

## Berechnung der Grauen Energie und der Treibhausgasemissionen bei Minergie-ECO, Minergie-P-ECO und Minergie-A-ECO Bauten

Version 1.1 vom 21.09.2020

Minergie Schweiz  
Geschäftsstelle  
Bäumleingasse 22  
4051 Basel  
T 061 205 25 50  
info@minergie.ch  
[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

Zertifizierungsstelle Minergie-ECO  
Bahnhofstrasse 8  
9000 St. Gallen  
Telefon 071 540 38 93  
Fax 071 540 38 99  
eco@minergie.ch

# Inhalt

1	Graue Energie und SIA Merkblatt 2032	1
2	Aufbau dieser Anleitung	2
3	Berechnung der Grauen Energie und der grauen Treibhausgasemissionen	3
3.1	Zugelassene Software und Instrumente	3
3.2	Erfassungsmethode	3
3.3	Neubau	3
3.4	Modernisierungen	6
4	Grenzwerte Graue Energie	9
4.1	Grenzwerte Graue Energie bei Minergie (-P, -A) -ECO	9
5	Weiterführende Literatur/Kurse	17



# 1 Graue Energie und SIA Merkblatt 2032

Die Berechnungen der Grauen Energie und der Grauen Treibhausgasemissionen von Minergie-ECO, Minergie-P-ECO und Minergie-A-ECO richten sich nach dem SIA-Merkblatt 2032:2020 „Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden“. Darin wird die Graue Energie als die gesamte Menge nicht erneuerbarer Primärenergie, die für alle vorgelagerten Prozesse (vom Rohstoffabbau über Herstellungsprozesse bis zur Entsorgung), inkl. der dazu notwendigen Transporte und Hilfsmittel, erforderlich ist, definiert. Sie wird auch als kumulierter, nicht erneuerbarer Energieaufwand bezeichnet. Mit Grauen Treibhausgasemissionen wird die kumulierte Menge der Treibhausgase (CO<sub>2</sub>, Methan, Stickoxid und weitere klimawirksame Gase), die im gleichen Bezugsrahmen wie die Graue Energie emittiert wird, bezeichnet. Sie wird als äquivalente CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge ausgedrückt.

Datengrundlage für die Baustoffe ist die KBOB-Empfehlung "Ökobilanzdaten im Baubereich" (im Folgenden „KBOB-Liste“ genannt), in welcher branchenübliche Materialien und Prozesse bezüglich ihrer Umweltrelevanz bewertet werden. Die Nutzungsdauer von Gebäuden wird mit 60 Jahren angenommen. Die Amortisationsdauer der Bauteile richtet sich nach dem SIA-Merkblatt 2032. Der Bilanzperimeter umfasst das gesamte Gebäude inklusive beheizter und unbeheizter Gebäudeteile.

Im Minergie-ECO-Nachweis bezieht sich die berechnete Gesamtsumme der Grauen Energie bzw. der Grauen Treibhausgasemissionen pro Jahr auf die Energiebezugsfläche  $A_E$ . Dies ergibt den spezifischen Wert der Grauen Energie in kWh/m<sup>2</sup>a für die Graue Energie (Kilowattstunden pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr) bzw. kg CO<sub>2eq</sub>/m<sup>2</sup>a für die Grauen Treibhausgasemissionen.

Da das Vorgehen der Berechnung für Graue Energie und Graue Treibhausgasemissionen identisch ist, wird im Folgenden nur noch auf die Graue Energie eingegangen.

## 2 Aufbau dieser Anleitung

Diese Anleitung beschreibt einerseits die Berechnung der Grauen Energie für einen Neubau oder die Modernisierung eines existierenden Objektes mit Hilfe einer Software (linke Spalte), andererseits die dazugehörige Berechnung der Grenzwerte für die Minergie (-P/A) –ECO Zertifizierungen (rechte Spalte):

<b>Berechnung Graue Energie</b> (siehe Liste der zugelassenen Software)	<b>Grenzwerte Graue Energie</b>
<b>Neubau</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gebäudehülle beheizt</li> <li>– Gebäudehülle unbeheizt</li> <li>– Innenbauteile: Innenwände und Decken</li> <li>– Haustechnik (Erdsonden, Photovoltaik, Sonnenkollektoren, Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Elektroanlagen)</li> <li>– Aushub</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nutzung (Verwaltung, Schule, Wohnen EFH/MFH, Sportbauten, Verkauf, Restaurant, Museen, Spital, Industrie, Kleine Schulbauten)</li> <li>– Energiebezugsfläche pro Nutzung</li> <li>– Geschossfläche</li> <li>– Haustechnik (nur Erdsonden, Photovoltaik und Sonnenkollektoren)</li> </ul>
<b>Modernisierung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gebäudehülle beheizt</li> <li>– Innenbauteile: Innenwände und Decken</li> <li>– Haustechnik (Erdsonden, Photovoltaik, Sonnenkollektoren, Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Elektroanlagen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nutzung (Verwaltung, Schule, Wohnen EFH/MFH, Sportbauten, Verkauf, Restaurant, Museen, Spital, Industrie, Kleine Schulbauten)</li> <li>– Energiestandard (Minergie und -P/-A)</li> <li>– Energiebezugsfläche</li> <li>– Fläche der Aussenwände zu Erd- und Obergeschoss, Fläche der Dächer, Fläche der Fenster/Aussentüren/Tore und der Bodenplatte</li> <li>– Innenbauteile: Innenwände und Decken</li> <li>– Haustechnik (Erdsonden, Photovoltaik, Sonnenkollektoren, Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Elektroanlagen)</li> </ul>

