

Das SIA Merkblatt Graue Energie



Dr. Rolf Frischknecht
ESU-services GmbH, Uster, Schweiz



Energie Forum Zürich
Zürich, 5. Oktober 2010

Graue Energie: Lebenswegansatz

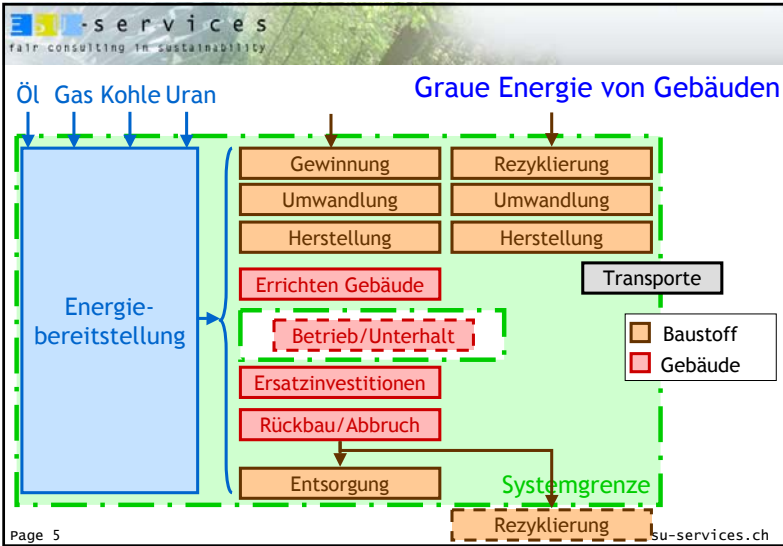


Graue Energie von Gebäuden



Definitionen

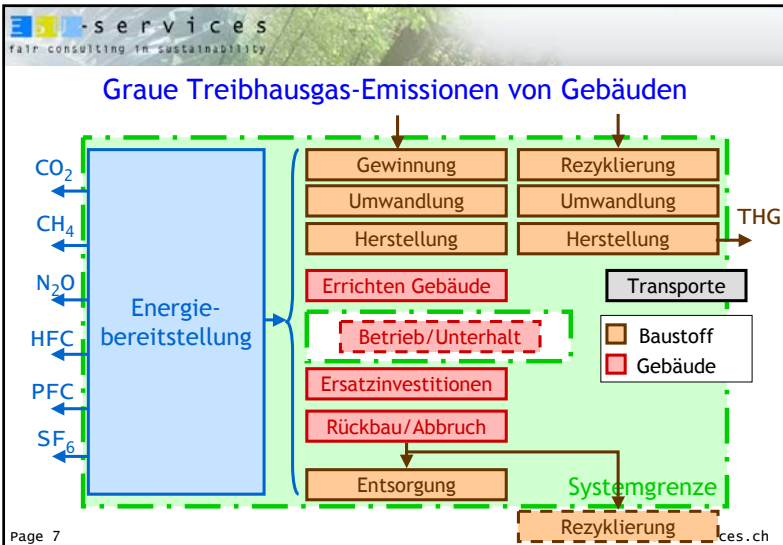
- **Graue Energie**
Gesamte Menge nicht erneuerbarer Primärenergie, die für alle vorgelagerten Prozesse, vom Rohstoffabbau über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse und für die Entsorgung, inklusive der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel, erforderlich ist.
- **Graue Treibhausgas-Emissionen**
Kumulierte Menge der in den oben erwähnten Prozessen emittierten Treibhausgase (CO₂, Methan, Lachgas, weitere)



Eigenwerte Primärenergieträger

Primärenergieressource	Bezugsgrösse	Eigenwert (MJ)
nicht erneuerbar		
Rohöl in der Geosphäre	kg	45.8
Erdgas in der Geosphäre	Norm-m ³	40.3
Steinkohle in der Geosphäre	kg	19.9
Braunkohle in der Geosphäre	kg	9.9
Uran in der Geosphäre	kg	560000
Torf in der Geosphäre	kg	9.9
erneuerbar		
Wasserkraft (potenzielle Energie)	MJ	0
Biomasse (u. a. Holz)	MJ	0
Sonnenenergie (Strahlungsenergie)	MJ	0
Windenergie (kinetische Energie)	MJ	0
Geothermische Energie und Umgebungenergie	MJ	0

