

Berechnung der grauen Energie bei

MINERGIE-A®, MINERGIE-ECO®, MINERGIE-P-ECO® und

MINERGIE-A-ECO® BAUTEN

Autorin
Irina Moor

Minergie-ECO Schweiz
Bahnhofstrasse 8
9000 St. Gallen
T 071 540 38 93
eco@minergie.ch
www.minergie.ch

Inhalt

- 1 Graue Energie und SIA Merkblatt 2032
- 2 Aufbau dieser Anleitung
- 3 Berechnung der grauen Energie
 - 3.1 Zugelassene Software und Instrumente
 - 3.2 Erfassungsmethode
 - 3.3 Neubau
 - 3.4 Modernisierung
- 4 Grenzwerte Graue Energie
 - 4.1 Einleitung
 - 4.2 Grenzwerte Graue Energie bei MINERGIE-A (nur bis Ende 2016)
 - 4.3 Grenzwerte Graue Energie bei MINERGIE (-P,-A)-ECO
- 5 Weiterführende Literatur / Kurse

1. Graue Energie und SIA Merkblatt 2032

Die Berechnung der Grauen Energie von MINERGIE-A, MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO und MINERGIE-A-ECO richtet sich nach dem SIA Merkblatt 2032 „Graue Energie 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.

Datengrundlage für die Baustoffe ist die KBOB-Empfehlung "Ökobilanzdaten im Baubereich", in welcher branchenübliche Produkte und Prozesse bezüglich ihrer Umweltrelevanz bewertet werden. Die Nutzungsdauer von Gebäuden wird mit 60 Jahren angenommen. Bauteile, die eine kürzere Nutzungsdauer aufweisen und vorher ersetzt werden müssen, werden entsprechend mehrfach erfasst. Der Bilanzperimeter umfasst das gesamte Gebäude inklusive beheizter und unbeheizter Gebäudeteile.

Im MINERGIE-ECO-Nachweis bezieht sich die berechnete Gesamtsumme der Grauen Energie pro Jahr auf die Energiebezugsfläche A_E . Dies ergibt den spezifischen Wert der Grauen Energie in $\text{MJ/m}^2\text{a}$ resp. $\text{kWh/m}^2\text{a}$. (Megajoule resp. Kilowattstunden pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr).

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):

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

Die linke Spalte beschreibt die Elemente, welche zur Berechnung der Grauen Energie berücksichtigt werden müssen. Die angegebenen Parameter in der rechten Spalte sind Eingabeinformationen, welche den Grenzwert der Grauen Energie bestimmen. Für MINERGIE-ECO ist dieser Grenzwert dynamisch (abhängig vom vorliegenden Projekt).

3. Berechnung der Grauen Energie

3.1 Zugelassene Software und Instrumente

Für die Berechnung der Grauen Energie im MINERGIE-Nachweis stehen zurzeit die folgenden Instrumente zur Verfügung.

- Der **elektronische Bauteilkatalog** (www.bauteilkatalog.ch; Expert MINERGIE Graue Energie)
- **Lesosai** (www.lesosai.com ab Lesosai 7.1 mit vollständigem ECO-Nachweis)
- **GREG** (www.energiekonzepte.ch/greg/)
- **Enerweb 380/1** (www.enerweb.ch)
- **Thermo** (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), Innenbauteile, Haustechnik sowie Aushub zu berücksichtigen.

Die Detaillierte Erfassung erfolgt nach Elementgruppen gemäss Hochbau eBKP-H (2009). Für die Erfassung der Innenbauteile, der Haustechnik und - bei einem Neubau - der unbeheizten Bauteile und des Aushubs wird alternativ eine vereinfachte Erfassung angeboten.

3.3 Neubau

Detaillierte Erfassung

Es werden folgende **Elementgruppen** gemäss Baukostenplan Hochbau eBKP-H (2009) berücksichtigt (Auszug aus SIA 2032, Ziffer 3.2.3). Bei der Erfassung können Kleinteile (z.B. Befestigungen) und Einbauten (z.B. Küchen, Einbauschränke, Möblierung) vernachlässigt werden:

- Aushub:
 - B 6.2 Aushub, nicht kontaminiert
- Gebäudehülle (beheizt und unbeheizt):
 - C 1 Fundament
 - C 2.1 (A) Aussenwand Konstruktionen (unter Terrain)
 - C 2.1 (B) Aussenwand Konstruktionen (über Terrain)
 - C 4.3 Balkon
 - C 4.4 Dachkonstruktion
 - E 1 Äussere Wandbekleidungen unter Terrain
 - E 2 Äussere Wandbekleidungen über Terrain
 - E 3 Einbauten zu Aussenwand (Fenster, Türen, Tore) (ohne Sonnenschutz und Absturzsicherung Aussenwand)
 - F 1 Dachhaut
 - F 2 Einbauten zu Dach (ohne Absturzsicherung Dach)
- Innenbauteile:
 - C 2.2 Innenwandkonstruktion (inkl. Innenfenster und Innentür/Innentor)
 - C 3 Stützenkonstruktion
 - C 4.1 Decke (inkl. Treppe/Rampe)
 - G 1 Trennwand (inkl. Innenfenster und Innentür/Innentor)
 - G 2 Bodenbelag
 - G 3 Wandbekleidung, Stützenbekleidung
 - G 4 Deckenbekleidung, Dachbekleidung innen

- Haustechnik:
 - D 1 Elektroanlagen (inkl. Photovoltaik)
 - D 5 Wärmeanlagen (inkl. Erdsonden und Sonnenkollektoren)
 - D 7 Lufttechnische Anlagen
 - D 8 Wasseranlagen (ohne Entsorgungsleitung und Druckluft-/ Vakuumanlage)

Folgende Berechnungsgrundsätze müssen bei der Erfassung der Bauteile berücksichtigt werden (aus SIA 2032):

- Aussenwände werden mit ihren Aussenabmessungen berechnet (gem. SIA 416/1)
- Decken werden ohne Abzüge für Schächte oder Treppen durchgerechnet, Treppen werden nicht berechnet.
- Innenwände werden mit Innenabmessungen und ohne Abzüge für Türen, Leitungs- oder Kanaldurchbrüche durchgerechnet. Türen und Türzargen werden nicht berechnet.
- Boden- und Deckenbekleidungen werden ohne Abzug der Konstruktionsflächen durchgerechnet.
- Kleine Bauteile, wie Aussentreppen ins UG, Lichtschächte und Notausstiege, können vernachlässigt werden.
- Lineare Elemente am Rande von Bauteilen, wie Dachrinnen, Fensterzargen usw., können vernachlässigt werden.

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 der Innenbauteile, der unbeheizten Bauteile, der Haustechnik und des Aushubs 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 der Fragenliste „Graue Energie Modernisierung“ (Siehe Excel-Tool für die Berechnung der Grauen Energie, Download unter www.minergie.ch). Falls alle Fragen der Liste mit „Ja“ beantwortet werden können, darf auf eine Berechnung der Grauen Energie verzichtet werden.

Die Fragenliste 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

Für die Modernisierung müssen die Bauteile, welche wesentlichen Massnahmen unterzogen werden, erfasst werden. Es wird davon ausgegangen, dass mindestens die Tragstruktur 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. streichen), so gelten diese nicht als Modernisierung. Falls zusätzliche Geschosse erstellt werden (Bsp. Unterkellerung oder Aufstockung des Gebäudes), so sind diese Arbeiten als Neubauten und somit separat zu erfassen.

Bei der vereinfachten Erfassung einer Modernisierung fällt kein Aushub an. Die Graue Energie der Innenbauteile wird aufgrund der Annahme, dass der grösste Anteil der Innenbauteile beheizt ist, diesen zugeordnet.

Vereinfachte Erfassung

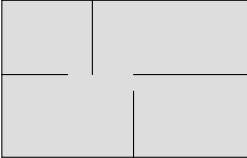
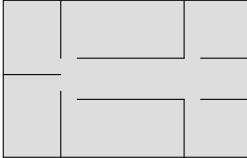
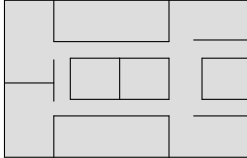
Da die detaillierte Erfassung der Innenbauteile und der Haustechnik einen grossen Aufwand bedeuten kann, wird für die Modernisierung ebenfalls eine vereinfachte Erfassung angeboten. Dafür werden folgende Informationen benötigt:

- 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).

Grundrisstyp

Es kann aus folgenden Grundrisstypen ausgewählt werden:

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

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 Stahlträgern 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 Einleitung

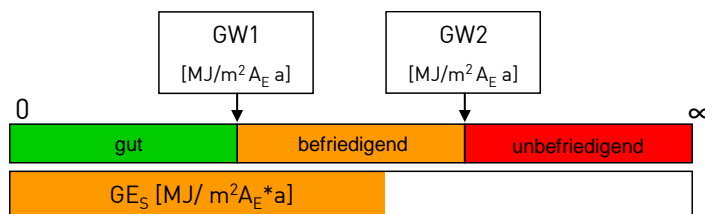
Die Grenzwerte der Grauen Energie beruhen auf den Ökobilanzdaten im Baubereich Stand 2014. Abweichungen zu bisherigen Werten beruhen auf dem Wechsel auf die aktuellen Ökobilanzdaten sofern sie nicht explizit erläutert sind. Die Grenzwerte von MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO oder MINERGIE-A-ECO sind als dynamische Grenzwerte definiert.