Abbildung 1: Berechnungen Graue Energie

Die linke Spalte beschreibt die Elemente, welche zur Berechnung der Grauen Energie bzw. der grauen Treibhausgasemissionen berücksichtigt werden müssen. Die angegebenen Parameter in der rechten Spalte sind Eingabeinformationen, welche den Grenzwert der Grauen Energie bzw. der grauen Treibhausgasemissionen bestimmen. Bei Minergie-ECO ist dieser Grenzwert dynamisch, d.h. abhängig von den Eigenschaften des zu berechnenden Projekts.

# 3 Berechnung der Grauen Energie und der grauen Treibhausgasemissionen

## 3.1 Zugelassene Software und Instrumente

Für die Berechnung der Grauen Energie im Minergie-ECO Nachweis stehen zurzeit die folgenden Instrumente zur Verfügung:

- **Lesosai** ([www.lesosai.com](http://www.lesosai.com) ab Lesosai 7.1 mit vollständigem ECO-Nachweis)
- **GREG** ([www.energiekonzepte.ch/greg/](http://www.energiekonzepte.ch/greg/))
- **Enerweb 380/1** ([www.enerweb.ch](http://www.enerweb.ch))
- **Thermo** ([www.thermo-bauphysik.ch](http://www.thermo-bauphysik.ch))

In der Regel wird seitens Software-Anbieter eine spezifische Anleitung zur Anwendung der Software zur Verfügung gestellt. Bei Fragen zur Software bitten wir Sie, sich direkt an den entsprechenden Anbieter zu wenden. Die folgende Anleitung beschreibt somit vorwiegend die grundsätzliche Systemgrenze und die verwendete Datengrundlage.

## 3.2 Erfassungsmethode

Zur Berechnung der spezifischen Grauen Energie sind die Bauteile der Gebäudehülle (Ausmasse sind aus Systemnachweis SIA 380/1 zu übernehmen), unbeheizte Bauteile (ausserhalb Dämmperimeter wie z.B. Balkone), Innenbauteile, Haustechnik sowie Aushub zu berücksichtigen.

Die Detaillierte Erfassung erfolgt nach Elementgruppen gemäss eBKP-H. Für die Erfassung der Innenbauteile, der Haustechnik und - bei einem Neubau - der unbeheizten Bauteile und des Aushubs wird alternativ eine automatische Ausmassermittlung angeboten.

## 3.3 Neubau

### Detaillierte Erfassung

Es werden folgende **Elementgruppen** gemäss Baukostenplan Hochbau (eBKP-H) berücksichtigt (Auszug aus SIA-Merkblatt 2032, Ziffer 3.3.2)

Aushub:

- B06.01, B06.02 Aushub (keine Unterscheidung kontaminiert/nicht kontaminiert)
- B06.04 Baugrubenabschluss (Schlitz-, Spund- oder Rühlwände)\*
- B07.02 Pfählung\*

Gebäudehülle (beheizt und unbeheizt):

- C01 Fundament, Bodenplatte
- C02.01 (A) Aussenwandkonstruktionen (unter Terrain)
- C02.01 (B) Aussenwandkonstruktionen (über Terrain)
- C04.04 Konstruktion Flachdach

- C04.05 Konstruktion geneigtes Dach
- C04.08 Aussen liegende Konstruktion, Vordach
- E01 Äussere Wandbekleidung unter Terrain
- E02 Äussere Wandbekleidung über Terrain (inkl. Bekleidung Untersicht)
- E03 Element in Aussenwand (Fenster, Türen, Tore, Sonnenschutz)
- F01.01 Dachabdichtung unter Terrain
- F01.02 Bedachung Flachdach
- F01.03 Bedachung geneigtes Dach

Innenbauteile:

- C02.02 Innenwandkonstruktion
- C03 Stützenkonstruktion
- C04.01 Geschossdecke
- G01 Trennwand (inkl. Innenfenster und Innentür/Innentor)
- G02 Bodenbelag
- G03 Wandbekleidung
- G04 Deckenbekleidung

Haustechnik:

- D01 Elektroanlage (inkl. Photovoltaikanlagen)
- D05 Wärmetechnische Anlage (inkl. Solarthermieanlagen und Erdsonden)
- D07 Lufttechnische Anlage
- D08 Wassertechnische Anlage

Die oben mit einem \* bezeichneten Elementgruppen müssen bei Minergie-Eco in Abweichung zum SIA-Merkblatt 2032:2020 **nicht** berücksichtigt werden.

