

Berechnung der Grauen Energie und der Treibhausgasemissionen beim Minergie Zusatzprodukt ECO

Anpassungen gegenüber der Version 1.3 von 2021 sind **blau** markiert.

Minergie Schweiz
Bäumleingasse 22
4051 Basel

T 061 205 25 50
info@minergie.ch
www.minergie.ch

Zertifizierungsstelle Minergie-ECO
c/o Basler & Hofmann AG
Bahnhofstrasse 8
9000 St. Gallen

T 071 652 60 99
eco@minergie.ch

Die Minergie-ECO Leadingpartner



Inhalt

1	Graue Energie und SIA-Merkblatt 2032	3
2	Aufbau dieser Anleitung	4
3	Berechnung der Grauen Energie und der grauen Treibhausgasemissionen	5
3.1	Zugelassene Software und Instrumente	5
3.2	Erfassungsmethode	5
3.3	Neubau	5
3.4	Erneuerung	8
4	Grenzwerte Graue Energie	11
4.1	Grenzwerte Graue Energie beim Zusatzprodukt ECO	11
4.2	Neubau	11
4.3	Erneuerung	14
5	Weiterführende Literatur/Kurse	18

1 Graue Energie und SIA-Merkblatt 2032

Die Berechnungen der Grauen Energie und der Grauen Treibhausgasemissionen des [Minergie-Zusatzprodukts 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 (CO₂, Methan, Stickoxid und weitere klimawirksame Gase), die im gleichen Bezugsrahmen wie die Graue Energie emittiert wird, bezeichnet. Sie wird als äquivalente CO₂-Emissionsmenge ausgedrückt.

Datengrundlage für die Baustoffe ist die KBOB-Empfehlung «Ökobilanzdaten im Baubereich», die branchenübliche Materialien und Prozesse bezüglich ihrer Umweltrelevanz bewertet. 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 [Nachweis ECO](#) 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/m²a für die Graue Energie (Kilowattstunden pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr) bzw. kg CO_{2eq}/m²a für die Grauen Treibhausgasemissionen.

Da das Vorgehen der Berechnung für die Graue Energie und die Grauen 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 Erneuerung eines existierenden Objekts mit Hilfe einer Software (linke Spalte), andererseits die dazugehörige Berechnung der Grenzwerte für die [Zertifizierungen des Zusatzprodukts ECO](#) (rechte Spalte):

Berechnung Graue Energie Neubau	Grenzwerte Graue Energie Neubau
<ul style="list-style-type: none"> – Thermische Gebäudehülle – Gebäudehülle unbeheizt – Innenbauteile: Innenwände und Decken – Haustechnik (Erdsonden, Photovoltaik, Sonnenkollektoren, Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär- und Elektroanlagen) – Aushub 	<ul style="list-style-type: none"> – Nutzung (Verwaltung, Schule, Wohnen EFH/MFH, Sportbauten, Verkauf, Restaurant, Museen, Spital, Industrie, Kleine Schulbauten) – Energiebezugsfläche pro Nutzung – Geschossfläche – Haustechnik (nur Erdsonden, Photovoltaik und Sonnenkollektoren)

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

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. Beim [Zusatzprodukt 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 [Nachweis ECO](#) stehen zurzeit die folgenden Instrumente zur Verfügung:

- [Enerweb – 380/1 ECO Software](#)
- [GREG – Graue Energie von Gebäuden](#)
- [Lesosai – Energie- und Ökobilanzen von Gebäuden](#)
- [Thermo Bauphysik – Für Energienachweise](#)

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.

Für kleine Wohn- und Schulneubauten bis 1'000 m² Energiebezugsfläche (A_E bzw. EBF) darf die im Minergie-Nachweis integrierte Berechnung «THGE Erstellung» als Nachweis für den Zusatz ECO über alle Planungsphasen verwendet werden (provisorische und definitive Zertifizierung). Für alle übrigen Neubauten darf sie nur als Nachweis für den Zusatz ECO in der Projektierungsphase verwendet werden (provisorische Zertifizierung). Es wird empfohlen, über alle Planungsphasen das gleiche Nachweisinstrument zu verwenden.

