



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und

Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE

## Schlussbericht 20. Januar 2012

---

# Systemnachweis MINERGIE-ECO

## Erweiterte Erprobungsphase

---



 **Stadt Zürich**  
Amt für Hochbauten

**e c o - b a u**  
Nachhaltigkeit im öffentlichen Bau  
Durabilité et constructions publiques

**MINERGIE®**  
Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch  
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE  
Forschungsprogramm Energie in Gebäuden  
CH-3003 Bern  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

**Kofinanzierung:**

Stadt Zürich Amt für Hochbauten, Lindenhofstrasse 21, Postfach, 8021 Zürich  
Verein eco-bau, c/o Naska GmbH, Röntgenstrasse 44, 8005 Zürich  
Verein MINERGIE, Geschäftsstelle, Steinerstrasse 37, 3006 Bern  
SIPAL, Place de la Riponne 10, 1014 Lausanne

**Projektbegleitung:**

BFE, Charles Filleux  
Energie Schweiz (BFE), Olivier Meile  
AHB Stadt Zürich & Eco-bau, Heinrich Gugerli  
HBA Kanton Zürich, Paul Eggimann  
Verein eco-bau, Barbara Sintzel  
Verein MINERGIE, Thomas Kühne  
ETH Zürich, Holger Wallbaum  
HBA Kanton St. Gallen, Jürg Schnyder  
BBL, Reinhard Friedli  
BAG, Roger Waeber  
SIA, Martin Lenzlinger  
CSD Bern, Urs-Thomas Gerber  
CRB, Paul Curschellas

**Auftragnehmer:**

Intep – Integrale Planung GmbH  
Dufourstr. 105  
8005 Zürich  
[www.intep.com](http://www.intep.com)  
E4tech Sàrl  
Av. Juste-Olivier 2  
1006 Lausanne  
[www.e4tech.com](http://www.e4tech.com)  
Etat de Vaud, Dpt des Infrastructures  
Service immeubles, patrimoine et logistique (SIPAL)  
Pl. de la Riponne 10  
1014 Lausanne  
[www.vd.ch/fr/autorites/departements/dinf/immeubles-patrimoine-et-logistique/](http://www.vd.ch/fr/autorites/departements/dinf/immeubles-patrimoine-et-logistique/)  
Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale (HES-SO)  
Case postale  
1401 Yverdon-les-Bains  
[www.hes-so.ch](http://www.hes-so.ch)

**Autoren:**

Daniel Kellenberger, Intep – Integrale Planung GmbH, kellenberger@intep.com  
Severin Lenel, Intep – Integrale Planung GmbH, lenel@intep.com  
Madis Org, Intep – Integrale Planung GmbH, org@intep.com  
Marc Grossmann, Intep – Integrale Planung GmbH, org@intep.com  
Flavio Foradini, E4Tech, foradini@e4tech.com  
Stéphane Citherlet, HES-SO, Stephane.Citherlet@heig-vd.ch  
Didier Favre, HES-SO, didier.favre@heig-vd.ch  
Yves Roulet, SIPAL, yves.roulet@vd.ch  
Gregory Tornare, SIPAL, gregory.tornare@vd.ch  
Markus di Paolantonio, Holliger Consult, m.dipaolantonio@holligerconsult.ch

**BFE-Bereichsleiter:** Andreas Eckmanns

**BFE-Programmleiter:** Charles Filleux

**BFE-Projekt- und Vertragsnummern:** SI/500516-01

SI/400326-04 (EnergieSchweiz)

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.



## **MINERGIE-ECO 2011 Schlussbericht**

Systemnachweis:  
Erweiterte Erprobungsphase

## Impressum

**Auftraggeber** Bundesamt für Energie BFE  
Forschungsprogramm Energie in Gebäuden  
CH-3003 Bern

**Ansprechpartner** Charles Filleux

**Auftragnehmer** Intep  
Integrale Planung GmbH  
Dufourstrasse 105  
8008 Zürich  
Tel +41 43 488 38 90  
Fax +41 43 488 38 99  
[www.intep.com](http://www.intep.com)

**Verfasser** Daniel Kellenberger Dipl. Ing. ETH / Dipl. Umwelting. FH  
Severin Lenel Dipl. Arch. FH/ Dipl. Umwelting. / EMBA HSG  
Marc Grossmann M.Sc. Environmental Sciences ETH  
Madis Org M.Sc. Ing. ETH, M.Sc. Raumentwicklung

**Verteiler** Auftraggeber  
Begleitgruppe  
ZS MINERGIE-ECO

**Ort, Datum, Version** Zürich, 20. Januar 2012, V 2.0

## Inhaltsübersicht

<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>7</b>
<b>2 Neuerungen der Version MINERGIE-ECO® 2011</b>	<b>8</b>
2.1 Vorgabenkataloge	10
2.2 Kriterium Tageslicht: Anpassungen	10
2.3 Kriterium Graue Energie	11
2.4 Bewertungsmethodik	12
<b>3 Wege zum Zertifikat</b>	<b>14</b>
3.1 Weg I	14
3.2 Weg II	15
3.3 Weg III	15
3.4 Weiterführende Informationen	15
<b>4 Methodik Graue Energie</b>	<b>16</b>
4.1 Einleitung	16
4.2 Berechnung der Grauen Energie Neubau	17
4.3 Berechnung der Grauen Energie Modernisierung	23
4.4 Berechnung der Grenzwerte Neubau	25
4.5 Berechnung der Grenzwerte Modernisierung	28
<b>5 Tageslicht</b>	<b>31</b>
5.1 Einleitung	31
5.2 Anpassungen bei Neubauten	31
5.3 Anpassungen bei Modernisierungen	31
5.4 Grenzwerte für Neubauten und Modernisierungen	33
5.5 Weiterführende Informationen	33
<b>6 Vorgabenkataloge</b>	<b>34</b>
6.2 Ausschlusskriterien	35
6.3 Schallschutz	35
6.4 Innenraumklima	36
6.5 Gebäudekonzept	36
6.6 Materialien & Bauprozesse	37
<b>7 Fazit</b>	<b>38</b>

**8 Ausblick**

**39**

**9 Literaturverzeichnis**

**40**

In diesem Bericht wird auf eine geschlechterneutrale Formulierung verzichtet. Die zumeist männliche Formulierung gilt ebenfalls für das weibliche Geschlecht

## Zusammenfassung

Seit 2006 können Gebäude, die eine gesunde und ökologische Bauweise aufweisen, mit dem Label MINERGIE-ECO® ausgezeichnet werden. Es stellt einen Zusatz zu den Labels Minergie, Minergie-P oder Minergie-A dar, bei denen energetische Aspekte und Kriterien des Komforts bewertet werden. Mit der neuen Version MINERGIE-ECO® 2011 wurde das Zertifizierungsverfahren optimiert und die Anwendbarkeit auf Modernisierungen ausgeweitet.

Das bisherige Verfahren, das noch bis Juni 2012 angewendet werden kann, gründet auf Vorgaben zu den Kriterien Lärm, Raumluft, Rohstoffen, Herstellung und Rückbau. Diese wurden grösstenteils aus den bestehenden Instrumenten des Vereins eco-bau übernommen - insbesondere aus den eco-BKP, die Vorgaben für die meisten Arbeitsgattungen enthalten. Die Methodik der eco-BKP basiert auf einem best-of-class-Ansatz, d.h. es werden die ökologisch besten Varianten innerhalb einer Funktionseinheit gekennzeichnet. Das funktioniert hervorragend, hat aber einen gewichtigen Nachteil: Die Funktionseinheiten können nur innerhalb der einzelnen BKP's bewertet werden, womit beispielsweise ein Vergleich zwischen einer Fassadenverkleidung aus Faserzement (BKP 215) und einer verputzten Fassade (BKP 226) nicht möglich ist.

Dies war einer der Gründe, weshalb man sich in der neuen Version von MINERGIE-ECO® teilweise von den Vorgabenkatalogen löst und in der Phase «Ausschreibung/Realisierung» sogar ganz darauf verzichtet. Neu wird eine Berechnung der Grauen Energie eingeführt, die auf dem Mengengerüst des behördlichen Energienachweises nach SIA-Norm 380/1 aufbaut und mit dem SIA-Merkblatt 2032 «Graue Energie von Gebäuden» kompatibel ist. Dadurch kann auf viele der Vorgaben verzichtet werden, weil die Graue Energie als Umweltindikator viele Aspekte wie Rohstoffverbrauch oder Umweltbelastung während Herstellung und Verarbeitung genügend genau abbilden kann. Vor allem ist damit eine bedeutend präzisere Aussage zur Umweltwirkung des ganzen Gebäudes möglich. Einige Aspekte lassen sich aber nicht mit einer Berechnung erfassen, wie beispielsweise die Verwendung von Recyclingbeton oder der Einsatz von Holz mit Nachhaltigkeitslabels. Deshalb wird weiterhin ein Vorgabenkatalog benötigt, der aber im Umfang auf einen Drittel reduziert werden konnte.

Nach wie vor müssen die Unterlagen für die Zertifizierung zu zwei Zeitpunkten – nach Abschluss Projekt und vor Abschluss Realisierung – eingereicht werden. Bei MINERGIE-ECO® 2011 wird jedoch das Gewicht stärker auf die Projektphase verlagert. Die Erfahrung aus der Zertifizierung hat gezeigt, dass dort die grössten Hürden von MINERGIE-ECO® liegen, weil die konzeptionellen Aspekte den grössten Einfluss auf die Nachhaltigkeit eines Gebäudes haben. Gleichzeitig soll den Anwendern vermehrt Hilfe bei der Umsetzung der Vorgaben in Ausschreibung und Realisierung angeboten werden. Dies wird mit einer Checkliste umgesetzt, die sich auf diejenigen Vorgaben bezieht, die der Antragsteller umzusetzen gedenkt. Darin werden vor allem die durchzuführenden Arbeitsschritte sowie die zur Dokumentation benötigten Nachweise aufgelistet.

Die Ausschlusskriterien (z.B. Einsatz einer Mindestmenge von Recycling-Beton) müssen wie bisher ausnahmslos umgesetzt werden, und für das Kriterium Tageslicht erfolgt ebenfalls unverändert eine auf der SIA-Norm 380/4 abgestützte Berechnung, deren Ergebnisse - zusammen mit denjenigen der neu hinzukommenden Grauen Energie - direkt in das Gesamtergebnis einfließen. Die Erfüllung der restlichen Anforderungen generiert im alten wie im neuen Verfahren Punkte, für die in jedem Kriterium eine Mindestanzahl vorgegeben ist. Dieses Verfahren hat sich als sehr flexibel erwiesen, weil es den Antragstellern ein breites Spektrum

möglicher Massnahmen aufzeigt, welche jedoch nur zu einem Teil umgesetzt werden müssen. Trotzdem weist damit jedes zertifizierte Gebäude eine minimale Qualität in jedem Kriterium auf. Der Zusammenzug über alle Kriterien erfolgte bisher mit Gewichtungsfaktoren und einer Kostengewichtung. Um die Bewertungsmethode transparenter für die Anwender zu machen, wurde bei MINERGIE-ECO® 2011 ein Ampelsystem eingeführt, das auf Gewichtungen verzichtet und die Teilergebnisse (sowohl der Kriterien wie auch der Bereiche) anhand von zwei Schwellenwerten in grün, gelb und rot einstuft. Ein rotes Teilergebnis führt dazu, dass keine Zertifizierung erfolgen kann. Damit werden die bisherigen Mindestfüllungsgrade abgelöst. Der Zusammenzug zum Gesamtergebnis ergibt nur noch grün (Zertifikatsanforderungen erreicht) oder rot. Eine neue grafische Ergebnisdarstellung erlaubt die Erfassung und Interpretation der Resultate auf einen Blick.