Folgende Grundsätze gelten bei der Erfassung der Bauteile (aus SIA 2032, Art. 3.4.1 und 3.4.2):

- Aussenwände werden mit ihren Aussenabmessungen berechnet (gem. SIA 380)
- Innenwände werden mit Innenabmessungen und ohne Abzüge für Leitungs- oder Kanaldurchbrüche durchgerechnet.
- Decken werden ohne Abzüge für Schächte oder Treppen durchgerechnet, Treppen werden nicht berechnet.
- Boden- und Deckenbekleidungen werden in frühen Planungsphasen ohne Abzug der Konstruktionsflächen durchgerechnet.
- Folgende Leistungen und Elemente sind nicht mitzubilanzieren:
  - Gütertransporte vom Materiallager auf die Baustelle
  - Energie für den Gebrauch von Maschinen, Beleuchtung, Beheizung, Austrocknung, Pumpen
  - Verpackungen und Materialverschnitt
  - Lineare Elemente am Rande von Bauteilen, wie Dachrinnen, Fensterzargen usw.
- Die folgenden Elementgruppen werden nicht berücksichtigt, weil sie entweder ausserhalb der Bilanzgrenze liegen oder keine Datengrundlagen dazu vorhanden sind:
  - A Grundstück
  - D02 Gebäudeautomation



- D03 Sicherheitsanlage
- D04 Technische Brandschutzanlage
- D05 Kältetechnische Anlage
- D12 Beförderungsanlage
- H Nutzungsspezifische Anlage
- I Umgebung Gebäude
- J Ausstattung Gebäude
- V planungskosten
- W Nebenkosten zu Erstellung
- Y Reserve, Teuerung
- Z Mehrwertsteuer.

### **Vereinfachte Erfassung der Innenbauteile, der unbeheizten Bauteile, der Haustechnik und des Aushubs**

Die Gebäudehülle muss in jedem Fall detailliert erfasst werden. Um den Aufwand bei der Erfassung von Innenbauteilen, unbeheizten Bauteilen, Haustechnik und Aushub klein zu halten, wird eine vereinfachte Erfassung angeboten. Für Neubauten sind dafür folgende Informationen nötig:

#### Gebäude:

- Raumhöhe (Länge)
- Energiebezugsfläche (Fläche)
- Geschossfläche (Fläche)
- Anzahl Stockwerke unbeheizt
- Anzahl Stockwerke unter Terrain
- Geschossfläche unterirdisch (Fläche)
- Gebäudegrundfläche (Fläche)

#### Innenwände (beheizt):

- Grundrisstyp (Auswahl)
- Schallschutzanforderung (Auswahl)
- Konstruktionstyp (Auswahl)

#### Zwischendecken (beheizt):

- Schallschutzanforderung (Auswahl)
- Konstruktionstyp (Auswahl)
- Deckenstärke (Auswahl)
- Haustechnik

#### Nutzung (Auswahl)

- Erdsonde (Auswahl)
- Minergie-Standard (Auswahl)
- Photovoltaik-Anlage (Fläche)
- Sonnenkollektoren (Fläche)

Auf Basis obiger Angaben wird mittels Durchschnittswerten die Graue Energie von Innenbauteilen (Innenwände und Zwischendecken beheizt), nichtbeheizten Bauteilen, Haustechnik und Aushub berechnet. Die Durchschnittswerte und die Berechnungsroutinen sind im Schlussbericht von Minergie-ECO 2011 beschrieben (Bezug: Zertifizierungsstelle Minergie-ECO CH).

## 3.4 Modernisierungen

Um die Zertifizierung für Modernisierungen zu erleichtern, wird hierfür im Regelfall keine Berechnung der Grauen Energie verlangt. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass einige Grundsätze eingehalten werden. Die Überprüfung dieser Grundsätze erfolgt anhand einer Fragenliste „Graue Energie Modernisierung“ (Siehe Excel-Tool für die Berechnung der Grauen Energie, Download unter [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)). Falls alle Fragen der Liste mit „Ja“ beantwortet werden können, kann auf eine Berechnung der Grauen Energie verzichtet werden.

Die Frageliste ist für Wohnbauten mit einer Energiebezugsfläche von weniger als 5'000 m<sup>2</sup> und für alle anderen Gebäudetypen mit einer Energiebezugsfläche von weniger als 2'000 m<sup>2</sup> anwendbar. Für alle anderen Objekte muss eine Berechnung gemäss folgendem Vorgehen durchgeführt werden.

### **Detaillierte Erfassung**

werden, erfasst werden. Es wird davon ausgegangen, dass mindestens die Tragsstruktur des Gebäudes erhalten bleibt. In folgenden Fällen sind die Bauteile zu erfassen:

- Aufbau von neuen Bauteilschichten (z.B. Aussendämmung und Verputz)
- Einbau von Dämmungsmaterial (z.B. Dämmung Dach)
- Ersatz von Haustechnikgeräten (z.B. Heizung, oder Elektroanlagen)

Wenn nur kleine Arbeiten erfolgen (z.B. Anstriche), so gelten diese nicht als Modernisierung. Falls zusätzliche Geschosse erstellt werden (Bsp. Unterkellerung oder Aufstockung des Gebäudes), so sind diese Gebäudeteile als Neubauten separat zu erfassen.

