

**Merkblatt
2032**

s i a

Graue Energie von Gebäuden

schweizerischer
ingenieur- und
architektenverein

société suisse
des ingénieurs et
des architectes

società svizzera
degli ingegneri e
degli architetti

swiss society
of engineers and
architects

selnaustrasse 16
postfach
ch-8027 zürich
www.sia.ch

Korrigenda C1 zu SIA 2032:2010

Korrigena C1 zu SIA 2032:2010 de (1. Auflage)

Die Änderungen sind **fett** markiert; einzelne Streichungen sind durchgestrichen.

1.1 Definitionen

- 1.1.1.15 Nutzungsdauer
Durée d'utilisation
 t_u
(Jahre)
Effektiv zu erwartende Periode zwischen der Inbetriebnahme und dem Ersatz eines Bau- oder Anlageteils. Die Nutzungsdauer ist begrenzt durch die technische Lebensdauer oder durch einen allfälligen Ersatz auf Grund veränderter Bedürfnisse (Komfort, Ästhetik, neue Nutzung usw.) oder verbesserter Ausführungen (grössere Leistungsfähigkeit, bessere Energiebilanz usw.). Vgl. SIA 480 Ziffer 3.3.
- 1.1.1.16 Amortisationszeit
Durée d'amortissement
 t_{am}
(Jahre)
Zeitdauer, über welche die Graue Energie für Herstellung und Entsorgung abgeschrieben wird. Ausser bei der Baugrube und der Tragkonstruktion (Elementgruppen B und C) entspricht die Amortisationszeit der Nutzungsdauer. Für die Baugrube und die Tragkonstruktion wird die Amortisationszeit niedriger angesetzt als es der Nutzungsdauer entsprechen würde, damit kommende Generationen nicht mit den Abschreibungen für die heutigen Investitionen in Graue Energie belastet werden.
- 1.1.1.17 Technische Lebensdauer
Durée de vie technique
 t_{ti}
(Jahre)
Zu erwartende Periode zwischen der Inbetriebnahme eines Bau- oder Anlageteils und dessen Ersatz auf Grund abnehmender Gebrauchstauglichkeit oder zunehmender Kosten für den Unterhalt und den Ersatz einzelner Bestandteile. (SIA 480 Anhang B)
- 1.1.2.8 Graue Energie
Énergie grise
 E_{eb}
MJ
Gesamte Menge nicht erneuerbarer Primärenergie, die für alle vorgelagerten Prozesse, vom Rohstoffabbau über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse und für die Entsorgung, inkl. der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel, erforderlich ist (**vgl. Anhang A**). Sie wird auch als kumulierter, nicht erneuerbarer Energieaufwand bezeichnet.
- 1.1.3.1 Graue Treibhausgasemission
Émission de gaz à effet de serre
 $M_{CO_2,eb}$
kg, t
Kumulierte Menge der Treibhausgase (CO₂, Methan, Stickoxid und weitere klimawirksame Gase), die bei allen vorgelagerten Prozessen, vom Rohstoffabbau über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse und bei der Entsorgung, inkl. der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel, emittiert wird. Sie wird als äquivalente CO₂-Emissionsmenge ausgedrückt, die denselben Treibhauseffekt wie die Gesamtheit der Treibhausgasemissionen hat. Dabei wird die gleiche Sachbilanz berücksichtigt wie bei der Grauen Energie.

1.2 Bezeichnungen, Begriffe und Einheiten

A_{th} thermische Gebäudehüllfläche m²

2.7 Datengrundlagen

- 2.7.2 Für die Baustoffe hat die EMPA die ecoinvent-Daten im Auftrag von KBOB (Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes), eco-bau (Nachhaltigkeit im öffentlichen Bau) und IPB (Interessengemeinschaft privater professioneller Bauherren) aufbereitet und als *Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1* [3] publiziert¹. Die Ökobilanzdaten bilden die Datengrundlage für alle Berechnungen nach dem vorliegenden Merkblatt.

¹ Die verwendete Version der Ökobilanzdaten im Baubereich (Stand mit Monat und Jahr) ist zu dokumentieren. Bei einem Vergleich der Projektwerte mit Anforderungswerten ist die Version zu verwenden, auf welche im entsprechenden Dokument verwiesen wird.

3.1 Allgemeines

3.1.5 Gebäudestruktur

Als Struktur für das Berechnungsverfahren kann der Baukostenplan Hochbau **eBKP-H 2012** [7] verwendet werden.