Das angepasste Nachweisinstrument von MINERGIE-ECO® folgt der neuen Struktur und dem neuen Bewertungsverfahren. Für die Berechnung der Grauen Energie steht der elektronische Bauteilkatalog<sup>1</sup> zur Verfügung. Dieser erlaubt wie bisher die Auswahl und Anpassung von vordefinierten Bauteilen, zusätzlich aber auch die Erfassung ganzer Gebäude und die Darstellung der Ergebnisse in Bezug auf die von MINERGIE-ECO® definierten Schwellenwerte. Die Bewertung der Tageslichtsituation erfolgt wie bisher mit einem Excel-Tool oder Relux, welche um die Möglichkeit der Erfassung von Modernisierungen erweitert wurde. Gleichzeitig wurden mittels Software-Bausteinen die Grundlagen für ein vollständig integriertes Instrument geschaffen, das die gleichzeitige Berechnung von Betriebsenergieverbrauch und Grauer Energie sowie die Ausgabe der Ergebnisse gemäss SIA-Norm 380/1 (Thermische Energie im Hochbau), SIA-Norm 380/4 (Elektrische Energie im Hochbau), SIA-Merkblatt 2031 (Energieausweis für Gebäude), SIA-Merkblatt 2032 (Graue Energie von Gebäuden), Minergie, Minergie-P, Minergie-A sowie MINERGIE-ECO® erlaubt. In der Software LESOSAI 7.1 wurden diese Bausteine erstmals implementiert. Damit wird es bedeutend einfacher, ein Projekt zu optimieren, da die Datenerfassung nur einmal erfolgen muss und kein Wechsel mehr zwischen verschiedenen Werkzeugen notwendig ist.

## 1 Einleitung

Mit dem im Jahre 2008 lancierten Projekt Systemnachweis MINERGIE®-ECO wurden die Ideen, Aufgaben, Inhalte und Methoden geschaffen, welche es erlauben, den Betriebsenergieverbrauch, die Umweltbelastung durch Baustoffe und die gesundheitlichen Aspekte eines Gebäudes in einem einfach anzuwendenden Werkzeug zusammenzuführen und zu bewerten.

Im Anschluss an das Projekt Systemnachweis MINERGIE®-ECO wurde in einem Folgeprojekt eine erweiterte Erprobungsphase durchgeführt. Sie umfasste eine Überarbeitung und Aktualisierung der Softwarebausteine, die Herleitung von Grenzwerten für Neubauten und Modernisierungen, die Untersuchung von Fallbeispielen, die Anpassung der MINERGIE®-ECO Dokumente und die Entwicklung eines EDV-Hilfsmittels für die Zertifizierung.

Während der Bearbeitung des Projektes wurde klar, dass es nicht nur eine Erprobungsphase, sondern auch eine Überarbeitung der Ergebnisse aus der Phase 1 braucht. Diese umfasste unter anderem eine Präzisierung der bestehenden Software-Bausteine „ECO-DLL“ (Dynamic Link Library), z.B. für die korrekte Einbindung der Lebensdauer der Produkte, die Erarbeitung eines Modells zur vereinfachten Bestimmung der Grauen Energie der Innenbauteile und der Haustechnikanlagen. Aufgrund einer ungenügenden Anzahl auswertbarer Fallbeispiele musste zudem eine Methodik zur Bestimmung der Grenzwerte für Neubauten und Modernisierungen erarbeitet werden. Die neue Version von MINERGIE-ECO® wurde im April 2011 an der MINERGIE® Messe in Luzern unter dem Namen MINERGIE-ECO® 2011 lanciert.

Dieser Schlussbericht beschreibt das Vorgehen, die vorhandenen Grundlagen, die gewählten Methoden und die erzielten Ergebnisse der erweiterten Erprobungsphase. Zudem werden darin die wichtigsten Informationen zu den Neuerungen gegenüber dem bisherigen System von MINERGIE®-ECO zusammengefasst. Zu den meisten Themen bestehen weiterführende, ausführliche Berichte im *Anhang zum Schlussbericht* [1].

MINERGIE-ECO® 2011		
Hauptkriterium		Nachweismethode
MINERGIE®-Anforderung		MINERGIE®-Nachweis
Ausschlusskriterien		Vorgabenkatalog
Gesundheit	Tageslicht	Gesundheit ▪ Optimale Tageslichtverhältnisse ▪ Geringe Lärmimmissionen ▪ Geringe Belastung mit Schadstoffen, Keimen und Strahlung
	Schallschutz	Berechnungstool
	Innenraumklima	Vorgabenkatalog
Bauökologie	Gebäudekonzept	Vorgabenkatalog
	Materialien & Bauprozesse	Vorgabenkatalog
	Graue Energie Baustoffe	Berechnungstool

Abbildung 1: Übersicht MINERGIE-ECO® 2011

## 2 Neuerungen der Version MINERGIE-ECO® 2011

MINERGIE-ECO® 2011 umfasst gegenüber der Vorversion folgende wichtige Neuerungen:

- Möglichkeit zur Zertifizierung von Modernisierungen
- Neugliederung der Hauptkriterien (siehe Abbildung 1)
- Reduktion der Anzahl der Vorgaben
- Vorliegen eines Vorgabenkatalogs, welcher für die Phasen Vorstudien/Projektierung sowie Ausschreibung/Realisierung Gültigkeit hat. Dieser wird in der Phase Vorstudien/Projektierung das erste Mal ausgefüllt und kontinuierlich aktualisiert. Als Abschluss der Phase Ausschreibung/Realisierung muss mittels einer Checkliste die Einhaltung der Vorgaben, welche in der Phase Vorstudien/Projektierung als erfüllt deklariert wurden, bestätigt werden
- Verbesserte Hilfestellung für Baufachleute dank einer Beschreibung der Massnahmen, welche bei der Ausschreibung und bei der Realisierung für jede Vorgabe umgesetzt werden sollten
- Transparenteres Bewertungssystem (ein Ampelsystem löst die Mindesterfüllungsgrade und die Gewichtungsfaktoren ab) und einfache Resultatdarstellung.
- Neues Online Nachweisinstrument, welches mit der MINERGIE® Online Plattform verknüpft ist
- Ergänzung des Tageslicht-Tools mit dem Zusatzkriterium, dass nicht mehr als 20% der erfassten Flächen ein ungenügendes Resultat aufweisen dürfen sowie der Möglichkeit, Modernisierungen zu bewerten
- Berechnung der Grauen Energie für die Gebäudeerstellung gemäss SIA-Merkblatt 2032 [2] unter vereinfachter Erfassung der Innenbauteile, der Haustechnikanlagen und des Aushubs

In Abbildung 2 werden die Unterschiede in der Struktur der Hauptkriterien zwischen der alten und der neuen Version von MINERGIE-ECO® aufgezeigt. Die wichtigsten Unterschiede bestehen darin, dass die Zusatzfragen in der Version 2011 entfallen und die Vorgaben aus den „alten“ Kriterien Rohstoffe, Herstellung und Rückbau/Entsorgung aus der Kriteriengruppen „Bauökologie“ neu verteilt den zwei Kriterien Gebäudekonzept und Materialien & Bauprozesse zugewiesen werden. Das Kriterium der Grauen Energie der Baustoffe ist in der Version 2011 hinzugekommen. So konnten die Anzahl Kriterien und die Kriteriengruppen beibehalten werden.

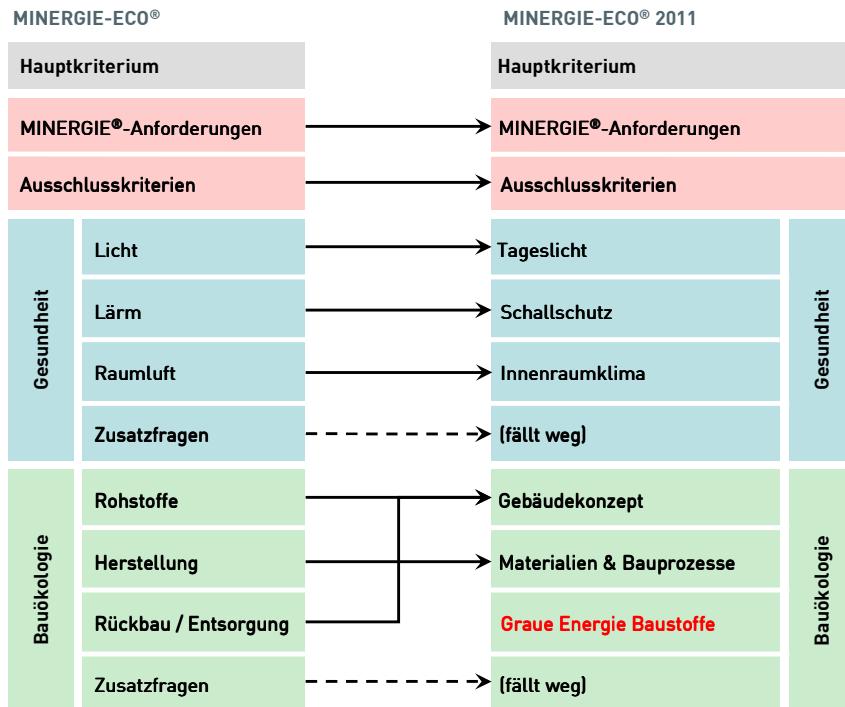


Abbildung 2: Vergleich MINERGIE-ECO® vs. MINERGIE-ECO® 2011.

Die zuvor zusammengefasst beschriebenen Neuerungen in MINERGIE-ECO® 2011 beziehen sich auf folgende Methodikteile, welche in den folgenden Kapiteln entsprechend erläutert werden:

- **Vorgabenkataloge:** Reduktion und Anpassungen der Kriterien innerhalb folgenden Hauptkriterien:
  - Ausschlusskriterien
  - Schallschutz
  - Innenraumklima
  - Gebäudekonzept
  - Materialien & Bauprozesse
- Anpassungen an das Kriterium **Tageslicht**
- Neue Berechnung für das Kriterium **Graue Energie**
- Neue **Bewertungsmethodik**

Das Hauptkriterium „MINERGIE®-Anforderungen“ beinhaltet die zwingende Voraussetzung, dass für eine ECO Zertifizierung ein entsprechender MINERGIE Nachweis [1] vorliegen muss. Auf dieses Ausschlusskriterium wird nicht weiter eingegangen.