Page es.ch



SIA 2032 Graue Energie von Gebäuden: Zielsetzung

- Berechnung der Grauen Energie nach einheitlichen Grundsätzen (Bilanzgrenzen, Methoden, Amortisationszeit)
- Verwendung von vergleichbaren Datengrundlagen
- Reproduzierbare und vergleichbare Berechnungsergebnisse
- Einfache und planungsgerechte Berechnungsmethode für Planende (Vereinfachungen)
- Sensibilisierung für das Thema und weitere Verbreitung solcher Berechnungen
- Keine Anforderungen / Richtwerte

sia

Merkblatt
2032

Graue Energie von Gebäuden

Stadt Zürich
Amt für Hochbauten

Page 8

Fragestellungen zur Grauen Energie (Kap. 0.3.3)

Optimierung der Gebäudeform	Einfluss der Ausnutzungsziffer auf Kompaktheit Einfluss Kompaktheit auf Graue Energie und Betriebsenergie
Umbau oder Ersatzneubau	Unter Berücksichtigung von Betriebsenergie, Komfort, Nutzungsflexibilität und Wirtschaftlichkeit
Mehraufwand von Unterterrainbauten	z.B. für Parkgaragen, die nicht unter Gebäudevolumen angeordnet sind
Einfluss der Bauweise	Massiv-, Leicht- oder Mischbau
Tragwerkoptimierung	Einfluss grosser Spannweiten und auskragender Bauteile Einfluss von Betonzusammensetzung und Bewehrungsanteil
Materialisierung Gebäudehülle	Mehrschichtige vs. leichte Konstruktionen, Fensteranteil
Fensterplanung	Rahmenmaterial, Verglasungstyp, Gasfüllung
Optimierung Haustechnik	Wahl von Energieträgern, Heizungssystem, Lüftungskonzept

Projektleitung

Berechnungsmethode (Kap. 3.1)

- **Neubau**
 - Bei Neubau wird Graue Energie (GE) für die während Erstellung über Bilanzperimeter zugeführten Baustoffe berechnet
 - GE für Rückbau und Entsorgung ist in GE Bauteile enthalten.
 - Die GE für Ersatzinvestitionen ist durch Amortisationszeit bei Berechnung der GE pro Jahr berücksichtigt
- **Bilanzperimeter**
 - Bilanzperimeter umfasst das gesamte Gebäude inkl. der dazugehörigen Aussenanlagen

Amortisationszeiten (normativ)

Diese Amortisationszeiten gelten nur für die Berechnungen gemäss diesem Merkblatt und dürfen nicht für andere Zwecke verwendet werden.

BKP	Elementgruppe	Bezeichnung nach BKP	Element bzw. Ausführung	Bemerkungen	60	40	30	20	
B	B 6.2	Verbreiterung				X			
		Aushub, nicht kontaminiert							
C	C 1	Konstruktion Gebäude							
		Fundament				X			
		C 2.1(A) Aussenwandkonstruktion (unter Terrain)			ohne Bekleidung nach E 1	X			
		C 2.1(B) Aussenwandkonstruktion (über Terrain)		einschichtig, tragend und wärmedämmend	tragend		X		
		C 2.2 Innenwandkonstruktion		mehrschichtig	ohne Bekleidung nach E 2	X			
		C 3 Stützenkonstruktion			tragend	X			
		C 4.1 Decke			ohne Bekleidung nach G 2 und G 4	X			
		C 4.3 Balkon						X	
		C 4.4 Dachkonstruktion			ohne Bedachung nach F	X			
		D	D 1	Technik Gebäude					X
Elektronanlage								X	
D 5 Wärmelanlage				D 5.2 Wärmeverzweigung				X	
				D 5.3, D 5.4 Wärmehauptverteilung und -abgabe				X	
D 7 Lufttechnische Anlage								X	
D 8 Wasseranlage				Sanitäranlage				X	
E	E 1	Aussere Wandbekleidung Gebäude							
		Aussere Wandbekleidung unter Terrain				X			
		E 2 Aussere Wandbekleidung über Terrain		E 2.2 Aussenwärmedämmung			X		
				E 2.3 Fassadenbekleidung (Hinterlüftung)			X		
E	E 2			E 2.4 Fassadensystem			X		
				E 2.5 Bekleidung Untersicht			X		
		E 3 Einbauten zu Aussenwand		Fenster, Türen, Tore			X		
F	F 1	Bedachung Gebäude							
		Dachstuhl		F 1.2 Flachdach	Schutz- und Nutzschicht		X		
				F 1.3 Geneigtes Dach	ab Tragstruktur bis Eindeckung	X			
F	F 2	Einbauten zu Dach		Dachfenster			X		
		Ausbau Gebäude							
G	G 1	Trennwand		nicht tragend			X		
		Bodenbelag					X		
		G 3 Wandbekleidung, Stützenbekleidung						X	
		G 4 Decken-, Deckenbekleidung (innen)		Bekleidungen, Verputze, Platten				X	

