

GEBÄUDE ALS MATERIALSPEICHER - RESSOURCENEFFIZIENZ UND CO₂-EINSPARUNG IN DER SIEDLUNGSBEWERTUNG

Hildegund Figl, IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH

Vortrag im Rahmen des Symposiums „Stadt der Zukunft - Nachhaltigkeit vom Quartier zum Baustoff“ am 9. Nov. 2017 in Reichenau

2000 Watt als Ziel

Im Projekt „*Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen*“ („UrbanAreaParameters“) wurden Kennwerte für die ökologische Bewertung von Siedlungen auf Basis der Schweizer 2000-Watt-Arealzertifizierung abgeleitet. Mit den Kennwerten erfasst werden

1. die Betriebsenergie der Gebäude,
2. die Graue Energie der Gebäude,
3. die Alltagsmobilität in Siedlungen.

Im Beitrag werden die Ergebnisse für den Teilbereich „Graue Energie von Gebäuden“ vorgestellt.

Ausgangssituation

Ausgangspunkt der Überlegungen ist das Schweizer Bewertungsmodell der 2000-W-Gesellschaft für Areale. Die Idee hinter der 2000-Watt-Gesellschaft ist, dass pro Person ungefähr 2000 Watt Dauerleistung auf Primärenergiestufe nachhaltig zur Verfügung stehen. Die damit verbundenen CO₂-Emissionen sollten eine Tonne pro Person und Jahr nicht übersteigen (2000watt.ch). Diese Ziele sollen für die Schweiz bis zum Jahr 2100 erreicht werden.

In Österreich haben sich in den vergangenen Jahren auf Gebäudeebene am Stand der Technik orientierte Richtwerte für Einzelaspekte von Gebäuden etabliert (z.B. für den Heizwärmebedarf), große Fragen in Bezug auf umweltpolitische Zielsetzungen und die Umsetzung auf Siedlungsebene blieben aber offen. Nicht umgesetzt wurde in Österreich bisher auch der Wandel von der Fläche zur Person als Bezugsgröße sowie der integrale Blick auf einen nachhaltigen Gesamtverbrauch, der die Errichtung von Gebäuden, den Betrieb von Gebäuden und die Mobilität gemeinsam betrachtet.

Das Projekt „UrbanAreaParameters“

Im Projekt „UrbanAreaParameters“ [1] wurden wichtige Voraussetzungen geschaffen, ein zur Schweizer 2000-Watt-Arealzertifizierung äquivalentes System in Österreich einzuführen.

Zentraler Inhalt des Projekts war die Ableitung von spezifischen Richt- und Zielwerten für die Bewertung der Klimaverträglichkeit von Neubausiedlungen unter österreichischen Rahmenbedingungen. Die abgeleiteten Richt- und Zielwerte erfassen dabei

1. die Betriebsenergie der Gebäude (für Heizen, Warmwasserbereitung, Lüftung, Hilfsenergie, Beleuchtung, sonstigen Betriebsstrom),
2. die Graue Energie der Gebäude (Umweltwirkung von Herstellung, Errichtung, Ersatz und Entsorgung der Baustoffe) sowie
3. die Alltagsmobilität in Siedlungen (Mobilität mit Österreichbezug, Personen ab 6 Jahren).

Die Richt- und Zielwerte wurden einerseits Top-Down abgeleitet (Übersetzung der nationalen Zielwerte auf Siedlungsebene; Basis: nationale Statistiken) und andererseits auf Basis eines Bottom-Up-Ansatz validiert (was ist technisch überhaupt machbar; Basis: Modellgebäude und Mobilitätsbefragungen). Die Ergebnisse wurden schließlich im Rahmen eines Qualitätssicherungsprozesses mit ExpertInnen diskutiert und finalisiert.

Die Ergebnisse bilden einen wichtigen Baustein zum Aufbau eines Qualitätssicherungssystems für Siedlungen ähnlich der klimaaktiv Deklaration für Gebäude bzw. der e5 Zertifizierung für Gemeinden.

