

MINERGIE-ECO®

Mehr Lebensqualität, geringe Umweltbelastung
Meilleure qualité de vie, respect de l'environnement

Anleitung zur Berechnung der Grauen Energie bei MINERGIE-A®, MINERGIE-ECO®, MINERGIE-P-ECO® und MINERGIE-A-ECO® Bauten

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-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 MJ/m²a resp. kWh/m²a. (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) -ECO Zertifizierungen bzw. den vorgegebenen pauschalen Grenzwert für MINERGIE-A im Falle von Neubauten (rechte Spalte):

MINERGIE®  MADE IN SWITZERLAND

Zertifizierungsstelle MINERGIE-ECO®
Bahnhofstrasse 8, 9000 St. Gallen
Telefon 0900 88 53 33, Fax 071 540 38 99
eco@minergie.ch, www.minergie.ch



MINERGIE-ECO®

Mehr Lebensqualität, geringe Umweltbelastung
Meilleure qualité de vie, protection de l'environnement

Berechnung der Grauen Energie		Grenzwerte Graue Energie	
Bauteilkatalog (BTK)	Lesosai	Andere Software	
<ul style="list-style-type: none">→ Gebäudehülle beheizt→ Gebäudehülle unbeheizt→ Innenbauteile: Innenwände und Decken→ Haustechnik (Erdsonde, Photovoltaik, Sonnenkollektoren, Heizungs-, Kühlung-, Lüftung-, Sanitär- und Elektroanlagen)→ Aushub		<p>MINERGIE (-P/-A) -ECO</p> <ul style="list-style-type: none">→ Nutzung (Verwaltung, Schule, Wohnen EFH/MFH)→ Energiebezugsfläche und Geschossfläche pro Nutzung→ Haustechnik (nur Erdsonde, Photovoltaik und Sonnenkollektoren) <p>MINERGIE-A</p> <ul style="list-style-type: none">→ 50 kWh/m²a	
Neubau			
<ul style="list-style-type: none">→ Gebäudehülle beheizt→ Innenbauteile: Innenwände und Decken→ Haustechnik (Erdsonde, Photovoltaik, Sonnenkollektoren, Heizungs-, Kühlung-, Lüftung-, Sanitär- und Elektroanlagen)		<ul style="list-style-type: none">→ Nutzung (Verwaltung, Schule, Wohnen EFH/MFH)→ Energiestandard (MINERGIE® und -P/A)→ Innenbauteile: Innenwände und Decken→ Energiebezugsfläche, Fläche der Aussenwände zu Erd- und Obergeschoss, Fläche der Dächer, Fläche der Fenster/Aussentüren/Tore und der Bodenplatte→ Haustechnik (Erdsonde, Photovoltaik, Sonnenkollektoren, Heizungs-, Kühlung-, Lüftung-, Sanitär- und Elektroanlagen)	
Modernisierung			

3. Berechnung der Grauen Energie

3.1 Zugelassene Software und Instrumente

Für die Berechnung der Grauen Energie im MINERGIE-Nachweis wurden zwei neue Instrumente entwickelt, die seit März 2011 verfügbar sind. Es werden im Moment keine anderen Softwareprogramme oder Berechnungen zugelassen!

- **Variante 1: Berechnung mit www.bauteilkatalog.ch** (Expert MINERGIE Graue Energie) (Datengrundlage: [KBOB-Empfehlung "Ökobilanzdaten im Baubereich"](#) Version Januar 2011)
- **Variante 2: Berechnung mit www.lesosai.com** (ab Lesosai 7.1 mit vollständigem ECO-Nachweis) (Datengrundlage: KBOB-Empfehlung "Ökobilanzdaten im Baubereich", Version März 2010)

Bei weiterer Software ist der Einbau der Programmbausteine zur Berechnung der Grauen Energie in Vorbereitung (z.B. [THERMO](#), ab ca. Herbst 2011 verfügbar). 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 und der Haustechnik 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) Aussenwandkonstruktionen (unter Terrain)
 - C 2.1 (B) Aussenwandkonstruktionen (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 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 Haustechnik und des Aushubs

Die Gebäudehülle muss in jedem Fall detailliert erfasst werden. Um den Aufwand bei der Erfassung der Innenbauteile, der Haustechnik und des Aushubs klein zu halten, wird eine vereinfachte Erfassung angeboten. Für Neubauten sind dafür folgende Information nötig:

- Gebäude:
 - Raumhöhe (Länge)
 - Geschossfläche (Fläche)
 - Gebäudegrundfläche (Fläche)
 - Energiebezugsfläche (Fläche)
 - Geschossfläche Tiefgarage (Fläche)
 - Unbeheizte Fläche ausserhalb des Gebäudes (Fläche)
 - Anzahl Geschosse unter Terrain
- Innenwände:
 - Schallschutzanforderungen (Auswahl)
 - Konstruktionstyp (Auswahl)
 - Grundrisstyp (Auswahl)
- Zwischendecken
 - Schallschutzanforderung (Auswahl)
 - Konstruktionstyp (Auswahl)
 - Deckenstärke (Auswahl)
- Haustechnik
 - Erdsonde (Auswahl)
 - MINERGIE®-Standard (Auswahl)
 - Photovoltaik-Anlage (Fläche)
 - Sonnenkollektoren (Fläche)
- Aushub (Volumen)

Auf Basis obiger Angaben wird mittels Durchschnittswerten die Graue Energie von Innenbauteilen, 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

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.

Vereinfachte Erfassung

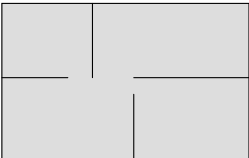
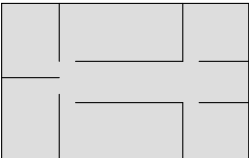
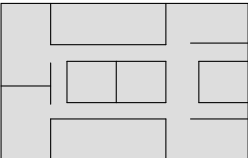
Da die detaillierte Erfassung der Innenbauteile und der Haustechnik einen grossen Aufwand bedeuten kann, wird für die Modernisierung ebenfalls eine vereinfachte Erfassung angeboten: Dafür werden folgende Informationen benötigt:

- Gebäude:
 - Energiebezugsfläche (Fläche)
 - Grundrisstyp (Auswahl, siehe Unterkapitel für mehr Information)
 - Raumhöhe (Länge)
- Innenwände:
 - Eingriffstiefe (siehe Unterkapitel für mehr Informationen)
 - Konstruktionstyp Ersatz (Auswahl)
- Haustechnik
 - Erdsonde (Auswahl)
 - MINERGIE®-Standard (Auswahl)
 - Photovoltaik-Anlage (Fläche)
 - Sonnenkollektoren (Fläche)

Aufgrund obiger Angaben wird mittels hinterlegten Werten 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

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 Stahl-träger 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 Einleitung

Der Grenzwert der Grauen Energie bei MINERGIE-A ist anders festgelegt als die Grenzwerte von MINERGIE-ECO, MINERGIE-P-ECO oder MINERGIE-A-ECO.

4.2 Grenzwert Graue Energie bei MINERGIE-A

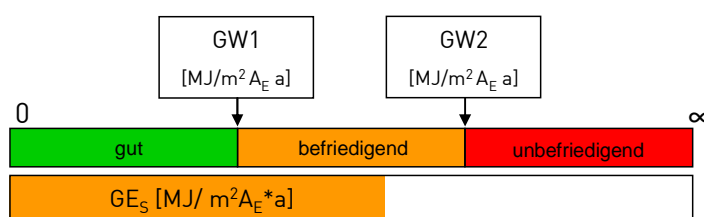
Bei MINERGIE-A gilt für alle verfügbaren Gebäudekategorien ein fixer Grenzwert von **50 kWh/m²a** (Kilowattstunden pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr).

Der Grenzwert für die Graue Energie bei MINERGIE-A ist als relativ milde Anforderung definiert. Die Nichterreichung führt direkt zum Ausschluss. Es bleibt vorbehalten, den Grenzwert nach Ablauf der Einführungsphase zu korrigieren. Weitere Details bezüglich der Anforderung wie z.B. die Anrechenbarkeit von Photovoltaik-Erträgen sind im Nutzungsreglement von MINERGIE-A 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, der objektspezifisch festgelegt wird. Er ist strenger als bei MINERGIE-A 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).