4.2 Grenzwerte Graue Energie bei MINERGIE-A (nur bis Ende 2016)

Bei MINERGIE-A wurde der Grenzwert für Graue Energie in der Version 2017 aufgehoben. In den Vorversionen gilt für alle verfügbaren Gebäudekategorien ein fixer Grenzwert von 50 kWh/m²a. Der Grenzwert für die Graue Energie bei MINERGIE-A ist als relativ milde Anforderung definiert. Die Nichterreichung führt direkt zum Ausschluss. Weitere Details bezüglich der Anforderung an MINERGIE-A wie z.B. die Anrechenbarkeit von Photovoltaik-Erträgen sind im Nutzungsreglement von MINERGIE-A (Versionen bis Ende 2016) definiert.

4.3 Grenzwerte Graue Energie bei MINERGIE (-P, -A) -ECO

Bei MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO und MINERGIE-A-ECO gelten für Neubauten und Modernisierungen ein oberer und ein unterer Grenzwert, die jeweils objektspezifisch festgelegt werden. Der obere Grenzwert ist streng und bedarf einer optimalen Gebäudekonzeption. Zwei Grenzwerte bezeichnen den Übergang zwischen **gut** (grün) und **befriedigend** (orange) (GW1) sowie zwischen **befriedigend** (orange) und **unbefriedigend** (rot) (GW2).



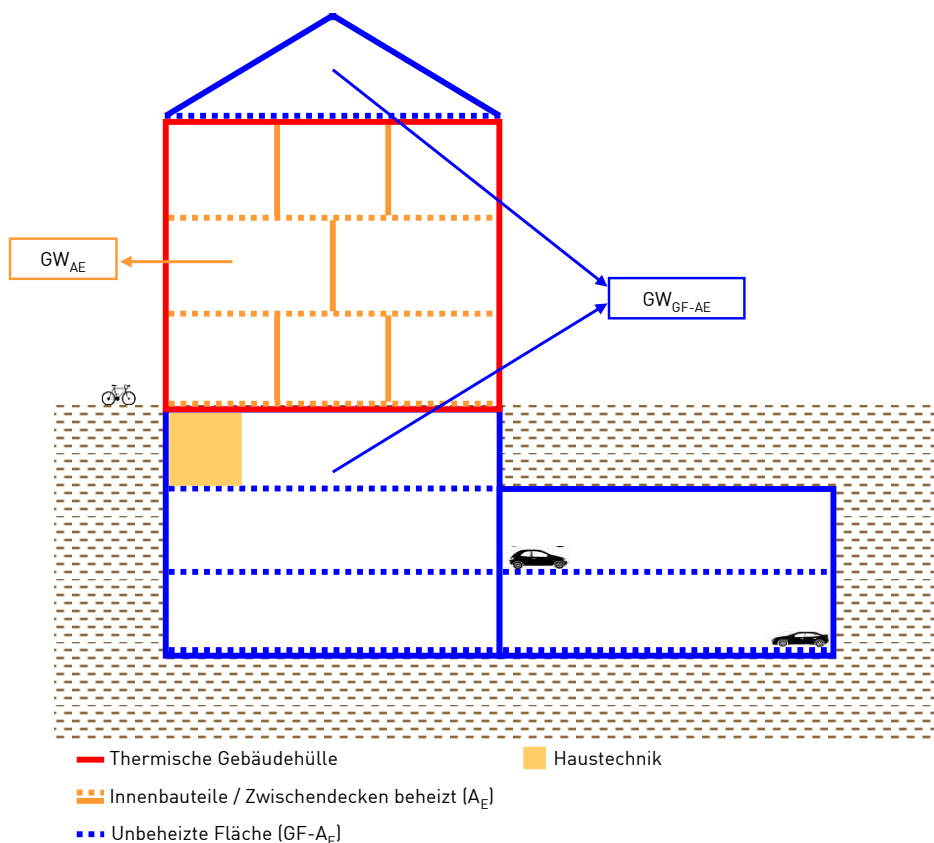
Um Neubauten mit weitgehender Nutzung erneuerbarer Energien (bsp. Photovoltaik) nicht zu bestrafen und Modernisierungen mit Teilsanierungen (bsp. nur Fensterersatz) nicht grundsätzlich zu belohnen, wurde entschieden, objektspezifische Grenzwerte (GW1 und GW2) festzulegen. Um diese zu berechnen, werden Informationen zum Gebäude und seiner technischen Ausrüstung benötigt. Die Grenzwerte haben die Einheit MJ pro m² Energiebezugsfläche und Jahr.