Das Teilprojekt „Graue Energie von Gebäuden“

Die Ableitung der Richtwerte für die „Graue Energie“ von Gebäude lag im Verantwortungsbereich des IBO. Die „Graue Energie“ beschreibt dabei die gesamte Menge an Primärenergie, welche für alle über den Lebensweg eines Baumaterials stattfindenden Prozesse aufgewendet wird. Wie im Schweizer Vorbild wird außerdem das Klimaerwärmungspotenzial (Global Warming Potential) unter dem Begriff der „Grauen Energie“ subsumiert.

Als eigener Aspekt wird die Betriebsenergie des Gebäudes behandelt. Sie ist immer parallel zur „Grauen Energie“ zu erfassen.

Grundlage für die Ableitung der Richtwerte bildeten Berechnungen und Auswertungen von Wohn-, Büro-, Kindergarten- und Schulgebäuden. Das Projekt beschränkte sich außerdem auf die Bewertung von Neubauvorhaben.

Eine wichtige Grundlage für die Ableitung von Richt- und Zielwerten und die spätere Optimierung von Gebäuden und Siedlungen in Richtung dieser Richt- und Zielwerte ist die gute Kenntnis des Status Quo. Zunächst wurde daher die „Graue Energie“ unterschiedlicher Gebäude entsprechend der festgelegten Typen ausgewertet. Die begrenzte Zahl an Gebäuden, die im Rahmen der Studie analysiert werden konnte, reicht nicht aus, um daraus statistisch abgesicherte Richt- und Zielwerte abzuleiten. Da die Basisdaten für die Ökobilanz und die eingesetzten Baumaterialien und Bauweisen zwischen Schweiz und Österreich sehr gut vergleichbar sind, wurden die Schweizer Richtwerte für die Graue Energie als guter Anhaltspunkt für die Ableitung von Test-Richtwerten herangezogen. Die Test-Richtwerte wurden an Hand der analysierten Gebäude evaluiert und aus den Ergebnissen die Schlussfolgerungen der Bottom-Up-Analyse für österreichische Richtwerte gezogen. Diese Ergebnisse wurden mit der Top-Down-Betrachtung verschnitten und führten schließlich zu Richt- und Zielwerten für die integrale Bewertung der „Grauen Energie“, der Betriebsenergie und der Alltagsmobilität von Neubausiedlungen.

Methode für die Berechnung der „Grauen Energie“ von Gebäuden

Ein wichtiger Punkt für die Anwenderfreundlichkeit des Bewertungssystems ist der Abgleich mit den österreichischen Bewertungssystemen auf Produkt- und Gebäudeebene (klimaaktiv, Total Quality Building (TQB) und Bau EPD). Die Berechnung erfolgt daher grundsätzlich nach den Vorgaben der Gebäudebewertungssysteme, jedoch mit erweiterter Systemgrenze (Bilanzierung des gesamten Gebäudes und des gesamten Lebenszyklus inkl. Entsorgung).

Die für das Bewertungssystem abgeleitete Methode der Ökobilanzierung ist im Methoden-Leitfaden „Graue Energie von Gebäuden“ [2] zusammengestellt. Im Folgenden sind ein paar wesentliche Eckpunkte zusammengestellt.

Betrachtete Gebäudekomponenten

Für die Graue Energie-Bewertung wird die Bilanzgrenze BG3 des OI3-Indikators [3] herangezogen, aber um folgende Gebäudekomponenten ergänzt:

- Photovoltaikanlagen (werden jedoch nicht als Bestandteil der Grauen Energie von Gebäuden, sondern als eigener Aspekt behandelt);
- Wesentliche Elemente der Haustechnik (dafür wurden Defaultwerte zur Verfügung gestellt);
- Aufwändige Nebengebäude wie Hochgaragen etc. (einfache Carports, Gartenhäuser, Fahrradboxen, Trafostationen etc. können vernachlässigt werden).

