Bestimmung des Farbwerte von 0% (grün) bis 100 % (rot)
- $\Delta OI_{\text{korr.}}$ U-Wert korrigierter OI
- $\Delta OI_{\text{korr.oG}}$ Obere Grenze des U-Wert korrigierten OI Werts der jeweiligen Bauteilgruppe
- $\Delta OI_{\text{korr.uG}}$ Untere Grenze des U-Wert korrigierten OI Werts der jeweiligen Bauteilgruppe (Best-Wert)

Bewertungsfunktionen

Aus den in Tabelle 3: Auflistung der $OI_{\text{u-korr.}}$ Werte je Bauteilgruppen angeführten Werten ergeben sich damit in Abhängigkeit der Bauteilgruppen für die Bewertung der BG0 folgende Formeln

- Außenwände

$$\% = \Delta OI_{\text{korr.}} \times 0,00797 - 0,149 \quad (3)$$

- Dächer und oberste Geschossdecken

$$\% = \Delta OI_{\text{korr.}} \times 0,00880 - 0,300 \quad (4)$$

- Erdberührte Fußböden und Kellerdecken

$$\% = \Delta OI_{\text{korr.}} \times 0,00600 - 0,227 \quad (5)$$

- Fensterrahmen

$$\% = \Delta OI_{\text{korr.}} \times 0,00361 - 0,269 \quad (6)$$

Validierung

Zur Überprüfung und Qualitätssicherung der Oekoindex Bauteilbewertungsmethode können die Validierungsbeispiele für den Oekoindex verwendet werden. Diese sind auf der baubook Oekoindex Plattform (www.baubook.at/oekoindex) im Register „Anwendung“ unter dem Punkt „Musterprojekte“ abgebildet.

Anhang

Übersicht der U-Wert Korrektur und lineare Skalierungsfunktion

Tabelle 5: Auflistung der $OI_{u-korr.}$ Werte je Bauteilgruppen

Bauteilgruppe	BG0 $OI_{u-korr.}$ [OI Pkt/ $\frac{W}{m^2K}$]	BG1 $OI_{u-korr.}$ [OI Pkt/ $\frac{W}{m^2K}$]	BG3 $OI_{u-korr.}$ [OI Pkt/ $\frac{W}{m^2K}$]
Außenwände	85,9	86,2	190
Dächer und oberste Geschossdecken	178	179	348
Erdberührte Fußböden und Kellerdecken	131	135	201
Fensterrahmen	5	5	43,4

Tabelle 6: Grenzwerte der Bewertungsskalen der Bauteilgruppen

Bauteilgruppe	BGO		BG1		BG3	
	uG	oG	uG	oG	uG	oG
Außenwände	18,7	144	20,7	185	60,3	328
Dächer und oberste Geschossdecken	34,1	148	43,1	202	117	387
Erdberührte Fußböden und Kellerdecken	37,9	205	41,9	242	97,9	342
Fensterrahmen	74,5	351	74,5	351	301	1225

uG... Untere Grenze [OI Pkt.]; oG... Obere Grenze [OI Pkt.]

Tabelle 7: Bewertungsfunktionen

Bauteilgruppe	BG0	BG1	BG3
Außenwände	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00797$ - 0,149	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00609$ - 0,126	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00373$ - 0,225
Dächer und oberste Geschossdecken	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00880$ - 0,300	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00631$ - 0,272	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00370$ - 0,435
Erdberührte Fußböden und Kellerdecken	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00600$ - 0,227	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00500$ - 0,209	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00410$ - 0,402
Fensterrahmen	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00361$ - 0,269	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00361$ - 0,269	% = $\Delta OI_{korr.} \times 0,00108$ - 0,327

Tabellen

Tabelle 1: Gesamtanzahl der Bauteile der Datenbasis	5
Tabelle 2: Definition der Einteilung aller Klassen auf der Bewertungsskala	6
Tabelle 3: Auflistung der OI_{u-korr} . Werte je Bauteilgruppen.....	7
Tabelle 4: Grenzwerte der Bewertungsskalen der Bauteilgruppen	7
Tabelle 5: Auflistung der OI_{u-korr} . Werte je Bauteilgruppen.....	10
Tabelle 6: Grenzwerte der Bewertungsskalen der Bauteilgruppen	10
Tabelle 7: Bewertungsfunktionen	10

Abbildungen

Abbildung 1: Horizontaler Skalierungsbalken mit Einteilung in neun Klassen	6
Abbildung 2: Darstellung OI Klasse (Quelle: www.baubook.at/eco2soft).....	6
Abbildung 3: Darstellung der Skalierungsfunktion – Beispiel Außenwände.....	8

Literaturverzeichnis

- baubook GmbH. (2010). *Grundlegendes zu baubook Richtwerten*;
<http://www.baubook.info/m/PHP/Info.php?SI=2142705044&SW=5> abgerufen am 29.07.2016.
- Energieinstitut Vorarlberg. (2016). *KliNaWo Gemeinnütziger Wohnbau kostenoptimiert*. Abgerufen am 17. 5 2016 von <http://www.energieinstitut.at/gemeinnuetziger-wohnbau-kostenoptimiert/>
- IBO. (2009). *Passivhaus-Bauteilkatalog - Ökologisch bewertete Konstruktionen*. Wien: Springer.
- IBO. (2012). *IBO-RICHTWERTE FÜR BAUMATERIALIEN - Wesentliche methodische Annahmen, Version 2.3, Stand Juli 2012*. Abgerufen am 15. 6. 2016 von http://www.ibo.at/de/documents/LCA_Methode_Richtwerte_kurz_120620.pdf
- IBO. (2017). *Passivhaus-Bauteilkatalog Sanierung* . Wien: Birkhäuser Verlag.