Bei der vereinfachten Erfassung einer Modernisierung wird davon ausgegangen, dass kein Aushub anfällt. Die Graue Energie der Innenbauteile wird anhand der Annahme, dass der grösste Anteil der Innenbauteile beheizt ist, diesen zugeordnet.

### **Vereinfachte Erfassung**

Da die detaillierte Erfassung der Innenbauteile und der Haustechnik einen grossen Aufwand bedeuten kann, wird für die Modernisierung ebenfalls eine vereinfachte Erfassung angeboten. Dafür werden folgende Informationen benötigt:

Gebäude:

- Raumhöhe (Länge)
- Energiebezugsfläche (Fläche)

Modernisierung:

- Eingriffsstärke (Auswahl)

Innenwände:

- Grundrisstyp (Auswahl)
- Konstruktionstyp Ersatz (Auswahl)

Haustechnik:

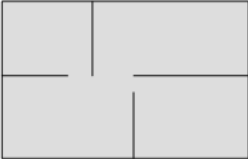
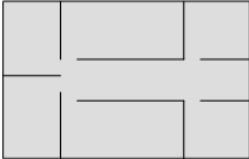
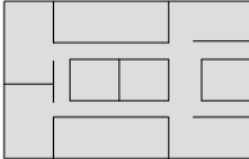
- Nutzung (Auswahl)

- Erdsonde (Auswahl)
- Minergie-Standard (Auswahl)
- Photovoltaik-Anlage (Fläche)
- Sonnenkollektoren (Fläche)

Aufgrund obiger Angaben wird mittels hinterlegter Werte die Graue Energie für eine Modernisierung berechnet. Diese sind im Schlussbericht von Minergie-ECO 2011 beschrieben (Bezug: Zertifizierungsstelle Minergie-ECO CH).

### Grundrisstypen

Es kann aus folgenden Grundrisstypen ausgewählt werden:

		
<b>Grundriss Typ 1:</b> Wenig Wände Räume: ca. 48 m <sup>2</sup> $L_{SW} = 0.25 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$	<b>Grundriss Typ 2:</b> Mittl. Anzahl Wände Räume: ca. 20 m <sup>2</sup> $L_{SW} = 0.4 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$	<b>Grundriss Typ 3:</b> Viele Wände Räume: ca. 12 m <sup>2</sup> $L_{SW} = 0.5 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$

### Stufen der Eingriffstiefe

Die Einstufung von Modernisierungsmassnahmen anhand der Eingriffstiefe erweist sich in der Praxis als schwierig. Die nachfolgenden Ausführungen veranschaulichen die Einstufung in die Kategorien „kleiner Eingriff“, „mittlerer Eingriff“ und „grosser Eingriff“. Die untenstehenden Hinweise gelten als Richtlinie für Modernisierungsmassnahmen. Es müssen keine Modernisierungsanteile gerechnet und nachgewiesen werden.

Bei der Wahl der Eingriffstiefe muss zwischen drei Möglichkeiten gewählt werden:

#### a) Kleiner Eingriff

- 0 bis 3% der gesamten Innenwandfläche wird für Tür- und/oder Fensteröffnungen entfernt
- 0 bis 3% der gesamten Innenwandfläche wird mit einem einfachen Mauerwerk (Backstein 15cm mit Verputz) zugemauert
- Verputzen von 0 bis 3% der gesamten Innenwandfläche
- Beidseitiges Streichen der gesamten Innenwandfläche
- Streichen der gesamten Deckenfläche

#### b) Mittlerer Eingriff

- Ca. 5% der gesamten Innenwandfläche wird für Tür- und/oder Fensteröffnungen entfernt
- Ca. 5% der gesamten Innenwandfläche (nur tragende Wände) wird entfernt und mit Stahlträgern gesichert

- Ca. 10% der gesamten Innenwandfläche (nur nicht-tragende Wände) wird entfernt und die Hälfte davon wieder andernorts aufgebaut (Konstruktionstyp Ersatz, siehe Auswahl oben)
- Ca. 5% der gesamten Innenwandfläche wird mit einem einfachen Mauerwerk (Backstein 15cm mit Verputz) zugemauert
- Verputzen von ca. 5% der gesamten Innenwandfläche
- Beidseitiges Streichen der gesamten Innenwandfläche
- Streichen der gesamten Deckenfläche

c) Grosser Eingriff

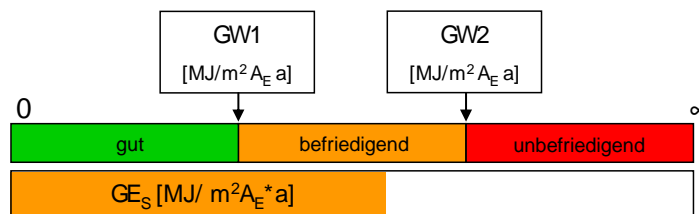
- Ca. 10% der gesamten Innenwandfläche wird für Tür- und/oder Fensteröffnungen entfernt
- Ca. 10% der gesamten Innenwandfläche (nur tragende Wände) wird entfernt und mit Stahl-trägern gesichert
- Ca. 30% der gesamten Innenwandfläche (nur nicht-tragende Wände) wird entfernt und die Hälfte davon wieder andernorts erstellt (Konstruktionstyp Ersatz, siehe Auswahl oben)
- Ca. 10% der gesamten Innenwandfläche wird mit einem einfachen Mauerwerk (Backstein 15cm mit Verputz) zugemauert
- Verputzen von ca. 5% der gesamten Innenwandfläche
- Beidseitiges Streichen der gesamten Innenwandfläche
- Streichen der gesamten Deckenfläche

Vorsicht: Diese Eingriffstiefen können nur für die Modernisierung von Innenwänden verwendet werden. Falls die Eingriffstiefe grösser ist als dargestellt oder Zwischendecken ersetzt bzw. neu erstellt werden, müssen diese Bauteile detailliert erfasst werden.