## 2.1 Vorgabenkataloge

MINERGIE-ECO® 2011 umfasst Vorgabenkataloge für die Kriterien „Ausschlusskriterien“, „Schallschutz“, „Innenraumklima“, Gebäudekonzept“ und „Materialien & Bauprozesse“. Die Kriterien „Tageslicht“ und „Graue Energie“ werden anhand von Berechnungen beurteilt. Der Antrag für das provisorische Zertifikat ist nach Abschluss der Phase V/P einzureichen. Für die Eingabe des Antrags für das definitive Zertifikat sind diejenigen Vorgaben, welche im Antrag für das provisorische Zertifikat als erfüllt deklariert wurden, umzusetzen und zu dokumentieren. Dies erfolgt mittels einer automatisch generierten Checkliste, welche zusammen mit den weiteren Antragsdokumenten unterschrieben eingereicht werden muss. Beim bisherigen MINERGIE-ECO® Verfahren bestanden für die beiden Phasen unterschiedliche Vorgabenkataloge (siehe Abbildung 3). Durch den Einbezug der Grauen Energie konnte die Anzahl der Vorgaben bei MINERGIE-ECO® 2011 für Neubauten von ca. 250 auf 86 reduziert werden.

MINERGIE-ECO®			MINERGIE-ECO® 2011		
Hauptkriterium		V/P	A/R	Hauptkriterium	V/P-A/R
Ausschlusskriterien		5	20	Ausschlusskriterien	13
Gesundheit	Licht	-	-	Tageslicht	-
	Lärm	5	0	Schallschutz	11
	Raumluft	10	16	Innenraumklima	26
	Zusatzfragen	10	-	[fällt weg]	-
Bauökologie	Rohstoffe	17	10	Gebäudekonzept	16
	Herstellung	13	110	Materialien & Bauprozesse	20
	Rückbau/Entsorgung	0	7	Graue Energie Baustoffe	-
	Zusatzfragen	-	34	[fällt weg]	-
Summe		60	197		86

Abbildung 3: Anzahl Vorgaben bei MINERGIE-ECO® und MINERGIE-ECO® 2011.

Mit der Erfüllung von Vorgaben werden Punkte generiert, welche an der gesamthaft erzielbaren Punktzahl innerhalb eines Kriteriums gemessen werden. Dadurch ist eine quantitative Bewertung der Vorgabenkataloge möglich. Jede Vorgabe kann, wie bis anhin, mit "Ja", "Nein" oder, falls die Vorgabe beim vorliegenden Projekt nicht angewendet werden kann, mit „Nicht anwendbar“ (N/A) beantwortet werden.

## 2.2 Kriterium Tageslicht: Anpassungen

Der Erfüllungsgrad des Tageslichts muss mit externen Tools berechnet werden. Das bestehende, einfache und kostenlose, auf Excel basierende Tageslicht-Tool wurde für MINERGIE-ECO® 2011 angepasst und steht als kostenloser Download unter [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch) zur Verfü-

gung. Die Grundmethodik und die Rechenvorgänge blieben grundsätzlich unverändert und stützen sich auf Teile der SIA-Norm 380/4 [3]. Die wichtigste Neuerung besteht in der erweiterten Anwendung auf Modernisierungen, welche zur einfachen Handhabung mit einem kurzen Fragebogen beginnt. Falls alle Fragen mit einem „Ja“ beantwortet werden können, wird der Tageslichterfüllungsgrad automatisch mit 50% angegeben. Damit muss der Antragsteller das Objekt nicht raumweise erfassen. Falls eine der Fragen mit „Nein“ beantwortet wird oder ein besseres Ergebnis als 50% angestrebt wird, so müssen alle Hauptnutzräume analog zu den Neubauten erfasst werden. Der zu erfüllende minimale Gesamterfüllungsgrad beträgt für Neubauten wie auch für Modernisierungen 50%, obwohl bei Modernisierungen die Anforderungen einiges tiefer liegen.

Neu gibt es bei der Tageslichtbeurteilung ein Ausschlusskriterium, welche verlangt, dass bei Neubauten nur noch maximal 20% der erfassten Hauptnutzfläche und bei Modernisierungen 35% ein ungenügendes Ergebnis aufweisen dürfen.

## 2.3 Kriterium Graue Energie

Die Berechnung der Grauen Energie für MINERGIE-A®, MINERGIE-ECO®, MINERGIE-P-ECO® und MINERGIE-A-ECO® richtet sich nach den Grundsätzen aus dem SIA Merkblatt 2032 „Graue Energie von Gebäuden“ [2]. 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. Als illustratives Beispiel für die Graue Energie dient die Herstellung von 1 kg Polyethylen in Abbildung 4.

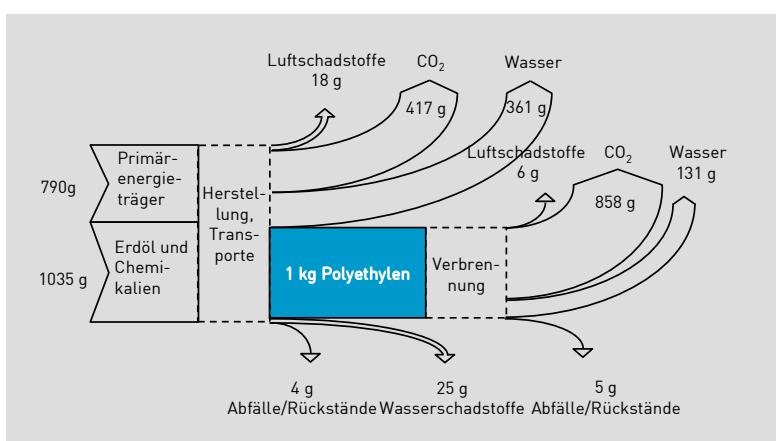


Abbildung 4: Beispiel der Grauen Energie anhand 1 kg Polyethylen.

Datengrundlage für die Berechnung der Grauen Energie ist die KB0B-Empfehlung "Ökobilanzdaten im Baubereich" [10], welche branchenübliche generische Datensätze zur Umweltrelevanz von Produkten und Prozessen im Baubereich enthalten. Die Nutzungsdauer von Gebäuden wird grundsätzlich mit 60 Jahren angenommen und kann nicht verändert werden. Bauteile und -produkte mit einer kürzeren Lebensdauer werden entsprechend mehrfach erfasst. Der Bilanzperimeter umfasst das gesamte Gebäude inklusive beheizter und unbeheizter Gebäudeteile, der Haustechnikanlage und des Aushubs. Um konsistent mit MINERGIE® zu sein, wurden die Außenanlagen nicht mit einbezogen (Abbildung 5).

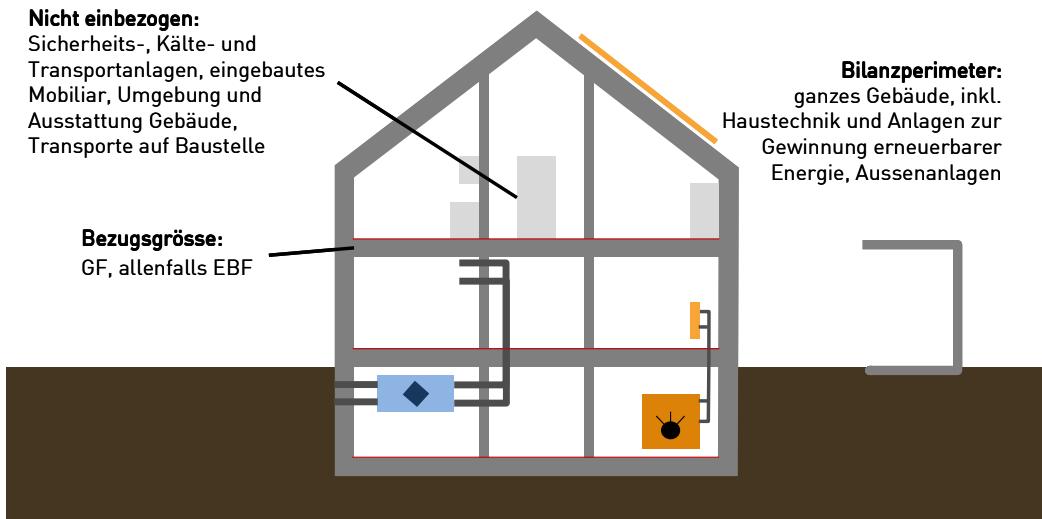


Abbildung 5: SIA Merkblatt 2032 „Graue Energie von Gebäuden“ – inhaltliche Zusammenfassung.

Die für einen MINERGIE-ECO® 2011 Nachweis zu berechnende gesamte Graue Energie wird auf die Energiebezugsfläche  $A_E$  und pro Jahr bezogen angegeben. Dies ergibt den spezifischen Wert der Grauen Energie für ein Gebäude in MJ/m<sup>2</sup> A<sub>E</sub> a resp. kWh/m<sup>2</sup> a (Megajoule resp. Kilowattstunden pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr). Die Berechnung dieses Wertes sowie die entsprechenden Grenzwerte werden in Kapitel 4 beschrieben.

## 2.4 Bewertungsmethodik

Voraussetzung für die Zertifizierung nach MINERGIE-ECO® 2011 ist die Erfüllung der Anforderungen von MINERGIE® und der Ausschlusskriterien. Somit gibt es für diese Kriterien nur „erfüllt“ (grün) oder „nicht erfüllt“ (rot). Für die Kriterien „Tageslicht“, „Schallschutz“, „Innenraumklima“, „Gebäudekonzept“ und „Materialien & Bauprozesse“ gibt es jeweils zwei Grenzwerte – einen unteren (GW1), welcher bei **50%** liegt (Grenze zwischen rot und gelb), und einen oberen (GW2), welcher bei **70%** liegt (Grenze zwischen gelb und grün) (siehe dazu Abbildung 6). Die Grenzwerte für die Berechnung der Grauen Energie werden objektspezifisch berechnet und sind somit dynamisch.

Der Erfüllungsgrad aus den Vorgabenkatalogen wird als Quotient aus der Anzahl der nachweisbar erfüllten Vorgaben und der Anzahl der anwendbaren Vorgaben ermittelt. In der Phase Vorstudien/Projektierung (provisorisches Zertifikat) muss die Erfüllung der Vorgaben zum ersten Mal deklariert werden. In der Phase Ausschreibung/Realisierung (definitives Zertifikat) sind diejenigen Vorgaben, bei welchen eine Änderung erfolgte, nochmals zu deklarieren.