Bezugsgrössen (Kap. 3.1.4)

- **Ganzes Gebäude:**
 - Geschossfläche A_{GF} gemäss SIA 416/1
- **Für spezielle Betrachtungen auch andere Grössen:**
 - Energiebezugsfläche A_E , Hauptnutzfläche A_{HNF}
 - Nutzungsbezogen: Anzahl Arbeitsplätze (Verwaltungsgebäude), Anzahl Betten (Spitäler, Hotels)
- **Für Parkierung:**
 - Anzahl Parkplätze

Kenngrossen für Gebäude (Kap. 3.4)

- Graue Energie pro Jahr $e_{eb,an}$ in MJ/m²
- Graue Energie für Erstellung $e_{eb,co}$ in MJ/m²
- Graue Energie für Entsorgung $e_{eb,dp}$ in MJ/m²
- Graue Treibhausgasemissionen pro Jahr $m_{CO_2,an}$ in kg/m²
- Graue Treibhausgasemissionen für Erstellung $m_{CO_2,co}$ in kg/m²
- Graue Treibhausgasemissionen für Entsorgung $m_{CO_2,dp}$ in kg/m²

Vereinfachungen und Vernachlässigungen (Kap. 3.2)

Elementgruppe berücksichtigt	Elementgruppe vernachlässigen
A Grundstück	
B Vorbereitung	
B6.2 Aushub, nicht kontaminiert	Übrige
C Konstruktion Gebäude	
C1 Fundament	C5 Ergänzende Leistungen zu Konstruktion
C2.1(A) Aussenwand unter Terrain	
C2.1(B) Aussenwand über Terrain	
C3 Stützenkonstruktion	
C4.1 Decke	
C4.3 Balkon	
C4.4 Dachkonstruktion	
D Technik Gebäude	
D1 Elektroanlagen	D2 Management-/Infosystem
D5 Wärmeanlagen	D3 Sicherheitssysteme
D7 Lufttechnische Anlagen	D4 Brandschutz
D8 Wasseranlagen	D6 Kälteanlage
	D9 Transportanlage

Vereinfachungen und Vernachlässigungen (Kap. 3.2) Forts.

Elementgruppe berücksichtigt	Elementgruppe vernachlässigt
E Aussenwandbekleidung Gebäude	
E1 Aussenwandbekleidung u. Terrain	
E1 Aussenwandbekleidung ü. Terrain	
E3 Aussenw.einbaute(Fenster, Tür, Tor)	E3 (Sonnenschutz, Absturzsicherung)
F Bedachung Gebäude	
F1 Dachhaut	
F2 Einbaute zu Dach (Ein-, Aufbaute)	F2 (Absturzsicherung)
G Ausbau	
G1 Trennwand	G5 Fest eingebautes Mobiliar, Schutzeinrichtungen
G2 Bodenbelag	
G3 Wandbekleidung	G6 Ergänzende Leistungen zum Ausbau
G4 Decken-, Dachbekleidung innen	
Weitere Elementgruppen	
	H Nutzungsspezifische Anlagen
	I Umgebung
	J Ausstattung
	V Planungskosten
	W Nebenkosten
	Y Reserve, Teuerung
	Z MWST

Vereinfachungen und Vernachlässigungen Forts.

- **Transporte auf die Baustelle**
 - Transporte auf Baustelle in der Regel vernachlässigt
- **Baustellenbetrieb**
 - Transporte, Maschinen, Heizung usw. vernachlässigt
- **Baustellenabfälle und Verpackungen**
 - fertig eingebaute Materialmengen
 - Verarbeitungsabfälle und Verpackung vernachlässigt
 - Schalungen: durchschnittliche Anzahl Nutzungen
- **Berechnungen**
 - Aussenwände: Aussenabmessungen
 - Decken, innere Wände: keine Abzüge für Schächte etc.
 - Treppen, Innentüren vernachlässigt
 - lineare Element an Rändern vernachlässigt

esu-services
fair consulting in sustainability

Recycling

- Berücksichtigt wird der Anteil Rezyklat im Baustoff
- Rezyklat trägt Aufwendungen und Emissionen für Einsammeln und Aufbereiten
- **Keine Gutschriften** heute für (möglicherweise) zukünftiges Rezyklieren

Page 17 www.esu-services.ch

esu-services
fair consulting in sustainability

Datengrundlage für das Bauwesen

KBOB eco bau IPB

Empfehlung - Recommandation - Empfehlung - Recommandation - Empfehlung
NACHHALTIGES BAUEN - CONSTRUCTION DURABLE - NACHHALTIGES BAUEN - CONSTRUCTION DURABLE - NACHHALTIGES BAUEN - CONSTRUCTION DURABLE

Ökobilanzdaten im Baubereich
Données des écobilans dans la construction

2009/1
Erste Ausgabe / première édition 2007/1

Wussten Sie ...