## 4 Grenzwerte Graue Energie

### 4.1 Grenzwerte Graue Energie bei Minergie (-P, -A) -ECO

Die Grenzwerte der Grauen Energie und grauen Treibhausgasemissionen beruhen auf den „Ökobilanzdaten im Baubereich“ (KBOB Empfehlung 2009/1 Stand 2016). Abweichungen zu bisherigen Werten beruhen auf dem Wechsel auf die aktuellste Version der Ökobilanzdaten, sofern sie nicht explizit erläutert sind. Bei Minergie-ECO, Minergie-P-ECO und Minergie-A-ECO wurden für Neubauten und Modernisierungen ein oberer und ein unterer Grenzwert, die jeweils objektspezifisch festgelegt werden, definiert. Der Grenzwert 1 (GW1) bezeichnet den Übergang zwischen **gut** (grün) und **befriedigend** (orange), der Grenzwert 2 (GW2) den Übergang zwischen **befriedigend** (orange) und **unbefriedigend** (rot).



Der Grenzwert 1 ist streng (er wurde in Anlehnung an die Richtwerte des SIA-Merkblatts 2040 festgelegt) und bedarf einer optimalen Gebäudekonzeption.

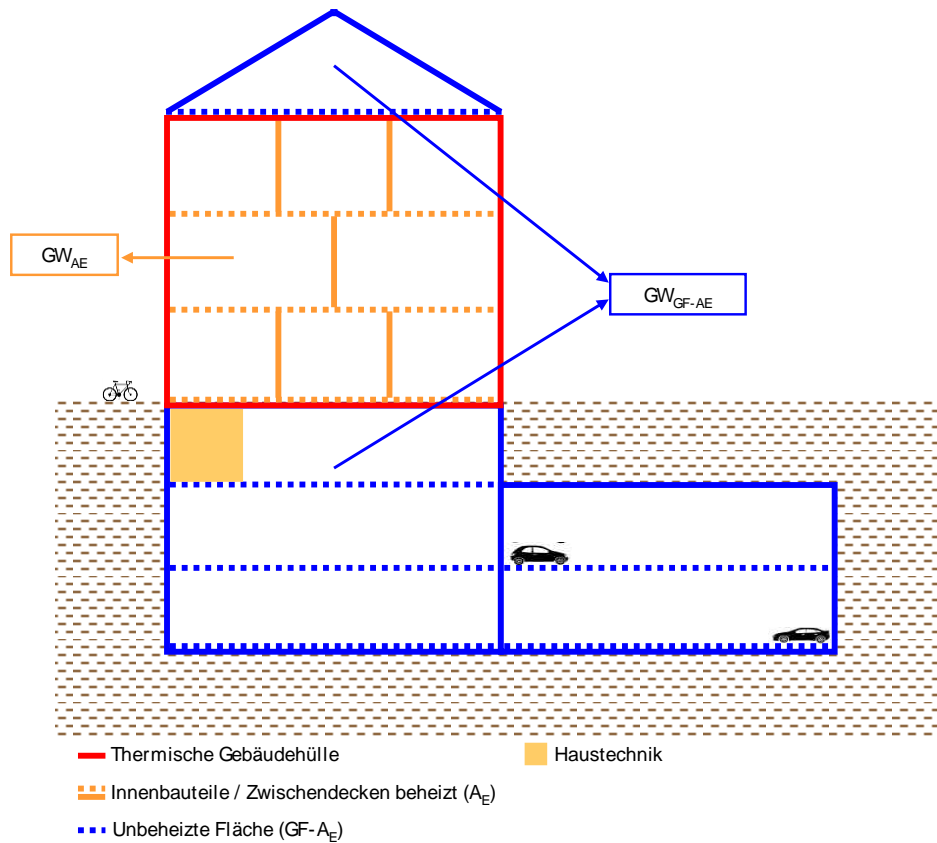
Um Neubauten mit weitgehender Nutzung erneuerbarer Energien (bsp. Photovoltaik) nicht zu bestrafen und Modernisierungen mit Teilsanierungen (bsp. nur Fensterersatz) nicht grundsätzlich zu belohnen, kommen objektspezifische Grenzwerte (GW1 und GW2) zur Anwendung. Um diese zu berechnen, werden Informationen zum Gebäude und seiner technischen Ausrüstung benötigt. Die Grenzwerte haben die Einheit kWh/m<sup>2</sup>a.