Zur Erlangung des Zertifikates MINERGIE-ECO® 2011 sind folgende Resultate zu erreichen (siehe Ampellogik in Abbildung 7):

- Das Zertifikat MINERGIE (-P/-A) muss vorliegen
- Alle Ausschlusskriterien müssen ausnahmslos eingehalten sein
- Für alle sechs Hauptkriterien wurden genügende Ergebnisse (gelb, grün) erzielt
- Für „Gesundheit“ oder „Bauökologie“ wurde ein sehr gutes (grün) Ergebnis erzielt

Grundlage für die verwendete Bewertungsmethodik ist die Multikriterienanalyse HERMIONE [5]. Sie ist besonders für die Bewertung verschiedenartiger (z.B. quantitativer und qualitativer) Kriterien geeignet. Abbildung 6 beschreibt die Herleitung des Gesamtresultates:

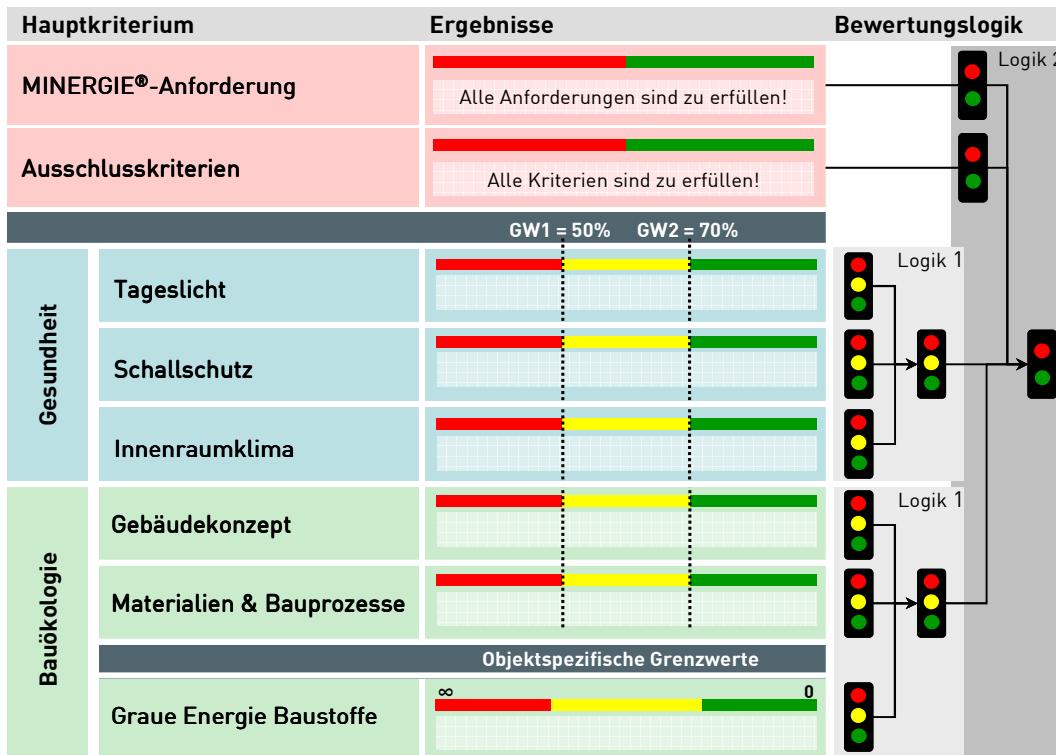


Abbildung 6: Bewertungssystem nach MINERGIE-ECO® 2011.

Die Resultate aus den Kriterien werden in einem ersten Schritt anhand der Logik 1 (Abbildung 7) zu Zwischenresultaten für die Kriteriengruppen „Bauökologie“ und „Gesundheit“ zusammengefasst. Anhand Logik 2 (Abbildung 7) werden die beiden Zwischenresultate mit den Ausschlusskriterien und der MINERGIE®-Anforderung zum Schlussresultat zusammengefasst.

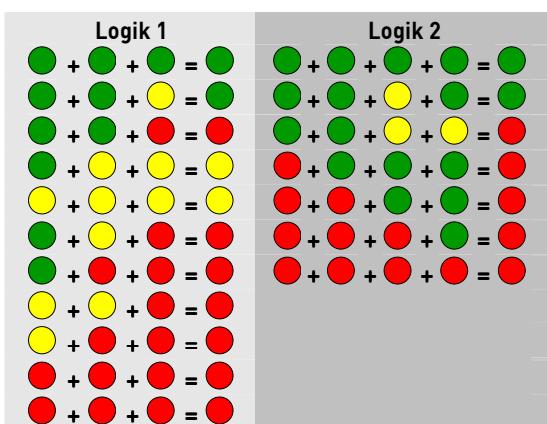


Abbildung 7: Ampellogik.

Die Bewertung erfolgt durchgängig vom Hauptkriterium bis zum Gesamtergebnis anhand der Ampellogik. Auf Mindesterfüllungsgrade und Gewichtungsfaktoren kann verzichtet werden.

### 3 Wege zum Zertifikat

Bereits während der Phase Vorstudie/Projektierung (V/P) entscheidet sich der Antragsteller, welchen Weg er für die Bewertung der notwendigen „Bausteine“ wie Betriebsenergie, Graue Energie, Tageslicht, Vorgabenkataloge und die Resultatdarstellung für die Antragstellung einschlagen möchte. Die Einhaltung der Anforderungen an die Betriebsenergie sind auf jeden Fall mittels MINERGIE® -Nachweis zu belegen.

In der Abbildung 8 sind die drei möglichen Wege zur Erlangung des MINERGIE-ECO® 2011 Zertifikates dargestellt und in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

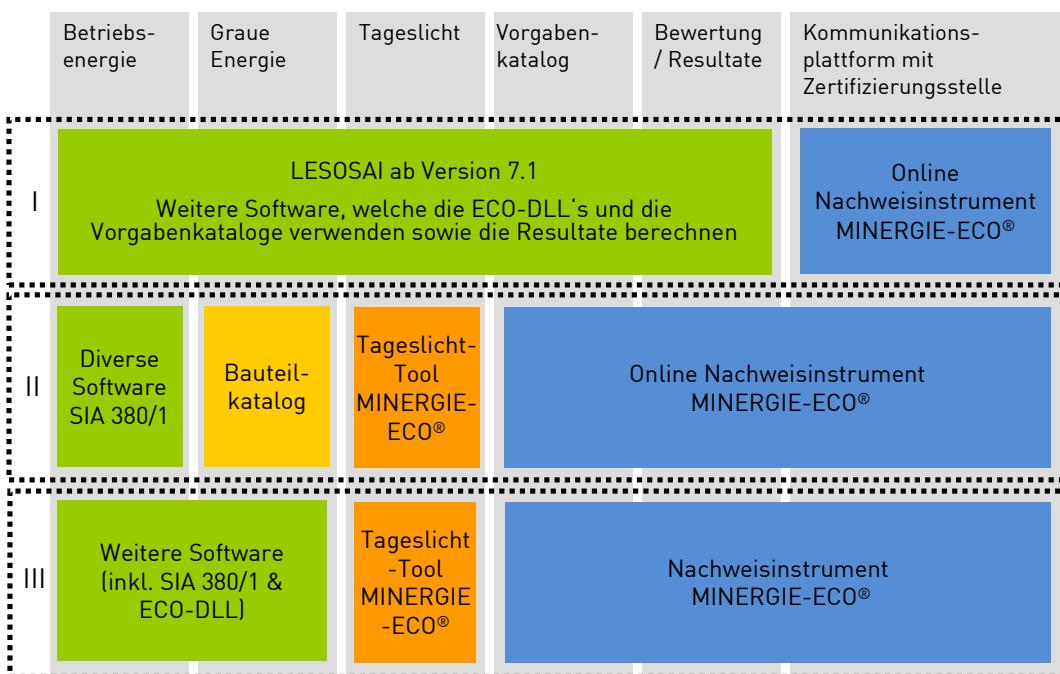


Abbildung 8: Die drei möglichen Wege zur Erreichung des MINERGIE-ECO® Zertifikates.

#### 3.1 Weg I

Dieser Weg beschreibt den «integrativen Weg». Software wie z.B. Lesosai Version 7.1 [6] enthält alle notwendigen Elemente, um eine Bewertung und einen Zertifizierungsantrag zu erstellen. Für die Berechnung der Betriebsenergie werden die Daten der thermischen Gebäudehülle bereits für die Berechnung nach SIA-Norm 380/1 (bzw. MINERGIE®-Nachweis) erfasst und können anschliessend für die Berechnung der Grauen Energie verwendet werden. Die Einbindung erfolgt über den innerhalb des Projekts entwickelten Software-Baustein ECO-DLL, welcher den Software-Entwicklern kostenlos zur Verfügung gestellt wird. Zusätzlich zur thermischen Gebäudehülle müssen die Innenbauteile (Wände und Decken), die unbeheizten Gebäudeteile (z.B. Tiefgarage), der Aushub sowie die Haustechnikanlagen erfasst werden. Bei Lesosai wurde dies mittels eines Wizards umgesetzt, der in wenigen Schritten durch die Datenerfassung führt. Lesosai beinhaltet auch das aktualisierte Tageslicht-Tool und alle Vorgabenkataloge. Mit der Integration der vollständigen Bewertungsmethodik können die Resultate per Knopfdruck über eine Schnittstelle direkt an das künftige Online Nachweisinstrument MINERGIE-ECO® gesandt werden. Der eigentliche Antrag wird dann online eingereicht.

### **3.2 Weg II**

Bei diesem Weg wird jeder „Baustein“ mit einem eigenen Werkzeug erstellt. Mit einer SIA 380/1 Software [7] wird die Betriebsenergie für den MINERGIE®-Nachweis berechnet. Die Graue Energie des Objektes wird mit dem elektronischen Bauteilkatalog [8] oder einer andern von MINERGIE-ECO zugelassenen Software berechnet. Die Tageslichterfüllung wird entweder mit dem MINERGIE-ECO® 2011 Tageslicht-Tool [5] oder einer andern von MINERGIE-ECO® zugelassenen Software (z.B. Relux [9]) berechnet. Die Resultate werden manuell in das Nachweisinstrument MINERGIE-ECO übertragen, welches auch die Vorgabenkataloge enthält. Die Gesamtbewertung erfolgt ebenfalls im Nachweisinstrument.

### **3.3 Weg III**

Der wesentliche Unterschied zwischen Weg II und Weg III besteht darin, dass die Ermittlung der Betriebsenergie sowie der Grauen Energie mit Hilfe EINER Software, welche den Software-Baustein ECO-DLL integriert hat, erfolgt. Der weitere Ablauf ist identisch mit Weg II.

### **3.4 Weiterführende Informationen**

Im Bericht *Anhang zum Schlussbericht* [1] sind weiterführende Informationen zur Antragstellung, zu den folgenden Nachweisinstrumenten und deren Bausteine enthalten:

- Ablauf Antragstellung; Kapitel [A](#)
- ECO-DLL (auf französisch); Kapitel [B](#)
- Lesosai; Kapitel [C](#)
- Bauteilkatalog; Kapitel [D](#)
- Provisorisches Excel-Nachweisinstrument für MINERGIE-ECO® 2011; Kapitel [E](#)
- Online Nachweisinstrument MINERGIE-ECO; Kapitel [F](#)

## 4 Methodik Graue Energie

### 4.1 Einleitung

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“ [1] und verwendet als Datengrundlage für die Baustoffe die KBOB-Empfehlung "Ökobilanzdaten im Baubereich" [9].

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 MJ/m<sup>2</sup>a resp. kWh/m<sup>2</sup>a. (Megajoule resp. Kilowattstunden pro Quadratmeter Energiebezugsfläche und Jahr).