3.2 Erfassungsmethode

Zur Berechnung der spezifischen Grauen Energie sind die Bauteile der Gebäudehülle (Ausmasse können aus dem Systemnachweis SIA 380/1 übernommen werden), 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. Solarthermieranlagen und Erdsonden)
- D07 Lufttechnische Anlage
- D08 Wassertechnische Anlage

Folgende Grundsätze gelten bei der Erfassung der Bauteile (aus SIA 2032, Ziffern 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 zu bilanzieren:
 - 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.

Die Fläche von Photovoltaik-Anlagen ist, um Kongruenz mit den Minergie-Standards zu schaffen, gemäss der Eigenverbrauchsrate der Anlage und ihrem Anteil der Netzeinspeisung zu berücksichtigen. Der Flächenanteil des Eigenverbrauchs ist dabei zu 100 % und der Anteil der Netzeinspeisung zu 40 % einzuberechnen. Zum Beispiel muss eine PV-Anlage mit 100 m² Fläche und 50 % Eigenverbrauchsrate nur mit 70 m² einberechnet werden.

Vereinfachte Erfassung der Innenbauteile, unbeheizten Bauteile, 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, [anteilig gemäss Eigenverbrauchsrate](#))
- Sonnenkollektoren (Fläche)

Auf Basis obiger Angaben wird mittels Durchschnittswerte 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).

3.4 Erneuerung

Um die Zertifizierung für Erneuerungen 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 des «Fragenkatalogs Erneuerung Graue Energie/THGE» (Download unter <https://www.minergie.ch/de/zertifizieren/eco/>). 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 m² und für alle anderen Gebäudetypen mit einer Energiebezugsfläche von weniger als 2'000 m² anwendbar. Für alle anderen Objekte muss eine Berechnung gemäss folgendem Vorgehen durchgeführt werden:

Detaillierte Erfassung

Es wird davon ausgegangen, dass mindestens die Tragstruktur des Gebäudes erhalten bleibt. In folgenden Fällen sind 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 Erneuerung. Falls zusätzliche Geschosse erstellt werden (z. B. Unterkellerung oder Aufstockung des Gebäudes), so sind diese Gebäudeteile als Neubauten separat zu erfassen.

Vereinfachte Erfassung

Bei der vereinfachten Erfassung einer Erneuerung 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.

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

Gebäude:

- Raumhöhe (Länge)
- Energiebezugsfläche (Fläche)

Erneuerung:

- Eingriffsstärke (Auswahl)

Innenwände:

- Grundrisstyp (Auswahl)
- Konstruktionstyp Ersatz (Auswahl)

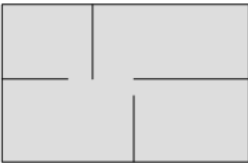
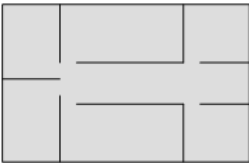
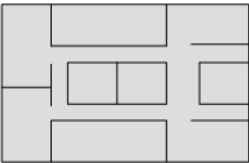
Haustechnik:

- Nutzung (Auswahl)
- Erdsonde (Auswahl)
- Minergie-Standard (Auswahl)
- Photovoltaik-Anlage (Fläche, [anteilig gemäss Eigenverbrauchsrate](#))
- Sonnenkollektoren (Fläche)

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

Grundrisstypen

Folgende Grundrisstypen stehen zur Auswahl:

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

Stufen der Eingriffstiefe

Die Einstufung von Erneuerungsmassnahmen 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 Erneuerungsmassnahmen. Es müssen keine Erneuerungsanteile berechnet 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 nichttragende Wände) wird entfernt und die Hälfte davon wieder andernorts aufgebaut (Konstruktionstyp Ersatz, siehe vereinfachte Erfassung 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 nichttragende Wände) wird entfernt und die Hälfte davon wieder andernorts erstellt (Konstruktionstyp Ersatz, siehe vereinfachte Erfassung oben).
- Ca. 10 % der gesamten Innenwandfläche wird mit einem einfachen Mauerwerk (Backstein 15 cm mit Verputz) zugemauert.
- Verputzen von ca. 5 % der gesamten Innenwandfläche.
- Beidseitiges Streichen der gesamten Innenwandfläche.
- Streichen der gesamten Deckenfläche.