3.2 Vereinfachungen und Vernachlässigungen

3.2.3 Gebäudestruktur

3.2.3.1 Es werden die folgenden Elementgruppen gemäss Baukostenplan Hochbau **eBKP-H 2012** berücksichtigt:

BKP-Elementgruppe	Bemerkungen
B 6.2, B 6.3 Aushub	
C 1 Bodenplatte , Fundament	
.....	
E 3 Einbauten zu Aussenwand (Fenster, Türen, Tore)	ohne Sonnenschutz (E 3.3)
F 1 Dachhaut	
F 2 Einbauten zu Dach	Dachfenster
G 1 Trennwand, Tür, Tor	(vgl. Ziffer 3.2.5.3)
G 2 Bodenbelag	
G 3 Wandbekleidung	
G 4 Deckenbekleidung	

3.2.3.2 Die folgenden Elementgruppen werden für die Berechnungen gemäss diesem Merkblatt im Allgemeinen vernachlässigt.

BKP-Elementgruppe	
A Grundstück	
B Vorbereitung mit Ausnahme von B 6.2 und B 6.3	
C 5 Ergänzende Leistungen zur Konstruktion	
D 2 Gebäudeautomation	
D 3 Sicherheitsanlage	
D 4 Technische Brandschutzanlage	
.....	
W Nebenkosten zu Erstellung	
Y Reserve, Teuerung	
Z Mehrwertsteuer	

Je nach Gebäude- und Nutzungstyp können diese Elemente allerdings wesentlich zur Grauen Energie eines Gebäudes beitragen. Das ist z.B. bei Baustelleninstallationen mit Grundwasserhaltung oder bei den Umgebungsarbeiten der Fall, wenn grosse Stützmauern realisiert werden. In solchen Fällen sollen auch diese Elementgruppen in die Berechnung einbezogen werden.

3.3 Berechnungsverfahren

3.3.2 entfällt

3.3.4 In Anhang D ist eine Berechnungstabelle zur Anwendung in der Phase *Vorstudien/Vorprojekt* enthalten. ~~In dieser Phase werden bei den Aussenwänden, bei den Decken und beim Dach die Konstruktionen und ihre Bekleidungen zu einem Element zusammengefasst. Für die Innenwände (tragend und nicht tragend, inkl. Bekleidungen) wird ein Pauschalwert pro Geschossfläche verwendet.~~ Für einige Elemente sind fixe Werte pro Bezugsgrösse angegeben. Für andere Elemente werden vorgegebene Werte für eine beschränkte Auswahl von Ausführungsvarianten verwendet. Neben der Variantenwahl bei diesen Elementen findet in dieser Phase die Optimierung über die Bauteilmengen, d.h. über die Form des Gebäudes, statt. Bei einem Vergleich von

Projektvarianten, z.B. bei einem Wettbewerb, kann es sinnvoll sein, nur die Elemente zu betrachten, welche in diesem Stadium wesentlich beeinflussbar sind.² Für die Berechnung in der Phase *Vorstudie/Vorprojekt* stehen die Rechenhilfen *Tool Graue Energie nach SIA 2032* [14] und das Arbeitsblatt *Erstellung im SIA-Tool Effizienzpfad Energie* [15] zur Verfügung.

- 3.3.5 Für die Phase *Bauprojekt*, wenn die Baukonstruktionen im Detail bekannt sind, stehen verschiedene Rechenhilfen zur Verfügung, mit denen die einzusetzenden Werte berechnet werden können. Diese Rechenhilfen müssen den Vorgaben dieses Merkblatts mit Bezug auf Sachbilanz und Bewertung (Ökobilanzdaten 2009 [3]) und den Bestimmungen dieses Kapitels entsprechen. In der Phase *Bauprojekt* findet die Optimierung über die Wahl der Konstruktionen statt.

Anhang A, Sachbilanz

A.4 Modellierung des Strommixes

Die Tabelle A.2, Primärenergiefaktoren und Treibhausgaskoeffizienten der Strommixe, **entfällt**.

A.8 Transportdienstleistungen

- A.8.2 Die Ökobilanzdaten [3] enthalten die Transporte bis zu einem allfälligen Regionallager, nicht aber die Transporte von dort auf die Baustelle. Diese werden für Berechnungen gemäss dem vorliegenden Merkblatt in der Regel nicht berücksichtigt. Bei speziellen Bedingungen (vgl. 3.2.1.2) kann eine Berechnung angebracht sein.