Für die Berechnung der Grauen Energie für den Nachweis MINERGIE-ECO® wurden zwei existierende Instrumente erweitert:

- Variante 1: Berechnung mit der Software Lesosai [6]  
(Datengrundlage: KBOB-Empfehlung "Ökobilanzdaten im Baubereich" [11])
- Variante 2: Berechnung mit dem Bauteilkatalog [8]  
(Datengrundlage: KBOB-Empfehlung "Ökobilanzdaten im Baubereich" [10])
- Die Aufnahme des ECO Programmbausteins (ECO-DLL) in weitere bestehende Energiebilanzierungsssoftware ist in Vorbereitung. In Diskussion ist zudem die Entwicklung eines einfachen Excel-Tools.

Wie in Kapitel 2.4 beschrieben wird das Resultat der Grauen Energie eines Gebäudes in die Bereiche unbefriedigend, befriedigend und gut eingeteilt. Dazu sind zwei objektspezifische Grenzwerte (ein oberer GW2 und einen unteren GW1) notwendig, welche sich aus einer Vielzahl von Parametern errechnen. Es wurde bewusst darauf verzichtet, jeweils nur einen Grenzwert mit Gültigkeit für alle Gebäudetypen zu bestimmen, da die Gebäude mit grossen Aufwendungen zur Reduktion der Betriebsenergie oder mit einem grossen Anteil an unheizten Flächen (Bsp. Lagerfläche oder Tiefgarage) nicht bestraft werden sollen. In Zukunft ist ein gemeinsamer Grenzwert für die Summe aus Betriebsenergie und Grauer Energie anzustreben, sodass auf die komplizierte Korrektur der Grenzwerte wieder verzichtet werden kann.

Aufgrund des unterschiedlichen baulichen Aufwands zwischen einem Neubau und einer Modernisierung weichen die Berechnungen der Grauen Energie und der Grenzwerte der Grauen Energie für Neubauten und Modernisierungen stark voneinander ab. Anders als bei Neubauten wird bei einer Modernisierung nur die Summe der betreffenden Bauteile ins Verhältnis zum Grenzwert gesetzt. Sowohl für Neubauten als auch Modernisierungen fliesst der berechnete Wert Grauer Energie von speziellen haustechnischen Anlagen (Erdsonde, Photovoltaik, Sonnenkollektoren, etc.) in die Grenzwertberechnung mit ein, um Gebäudetechnik-Komponenten, welche gegenüber konventionellen Anlagen zu tieferem Primärenergieverbrauch führen, nicht zu benachteiligen.

Die Graue Energie umfasst die in Abbildung 9 beschriebenen Themenbereiche und wird unter Einbezug der darin erwähnten zentralen Parameter berechnet.

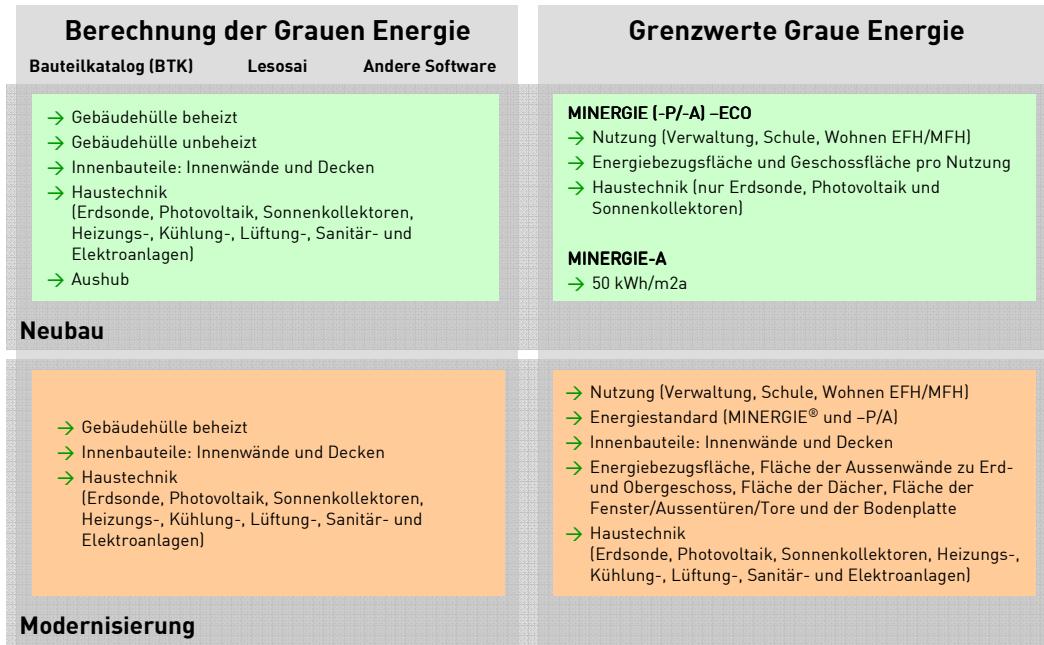


Abbildung 9: Übersicht zum Thema Graue Energie in MINERGIE-ECO® 2011.

## 4.2 Berechnung der Grauen Energie Neubau

### Detaillierte Erfassung

Für die Berechnung der Grauen Energie eines Neubaus werden die Elementgruppen gemäss Baukostenplan Hochbau eBKP-H [12] (bzw. aus SIA 2032 [2], Ziffer 3.2.3) berücksichtigt. 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):
  - C1 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 [2]):

- Aussenwände werden mit Aussenabmessungen berechnet (gem. SIA 416/1 [13])
- 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

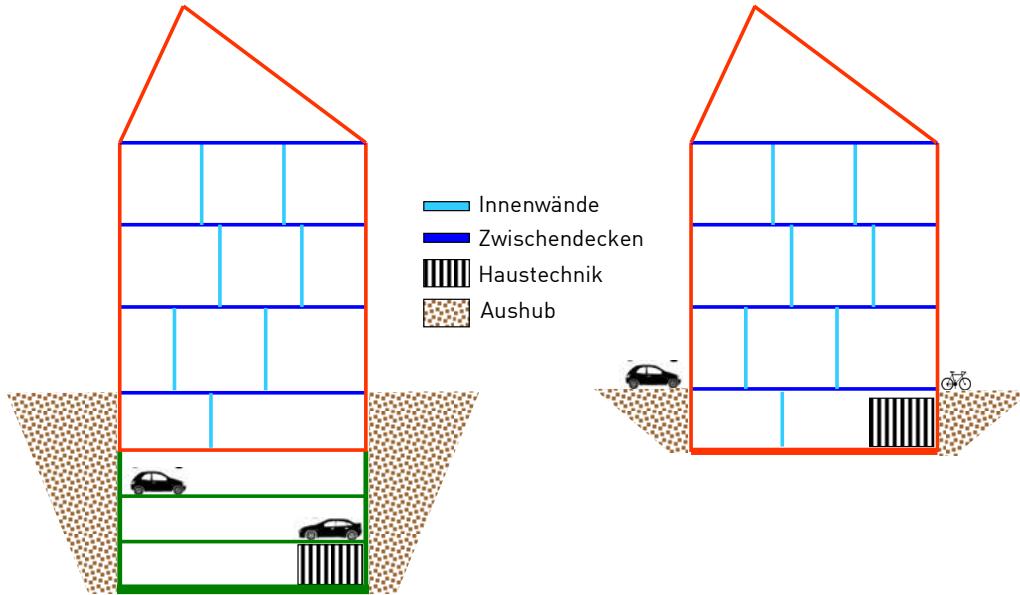
MINERGIE-ECO® 2011 macht, wie schon in Weg I und III erwähnt (Abbildung 8), Gebrauch von der Erfassung der Bauteile der thermischen Hülle, welche für den Energienachweis im Normalfall (Systemnachweis) sowieso erfolgt. Um bei der zusätzlich notwendigen Erfassung der Innenbauteile, des Aushubs und der Gebäudetechnik den Aufwand für den Anwender zu begrenzen, wird eine vereinfachte Erfassung der Innenbauteile angeboten.

**Vereinfachte Erfassung**

In der Grafik in

Beheizte Gebäudehülle nach Energienachweis

Beheizte Gebäudehülle nach Energienachweis mit Fundament

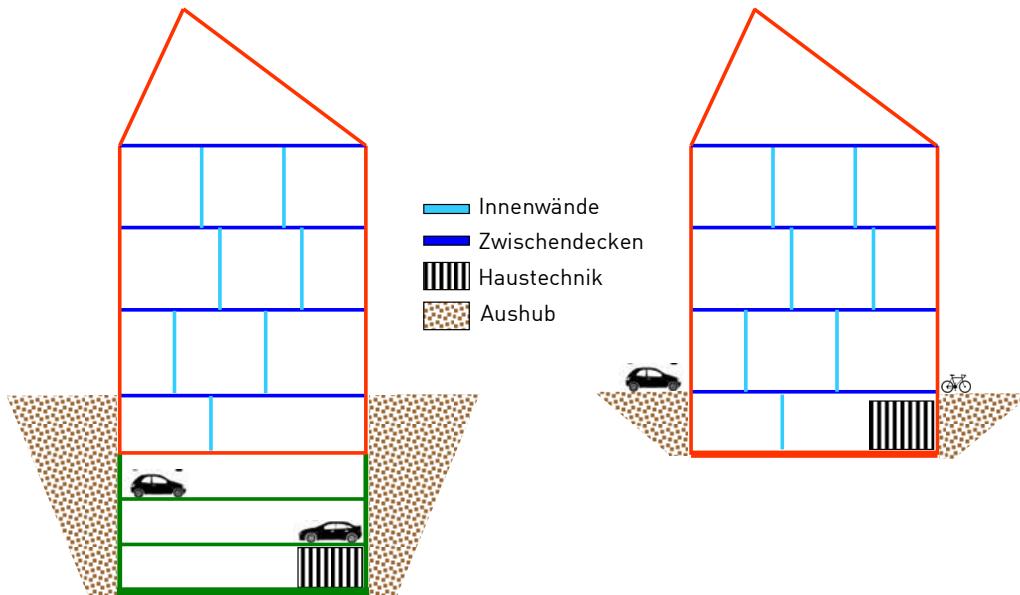


Unbeheizte Zone (Bsp. Parkhaus)

Abbildung 10 sind für 2 Fälle die thermische Gebäudehülle, welche für einen Nachweis MINERGIE® zu berücksichtigen sind, rot eingefärbt. Die für den MINERGIE-ECO® 2011 Antrag zusätzlich zu erfassenden Elemente sind andersfarbig dargestellt.

Beheizte Gebäudehülle nach Energienachweis

Beheizte Gebäudehülle nach Energienachweis mit Fundament



Unbeheizte Zone (Bsp. Parkhaus)

Abbildung 10: Untersuchte Innenbauteile für Gebäude mit und ohne Parkhaus/Tiefgarage.

Bei der vereinfachten Erfassung können mit der Eingabe weniger Parameter, welche das Gebäude, die Innenwände, die Zwischendecken, die Haustechnikanlagen und den Aushub beschreiben, anhand von Standardkonstruktionen und Durchschnittswerten die Projektwerte bestimmt werden.