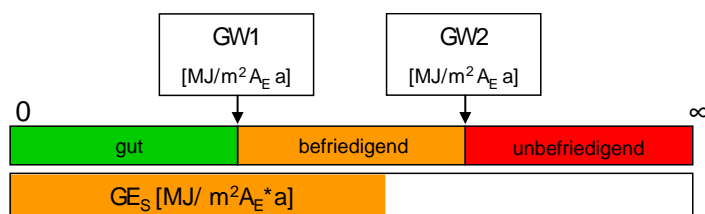
Vorsicht: Diese Eingriffstiefen können nur für die Erneuerung von Innenwänden verwendet werden. Falls die Eingriffstiefe grösser ist als dargestellt, oder Zwischendecken ersetzt bzw. neu erstellt werden, müssen diese Bauteile detailliert erfasst werden.

4 Grenzwerte Graue Energie

4.1 Grenzwerte Graue Energie beim Zusatzprodukt ECO

Die Grenzwerte der Grauen Energie und grauen Treibhausgasemissionen beruhen auf den «Ökobilanzdaten im Baubereich» (KBOB-Empfehlung 2009/1, [Stand 2022, Version 3](#)). Abweichungen zu bisherigen Werten beruhen auf dem Wechsel auf die aktuellste Version der Ökobilanzdaten, sofern sie nicht explizit erläutert sind.

Beim **Zusatzprodukt ECO** wurden für Neubauten und Erneuerungen 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 wurde [in Anlehnung an die Richtwerte des SIA-Merkblatts 2040 «Effizienzpfad Energie» festgelegt](#) und bedarf einer optimalen Gebäudekonzeption.

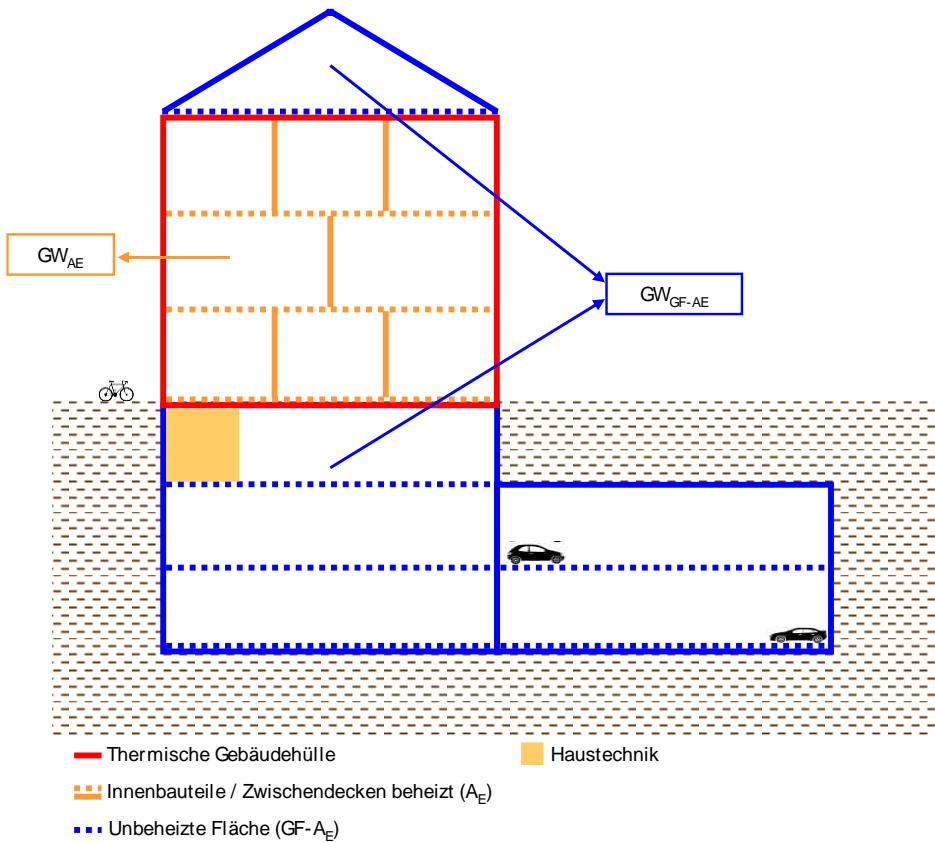
Um Neubauten mit weitgehender Nutzung erneuerbarer Energien (z. B. Photovoltaik) nicht zu bestrafen und Erneuerungen mit Teilsanierungen (z. B. nur Fensterersatz) nicht grundsätzlich zu belohnen, kommen objektspezifische Grenzwerte (GW1 und GW2) zur Anwendung. Um diese zu berechnen, werden Informationen zum Gebäude und seiner technischen Ausrüstung benötigt. Die Grenzwerte haben die Einheit kWh/m²a.