#### Neubau

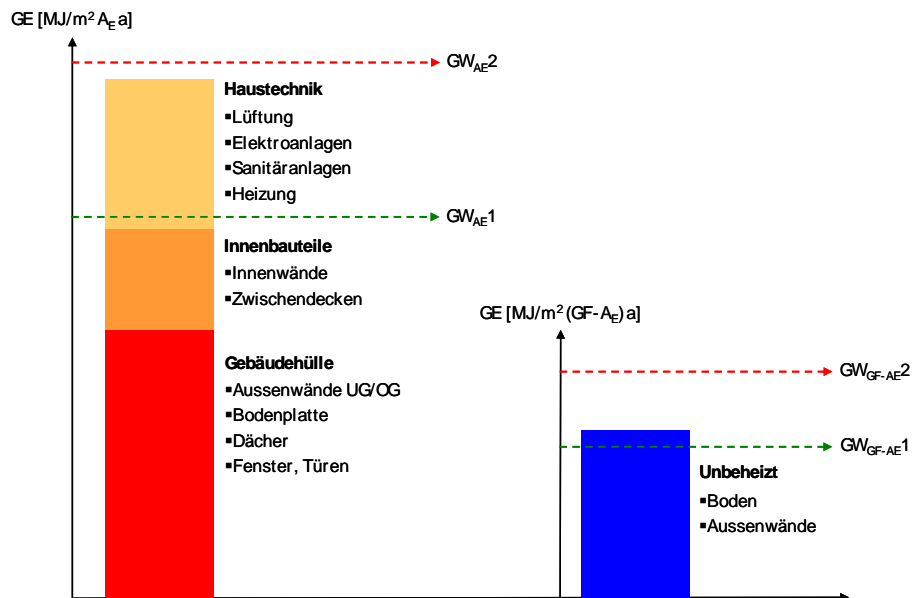
Für Neubauten ist die Eingabe folgender Gebäudeparameter notwendig:

- Gebäudehauptnutzung (Auswahl)
- Energiebezugsfläche (Fläche)
- Geschossfläche (Fläche)
- Erdsonde (Auswahl)
- Photovoltaik-Anlage (Fläche)
- Sonnenkollektoren (Fläche)

In den häufigsten Fällen besteht ein Gebäude aus einem beheizten und einem unbeheizten Teil. Für den Energienachweis nach Minergie (-P/-A) ist die Energiebezugsfläche die Referenzgröße. Entsprechend wurden Basisgrenzwerte für die beheizte Fläche ermittelt (GW<sub>AE</sub>). Da der unbeheizte Teil eines Gebäudes (z.B. Garage, Keller) ebenfalls in die Berechnung der gesamten Grauen Energie einfließen muss, wurden zudem entsprechende Basisgrenzwerte für die unbeheizte Fläche ermittelt (GW<sub>GF-AE</sub>), welche in die Grenzwertberechnung einfließen.



Die folgende Darstellung zeigt, wie sich der Basisgrenzwert für die beheizte Fläche (rot) und für die unbeheizte Fläche (blau) zusammensetzt:



Die Basisgrenzwerte für die beheizten und unbeheizten Flächen wurden aus den Richtwerten des Effizienzpfads Energie (SIA 2040) abgeleitet und mittels Fallbeispielen verifiziert. Folgende Tabelle fasst die Werte zusammen:

Nutzung	Grenzwert GWPEAE1 kWh/m <sup>2</sup> *a	Grenzwert GWPEAE2 kWh/m <sup>2</sup> *a	GWPE(GF-AE)1 kWh/m <sup>2</sup> *a	GWPE(GF-AE)2 kWh/m <sup>2</sup> *a
	Bzgl. Energiebezugsfläche AE		Bzgl. unbeheizte Fläche (GF-AE)	
Wohnen MFH	25.0	36.1		
Kleine Wohnbauten	27.8	40.3		
Verwaltung	30.6	41.7		
Schule	25.0	36.1		
Verkauf	47.2	58.3		
Restaurant	33.3	44.4	8.3	13.9
Museen	38.9	50.0		
Spital	44.4	55.6		
Industrie	38.9	50.0		
Kleine Schulbauten	27.8	40.3		
Sportbauten	38.9	50.0		

Die entsprechenden Werte für die Grauen Treibhausgasemissionen wurden wie folgt festgelegt:

Nutzung	Grenzwert GWTHAE1 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a	Grenzwert GWTHAE2 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a	GWTH(GF-AE)1 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a	GWTH(GF-AE)2 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a
	Bzgl. Energiebezugsfläche AE		Bzgl. unbeheizte Fläche (GF-AE)	
Wohnen MFH	9.0	13.0		
Kleine Wohnbauten	9.0	14.5		
Verwaltung	9.0	15.0		
Schule	9.0	13.0		
Verkauf	9.0	21.0		
Restaurant	9.0	16.0	3.0	5.0
Museen	12.0	18.0		
Spital	12.0	20.0		
Industrie	12.0	18.0		
Kleine Schulbauten	9.0	14.5		
Sportbauten	12.0	18.0		

Für die Haustechnikelemente werden folgende Basisgrenzwerte verwendet (Basisgrenzwerte 1 und 2 sind jeweils identisch):

