

**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

SIA Merkblätter

Zur Erläuterung und ergänzenden Regelung von speziellen Themen gibt der SIA Merkblätter heraus.

Die Merkblätter sind Bestandteil des SIA-Normenwerks.

Merkblätter sind nach ihrer Veröffentlichung drei Jahre gültig. Die Gültigkeit kann wiederholt um jeweils drei Jahre verlängert werden.

Allfällige Korrekturen und Kommentare zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter www.sia.ch/korrigenda.

Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

2009-11 1. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	4
0 Geltungsbereich	5
0.1 Abgrenzung	5
0.2 Normative Verweisungen	5
0.3 Hinweise zur Anwendung	5
1 Verständigung	6
1.1 Definitionen	6
1.2 Bezeichnungen, Begriffe und Einheiten	8
1.3 Indizes	9
2 Konzept der Grauen Energie im Bauwesen ...	10
2.1 Graue Energie eines Baustoffs	10
2.2 Veranschaulichung	10
2.3 Die Graue Energie eines Bauteils	10
2.4 Die Graue Energie eines Gebäudes	11
2.5 Bestimmung der Grauen Energie	12
2.6 Graue Treibhausgasemissionen	12
2.7 Datengrundlagen	12
3 Berechnungsmethode	13
3.1 Allgemeines	13
3.2 Vereinfachungen und Vernachlässigungen	14
3.3 Berechnungsverfahren	16
3.4 Kenngrößen	16
Anhang	
A Sachbilanz (informativ)	17
B Bewertung der Energieträger (informativ)	21
C Amortisationszeit (normativ)	22
D Berechnungstabelle für Vorstudien und Vorprojekt (normativ)	23
E Beispiel (informativ)	25
F Publikationen (informativ)	28

VORWORT

Die Aufmerksamkeit der Planer und Planerinnen hat sich in den letzten 30 Jahren neben der Architektur auf die Betriebsenergie fokussiert. Der SIA hat 1988 erstmals eine Empfehlung zur Berechnung des Heizwärmebedarfs herausgegeben. Seither wurde der Raumwärmeverbrauch von Gebäuden, bedingt durch gesetzliche Vorgaben und freiwillige Bemühungen, kontinuierlich gesenkt. Moderne Niedrigstenergiehäuser mit Vorbildcharakter verbrauchen heute nicht viel mehr als 40 MJ pro m² Energiebezugsfläche und Jahr. Dagegen beträgt die Graue Energie, die in einem neuen Gebäude in Form von Baumaterialien und Technik investiert wird, in der Regel – umgerechnet auf die Nutzungsdauer – zwischen 80 und 100 MJ pro m² Geschossfläche und Jahr. Deshalb gewinnt die Graue Energie eines Gebäudes als ein Aspekt zur Beurteilung der ökologischen Nachhaltigkeit zunehmend an Bedeutung. Zudem erfordert die Niedrigenergiebauweise und der steigende Baustandard tendenziell mehr Material und Technik, was zu einer Erhöhung der Grauen Energie führt.

Im Rahmen der Dokumentation *SIA Effizienzpfad Energie* [1] hat sich der SIA zum ersten Mal eingehender mit dem Thema «Graue Energie» befasst. Nach anfänglicher Skepsis hat sich in den Gremien des SIA die Meinung durchgesetzt, dass dieses Thema vertieft behandelt werden soll, damit die Graue Energie im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtungsweise zukünftig gleichberechtigt neben der Betriebsenergie beurteilt, berechnet und in die Planung einbezogen werden kann. Beim SIA Effizienzpfad ist die Graue Energie neben der Betriebsenergie und der Energie für die standortabhängige Mobilität ein selbständiger Themenbereich, für den eigene Zielwerte gelten.

Die Treibhausgasemissionen sind wegen der Klimaänderung eine wichtige umweltrelevante Grösse. In der 2000-Watt-Gesellschaft, auf die sich der Effizienzpfad Energie stützt, stellen sie neben der Primärenergie die zweite Zielgrösse dar. Sie sollen in der nächsten Ausgabe des Effizienzpfads Energie als zweites Beurteilungskriterium verwendet werden. Daher werden auch in diesem Merkblatt die mit der Bereitstellung von Baustoffen verbundenen Treibhausgasemissionen behandelt. Bisher wurden noch wenige Berechnungen der kumulierten Treibhausgasemissionen von Gebäuden gemacht. Dies kann nun nachgeholt werden.