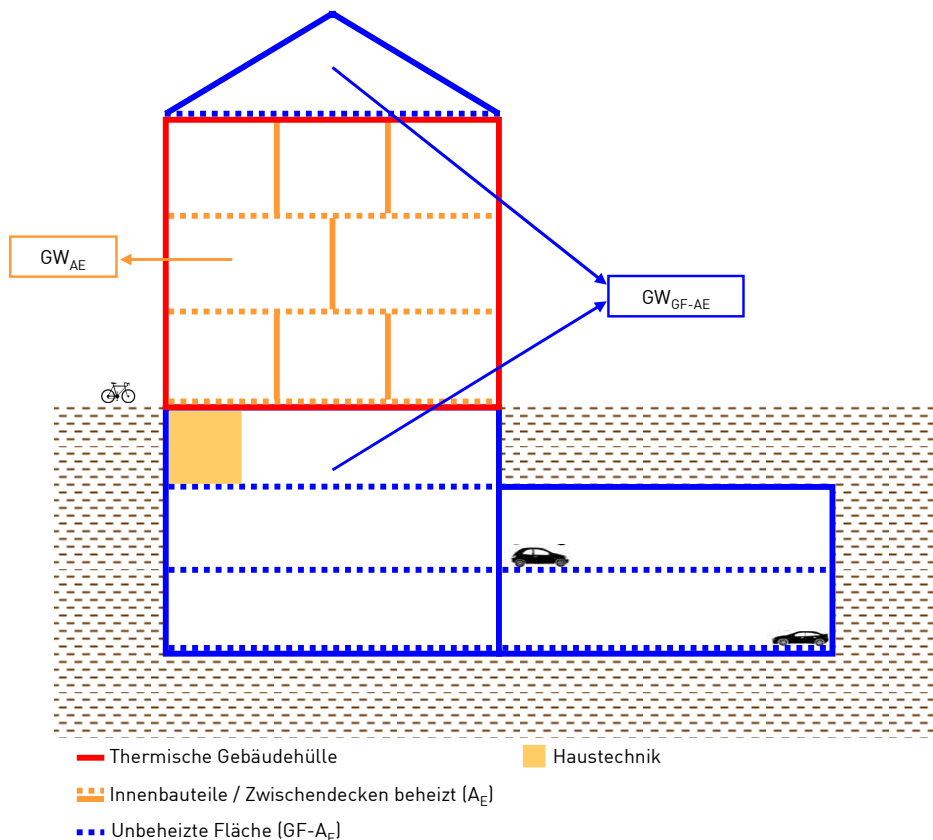
Um Neubauten mit weitgehender Nutzung erneuerbarer Energien (Bsp. Photovoltaik) nicht zu bestrafen und Modernisierungen mit Teilsanierungen (Bsp. nur Fensterersatz) nicht grundsätzlich zu belohnen, wurde entschieden, objektspezifische Grenzwerte (GW1 und GW2) festzulegen. Um diese zu berechnen, werden 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:
 - Verwaltung
 - Schule
 - Wohnen EFH/MFH
- Energiebezugsfläche (Fläche):
- Geschossfläche (Fläche)
- Erdsonde (Auswahl)
- Photovoltaik-Anlage (Fläche)
- Sonnenkollektoren (Fläche)

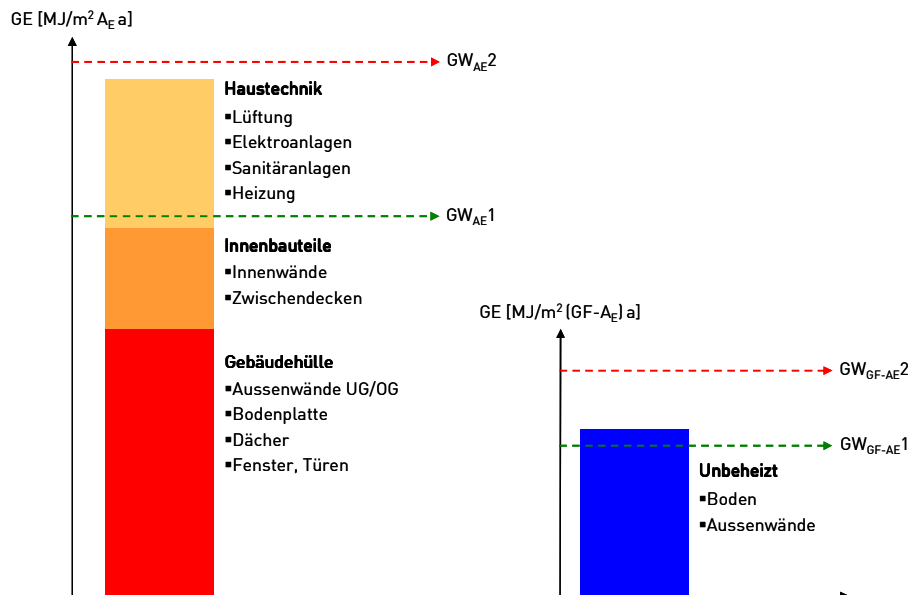
In den häufigsten Fällen besteht ein Gebäude aus einem beheizten und einen unbeheizten Teil. Für den Energienachweis nach MINERGIE® (-P/-A) ist die beheizte Fläche (Energiebezugsfläche) die Referenzgrösse. Entsprechend wurden Basisgrenzwerte für die beheizte Fläche ermittelt (GW_{AE}). Da der unbeheizte Teil eines Gebäudes (z.B. Garage, Keller) ebenfalls in die Berechnung der gesamten Grauen Energie einfließen muss, werden zudem entsprechende Basisgrenzwerte für die unbeheizte Fläche ermittelt (GW_{GF-AE}).