Bauelemente	Bezeichnung	Einheit	Auswahl	Beschreibung
<b>Gebäude allg.</b>				
GF	[m <sup>2</sup> ]			Geschossfläche
A <sub>E</sub>	[m <sup>2</sup> ]			Energiebezugsfläche
NF <sub>UB</sub>	[m <sup>2</sup> ]			Anzahl Stockwerke unbeheizt
H <sub>R</sub>	[m]			Rauhöhe (Durchschnitt)
NF <sub>ST</sub>	[m <sup>2</sup> ]			Geschossfläche der Tiergarage
GF <sub>ST</sub>	[m <sup>2</sup> ]			Geschossfläche unter Terrain
NF <sub>ST</sub>	#			Anzahl Stockwerke im Untergeschoss (# of floors sub terrain)
<b>Innenwände</b>				
Schallschutzanforderungen			Minimalanford., erhöhte Anford.	
Konstruktionstyp			Massiv, Leicht, Glas	
L <sub>SIW</sub> (specific interior wall)	[m/m <sup>2</sup> A <sub>E</sub> ]	wenig, mittel, viel		Laufmeterzahl für die Innenwände pro Grundrisstyp
<b>Zwischendecke</b>				
Schallschutzanforderungen			mindest, erhöht	
Konstruktionstyp			Beton, Brettstapel, Holzhohlkasten	
Deckenstärke	[m]			Abhängig von Statik u. Schallschutzanforderungen
<b>Haustechnik</b>				
Erdsonde		Ja/Nein		Wird eine bzw. mehrere Erdsonden eingebaut?
MINERGIE®-Standard	[W/m <sup>2</sup> A <sub>E</sub> ]	MINERGIE MINERGIE-P/A		Spez. Heizleistung ist abhängig vom MINERGIE®-Standard
A <sub>PV</sub>	[m <sup>2</sup> ]			Fläche der eingebauten Photovoltaik-Panels
A <sub>SK</sub>	[m <sup>2</sup> ]			Fläche der eingebauten therm. Sonnenkollektoren
<b>Aushub</b>				
Wird aufgrund der allgemeinen Gebäudeinformationen berechnet [tkm]				

Tabelle 1: Nutzerangaben für die Berechnung der Grauen Energie bei Neubauten.

Die allgemeinen Informationen zum Gebäude können grundsätzlich aus dem MINERGIE® Antrag übernommen werden.

Zur Berechnung der Grauen Energie der **Innenwände** wird anhand von verschiedenen Grundrisstypen, der Konstruktionsweise (Leichtbau, Massivbau oder Glasbau) sowie der Schallschutzanforderungen (Minimalanforderungen, erhöhte Anforderungen) ein Mengen- und Typengerüst errechnet. Das Mengengerüst wird durch drei Grundrisstypen (wenig, mittel und viel; Abbildung 11) und die Geschossfläche (GF) beschrieben. Daraus ergibt sich die totale Fläche (in m<sup>2</sup>) der Innenwände im Gebäude. Die Konstruktionsweise und die Schallschutzanforderungen beschreiben das Typengerüst.

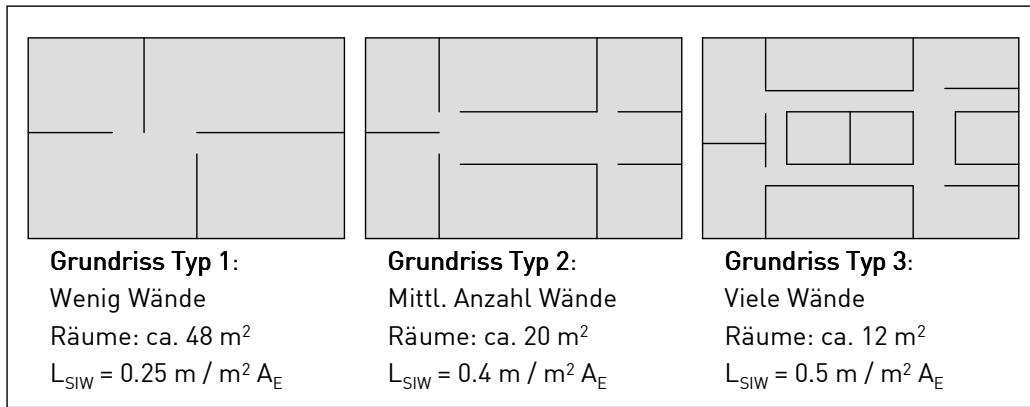


Abbildung 11: Die verschiedenen Grundrisstypen als Grundlage für das Mengengerüst der Innenwände.

- **Grundriss Typ 1:**
  - Dieser Typ kann für Grossraumbüros, Loftes oder ähnliches ausgewählt werden.
  - Laufmeterzahl<sup>1</sup>:  $L_{SIW} = 0.25 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$
- **Grundriss Typ 2:**
  - Dieser Typ eignet sich vorwiegend für normale Wohnungen
  - Laufmeterzahl:  $L_{SIW} = 0.4 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$
- **Grundriss Typ 3:**
  - Dieser Typ ist vor allem für Bürogebäude mit vielen kleinen Büroräume zu verwenden
  - Laufmeterzahl:  $L_{SIW} = 0.5 \text{ m} / \text{m}^2 A_E$

Die Berechnung der Grauen Energie der **Zwischendecke** berechnet sich nach dem gleichen Verfahren wie bei den Innenwänden, wobei hier die Energiebezugsfläche ( $A_E$ ) abzüglich der Geschossfläche der Tiefgarage ( $GF_{TG}$ ) das Mengengerüst darstellt. Zwischendecken von Tiefgaragen sind als separate Bauteile definiert, um den speziellen Anforderungen gerecht zu werden. Die Graue Energie wird auf 1 m<sup>2</sup> Tiefgaragenfläche bezogen.

Zur Berechnung der Grauen Energie der **Haustechnikanlage** wird für das Heizsystem nur der angestrebte MINERGIE® Standard des Gebäudes verwendet. Für jedes Gebäude wird in Abhängigkeit des Gebäudenutzungstyps ein Basiswert für die Graue Energie der Lüftungs-, Sanitär- und Elektroanlagen hinzugaddiert. Ebenso fliessen die Installation einer allfälligen Erdsonde, einer Photovoltaikanlage und/oder einer thermischen Solarkollektorenanlage mit in die Berechnung ein.

Mit den Flächenangaben über das Gebäude und der Anzahl Stockwerke im Untergeschoss wird das **Aushubvolumen** über vereinfachte Annahmen berechnet. Die Graue Energie für den Aushub beinhaltet einen 10 km weiten LKW-Transport des ganzen Volumens.

<sup>1</sup>  $L_{SIW}$  = Length specific, interior walls [m / m<sup>2</sup>]

### Weiterführende Informationen

Im Bericht *Anhang zum Schlussbericht [1]* ist die genaue Herleitung sowie die Grundlagen der hinterlegten Durchschnittswerte für die Berechnung der Grauen Energie von Neubauten enthalten:

- Graue Energie der Innenwände in beheizten Zonen bei Neubauten; Kapitel G
- Graue Energie der Zwischendecken in beheizten Zonen bei Neubauten; Kapitel H
- Graue Energie der Bauteile in nichtbeheizten Zonen bei Neubauten; Kapitel I
- Graue Energie der Haustechnik bei Neubauten und Modernisierungen; Kapitel J
- Graue Energie des Aushub; Kapitel K

## 4.3 Berechnung der Grauen Energie Modernisierung

### Detaillierte Erfassung

Für die Berechnung der Grauen Energie einer Modernisierung müssen diejenigen 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)
- Teilweiser oder vollständiger Ersatz der Gebäudetechnik (z.B. Heizung, Elektroanlagen)

Wenn nur kleine Massnahmen erfolgen (z.B. streichen), so gelten diese nicht als Modernisierung. Falls neue Gebäudeteile erstellt werden (z.B. Unterkellerung oder Aufstockung des Gebäudes), so sind diese Arbeiten als Neubauten zu verstehen und somit separat zu erfassen.

### Vereinfachte Erfassung

Analog zu Neubauten bietet MINERGIE-ECO® 2011 auch für Modernisierungen die Berechnung der Grauen Energie der inneren Bauteile und der Haustechnik mittels vereinfachter Erfassung an.

Mit der Eingabe weniger Parameter, welche das Gebäude und die vorgesehenen Massnahmen bezüglich Innenwänden, Zwischendecken und Haustechnikanlagen beschreiben, werden anhand von Standardkonstruktionen und Durchschnittswerten die Projektwerte berechnet (Tabelle 2).

Bauelemente	Bezeichnung	Einheit	Auswahl	Beschreibung
<b>Gebäude allgemein</b>				
$A_E$		[m <sup>2</sup> ]		Energiebezugsfläche
$H_R$		[m]		Rauhöhe (Durchschnitt)
$L_{SIW}$ (specific interior wall)		[m/m <sup>2</sup> A <sub>E</sub> ]	wenig, mittel, viel	Laufmeterzahl für die Innenwände pro Grundrisstyp
<b>Innenwände</b>				
	Eingriffstiefe		klein, mittel gross	
	Konstruktionstyp Ersatz		Massiv, Leicht, Glas	
<b>Zwischendecke</b>				
-	-	-	-	Berechnung wird ohne weiteren Angaben durchgeführt
<b>Haustechnik</b>				
Erdsonde			Ja/Nein	Wird eine bzw. mehrere Erdsonden eingebaut?
MINERGIE®-Standard	[W/m <sup>2</sup> A <sub>E</sub> ]	MINERGIE MINERGIE-P/A	MINERGIE®-Standard	Heizleistung abhängig vom MINERGIE-P/A
$A_{PV}$	[m <sup>2</sup> ]			Fläche der eingebauten Photovoltaik-Panels
$A_{SK}$	[m <sup>2</sup> ]			Fläche der eingebauten therm. Sonnenkollektoren

Tabelle 2: Nutzerangaben für die Berechnung der Grauen Energie bei Modernisierungen.

Die Berechnungen folgen grundsätzlich folgenden Schritten:

- Aufgrund der Raumhöhe, der Energiebezugsfläche und des Grundrisstyps wird die Fläche der Innenwände bestimmt (analog zu Neubauten).
- Für drei Konstruktionstypen von **Innenwänden** (Massivbau, Leichtbau und Glas) wurde die Graue Energie pro m<sup>2</sup> Innenwandfläche berechnet.
- Mit der Wahl der Eingriffstiefe (kleiner Eingriff, mittlerer Eingriff und grosser Eingriff), welches jeweils ein Modell zur Berechnung der Grauen Energie hinterlegt ist, kann die Graue Energie für die Innenwände berechnet werden. Die Massnahmen sind bezüglich der Eingriffstiefen wie folgt kategorisiert:
  - Entfernung von nicht-tragenden Innenwandflächen für Tür- und/oder Fensteröffnungen
  - Schliessung und Schaffung von Öffnungen in der Innenwand mit einem einfachen Mauerwerk (Backstein 15cm mit beidseitigem Verputz)
  - Entfernung von tragenden Innenwandflächen mit Einzug eines Stahlträgers
  - Entfernung von nichttragenden Innenwänden
  - Ersatz von nichttragenden Innenwänden eines bestimmten Konstruktionstyps
  - Verputzen eines Anteils der Innenwandfläche
  - Beidseitiges streichen der gesamten Innenwandfläche
- Für die Sanierung von **Zwischendecken** wird aufgrund der Energiebezugsfläche automatisch ein Anstrich der gesamten Deckenfläche sowie das Verputzen von 10% der Fläche berücksichtigt.
- Aufgrund fehlender Daten zur Grauen Energie von Bodenbelägen werden diese im Moment weder in der detaillierten noch in der vereinfachten Erfassung berücksichtigt.