... dass Sie mit der Planung von Immobilien auch deren Umweltbelastung über Jahrzehnte hinaus beeinflussen?
... dass die Ökobilanzdaten im Baubereich die Basis sind für SIA 2031 Energieausweis für Gebäude (2008), SIA 2032 Graue Energie (2009), SIA 2039 Siedlungsinduzierte Mobilität (2010) und SIA 2040 Effizienter Energie (2010)?
... dass die Aktualisierung dieser Daten durch die auf Seite 4 aufgeführten Organisationen sichergestellt wird?

Ökobilanzdaten

Ökobilanzdaten basieren auf branchenbezogenen Stoff- und Energieflüssen (EMPA/ecoinvent), welche bezüglich ihrer Umweltrelevanz bewertet werden. In dieser Empfehlung erfolgt die Quantifizierung mit der Methode der Ökobilanz.

Saviez-vous ...

... que, au stade de la planification déjà, vous définissez les nuisances environnementales d'un bâtiment ?
... que les données des éco-bilans pour la construction sont la base des cahiers techniques SIA 2031 Certificat énergétique des bâtiments (2009), SIA 2032 Energie grise (2009), SIA 2039 Mobilité induite (2010) et SIA 2040 En route pour l'efficacité énergétique (2010) ?
... que les organisations figurant à la page 4 garantissent la mise à jour permanente de ces données ?

Données des éco-bilans

Les données des éco-bilans se fondent sur les flux de matière et d'énergie propres à la branche (EMPA/ecoinvent); ils sont évalués compte tenu de leur influence sur l'environnement. Cette recommandation porte sur l'évaluation globale finale.

Page 18 www.esu-services.ch

esu-services
fair consulting in sustainability

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.1

Site Centre for Life Cycle Inventories

a Competence Centre of

Direct access to database

Username:
Password:
 [Forgot your password?](#)

Organisation Database Documentation News Contact

Welcome to the ecoinvent Centre portal

Latest News

- ecoinvent v2.1 - report with discovered errors available
- Release of beta3-version of ecoSpold format version 2
- All ecoinvent reports accessible for GUEST users

- mehr als 4000 Ökobilanz-Datensätze
- qualitätsgesichert und harmonisiert
- mehr als 1500 NutzerInnen
- in über 40 Ländern

material supply, chemicals, metals, agriculture, waste management services, and transport services.

• is used by more than 1500 users in more than 40 countries worldwide and is included in the leading LCA software tools as well as in various eco-design tools for buildings and construction.

Page es.ch

esu-services
fair consulting in sustainability

KBOB-Empfehlung 2009/1: Inhalte

- Baustoffe (inkl. Entsorgungsaufwand)
Metalle, Mineralische Baustoffe, Kunststoffe, Holzwerkstoffe
- Wärmedämmstoffe
- Fenster, Fassaden und Türen
- Dichtungsbahnen und Fugendichtungen
- Rohre
- Anstrichstoffe, Beschichtungen
- Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Elektroanlagen (Herstellung)
- Strom- und Wärmebereitstellung
- Transportleistungen (Personen und Güter)