4.2 Neubau

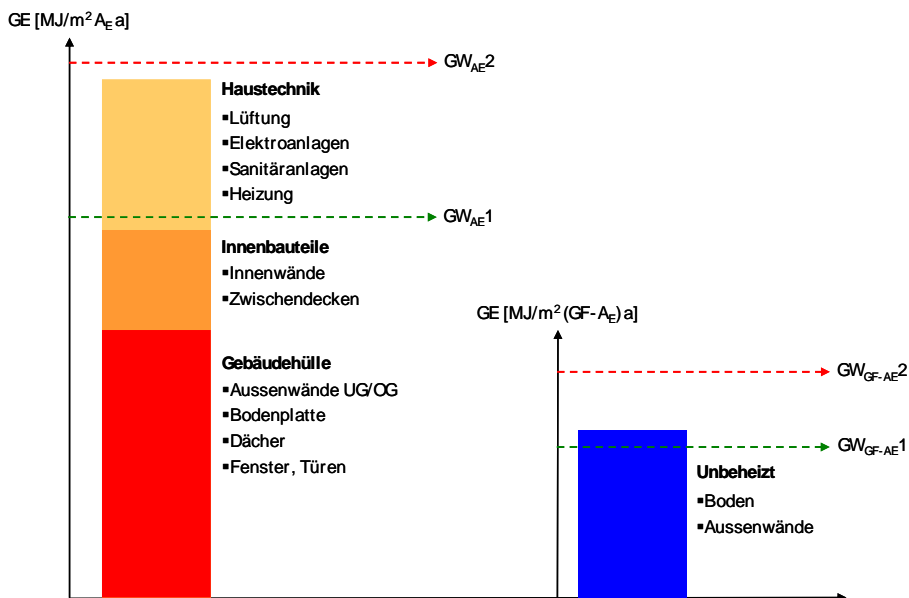
Für Neubauten ist die Eingabe folgender Gebäudeparameter notwendig:

- Gebäudehauptnutzung (Auswahl)
- Energiebezugsfläche (Fläche)
- Geschossfläche (Fläche)
- Erdsonde (Auswahl)
- Photovoltaik-Anlage (Fläche, [anteilig gemäss Eigenverbrauchsrate](#))
- 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_{AE}). 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_{GF-AE}), 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 SIA-Merkblatts 2040 «Effizienzpfad Energie» abgeleitet und mittels Fallbeispielen verifiziert. Folgende Tabelle fasst die Werte zusammen:

Nutzung	Grenzwert GW_{PEAE1} [kWh/m ² *a]	Grenzwert GW_{PEAE2} [kWh/m ² *a]	$GW_{PE(GF-AE)1}$ [kWh/m ² *a]	$GW_{PE(GF-AE)2}$ [kWh/m ² *a]
Bezug	bzgl. Energiebezugsfläche A_E		bzgl. unbeheizte Fläche (GF- A_E)	
Wohnen MFH	28	35	8.3	13.3
Kleine Wohnbauten	28	37		
Verwaltung	28	39		
Schule	28	39		
Verkauf	39	57		
Restaurant	28	44		
Museen	39	50		
Spital	39	56		
Industrie	39	50		
Kleine Schulbauten	28	40		
Sportbauten	39	50		