Es ist zu beachten, dass die vordefinierten Eingriffstiefen nur für die Modernisierung von Innenwänden verwendet werden dürfen. Falls die Eingriffstiefe grösser ist als dargestellt oder Zwischendecken ersetzt bzw. neu erstellt werden, müssen diese Massnahmen detailliert berechnet werden.

Die Berechnung der Grauen Energie der **Haustechnik** bei Modernisierungen erfolgt analog zum Verfahren bei Neubauten.

#### **Weiterführende Informationen**

Dem Bericht *Anhang zum Schlussbericht* [1] können die genaue Herleitung, die Berechnungs-routinen sowie die hinterlegten Durchschnittswerte für die Berechnung der Grauen Energie bei Modernisierungen entnommen werden:

- Graue Energie der Innenwänden bei Modernisierungen; Kapitel K
- Graue Energie der Zwischendecken bei Modernisierungen; Kapitel M
- Graue Energie der Haustechnik bei Neubauten und Modernisierungen; Kapitel J

#### **4.4 Berechnung der Grenzwerte Neubau**

Für die Berechnung der Grenzwerte bei Neubauten ist die Eingabe folgender Gebäudepara-meter notwendig:

- Gebäudehauptnutzung:
  - Verwaltung
  - Schule
  - Wohnen EFH/MFH
- Energiebezugsfläche (Fläche):
- Geschossfläche (Fläche)
- Erdsonde (Ja/Nein)
- Photovoltaik-Anlage (Fläche)
- Sonnenkollektoren (Fläche)

In den meisten Fällen besteht ein Gebäude aus einem beheizten und einem unbeheizten Teil. Für den Energienachweis nach MINERGIE® (-P/-A) stellt die beheizte Fläche (Energiebezugs-fläche) die Referenzgrösse dar. Entsprechend wurden Basisgrenzwerte für die beheizte Flä-  
che ermittelt ( $GW_{AE}$ ). Da der unbeheizte Teil eines Gebäudes (z.B. Garage, Keller) gemäss SIA-Merkblatt 2032 ebenfalls in die Berechnung der gesamten Grauen Energie einfließen muss,  
werden zudem entsprechende Basisgrenzwerte für die unbeheizte Fläche ermittelt ( $GW_{GF-AE}$ ).  
In der folgenden Abbildung wird dies grafisch dargestellt.

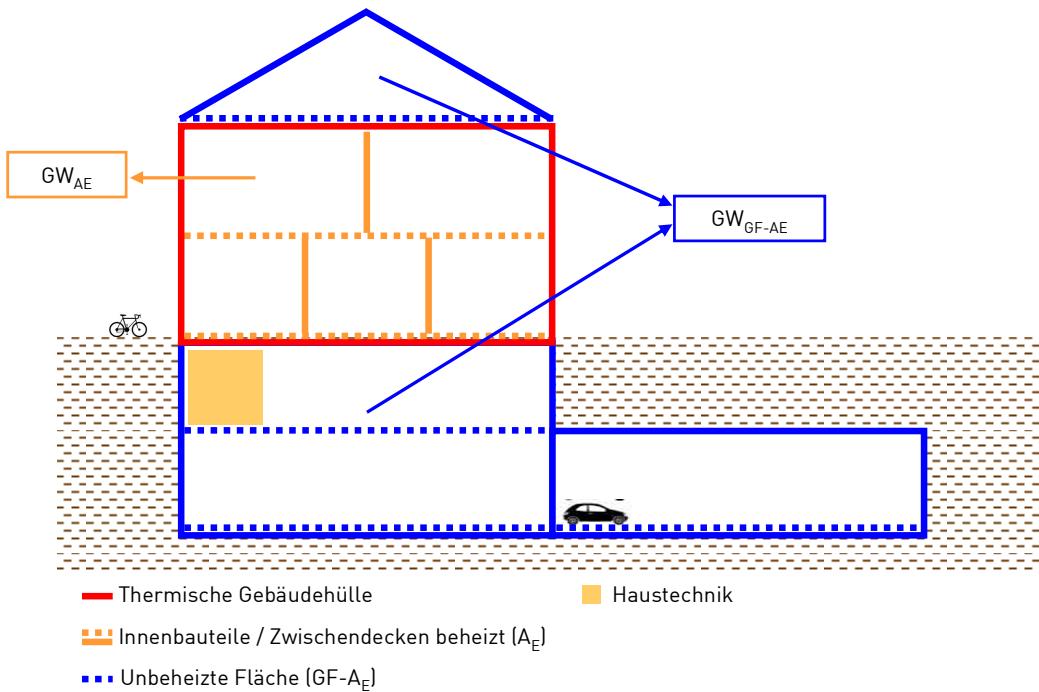


Abbildung 12: Darstellung der Basisgrenzwerte  $GW_{AE}$  und  $GW_{GF-AE}$ .

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

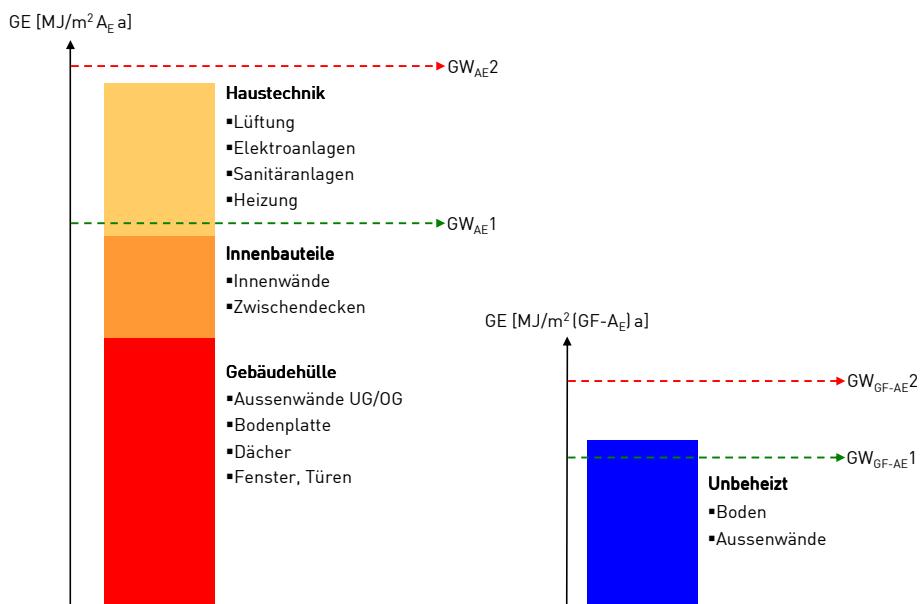


Abbildung 13: Zusammensetzung der Basisgrenzwerte für beheizte (rot) und unbeheizte (blau) Flächen mit den imaginär eingezeichneten Basisgrenzwerten (grüne und rote Pfeile).

Die Basisgrenzwerte für die beheizten und unbeheizten Flächen wurden aus dem SIA Merkblatt 2040 „SIA-Effizienzpfad Energie“ [14] abgeleitet und mittels Fallbeispielen verifiziert. Die entsprechenden Werte können Tabelle 3 entnommen werden:

Nutzung	$GW_{AE1}$ [MJ/m <sup>2</sup> a]	$GW_{AE2}$ [MJ/m <sup>2</sup> a]	$GW_{GF-AE1}$ [MJ/m <sup>2</sup> a]	$GW_{GF-AE2}$ [MJ/m <sup>2</sup> a]
bzgl. beheizte Fläche ( $A_E$ )				
Verwaltung	110	150		
Schule	90	130	30	50
Wohnen EFH/MFH	90	130		

Tabelle 3: Die Basisgrenzwerte für Neubauten.

Da die Richtwerte für Graue Energie Erstellung nach dem SIA Merkblatt 2040 [14] das gesamte Gebäude inkl. beheizten sowie unbeheizten Zonen, Haustechnik (inkl. PV, Solaranlage oder Erdsonden) umfassen, wurden für alle Nutzungstypen von MINERGIE-ECO® und MINERGIE-A® folgende Anpassungen vorgenommen:

- Abzug von 10 MJ/m<sup>2</sup>  $A_E * a$  für unbeheizte Gebäudeteile inkl. Innenbauteile
- Abzug von 10 MJ/m<sup>2</sup>  $A_E * a$  für Photovoltaik, Solaranlage und/oder Erdsonden

Die Summe aus den Grenzwerten  $GW_{AE1}$  und den Korrekturwerten (20 MJ/m<sup>2</sup>  $A_E * a$ ) ergeben somit die in SIA Merkblatt 2040 aufgeführten Richtwerte für Graue Energie Erstellung:

- Verwaltung:  $GW_{AE1}: 110 \text{ MJ/m}^2 A_E * a + \text{Korrekturwert } 20 \text{ MJ/m}^2 A_E * a = 130 \text{ MJ/m}^2 A_E * a$
- Schule:  $GW_{AE1}: 90 \text{ MJ/m}^2 A_E * a + \text{Korrekturwert } 20 \text{ MJ/m}^2 A_E * a = 110 \text{ MJ/m}^2 A_E * a$
- Wohnen EFH/MFH:  $GW_{AE1}: 90 \text{ MJ/m}^2 A_E * a + \text{Korrekturwert } 20 \text{ MJ/m}^2 A_E * a = 110 \text{ MJ/m}^2 A_E * a$

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

Nutzung	PV-Anlage [MJ/m <sup>2</sup> a]	Sonnenkollektoren [MJ/m <sup>2</sup> a]	Erdsonde [MJ/m <sup>2</sup> a]
Bezugsgrösse	Bauteilfläche		Energiebezugsfläche ( $A_E$ )
Verwaltung			
Schule	141	212	7
Wohnen EFH/MFH			

Tabelle 4: Basisgrenzwerte für die Haustechnik.

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 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche und Jahr. Die objekt-spezifische Graue Energie eines Neubaus wird nun mit den objektspezifischen Grenzwerten in Relation gesetzt. Daraus ergibt sich der Erfüllungsgrad der Grauen Energie für das spezifische Objekt.