Neubau

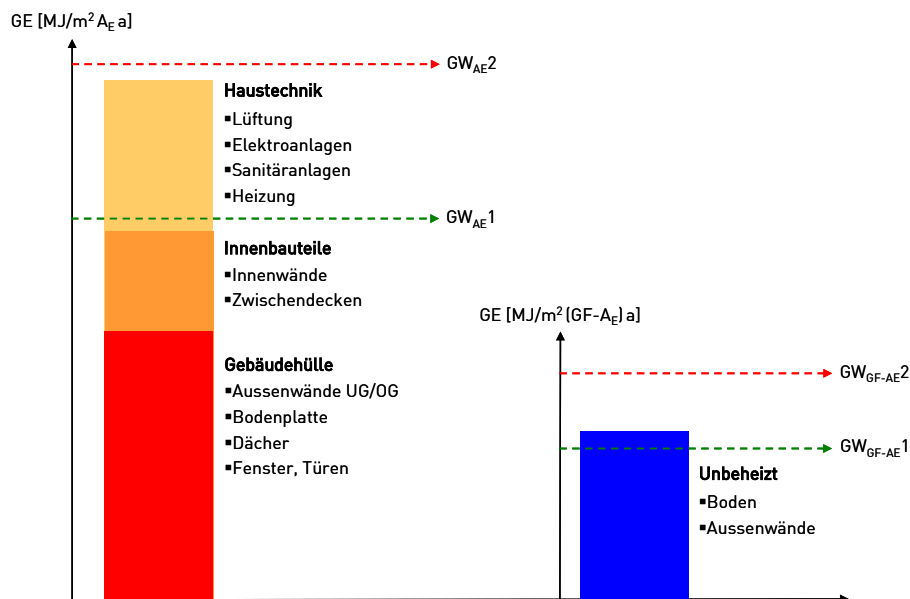
Für Neubauten ist die Eingabe folgender Gebäudeparameter notwendig:

- Gebäudehauptnutzung:
 - Wohnen MFH
 - Wohnen EFH
 - Verwaltung
 - Schule
 - Verkauf
 - Restaurant
 - Versammlungslokal
 - Spital
 - Industrie
 - Sportbaute
- 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 beheizte Fläche (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.



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 dem Effizienzpfad Energie (SIA 2040) abgeleitet und mittels Fallbeispielen verifiziert. Folgende Tabelle fasst die Werte zusammen:

Nutzung	Grenzwert GWAE1		Grenzwert GW(GF-AE)	
	MJ/m ² *a	MJ/m ² *a	MJ/m ² *a	MJ/m ²
	Bzgl. beheizte Fläche AE		Bzgl. unbeheizte Fläche (GF-AE)	
Wohnen	90	130		
Kleine Wohnbauten	100	145		
Verwaltung	110	150		
Schulen	90	130		
Kleine Schulbauten	100	145		
Verkauf	170	210	30	50
Restaurants	120	160		
Spitäler	160	200		
Museen	140	180		
Industrie	140	180		
Sportbauten	140	180		

Für die Haustechnikelemente, welche einen grossen Einfluss auf die Graue Energie haben, werden folgende Basisgrenzwerte verwendet (Basisgrenzwert 1 & 2 sind identisch):

Nutzung	PV-Anlage [MJ/m2a]	Sonnenkollektoren [MJ/m2a]	Erdsonden [MJ/m2a]
	bzgl. Bauteilfläche		Wenn Ja und bzgl. Beheizter Fläche (AE)
Wohnen	126	177	5
Kleine Wohnbauten			
Verwaltung			
Schulen			
Kleine Schulbauten			
Verkauf			
Sportbauten			
Restaurants			
Museen			
Spitäler			
Industrie			

Aus den Basisgrenzwerten und den dazugehörigen Flächen (beheizt und unbeheizt) sowie den Angaben der vorhandenen Haustechnikelemente errechnet sich der untere und obere objekt-spezifische **Grenzwert GW1 und GW2 in MJ pro m² Energiebezugsfläche und Jahr**. Die objektspezifische Graue Energie eines Neubaus wird nun mit den objektspezifischen Grenzwerten in Relation gesetzt. Daraus ergibt sich der Erfüllungsgrad für die Graue Energie für das spezifische Objekt.