Nutzung	PV-Anlage	Therm. Solarkollektoren	Erdsonden
	bzgl. Bauteilfläche		bzgl. Energiebezugsfläche (AE)
<b>Alle Nutzungen</b>	35.0 kWh/m <sup>2</sup> *a	49.2 kWh/m <sup>2</sup> *a	1.4 kWh/m <sup>2</sup> *a
	12.6 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a	17.7 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a	0.5 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a

Aus den Basisgrenzwerten und den dazugehörigen Flächen (beheizt und unbeheizt) sowie den Angaben der vorhandenen Haustechnikelemente errechnet sich der untere und obere objektspezifische **Grenzwert GW1 und GW2 in kWh/m<sup>2</sup>a**. Die objektspezifische Graue Energie bzw. Graue Treibhausgasemission eines Neubaus wird nun mit den objektspezifischen Grenzwerten in Relation gesetzt. Daraus ergibt sich der Erfüllungsgrad für die Graue Energie bzw. die Graue Treibhausgasemission für das spezifische Objekt.

### Modernisierung

Bei einer Modernisierung sind gegenüber Neubauten andere Gebäudeparameter einzugeben. Es wird davon ausgegangen, dass folgende Bauteile ersetzt oder ergänzt werden können: Aussenwände über Terrain, Dächer, Bodenplatte, Fenster/Aussentüren, Photovoltaikanlage, therm. Solarkollektoren, Erdsonden, Sanitäranlage, Elektroanlage, Lüftungsanlage, Wärmeerzeuger und -verteiler und die Innenbauteile. Für jedes dieser Elemente werden - sofern es Eingriffen unterzogen wurde - Basisgrenzwerte bestimmt. Zusammen mit folgenden Angaben werden die objektspezifischen Grenzwerte berechnet:

- Gebäudehauptnutzung (Auswahl)
- Minergie-Standard (Auswahl)
- Energiebezugsfläche (Fläche)
- Fläche der Aussenwände zu Erd- und Obergeschossen (Fläche)
- Fläche der Dächer (Fläche)
- Fläche der Bodenplatte (Fläche)
- Fläche der Fenster, Aussentüren und -tore (Fläche)
- Erdsonde (Auswahl)
- Photovoltaik-Anlage (Fläche)
- Therm. Solarkollektoren (Fläche)
- Lüftung ersetzen (Auswahl)
- Sanitäranlagen ersetzen (Auswahl)
- Elektroanlagen ersetzen (Auswahl)
- Wärmeerzeuger ersetzen (Auswahl)
- Wärmeverteilung ersetzen (Auswahl)
- Innenbauteile sanieren (Auswahl)

Die Grunddaten zur Bestimmung der Basisgrenzwerte stammen für die Gebäudehülle (pro m<sup>2</sup> Bauteilfläche) und für den Rest (pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche) aus der KBOB-Empfehlung. Die nachfolgenden Tabellen beschreiben die Basisgrenzwerte für die einzelnen Bauteile entweder in Funktion des Vorhandenseins, der Bauteilfläche oder der Energiebezugsfläche.



**Achtung:** Für die Minergie-Standards –P und –A müssen die unten aufgeführten Basisgrenzwerte für die Aussenbauteile mit dem **Faktor 1.2** multipliziert werden, um den höheren Materialeinsatz für den besseren Wärmeschutz zu berücksichtigen.

Nutzung	Aussenwände über Terrain [MJ/m <sup>2</sup> a]		Dächer [MJ/m <sup>2</sup> a]		Bodenplatte [MJ/m <sup>2</sup> a]		Fenster / Aus- sentüren [MJ/m <sup>2</sup> a]		Innenbauteile [MJ/m <sup>2</sup> a]	
	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2
	bzgl. Bauteilfläche									
<b>Wohnen MFH</b>	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
<b>Kleine Wohn- bauten</b>	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
<b>Verwaltung</b>	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
<b>Schule</b>	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
<b>Verkauf</b>	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
<b>Restaurant</b>	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
<b>Museen</b>	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
<b>Spital</b>	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
<b>Industrie</b>	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
<b>Kleine Schul- bauten</b>	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
<b>Sportbauten</b>	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8

Die entsprechenden Basisgrenzwerte für die Grauen Treibhausgasemissionen können nachfolgender Tabelle entnommen werden:

Nutzung	Aussenwände über Terrain [kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]		Dächer [kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]		Bodenplatte [kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]		Fenster / Aussentüren [kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]		Innenbauteile [kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]	
	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2
	bzgl. Bauteilfläche									
<b>Wohnen</b>										
<b>MFH</b>	0.7	1.4	1.05	1.75	1.05	1.75	3.15	4.55	0.35	0.7
<b>Kleine Wohnbauten</b>	0.7	1.4	1.05	1.75	1.05	1.75	3.15	4.55	0.35	0.7
<b>Verwaltung</b>	1.05	1.75	1.4	2.1	1.05	1.75	3.15	4.55	0.35	0.7
<b>Schule</b>	0.7	1.4	1.05	1.75	1.05	1.75	3.15	4.55	0.35	0.7
<b>Verkauf</b>	1.05	1.75	1.4	2.1	1.05	1.75	3.15	4.55	0.35	0.7
<b>Restaurant</b>	1.05	1.75	1.4	2.1	1.05	1.75	3.15	4.55	1.05	1.75
<b>Museen</b>	1.05	1.75	1.4	2.1	1.05	1.75	3.15	4.55	1.05	1.75
<b>Spital</b>	1.05	1.75	1.4	2.1	1.05	1.75	3.15	4.55	1.05	1.75
<b>Industrie</b>	1.05	1.75	1.4	2.1	1.05	1.75	3.15	4.55	1.05	1.75
<b>Kleine Schulbauten</b>	0.7	1.4	1.05	1.75	1.05	1.75	3.15	4.55	0.35	0.7
<b>Sportbauten</b>	1.05	1.75	1.4	2.1	1.05	1.75	3.15	4.55	0.35	0.7