Betrachtete Indikatoren

Unter dem Begriff „Graue Energie“ werden folgende Indikatoren subsumiert:

- PENRE: Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie, als Energieträger
- PENRM: Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie, als Rohstoff
- PENRT: Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie, total (PENRM + PENRE)
- PERE: Bedarf an erneuerbarer Primärenergie, als Energieträger
- PERM: Bedarf an erneuerbarer Primärenergie, als Rohstoff
- PERT: Bedarf an erneuerbarer Primärenergie, total (PERM + PERE)
- PEE: Bedarf an erneuerbarer und nicht erneuerbarer Primärenergie, als Energieträger (PENRE+PERE)
- GWP C-Gehalt: Globales Erwärmungspotenzial des in Biomasse gespeicherten Kohlenstoffs
- GWP Prozess: Globales Erwärmungspotenzial der in Prozessen emittierten Treibhausgase
- GWP Summe: Globales Erwärmungspotenzial, total (GWP C-Gehalt + GWP Prozess)

Datenquellen

Für die Berechnung der „Grauen Energie“ sind die baubook-Richtwerte bzw. produktspezifische Werte, welche nach den Produktkategorieeregeln der Bau EPD GmbH berechnet wurden und auf der Hintergrunddatenbank ecoinvent (, die seit 1998 international angewendete Daten für LCa zur Verfügung stellen) beruhen, heranzuziehen, da in diesem Fall die methodische Übereinstimmung mit den Richtwerten gegeben ist.

Betrachtete Lebensphasen

Entsprechend der ÖNORM EN 15978 wird der Lebensweg des Gebäudes in die in

Tabelle 1 dargestellten Phasen und Module unterteilt. Außerhalb der Systemgrenze des Gebäudelebenszyklus liegt das sogenannte „Modul D“, in dem Vorteile und Belastungen durch Verwertungsprozesse abgebildet werden können (z.B. Verbrennung von Altholz substituiert Verbrennung von Gas).

Die in

Tabelle 1 mit einem „x“ markierten Phasen sind in der vorliegenden Methode verpflichtend zu bilanzieren. Das „o“ bei Transporten in der Errichtungsphase (A4) bedeutet, dass die Betrachtung optional ist. Modul D wird nicht in das Bewertungssystem einbezogen, damit die Systemgrenzen zwischen Gebäude und außerhalb der Gebäudenutzung liegenden Weiternutzungen klar ersichtlich

sind. Das „i“ (für informativ) bedeutet, dass in einer eigenen Info-Box die Gutschriften und Lasten aus Verwertungsprozessen angezeigt werden sollen.

Tabelle 1: Lebenswegphasen („Module“) nach EN 15978

Lebensphase	Modul	Beschreibung	Betrachtet?
Herstellungsphase	A1	Rohstoffbeschaffung	X (Summe aus A1 bis A3)
	A2	Transport	
	A3	Produktion	
Errichtungsphase	A4	Transport	o
	A5	Errichtung / Einbau	
Nutzungsphase	B1	Nutzung	x
	B2	Instandhaltung	
	B3	Instandsetzung	
	B4	Austausch	
	B5	Modernisierung	
	B6	Energieverbrauch im Betrieb	
	B7	Wasserverbrauch im Betrieb	
Entsorgungsphase	C1	Rückbau/Abriss	X (Summe aus C1 bis C4)
	C2	Transport	
	C3	Abfallbehandlung	
	C4	Beseitigung	
Gutschriften und Lasten	D	Verwertungspotential	i

Transporte zur Baustelle (A4)

In der Bilanzierungssoftware eco2soft besteht die Möglichkeit, die Baumaterialtransporte zur Baustelle detailliert zu berechnen. Alternativ können die Belastungen durch den Transport zur Baustelle aus der Gesamtmasse des Gebäudes abgeschätzt werden. Es wird dabei angenommen, dass alle Baumaterialien im Durchschnitt über 100 km und mit einem 16t-LKW transportiert werden.

Nutzungsphase (B4)

Wie in den Gebäudebewertungssystemen wird das GWP des im Material gespeicherten biogenen Kohlenstoffs bei jedem Materialtausch ausgebucht. Das bedeutet, dass das GWP C-Gehalt (GWP des in biogenen Rohstoffen gespeicherten Kohlenstoffs) nur einmal für die Errichtung angerechnet wird.