Das vorliegende Merkblatt soll dazu beitragen, dass die Berechnung der Grauen Energie nach einheitlichen Grundsätzen und auf der Basis von vergleichbarem Datenmaterial erfolgt. Die Ergebnisse aus den Berechnungen der Grauen Energie von Gebäuden sollen reproduzierbar und vergleichbar werden. Gleichzeitig soll das Merkblatt zur Sensibilisierung für das Thema und zur weiteren Verbreitung solcher Berechnungen beitragen. Es richtet sich in erster Linie an Planer und Planerinnen. Sie erhalten eine einfache und planungsgerechte Bewertungs- und Berechnungsmethode, die mit einem Beispiel illustriert wird.

Aus zahlreichen Untersuchungen weiss man, dass der Einfluss auf die Graue Energie eines Gebäudes im Laufe des Planungsprozesses mit zunehmender Präzisierung des Projektes rapid abnimmt, da die Gebäudeform und -grösse die wichtigsten Einflussgrössen darstellen. Die Materialisierung hat bereits einen deutlich geringeren Einfluss auf das Ergebnis. Deshalb ist die Erfassung und Optimierung der Grauen Energie vor allem bei Projekten in der Vorstudien- und Vorprojektphase (Wettbewerbe, Studienaufträge) von Bedeutung.

Das Merkblatt soll aber in allen Projektphasen angewendet werden. Im Stadium der Vorstudien geht es um eine grobe Projektbeurteilung. Es dient auch zur vergleichenden Beurteilung von Wettbewerbsprojekten. Das Merkblatt kann auch beim Entscheid angewendet werden, ob ein Gebäude umgebaut oder durch einen Neubau ersetzt werden soll. Mit fortschreitendem Detaillierungsgrad im Laufe der Projektierung wird auch das Berechnungsverfahren für die Graue Energie mehr detailliert; das erlaubt eine Optimierung der in den jeweiligen Phasen anfallenden Entscheide.

Dieses Merkblatt beruht auf vielfältigen Vorarbeiten. Die Stoff- und Energiebilanzen zu der Vielzahl von Baustoffen stammen von verschiedenen Firmen, Verbänden und Forschungsanstalten im In- und Ausland. Diese wurden im Rahmen des Projektes *ecoinvent*, einer gemeinsamen Initiative des ETH-Bereichs und schweizerischer Bundesämter, harmonisiert [2] und durch KBOB, eco-bau und IPB benutzergerecht aufgearbeitet [3]. Ohne diese Grundlagen wäre die Erarbeitung des Merkblattes nicht möglich gewesen.

Auf Grund der Erfahrungen mit diesem Merkblatt sollen in Übereinstimmung mit dem *SIA Effizienzpfad Energie* Richtwerte für den Bedarf an Grauer Energie erarbeitet und bei einer nächsten Überarbeitung in das Merkblatt aufgenommen werden. Zurzeit bestehen auch noch Lücken bei den Daten, insbesondere für einige gebäudetechnische Systeme und Komponenten. Die praktische Anwendung dieses Merkblattes wird zeigen, welche Lücken in erster Priorität gefüllt werden müssen. Es wird dann auch zu prüfen sein, ob das Verfahren zur Berechnung der Grauen Energie genügend gefestigt ist, damit das Merkblatt in eine Norm überführt werden kann. Das wäre dann auch der geeignete Zeitpunkt, um die Erarbeitung einer europäischen Norm zur Grauen Energie anzuregen.

Kommission SIA 2032

Abkürzungen der in der Kommission SIA 2032 vertretenen Organisationen

eco-bau	Verein eco-bau, Nachhaltigkeit im öffentlichen Bau, Bern
KBOB	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
SIA KH	Kommission für Hochbaunormen des SIA
SIA KHE	Kommission für Haustechnik- und Energienormen des SIA

Kommission SIA 2032

		Vertreter von
Präsident	Martin Lenzlinger, Dr. phil., Physiker SIA, Zürich	SIA KHE
Mitglieder	Rolf Frischknecht, Dr. sc. techn., dipl. Ing. ETHZ/SIA, Uster Heinrich Gugerli, Dr. Ing., dipl. Bauing. ETH/SIA, Bülach Hans D. Halter, dipl. Arch. HTL/SIA, Windisch Ueli Kasser, dipl. Chem., Zürich Martin V. Müller, dipl. M. Arch. SIA, Arni Hansruedi Preisig, dipl. Arch. SIA, Zürich Jakob Thöni, dipl. Bauing. HTL/STV, Rüschnikon	Ökobilanzierer KBOB, eco-bau SIA KH, Planer Ökologe SIA KH, Planer Planer Bauherrschaft

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen und Ordnungen des SIA hat das vorliegende Merkblatt SIA 2032 am 8. Juni 2009 genehmigt.

Es ist gültig ab 1. Januar 2010.

Copyright © 2010 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.