Anhang B, Bewertung der Energieträger

Tabelle B.1 Eigenwerte der Primärenergieressourcen zur Bewertung der Grauen Energie ~~[10]~~

Anhang F, Publikationen

- [3] Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1, KBOB / eco-bau / IPB, www.kbob.ch (neuester Stand), www.eco-bau.ch (inkl. ältere Versionen)
- [7] CRB Norm 506511, Baukostenplan Hochbau (eBKP-H), 2012
- [10] **entfällt**
- [14] *Tool Graue Energie* zu SIA 2032, Rechenhilfe für Vorstudien und Vorprojekt gemäss Anhang D, www.energytools.ch > downloads > tools
- [15] SIA-Tool 2040 Effizienzpfad Energie, Arbeitsblatt Erstellung, www.energytools.ch > downloads > tools
- [16] SIA D 0236, SIA-Effizienzpfad Energie – Ergänzungen und Fallbeispiele zum Merkblatt SIA 2040, 2011

² Fussnote entfällt

Anhang C (normativ) Amortisationszeit

geänderte und neue Felder sind gelb hinterlegt

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

BKP Hauptgruppe	Elementgruppe	Bezeichnung nach BKP	Element bzw. Ausführung	Bemerkungen	Jahre					
					60	40	30	20		
B	Vorbereitung									
	B 6.2, B 6.3	Aushub			X					
	C	Konstruktion Gebäude								
		C 1	Bodenplatte, Fundament			X				
		C 2.1 (A)	Aussenwandkonstruktion (unter Terrain)		ohne Bekleidung nach E 1	X				
		C 2.1 (B)	Aussenwandkonstruktion (über Terrain)		ohne Bekleidung nach E 2	X				
		C 2.2	Innenwandkonstruktion		tragend	X				
		C 3	Stützenkonstruktion			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	Technik Gebäude									
	D 1	Elektroanlage		inkl. Solarzellen			X			
	D 5	Wärmeanlage		allg. Wärmeerzeugung				X		
				Erdwärmesonden			X			
				Solkollektoren				X		
	D 5.3, D 5.4	Wärmehauptverteilung, Wärmeabgabe					X			
	D 7	Lufttechnische Anlage					X			
	D 8	Wasseranlage					X			
E	Äussere Wandbekleidung Gebäude									
	E 1	Äussere Wandbekleidung unter Terrain			X					
	E 2	Äussere Wandbekleidung über Terrain		Putz, Anstriche usw.		X				
				Kompaktfassade			X			
				E 2.1 Äussere Beschichtung				X		
				E 2.2 Aussenwärmedämmung					X	
			E 2.3 Fassadenbekleidung (hinterlüftet)			X				
			E 2.4 Fassadensystem			X				
			E 2.5 Bekleidung Untersicht			X				
E 3	Einbauten zu Aussenwand		inkl. Auskragungen			X				
F	Bedachung Gebäude									
	F 1	Dachhaut		F 1.1 Dachabdichtung unter Terrain		X				
				F 1.2 Flachdach			X			
				F 1.3 Geneigtes Dach			X			
F 2	Einbauten zu Dach		Dachfenster				X			
G	Ausbau Gebäude									
	G 1	Trennwand, Tür, Tor		nicht tragend				X		
	G 2	Bodenbelag						X		
	G 3	Wandbekleidung						X		
	G 4	Deckenbekleidung		Bekleidungen, Putz				X		

Anhang D (normativ) Berechnungstabelle für Vorstudien und Vorprojekt

Die bisherige Tabelle wird vollständig ersetzt.

Die Tabelle kann für die Vorstudien und das Vorprojekt von Neu- und Umbauten verwendet werden. Die angegebenen Werte beruhen auf den Ökobilanzdaten im Baureich, Stand Juli 2012. Nähere Angaben zu den zu Grund liegenden Konstruktionen finden sich in der Dokumentation SIA D 0236 Ziffer 6.2.1 [16].