Entsorgungsphase (C)

Für die Entsorgungsphase von Gebäuden wurde ein vereinfachtes Modell entwickelt, welches die Aufwände für Abbruch, Abtransport und Abfallaufbereitung auf Basis der Gesamtmasse des Gebäudes berechnet. Außerdem wird der GWP C-Gehalt (GWP des in biogenen Rohstoffen gespeicherten Kohlenstoffs) in der Entsorgungsphase als Emission wieder ausgebucht.

Ergebnisse der Bottom-Up-Analyse der Grauen Energie von Gebäuden

Die Ergebnisse der Gebäudeanalyse zeigen, dass die Kompaktheit des Gebäudes ein wesentlicher Faktor für gute Ergebnisse in der Ökobilanz ist. Einfamilienhäuser schneiden dabei prinzipiell schlechter ab. (vgl. auch Tabelle 2).

Tabelle 2: Ergebnisse im Überblick für die „Graue Energie“ über den gesamten Lebenszyklus bezogen auf m² Bruttogrundfläche (BGF) und Jahr

	A/V 1/m	PENRT (A1-C4) kWh/m ² a	PENRE (A1-C4) kWh/m ² a	PENRM (A1-C4) kWh/m ² a	PERT (A1-C4) kWh/m ² a	PERE (A1-C4) kWh/m ² a	PERM (A1-C4) kWh/m ² a	PEE (A1-C4) kWh/m ² a	GWP T (A1-C4) kgCO ₂ eq/m ² a	GWP C (A1-C4) kgCO ₂ eq/m ² a	GWP P (A1-C4) kgCO ₂ eq/m ² a
Einfamilienhäuser											
EFH 1 Holz leicht g	0,7	34,94	30,64	4,30	12,44	3,56	8,89	34,20	7,79	0,00	7,79
EFH 1 Holz leicht a	0,7	35,27	30,92	4,36	19,59	5,04	14,55	35,96	8,19	0,00	8,19
EFH 1 Holz massiv g	0,7	36,03	29,66	6,37	18,65	3,58	15,07	33,24	7,40	0,00	7,40
EFH 1 Holz massiv a	0,7	30,88	27,21	3,67	26,28	5,05	21,23	32,26	7,08	0,00	7,08
EFH 1 Beton g	0,7	41,58	33,73	7,85	4,23	2,68	1,55	36,41	9,19	0,00	9,19
EFH 1 Beton a	0,7	36,09	32,21	3,88	14,14	3,14	11,00	35,36	8,80	0,00	8,80
EFH 1 Ziegel g	0,7	41,16	33,40	7,77	4,55	3,00	1,56	36,40	8,95	0,00	8,95
EFH 1 Ziegel a	0,7	36,85	32,97	3,88	8,26	3,52	4,74	36,49	9,10	0,00	9,10
EFH 1 optimiert	0,7	28,77	25,10	3,67	26,08	4,85	21,23	29,95	7,01	0,00	7,01
Strohballenhaus		18,90	17,37	1,52	16,26	3,08	13,18	20,45	4,66	0,00	4,66
Maximum		41,58	33,73	7,85	26,28	5,05	21,23	36,49	9,19	0,00	9,19
Minimum		18,90	17,37	1,52	4,23	2,68	1,55	20,45	4,66	0,00	4,66
Mittelwert		34,05	29,32	4,73	15,05	3,75	11,30	33,07	7,82	0,00	7,82
Wohnhausanlagen											
WHA 1 Ziegel+EPS	0,4	29,97	25,74	4,24	4,80	2,55	2,25	25,76	6,91	0,00	6,91
WHA 1 Holzmassiv	0,4	30,13	24,78	5,35	12,33	2,85	9,48	26,21	5,94	0,00	5,94
WHA 1 Ziegel Wi	0,4	29,66	25,16	4,51	4,61	2,53	2,08	25,74	6,37	0,00	6,37
WHA 1 Holzleicht	0,4	29,01	24,79	4,23	9,87	3,14	6,73	26,57	5,99	0,00	6,00
WHA 1 BW 1 HT 2	0,4	32,57	28,33	4,24	5,01	2,76	2,25	28,57	7,51	0,00	7,51
WHA 1 BW 1 HT 3	0,4	27,97	23,73	4,24	4,60	2,35	2,25	23,56	6,40	0,00	6,40
Maximum		32,57	28,33	5,35	12,33	3,14	9,48	28,57	7,51	0,00	7,51
Minimum		27,97	23,73	4,23	4,60	2,35	2,08	23,56	5,94	0,00	5,94
Mittelwert		29,89	25,42	4,47	6,87	2,70	4,17	26,07	6,52	0,00	6,52
Bürogebäude											
Büro 1 STB+EPS	0,35	27,61	24,61	3,36	1,89	1,64	0,25	24,58	6,60	0,00	6,60
Büro 2 Holzverbund	0,27	24,81	22,37	2,44	10,82	2,14	8,69	22,58	5,91	0,00	5,92
Büro 3 Holzverbund	0,22	20,73	19,59	1,14	9,36	1,89	7,46	19,76	5,16	0,00	5,16
Maximum		27,61	24,61	3,36	10,82	2,14	8,69	24,58	6,60	0,00	6,60
Minimum		20,73	19,59	1,14	1,89	1,64	0,25	19,76	5,16	0,00	5,16
Mittelwert		24,38	22,19	2,31	7,36	1,89	5,47	22,31	5,89	0,00	5,89
Bildungseinrichtung											
KiGa 1	0,25	25,82	22,84	2,97	7,27	2,63	4,64	22,64	5,94	0,00	5,94
Schule 1	0,26	24,66	20,86	3,80	4,61	2,14	2,46	21,18	5,72	0,00	5,72