Modernisierung

Bei der Modernisierung sind im Vergleich zu Neubauten andere Gebäudeparameter einzugeben. Es wird davon ausgegangen, dass folgende Bauteile ersetzt oder ergänzt werden können: Aussenwände EG/OG, Dächer, Bodenplatte, Fenster/Aussentüren, Photovoltaikanlage, Sonnenkollektoren, Erdsonden, Sanitäranlage, Elektroanlage, Lüftungsanlage, Wärmeerzeuger und -verteiler und die Innenbauteile. Für jedes dieser Elemente (wenn es Eingriffen unterzogen wurde) werden Basisgrenzwerte bestimmt. Zusammen mit folgenden Angaben werden die objektspezifischen Grenzwerte berechnet:

- Gebäudehauptnutzung:
 - Wohnen MFH
 - Wohnen EFH
 - Verwaltung
 - Schule
 - Verkauf
 - Restaurant
 - Versammlungslokal
 - Spital
 - Industrie
 - Sportbaute
- 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)
- Sonnenkollektoren (Fläche)
- Lüftung:
 - Lüftung gesamt einbauen/ersetzen (Auswahl)
 - Erdregister zu Lüftungsanlage einbauen/ersetzen (Auswahl)
- oder
 - Lüftung Küche/Bad einbauen/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 m² Bauteilfläche) und für den Rest (pro m² Energiebezugsfläche) aus der KBOB-Empfehlung.

Die Tabellen auf der folgenden Seite beschreiben die Basisgrenzwerte für die einzelnen Bauteile entweder in Funktion des Vorhandenseins, der Bauteilfläche oder der Energiebezugsfläche.

Für die MINERGIE®-Standards –P und –A müssen die Basisgrenzwerte mit dem Faktor 1.2 multipliziert werden, um den höheren Materialeinsatz für Wärmeschutz und Haustechnik zu berücksichtigen.

Nutzung	Aussenwände über Terrain (EG/OG) [MJ/m2a]		Dächer [MJ/m2a]		Bodenplatte [MJ/m2a]		Fenster / Aussen-türen [MJ/m2a]	
	bzgl. Bauteilfläche							
	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2
Spitäler	15	25	20	30	15	25	45	65
Restaurants								
Museen								
Industrie								
Verwaltung								
Verkauf								
Sportbauten	10	20	15	25	15	25	45	65
Schule								
Kl. Schulbauten								
Wohnen								
Kl. Wohnbauten								

Nutzung	PV-Anlage [MJ/m2a]	Sonnenkoll. [MJ/m2a]	Erdsonde [MJ/m2a]	Sanitäranlage [MJ/m2a]	Elektroanlage [MJ/m2a]
	bzgl. Bauteilfläche		bzgl. beheizte Fläche (AE)		
	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1 = GW2	GW1 = GW2	GW1 = GW2
Spitäler	126	177	5	5.6	13.9
Restaurants				2.4	13.9
Museen				2.4	13.9
Industrie				5.6	13.9
Verwaltung				2.4	13.9
Verkauf				5.6	10.3
Sportbauten				5.6	10.3
Schule				5.6	6.7
Kl. Schulbauten				5.8	6.7
Wohnen				5.6	6.7
Kl. Wohnbauten				5.8	6.7

	Lüftung gesamt [MJ/m2a]	Wärmeerzeugung [MJ/m2a]	Wärmeverteilung [MJ/m2a]	Wärmeabgabe [MJ/m2a]
	bzgl. beheizte Fläche (AE)			
	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2
Spitäler	18.7	0.8	4.1	2.9
Restaurants	31.0			
Museen	13.9			
Industrie	23.4			
Verwaltung	13.9			
Verkauf	23.4			
Sportbauten	23.4			
Schule	13.9			
Kl. Schulbauten	10.4			
Wohnen	6.5			
Kl. Wohnbauten	6.5			

	Innenbauteile	
	Wenn Ja und bzgl. beheizte Fläche (AE)	
	GW1	GW2
Spitäler	15	25
Restaurants		
Museen		
Industrie		
Verkauf	5	10
Sportbauten		
Verwaltung		
Kl. Schulbauten		
Schule		
Wohnen		
Kl. Wohnbauten		

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
- Fachbuch „Gesund und ökologisch bauen mit Minergie-Eco“, Bezug: http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_739464424.pdf
- MINERGIE-ECO 2011 Kurse: www.minergie.ch