Die Basisgrenzwerte für die Haustechnikelemente sind analog zu den Neubauten definiert:

Nutzung	PV-Anlage	Therm. Solarkollektoren	Erdsonden
	bzgl. Bauteilfläche		bzgl. Energiebezugsfläche (AE)
<b>Alle Nutzungen</b>	35 kWh/m <sup>2</sup> *a	49.2 kWh/m <sup>2</sup> *a	1.4 kWh/m <sup>2</sup> *a
	12.6 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a	17.7 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a	0.5 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> *a

Für die Modernisierung der Haustechnik sind folgende Basisgrenzwerte einzusetzen:

Nutzung	Lüftung [kWh/m <sup>2</sup> a]	Sanitäranlage [kWh/m <sup>2</sup> a]	Elektroanlage [kWh/m <sup>2</sup> a]	Wärmeerzeugung [kWh/m <sup>2</sup> a]	Wärmeverteilung [kWh/m <sup>2</sup> a]	Wärmeabgabe [kWh/m <sup>2</sup> a]
	bzgl. beheizte Fläche (AE)					
	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>
<b>Wohnen MFH</b>	1.8	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
<b>Kleine Wohnbauten</b>	1.8	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
<b>Verwaltung</b>	3.9	0.7	3.9	0.2	1.1	0.8
<b>Schule</b>	3.9	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
<b>Verkauf</b>	6.5	1.6	2.9	0.2	1.1	0.8
<b>Restaurant</b>	8.6	0.7	3.9	0.2	1.1	0.8
<b>Museen</b>	3.9	0.7	3.9	0.2	1.1	0.8
<b>Spital</b>	5.2	1.6	3.9	0.2	1.1	0.8
<b>Industrie</b>	6.5	1.6	3.9	0.2	1.1	0.8
<b>Kleine Schulbauten</b>	2.9	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
<b>Sportbauten</b>	6.5	1.6	2.9	0.2	1.1	0.8

Die entsprechenden Basisgrenzwerte für die Grauen Treibhausgasemissionen können nachfolgender Tabelle entnommen werden:

Nutzung	Lüftung	Sanitäranlage	Elektroanlage	Wärmeerzeugung	Wärmeverteilung	Wärmeabgabe
	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]	[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a]
	bzgl. beheizte Fläche (AE)					
	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>	<b>GW1=GW2</b>
<b>Wohnen MFH</b>	0.455	0.406	0.469	0.056	0.287	0.203
<b>Kleine Wohnbauten</b>	0.455	0.406	0.469	0.056	0.287	0.203
<b>Verwaltung</b>	0.973	0.168	0.973	0.056	0.287	0.203
<b>Schule</b>	0.973	0.392	0.469	0.056	0.287	0.203
<b>Verkauf</b>	1.638	0.392	0.721	0.056	0.287	0.203
<b>Restaurant</b>	2.17	0.168	0.973	0.056	0.287	0.203
<b>Museen</b>	0.973	0.168	0.973	0.056	0.287	0.203
<b>Spital</b>	1.309	0.392	0.973	0.056	0.287	0.203
<b>Industrie</b>	1.638	0.392	0.973	0.056	0.287	0.203
<b>Kleine Schulbauten</b>	0.728	0.392	0.469	0.056	0.287	0.203
<b>Sportbauten</b>	1.638	0.392	0.721	0.056	0.287	0.203

Der untere Grenzwert (GW1) und der obere Grenzwert (GW2) errechnen sich ähnlich wie bei den Neubauten aus den sanierten Bauteilflächen und den entsprechenden Basisgrenzwerten, der vorhandenen Haustechnik (inkl. Fläche für PV-Anlage und Sonnenkollektoren) und der Innenbauteile. Diese Werte werden anschliessend auf die Energiebezugsfläche bezogen. Daraus ergeben sich die objektspezifischen Grenzwerte für eine Modernisierung.

## 5 Weiterführende Literatur/Kurse

- SIA Merkblatt 2032 „Graue Energie von Gebäuden“, Bezug: [www.sia.ch](http://www.sia.ch)
- Fachbuch „Gesund und ökologisch bauen mit Minergie-Eco“, Bezug: [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?ext-lang=de&name=de\\_739464424.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?ext-lang=de&name=de_739464424.pdf)
- Minergie-ECO Kurse: [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)
- Eco-bau-Kurse: [www.eco-bau.ch](http://www.eco-bau.ch)