Für die Gebäudeanalyse wurden in einem ersten Schritt Test-Richtwerte für die „Graue Energie“ von Gebäuden abgeleitet. Ausgangspunkte waren die nationalen österreichischen und Schweizer Zielwerte für alle Bereiche sowie die Schweizer Richtwerte für die „Graue Energie“.

Die Gebäudeanalyse ergab, dass die Test-Richtwerte für die nicht erneuerbare Energie (PENRT) unerreichbar niedrig liegen. Das liegt am hohen Prozentsatz an nicht erneuerbaren Energieträgern, die zum heutigen Stand der Technik für die Herstellung von Baumaterialien und Haustechnik-Komponenten verwendet werden. Da die Akteure der Siedlungsentwicklung keinen Einfluss auf die Produktionsweisen der Bauindustrie haben, wird daher die gesamte energetisch verbrauchte Primärenergie (erneuerbar und nicht erneuerbar) als Indikator herangezogen.

Im Schweizer Bewertungssystem werden für Bürogebäude und Bildungseinrichtungen höhere Richtwerte im Vergleich zu Wohngebäuden angesetzt. Diese wurden von den österreichischen Modellbüros und -schulen deutlich unterschritten. Für Österreich wurden daher einheitliche „Graue Energie“-Richtwerte für alle Gebäudekategorien vorgeschlagen.

Der Test-Richtwert für den PEE von 30 kWh/m²_{BGF,a} wurde von allen Gebäuden außer den Einfamilienhäusern deutlich unterschritten. Als ambitionierteres Ziel wurde daher der Mittelwert der Wohnhausanlage (26 kWh/m²_{BGF,a}, siehe Tabelle 2) herangezogen werden.

Der Test-Richtwert für das GWP von 9,4 kg CO₂-eq/m²_{BGF,a} wurde ebenfalls von allen Gebäuden eingehalten. Der Test-Richtwert von 6,4 kg CO₂-eq/m²_{BGF,a}, der sich aus dem ambitionierten Zielwert von 1,5 t CO₂-eq. pro Person und Jahr ableitet, wurde vom Einfamilienhaus in Strohballenbauweise und von allen anderen Gebäudevarianten (mit Ausnahme einer Wohnhaus- und einer Bürovariante) unterschritten. Aus Sicht der Autorin spricht dies für die Einführung des ambitionierten Richtwerts. Zusammenfassend wurden aus der Bottom-Up-Analyse die in Tabelle 3 abgebildeten Richtwerte für die „Graue Energie“ von Gebäuden vorgeschlagen. Die in den österreichischen Gebäudebewertungssystemen und Energieausweis-Berechnungen übliche konditionierte Brutto-Grundflächen (BGF) wurde schließlich mit dem Umrechnungsfaktor 1,25 auf die im 2000-W-Areal herangezogene Energiebezugsfläche (EBF) umgerechnet.