Page 20 www.esu-services.ch

es-services
Fair consulting in sustainability

Beispiele aus der KBOB-Liste 2009/1

TRANSPORTE (Literatur ESU-services, Version 1.4)	Bezug Grösse	Einheit	URP	Primärenergie Energie primaire		Treibhausgas- emissionen Emissions de gaz à effet de serre	gas- en à gaz à effet de s	Treibhaus- gasemissio- Emissions d
				Gesamt	Graue Energie (nicht erneuerbar)			
				globale	Energie grise (non renouvelable)			
				MJ	MJ	kg		kg
Treibstoffe								
Diesel in Baumaschine	Endenergie	MJ	103	1.24	1.24	0.0628		0.535
Diesel in LKW	Endenergie	MJ	87.3	1.22	1.21	0.0635	2	1.60
Benzin in PKW	Endenergie	MJ	79.6	1.29	1.28	0.0684		2.67
Diesel in PKW	Endenergie	MJ	54.3	1.22	1.21	0.0637		3.81
BioGas in PKW	Endenergie	MJ	32.2	0.452	0.411	0.0324		11.4
Erdgas in PKW	Endenergie	MJ	40.6	1.17	1.17	0.0601	8	19.0
Kerosin in Flugzeug	Endenergie	MJ	57.1	1.19	1.19	0.0604	3	179
Barter-Transporte								
Aushub-maschine	Aushubvolumen	m3	665	8.07	8.03	0.529		345
Binnenfrachter	Transportleistung	tkm	53.9	0.656	0.640	0.0463	2	229
Strafzug	Transportleistung	tkm	30.4	0.567	0.299	0.0143	3	5.50
Helikopter	Einsatzzeit	h	65200	1440	1440	96.9	6	9.00
Hochseefrachter	Transportleistung	tkm	18.1	0.170	0.167	0.0107	6	12.5
Hochseefrachter	Transportleistung	tkm	9.18	0.0903	0.089	0.00962	6	8.57
Lieferwagen bis 3,5 t	Transportleistung	tkm	1760	26.9	26.2	1.64	6	1.72
LKW 20 bis 28 t	Transportleistung	tkm	216	3.26	3.22	0.193	6	13.3
LKW 3.5 bis 20 t	Transportleistung	tkm	316	4.64	4.57	0.277	6	8.19
LKW über 28 t	Transportleistung	tkm	150	2.36	2.33	0.136	7	3.59
Luftfracht, Europa	Transportleistung	tkm	805	18.9	18.8	1.11	7	4.56
Luftfracht, Intercontinental	Transportleistung	tkm	1550	33.4	32.5	1.95	7	12.2
Personen-Transporte								
Fernreisezug	Transportleistung	pkm	21.1	0.543	0.236	0.00818	1	17.8
Fernreisezug	Transportleistung	pkm	80.8	1.63	0.884	0.0604	1	3.66

es-services
Fair consulting in sustainability

Berechnungsverfahren (Kap. 3.3)

- **Vorstudien/Vorprojekt**
 - Optimierung über die Mengen der Bauteilflächen, d.h. über Gebäudeform
 - Fixe oder vorgegebene Elementwerte für beschränkte Auswahl von Ausführungsvarianten (Tabelle D)
 - Nur wesentlich beeinflussbare Elemente betrachten
 - ⇒ Kalkulation www.energycodes.ch
 - ⇒ Kalkulation Ökologische Nachhaltigkeit (Stadt Zürich)
 - ⇒ SIA D 0200 Snarc (nur Projektvergleich)
- **Bauprojekt**
 - Optimierung über Konstruktionswahl
 - Bauteilwerte aus Katalog ⇒ www.Bauteilkatalog.ch

In allen Phasen werden gleiche Elemente der Gebäudestruktur berücksichtigt.
 Stadt Zürich
 Amt für Hochbauten

Page 22

es-services
Fair consulting in sustainability

Online Strommix-Rechner

Berechnung mit: mit relativen Prozentangaben

Produktion Schweiz	MWh Netto	Anteil in %
Wasserkraft (ohne Pumpspeicherkraft)	15772282	30.74%
Wasserkraft Pumpspeicherung	798840	1.56%
Photovoltaik	14073	0.03%
Windenergie	1508	0.00%
Biomasse (priv.)	6339	0.01%
BioGas	6339	0.01%
Geothermie	0.0	0.00%
Kernenergie	14016249	27.33%
Diesel BHKW	108537	0.21%
Erdgas BHKW	807190	1.57%
Kohleverbrennung	1023603	2.00%
Total Produktion Schweiz	32958060	63%

Produktion Ausland	MWh	Anteil in %
Wasserkraft (ohne Pumpspeicherkraft)	783714	1.53%
Photovoltaik	938	0.00%
Windenergie	0.0	0.00%
Kernenergie	7085137	13.82%
privat	54319	0.11%
Erdgas	124183	0.24%
Kohle	55607	0.11%

Primärenergiefaktoren von Energiesystemen
 Version 1.4.18, Dezember 2008
 Autoren: Prof. Heinzmann, Matthias Tschudi
www.esu-services.ch

es-services
Fair consulting in sustainability

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt und weitergehende Informationen:
frischknecht@esu-services.ch
www.esu-services.ch

Webbasierte Graue Energie Rechner:
 (Strommix, Fernwärme, Wärmepumpe, Transporte)
www.esu-services.ch/ourservices/tools/

Page 24 www.esu-services.ch