BKP-Elementgruppe	Bezeichnung	Bezugsgrösse	Einheit	Graue Energie			Treibhausgasemissionen			Amortisationszeit Jahre
				pro Jahr MJ pro Einheit	Erstellung MJ pro Einheit	Entsorgung MJ pro Einheit	pro Jahr kg pro Einheit	Erstellung kg pro Einheit	Entsorgung kg pro Einheit	
B 6.2 / B 6.3	Aushub									
	ohne Grundwasser	Volumen	m ³	2	140	0	0,1	8,7	0,0	60
	mit Grundwasser	Volumen	m ³	7	430	0	0,4	26	0,0	60
C 1	Bodenplatte, Fundament									
	ungedämmt	BTF ¹⁾	m ²	18	900	200	1,7	90	11	60
	gedämmt	BTF	m ²	23	1150	200	1,9	105	11	60
C 2.1 (A) / E 1	Aussenwand unter Terrain									
	ungedämmt	BTF	m ²	18	960	120	2,0	94	25	60
	gedämmt	BTF	m ²	27	1450	120	2,8	135	33	60
C 4.4 / F 1.1	Dach unter Terrain									
	ungedämmt	BTF	m ²	26	1350	200	2,6	130	25	60
	gedämmt	BTF	m ²	45	2490	210	3,5	150	58	60
C 2.1 (B)	Aussenwandkonstruktion über Terrain									
	Betonwand	BTF	m ²	12	610	96	1,3	70	6	60 / 30
	Backsteinwand	BTF	m ²	8	420	32	0,7	39	2	60 / 30
	Holzwand	BTF	m ²	6	340	5	0,3	14	3	60 / 30
E 2	Äussere Wandbekleidung über Terrain									
	Verputzte Aussenwärmehämmung	BTF	m ²	17	490	6	1,0	30	1	30
	Bekleidung leicht, hinterlüftet	BTF	m ²	13	500	7	0,8	29	2	40
	Bekleidung mittel, hinterlüftet	BTF	m ²	19	730	8	1,2	47	1	40
	Bekleidung schwer, hinterlüftet	BTF	m ²	36	1450	15	2,1	83	2	40
	Zweischalenwand	BTF	m ²	26	970	51	1,9	72	4	40
E 3 / F 2	Vollverglasung Pfosten/Riegel	BTF	m ²	66	2600	19	4,4	160	12	40
	Fenster									
C 2.2 / G 3	Mittelwert 2-fach- / 3-fach Verglasung	BTF	m ²	77	2280	17	5,2	150	7	30
	Innenwand									
C 4.1 / G 4	Mittelwert tragend / nicht tragend	BTF	m ²	11	460	47	0,9	43	3	60 / 30
	Deckenkonstruktion (inkl. Deckenbekleidung)									
	Betondecke	BTF	m ²	13	650	120	1,5	82	7	60
	Holzdecke	BTF	m ²	11	500	32	0,6	26	6	60 / 30
	Holzbetonverbund	BTF	m ²	12	530	68	0,9	42	4	60 / 30
	Dämmung gegen unbeheizt	BTF	m ²	5	140	4	0,3	8	0	30

BKP-Element- gruppe	Bezeichnung	Bezugs- grösse	Einheit	Graue Energie			Treibhausgasemissionen			Amortisa- tionszeit Jahre
				pro Jahr MJ pro Einheit	Erstellung MJ pro Einheit	Entsorgung MJ pro Einheit	pro Jahr kg pro Einheit	Erstellung kg pro Einheit	Entsorgung kg pro Einheit	
G 2	Bodenbelag									
	Fertiger Bodenbelag (ohne Unterkonstruktion)	BTF	m ²	6	170	10	0,6	14	3	30
	Unterkonstruktion und Bodenbelag	BTF	m ²	14	400	29	1,1	26	6	30
C 4.3	Balkon									
	Balkon	BTF	m ²	29	1050	109	2,6	96	8	40
C 4.4	Dachkonstruktion									
	Betondecke	BTF	m ²	13	650	117	1,5	82	7	60
	Holzdecke (Flachdach)	BTF	m ²	11	500	32	0,6	26	6	60 / 30
	Holzkonstruktion (geneigtes Dach)	BTF	m ²	6	360	15	0,4	17	4	60
F 1.2 / F 1.3	Dachaufbau									
	gedämmt (Flachdach)	BTF	m ²	35	1000	39	2,3	42	26	30
	ungedämmt (Flachdach)	BTF	m ²	15	410	37	1,0	15	15	30
	gedämmt (geneigtes Dach)	BTF	m ²	14	530	14	0,9	34	2	40
	ungedämmt (geneigtes Dach)	BTF	m ²	6	240	13	0,4	15	1	40
D 1	Elektroanlage									
	Wohnen	EBF ²⁾	m ²	7	190	6	0,4	9	4	30
	Büro	EBF	m ²	17	490	11	1,0	21	10	30
	Solarstromanlage (1 m ² = 0,1 kWp ³⁾)	BTF	m ²	93	2800	0	6,8	200	0	30
D 5	Wärmeanlage									
	Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung	EBF	m ²	6	150	1	0,4	7	3	20 / 30
	Erwärmesonden	EBF	m ²	5	200	1	0,3	10	1	40
	Solar Kollektoren	BTF	m ²	130	2600	0	8,5	170	0	20
D 7	Lufttechnische Anlage									
	Wohnen	EBF	m ²	4	130	1	0,3	7	1	30
	Büro	EBF	m ²	8	250	0	0,5	15	0	30
D 8	Wasseranlage									
	Wohnen	EBF	m ²	5	140	1	0,3	8	1	30
	Büro	EBF	m ²	3	75	0	0,2	4	1	30

1) BTF: Bauteilfläche

2) EBF: Energiebezugsfläche

3) kWp = Kilowattpeak, Masseinheit für die maximale Leistung eines Photovoltaik-Moduls

Eine auf dieser Tabelle basierende Rechenhilfe [14] kann von www.energytools.ch heruntergeladen werden.

Genehmigt durch die KGE am 15.5.2013

Publiziert am 6.8.2013