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

Nutzung	Grenzwert GW_{THAE1} [kg CO _{2eq} /m ² *a]	Grenzwert GW_{THAE2} [kg CO _{2eq} /m ² *a]	$GW_{TH(GF-AE)1}$ [kg CO _{2eq} /m ² *a]	$GW_{TH(GF-AE)2}$ [kg CO _{2eq} /m ² *a]
Bezug	bzgl. Energiebezugsfläche A_E		bzgl. unbeheizte Fläche (GF- A_E)	
Wohnen MFH	8.0	10.0	2.8	4.5
Kleine Wohnbauten	8.0	10.5		
Verwaltung	8.0	11.0		
Schule	8.0	11.0		
Verkauf	11.0	16.0		
Restaurant	8.0	13.0		
Museen	11.0	14.0		
Spital	11.0	16.0		
Industrie	11.0	14.0		
Kleine Schulbauten	8.0	11.5		
Sportbauten	11.0	14.0		

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

Nutzung	PV-Anlage ¹	Thermische Solarkollektoren ²	Erdsonden ³
Bezug	bzgl. Bauteilfläche ⁴		bzgl. EBF (A _E)
Alle Nutzungen	25.5 kWh/m ² *a	22.2 kWh/m ² *a	1.4 kWh/m ² *a
	7.1 kg CO ₂ /m ² *a	5.6 kg CO ₂ /m ² *a	0.3 kg CO ₂ /m ² *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/m²a. Die objektspezifische Graue Energie bzw. Graue Treibhausgasemissionen eines Neubaus wird nun mit den objektspezifischen Grenzwerten in Relation gesetzt. Daraus ergibt sich der Erfüllungsgrad für die Graue Energie bzw. die Grauen Treibhausgasemissionen für das spezifische Objekt.

4.3 Erneuerung

Bei einer Erneuerung 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, thermische 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, anteilig gemäss Eigenverbrauchsrate)
- Thermische Solarkollektoren (Fläche)
- Lüftung ersetzen (Auswahl)
- Sanitäranlagen ersetzen (Auswahl)
- Elektroanlagen ersetzen (Auswahl)

¹ Basis stellt der Datensatz 34.024 «Solarstromanlage» der [KBOB-Ökobilanzdaten 2022, Version 3](#) dar. Es wird von einer Leistung von 200 W_p/m² ausgegangen.

² Basis stellt der Datensatz 31.009 «Flachkollektor für Warmwasser MFH» der [KBOB-Ökobilanzdaten 2022, Version 3](#) dar.

³ Basis stellt der Datensatz 31.016 „Erdsonden, für Sole-Wasser-Wärmepumpe“ der [KBOB-Ökobilanzdaten 2022, Version 3](#) dar. Es wird von einer Entnahmelistung von 36 W/m, einem Wärmeleistungsbedarf von 20 W/m² EBF und einer Arbeitszahl der Wärmepumpe von 4 ausgegangen. Für alle Minergie-Standards ist derselbe Wert zu verwenden.

⁴ Die anteilige Berücksichtigung der Fläche von PV-Anlagen ist in Kapitel 3.3 beschrieben.

- Wärmeerzeuger ersetzen (Auswahl)
- Wärmeverteilung ersetzen (Auswahl)
- Innenbauteile sanieren (Auswahl)

Die Grunddaten zur Bestimmung der Basisgrenzwerte stammen für die Gebäudehülle (pro m² Bauteilfläche) und für den Rest (pro m² Energiebezugsfläche) aus den KBOB-Ökobilanzdaten. 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 [kWh/m ² a]		Dächer [kWh/m ² a]		Bodenplatte [kWh/m ² a]		Fenster/Aussentüren [kWh/m ² a]		Innenbauteile [kWh/m ² a]	
	bzgl. Bauteilfläche								bzgl. EBF (A _E)	
Bezug	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2
Wohnen MFH	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Kleine Wohnbauten	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Verwaltung	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Schule	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Verkauf	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Restaurant	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
Museen	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
Spital	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
Industrie	4.2	6.9	5.6	8.3	4.2	6.9	12.5	18.1	4.2	6.9
Kleine Schulbauten	2.8	5.6	4.2	6.9	4.2	6.9	12.5	18.1	1.4	2.8
Sportbauten	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 ₂ /m ² a]		Dächer [kg CO ₂ /m ² a]		Bodenplatte [kg CO ₂ /m ² a]		Fenster/Aussentüren [kg CO ₂ /m ² a]		Innenbauteile [kg CO ₂ /m ² a]	
	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2
Bezug	bzgl. Bauteilfläche								bzgl. EBF (A _E)	
Wohnen MFH	0.78	1.57	1.18	1.93	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Kleine Wohnbauten	0.78	1.57	1.18	1.93	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Verwaltung	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Schule	0.78	1.57	1.18	1.93	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Verkauf	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Restaurant	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	1.18	1.93
Museen	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	1.18	1.93
Spital	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	1.18	1.93
Industrie	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	1.18	1.93
Kleine Schulbauten	0.78	1.57	1.18	1.93	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78
Sportbauten	1.18	1.93	1.57	2.32	1.43	2.35	3.00	4.34	0.39	0.78