Tabelle 3: Vorgeschlagene Richtwerte für die Bewertung der „Grauen Energie“ von Gebäuden in Österreich pro m² konditionierter Bruttogrundfläche (BGF) bzw. Energiebezugsfläche (EBF)

	PEE	GWP	PEE	GWP
	kWh/ m ² _{BGF,a}	kgCO ₂ eq/ m ² _{BGF,a}	kWh/ m ² _{EBF,a}	kgCO ₂ eq/ m ² _{EBF,a}
Richtwerte Wohnen pro BGF	26	6,4	33	8,0
Richtwerte Büro pro BGF	26	6,4	33	8,0
Richtwerte Bildung pro BGF	26	6,4	33	8,0

Mit den im Projekt erhobenen mittleren Flächen pro Person je Gebäudekategorie konnten schließlich die folgenden Richtwerte pro Person abgeleitet werden:

Tabelle 4: Richtwerte für die Bewertung der Grauen Energie von Gebäuden in Österreich pro Person

	Fläche pro Person	PEE	GWP T
Richtwerte pro Person	m ² _{EBF/P}	W/P,a	kgCO ₂ eq/P,a
Wohnen	36,2	136	290
Büro	5,0	19	40
Bildung	2,2	8	18

Im Bereich der „Grauen Energie“ wird hier der zweit wesentlichste Optimierungsfaktor neben der Kompaktheit des Gebäudes deutlich: Je höher die Belegungsdichte, desto leichter sind die Zielwerte zu erreichen.

Die Verschneidung mit den Ergebnissen aus dem Top-Down-Ansatz und die Zusammenführung mit den Bereichen „Betriebsenergie Gebäude“ Alltagsmobilität ergab schließlich die in Schlussfolgerung und Ausblick

Das vorliegende Projekt beschränkte sich auf die Ökobilanzierung von Neubauvorhaben. In Bezug auf die Zielwerte für den Bereich der „Grauen Energie“ sei festgehalten, dass jede Neubautätigkeit eine zusätzliche Belastung bedeutet. Eine Optimierung der „Grauen Energie“ im Neubaubereich reduziert keine Belastungen, sondern vermeidet noch höhere. „Das Nichtbauen“ ist im Hinblick auf die erforderliche „Graue Energie“ daher immer die ökologisch beste Variante. Neubautätigkeiten können

daher nur im Gesamtkontext „Graue Energie“, „Betriebsenergie“ und „Alltagsmobilität“ als „2000 Watt-kompatibel“ erachtet werden.

Als beste Optimierungsstrategien im Sinne der Ressourceneffizienz und CO₂-Einsparungen im Bereich der „Grauen Energie“ erwiesen sich in der angegebenen Reihenfolge: 1. Kompaktheit erhöhen, 2. Belegungsdichte erhöhen 3. ressourceneffiziente Materialien wählen.

Tabelle 5 dargestellten Ziel- und Richtwerte.

Schlussfolgerung und Ausblick

Das vorliegende Projekt beschränkte sich auf die Ökobilanzierung von Neubauvorhaben. In Bezug auf die Zielwerte für den Bereich der „Grauen Energie“ sei festgehalten, dass jede Neubautätigkeit eine zusätzliche Belastung bedeutet. Eine Optimierung der „Grauen Energie“ im Neubaubereich reduziert keine Belastungen, sondern vermeidet noch höhere. „Das Nichtbauen“ ist im Hinblick auf die erforderliche „Graue Energie“ daher immer die ökologisch beste Variante. Neubautätigkeiten können daher nur im Gesamtkontext „Graue Energie“, „Betriebsenergie“ und „Alltagsmobilität“ als „2000 Watt-kompatibel“ erachtet werden.