MINERGIE-ECO®

Mehr Lebensqualität, geringe Umweltbelastung
Meilleure qualité de vie, protection de l'environnement

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	GW _{AE1}	GW _{AE2}	GW _{GF-AE1}	GW _{GF-AE2}
	[MJ/m²a]	[MJ/m²a]	[MJ/m²a]	[MJ/m²a]
	bzgl. beheizte Fläche (A _E)		bzgl. unbeheizte Fläche (GE- A _E)	
Verwaltung	110	150		
Schule	90	130	30	50
Wohnen EFH/MFH	90	130		

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

Nutzung	PV-Anlage	Sonnenkollektoren	Erdsonde
	[MJ/m²a]	[MJ/m²a]	[MJ/m²a]
	bzgl. Bauteilfläche		Wenn Ja und bzgl. beheizte Fläche (A _E)
Verwaltung			
Schule	141	212	7
Wohnen EFH/MFH			

MINERGIE-ECO®

Mehr Lebensqualität, geringe Umweltbelastung
Meilleure qualité de vie, protection de l'environnement

Aus den Basisgrenzwerten und den dazugehörigen Flächen (beheizt und unbeheizt) sowie den Angaben der vorhandenen Haustechnikelementen errechnet sich der untere und obere objektspezifische **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 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, Erdsonde, Sanitäranlage, Elektroanlage, Lüftungsanlage, Wärmeerzeuger und -verteiler und die Innenbauteile. Für jeden dieser Elemente werden Basisgrenzwerte bestimmt. Zusammen mit folgenden Angaben werden die objektspezifischen Grenzwerte berechnet:

- Gebäudehauptnutzung:
 - Verwaltung
 - Schule
 - Wohnen EFH/MFH
- 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 das Budget für einen besseren Wärmeschutz zu erhöhen.

MINERGIE-ECO®

Mehr Lebensqualität, geringe Umweltbelastung
Meilleure qualité de vie, protection de l'environnement

Nutzung	Aussenwände EG/OG [MJ/m ² a]		Dächer [MJ/m ² a]		Bodenplatte [MJ/m ² a]		Fenster / Aus- sentüren [MJ/m ² a]	
	bzgl. Bauteilfläche							
	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2	GW1	GW2
Verwaltung	10	20	15	25	15	25	45	65
Schule								
Wohnen EFH/MFH								

Nutzung	PV-Anlage [MJ/m ² a]	Sonnenkoll. [MJ/m ² a]	Erdsonde [MJ/m ² a]	Sanitäranlage [MJ/m ² a]	Elektroanlage [MJ/m ² a]
	bzgl. Bauteilfläche		Wenn Ja und bzgl. beheizte Fläche (A _E)		
	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1 = GW2	GW1 = GW2	GW1 = GW2
Verwaltung	141	212	7	5.3	8.4
Schule				5.3	
Wohnen EFH/MFH				7.7	

	Lüftung ge- samt [MJ/m ² a]	Erdregister Lüft. [MJ/m ² a]	Abluft Küche/ Bad [MJ/m ² a]	Wärmeer- zeug [MJ/m ² a]	Wärmever- teilung [MJ/m ² a]
	Wenn Ja und bzgl. beheizte Fläche (A _E)				
	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2	GW1=GW2
Verwaltung	8.4	3.4	0	0.9	4
Schule	8.4	3.4	0		
Wohnen EFH/MFH	7.1	2	1.9		

	Innenbauteile	
	Wenn Ja und bzgl. beheizte Fläche (A _E)	
	GW1	GW2
Verwaltung	5	10
Schule		
Wohnen EFH/MFH		

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
- Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, H. König et al., 2009
- MINERGIE-ECO 2011 Kurse: www.minergie.ch