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

Nutzung	PV-Anlage	Thermische Solarkollektoren	Erdsonden
Bezug	bzgl. Bauteilfläche ⁵		bzgl. EBF (A _E)
Alle Nutzungen	25.5 kWh/m ² *a	22.2 kWh/m ² *a	1.4 kWh/m ² *a
	7.1 kg CO ₂ /m ² *a	5.6 kg CO ₂ /m ² *a	0.3 kg CO ₂ /m ² *a

⁵ Die anteilige Berücksichtigung der Fläche von PV-Anlagen ist in Kapitel 3.3 beschrieben.

Für die Erneuerung der Haustechnik sind folgende Basisgrenzwerte einzusetzen:

Nutzung	Lüftung [kWh/m ² a]	Sanitär- anlage [kWh/m ² a]	Elektro- anlage [kWh/m ² a]	Wärmeer- zeugung [kWh/m ² a]	Wärme- verteilung [kWh/m ² a]	Wärme- abgabe [kWh/m ² a]
Bezug	bzgl. Energiebezugsfläche A _E					
	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2
Wohnen MFH	1.8	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
Kleine Wohnbauten	1.8	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
Verwaltung	3.9	0.7	3.9	0.2	1.1	0.8
Schule	3.9	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
Verkauf	6.5	1.6	2.9	0.2	1.1	0.8
Restaurant	8.6	0.7	3.9	0.2	1.1	0.8
Museen	3.9	0.7	3.9	0.2	1.1	0.8
Spital	5.2	1.6	3.9	0.2	1.1	0.8
Industrie	6.5	1.6	3.9	0.2	1.1	0.8
Kleine Schulbauten	2.9	1.6	1.9	0.2	1.1	0.8
Sportbauten	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 [kg CO ₂ / m ² a]	Sanitär- anlage [kg CO ₂ / m ² a]	Elektro- anlage [kg CO ₂ / m ² a]	Wärmeer- zeugung [kg CO ₂ / m ² a]	Wärme- verteilung [kg CO ₂ / m ² a]	Wärme- abgabe [kg CO ₂ / m ² a]
Bezug	bzgl. Energiebezugsfläche A _E					
	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2
Wohnen MFH	0.41	0.38	0.42	0.04	0.25	0.18
Kleine Wohnbauten	0.41	0.38	0.42	0.04	0.25	0.18
Verwaltung	0.90	0.17	0.86	0.04	0.25	0.18
Schule	0.90	0.38	0.42	0.04	0.25	0.18
Verkauf	1.50	0.38	0.64	0.04	0.25	0.18
Restaurant	1.98	0.17	0.86	0.04	0.25	0.18
Museen	0.90	0.17	0.86	0.04	0.25	0.18
Spital	1.20	0.38	0.86	0.04	0.25	0.18
Industrie	1.50	0.38	0.86	0.04	0.25	0.18
Kleine Schulbauten	0.67	0.38	0.42	0.04	0.25	0.18
Sportbauten	1.50	0.38	0.64	0.04	0.25	0.18

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 Erneuerung.

5 Weiterführende Literatur/Kurse

- SIA-Merkblatt 2032:2020 «Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden»,
Bezug unter: <https://shop.sia.ch/>
- Minergie-ECO-Kurse: <https://www.minergie.ch/de/kurse/kursangebot/>
- Lehrgang ecobau: <https://www.ecobau.ch/de/lehrgang>