Als beste Optimierungsstrategien im Sinne der Ressourceneffizienz und CO₂-Einsparungen im Bereich der „Grauen Energie“ erwiesen sich in der angegebenen Reihenfolge: 1. Kompaktheit erhöhen, 2. Belegungsdichte erhöhen 3. ressourceneffiziente Materialien wählen.

Tabelle 5: Österreichische Richt- und Zielwerte für die Bewertung von Neubausiedlungen

	Richtwerte	PEB ges. [kWh/m ² a]	THG-E [kg CO ₂ -eq./m ² a]
Wohngebäude	Graue Energie Gebäude	26 - 33	5,8 - 8
	Betriebsenergie Gebäude	47 - 100	2,9 - 8
	Graue Energie und Betriebsenergie Alltagsmobilität	49 - 113	6,7 - 28,5
	Zielwert pro m²	206	15
		PEB ges. [W/P•a]	THG-E [kg CO₂-eq./P•a]
	Zielwert pro Person	1.040	684
Bürogebäude	Richtwerte	PEB ges. [kWh/m ² a]	THG-E [kg CO ₂ -eq./m ²]
	Graue Energie Gebäude	25 - 33	6,5 - 8
	Betriebsenergie Gebäude	73 - 90	5,1 - 7
	Graue Energie und Betriebsenergie Alltagsmobilität	27 - 121	6,3 - 30,6
	Zielwert pro m²	371	27
		PEB ges. [W/P•a]	THG-E [kg CO₂-eq./P•a]
Zielwert pro Person	181	115	
Schulgebäude	Richtwerte	PEB ges. [kWh/m ² a]	THG-E [kg CO ₂ -eq./m ²]
	Graue Energie Gebäude	26 - 33	7,1 - 8
	Betriebsenergie Gebäude	69 - 100	5,2 - 8
	Graue Energie und Betriebsenergie Alltagsmobilität	21 - 67	4,7 - 16,6
	Zielwert pro m²	116	19
		PEB ges. [W/P•a]	THG-E [kg CO₂-eq./P•a]
Zielwert pro Person	60	44	

Der Methoden-Leitfaden „Graue Energie von Gebäuden“ und die abgeleiteten Richtwerte für die „Graue Energie“ von Gebäuden sollten eine gute Grundlage für erste Bewertungen von Siedlungen im Rahmen des neuen Bewertungssystems liefern. Auf Basis von umfangreicheren Berechnungsergebnissen sollten die Richtwerte noch einmal überprüft werden. Eine Erweiterung der Methode um die Bereiche technische Infrastrukturbauten, Sanierungen und Bestandsbewertung ist – v.a. im Zusammenhang mit der Siedlungsbewertung – als prioritär zu betrachten.

Stadt der Zukunft ist ein Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Es wird im Auftrag des BMVIT von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft gemeinsam mit der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH und der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik ÖGUT abgewickelt.

www.hausderzukunft.at



Literatur

[1] UrbanArea Parameters – Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen (FFG-Nummer 853955). O. Mair am Tinkhof, H. Strasser (SIR – Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen); T. Prinz, S. Herbst (Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH); M. Schuster, R. Tomschy (HERRY Consult GmbH); H. Figl, M. Fellner, I. Dornigg (IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH); M. Ploß, T. Roßkopf (Energieinstitut Vorarlberg). Noch nicht veröffentlichter Endbericht vom 20.09.2017. Publikation nach Freigabe auf den Websites der Projektbeteiligten und <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/kennwerte-siedlungsbewertung-fuer-errichtung-betrieb-und-mobilitaet-in-klimavertraeglichen-siedlungen.php>

[2] Methoden-Leitfaden „Graue Energie von Gebäuden“ – Leitfaden zur Berechnung von Ökokennzahlen für Gebäude. Hrsg: IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH. Autorin: H. Figl. Noch nicht veröffentlichte Version 0.3 vom 04.09.2017. Publikation der jeweils aktuellsten Ausgabe nach Freigabe auf der Website des IBO

[3] OI3-Indikator – Leitfaden zur Berechnung von Ökokennzahlen für Gebäude. IBO – Österr. Institut für Bauen und Ökologie GmbH. Stand März 2016 Version 3.1. Zugriff: <http://www.ibo.at/de/oekokennzahlen.htm>