## Weiterführende Informationen

Im Bericht *Anhang zum Schlussbericht [1]* ist die genaue Herleitung zur Bestimmung der Grenzwerte bei Neubauten sowie die Informationen zu den Fallbeispielen enthalten:

- Fallbeispiele; Kapitel N
- Mustergebäude; Kapitel O
- Grenzwerte bei Neubauten; Kapitel 0

## 4.5 Berechnung der Grenzwerte Modernisierung

Bei Modernisierungen 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, Sonnenkollektoren, Erdsonde, Sanitäranlagen, Elektroanlagen, Lüftungsanlagen, Wärmeerzeuger und -verteiler und die Innenbauteile. Für jedes dieser Elemente wurden Basisgrenzwerte bestimmt. Zusammen mit folgenden Angaben werden die objektspezifischen Grenzwerte berechnet:

- Gebäudehauptnutzung:
  - Verwaltung
  - Schule
  - Wohnen EFH/MFH
- MINERGIE®-Standard (Auswahl)
- $A_E$ : Energiebezugsfläche ( $m^2$ )
- $A_A$ : Fläche der Außenwände zu Erd- und Obergeschossen ( $m^2$ )
- $A_D$ : Fläche der Dächer ( $m^2$ )
- $A_B$ : Fläche der Bodenplatte ( $m^2$ )
- $A_{FT}$ : Fläche der Fenster, Aussentüren und -tore ( $m^2$ )
- Erdsonde (Auswahl)
- Photovoltaik-Anlage ( $m^2$ )
- Sonnenkollektoren ( $m^2$ )
- 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)
- Modernisierung Innenbauteile (Auswahl)

Die Daten zur Bestimmung der Basisgrenzwerte stammen für die Gebäudehülle (pro  $m^2$  Bau teilfläche) und für den Rest (pro  $m^2$  Energiebezugsfläche) aus der KBOB/eco-bau/IPB-Empfehlung 2009/1 „Ökobilanzdaten im Baubereich“ [10].

Die folgenden Tabellen beschreiben die Basisgrenzwerte für die einzelnen Bauteile entweder in Funktion des Vorhandenseins, der Bauteilfläche oder der Energiebezugsfläche. Für die Standards MINERGIE-P® und MINERGIE-A® müssen die Basisgrenzwerte mit dem Faktor 1.2 multipliziert werden, da der verbesserte Wärmeschutz zu erhöhtem Ressourcenaufwand führt.

Bauteil	Aussenwände über Terrain	Dächer	Bodenplatte	Fenster / Aussentü- ren
Eingabe	Fläche [m <sup>2</sup> ] $A_A$	Fläche [m <sup>2</sup> ] $A_D$	Fläche [m <sup>2</sup> ] $A_B$	Fläche [m <sup>2</sup> ] $A_{FT}$
Einheit	[MJ/m <sup>2</sup> Bauteil und Jahr]			
<b>Verwaltung</b>				
Schule	10	20	15	25
Wohnen			15	25
			45	65

Tabelle 5: Basisgrenzwerte der Gebäudehülle.

Bauteil	PV-Anlage	Sonnenkollektoren
Eingabe	Fläche [m <sup>2</sup> ] $A_{PV}$	Fläche [m <sup>2</sup> ] $A_{SK}$
Einheit	[MJ/m <sup>2</sup> Bauteil und Jahr]	
Bezugsgrösse	Bauteilfläche	
<b>Verwaltung</b>		
Schule		141 <sup>2</sup>
Wohnen		212 <sup>3</sup>

Tabelle 6: Basisgrenzwerte der PV-Anlage und Sonnenkollektoren.

Bauteil	Lüftung gesamt	Erdre- gister	Abluft Küche/Bad	Sanitär- anlagen	Wärme- erzeugung	Wärme- verteilung	Elektro- anlagen	Erdsonde
Eingabe	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein
Einheit	[MJ/m <sup>2</sup> A <sub>E</sub> *Jahr]							
Bezugsgrösse	Energiebezugsfläche (A <sub>E</sub> )							
Verwaltung	8.4 <sup>4</sup>	3.4 <sup>5</sup>	0	5.3 <sup>6</sup>				
Schule	8.4 <sup>5</sup>	3.4 <sup>6</sup>	0	5.3 <sup>7</sup>	0.9 <sup>7</sup>	4 <sup>8</sup>	8.4 <sup>9</sup>	7 <sup>10</sup>
Wohnen	7.1 <sup>5</sup>	2.0 <sup>6</sup>	1.9 <sup>11</sup>	7.7 <sup>7</sup>				

Tabelle 7: Basisgrenzwerte der Haustechnik (exkl. PV-Anlage und Sonnenkollektoren)

<sup>2</sup> 29'800 MJ/kWp mit einer Lebensdauer von 30 Jahren, 1m<sup>2</sup> entspricht 141Wp<sup>3</sup> Annahme: 50% Sonnenkollektoren, Warmwasser MFH und 50% Sonnenkollektoren, Warmwasser EFH, KBOB Liste Stand März 2010, 4245 MJ/m<sup>2</sup> Kollektorfläche mit einer Lebensdauer von 20 Jahren<sup>4</sup> 253 (Verwaltung/Schule) und 213 (Wohnen) MJ/m<sup>2</sup> A<sub>E</sub> mit einer Lebensdauer von 30 Jahren<sup>5</sup> 103 (Verwaltung/Schule) und 29.1 (Wohnen) MJ/m<sup>2</sup> A<sub>E</sub> mit einer Lebensdauer von 30 Jahren<sup>6</sup> 159 (Verwaltung/Schule) und 230 (Wohnen) MJ/m<sup>2</sup> A<sub>E</sub> mit einer Lebensdauer von 30 Jahren<sup>7</sup> 17.6 MJ/m<sup>2</sup> A<sub>E</sub> mit einer Lebensdauer von 20 Jahren<sup>8</sup> 120 MJ/m<sup>2</sup> A<sub>E</sub> mit einer Lebensdauer von 30 Jahren<sup>9</sup> 252 MJ/m<sup>2</sup> A<sub>E</sub> mit einer Lebensdauer von 30 Jahren<sup>10</sup> 137 MJ/m<sup>2</sup> A<sub>E</sub> (Anlage mit 20W pro m<sup>2</sup> A<sub>E</sub>) mit einer Lebensdauer von 20 Jahren. Aufgerundet.<sup>11</sup> 57.5 MJ/m<sup>2</sup> A<sub>E</sub> mit einer Lebensdauer von 30 Jahren

Bauteil	Innenbauteile	
Eingabe	Ja/Nein	Ja/Nein
Bezugsgrösse		Energiebezugsfläche ( $A_E$ ) [MJ/m <sup>2</sup> $A_E$ *Jahr]
Verwaltung	5	10
Schule		
Wohnen		

Tabelle 8: Basisgrenzwerte der Innenbauteile (GW<sub>i</sub>).

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 das Gebäude.

#### Weiterführende Informationen

Im Bericht *Anhang zum Schlussbericht* [1] ist die genaue Herleitung zur Bestimmung der Grenzwerte bei Modernisierungen sowie die Informationen zu den Fallbeispielen enthalten:

- Fallbeispiele; Kapitel N
- Mustergebäude; Kapitel O
- Grenzwerte bei Modernisierungen; Kapitel Q

## 5 Tageslicht

### 5.1 Einleitung

Natürliches Tageslicht in Innenräumen wirkt sich positiv auf den Biorhythmus des Menschen aus und reduziert den Bedarf an künstlicher Beleuchtung. Mit dem aktualisierten Tageslichttool von MINERGIE-ECO® lässt sich ein durchschnittlicher Tageslicht-Erfüllungsgrad für Gebäude berechnen. Dabei werden die für die typischen Räume erhobenen Raum- und Fenstereigenschaften verwendet. Die Minimalanforderung von MINERGIE-ECO® 2011 liegt unverändert bei einem Erfüllungsgrad von 50%.

Die überarbeitete Methodik zur Bewertung des Tageslichts kann neu sowohl auf Neubauten als auch auf Modernisierungen der Nutzungskategorien Wohnen EFH, Wohnen MFH, Verwaltung und Schule angewendet werden. Die Berechnung erfolgt in Anlehnung an die SIA-Norm 380/4 [3].

### 5.2 Anpassungen bei Neubauten

Für die Version 2011 wurden folgende Anpassungen am MINERGIE-ECO® Tageslichttool vorgenommen:

- Der Tageslicht-Erfüllungsgrad von MINERGIE-ECO® wird über die Fläche aller erfassten Räume gemittelt. Das kann dazu führen, dass ungenügend mit Tageslicht versorgte Räume mit sehr gut belichteten Räumen kompensiert werden. Dadurch verbessert sich aber die Situation für die Personen, die sich in den „dunklen“ Räumen aufzuhalten haben, nicht. Deshalb wird bei Neubauten die Fläche der Räume mit ungenügendem Tageslicht-Erfüllungsgrad auf 20% der gesamten erfassten Fläche begrenzt. Die Anforderungen an das Tageslicht gelten nur dann als erfüllt, wenn beide Bedingungen eingehalten sind.
- Für grössere Gebäude mit vielen unterschiedlichen Hauptnutzräumen war die Anzahl der im Tool angebotenen Zeilen ungenügend. Sie wurde auf 50 Zeilen erweitert.

### 5.3 Anpassungen bei Modernisierungen

Bei Modernisierungen wird ein zweistufiges Verfahren gewählt. Bei Gebäuden, die kaum Veränderungen der Fensterflächen und -typen erfahren, werden mittels eines einfachen Fragebogens (ähnlich zum sommerlichen Wärmeschutz beim MINERGIE®-Nachweis) relevante Informationen abgefragt, welche zu einer Beurteilung, ob das Objekt detailliert erfasst werden muss oder nicht, führen.

#### Stufe 1

Fragenkatalog mit folgenden Fragen:

- Wurden die Fensteröffnungen grundsätzlich beibehalten oder vergrössert? (Ja/Nein)
- Wurden die Glasflächen grundsätzlich beibehalten oder sogar vergrössert? (Ja/Nein)
- Wurde bei der Wahl der Verglasung auf einen hohen Transmissionswert geachtet? (Ja/Nein)

- Wurden keine Elemente (z.B. Balkone, Vordächer) an die Fassade gebaut, welche den Tageslichteinfall verschlechtern? (ja/Nein)
- Wurden keine Bäume vor die Fenster gepflanzt, welche den Tageslichteinfall heute und in Zukunft verschlechtern?
- Wurden die Oberflächen der Räume (mind. Decken und Wände) in heller Farbe gehalten?

Wenn alle Fragen mit Ja beantwortet werden können, ist keine detaillierte Erfassung notwendig und der Erfüllungsgrad wird mit 50% eingesetzt. Falls eine deutliche Verbesserung der Tageslichtsituation bei einer Modernisierung angestrebt wird, so ist Stufe 2 anzuwenden.

## Stufe 2

Bei der Stufe 2 soll das grundsätzliche Vorgehen gegenüber Neubauten nicht verändert werden, damit die Anwendung einfach bleibt und sich die bisherigen Benutzenden nicht umgewöhnen müssen. Das Verfahren wurde wie folgt definiert:

- Anwendung der Berechnungsmethode wie beim Neubau
- Bestimmung der Grenzwerte aufgrund von zusätzlichen Fallbeispielen
  - Festlegung von Gebäudekategorien (nach Alter) und eines realistischen, der deutlich unter 50% liegt (Wert A).
  - Ausgehend davon, dass ältere Gebäude eher kleine Fensteröffnungen besitzen als Neubauten, wurde ein minimaler Erfüllungsgrad festgelegt, welcher unter demjenigen von Neubauten liegt
- Da in der Praxis neue Fenster einen grösseren Rahmen- und Flügelanteil besitzen als alte Fenster und die heute verwendeten Verglasungen tiefere Tageslicht-Transmissionsgrade aufweisen, wurde ein Verschlechterungsfaktor (Wert B) bestimmt. Damit ist die Zielerreichung bei Modernisierungen ohne Einbau zusätzlicher Fenster möglich.
- Daraus errechnet sich für die Gebäudekategorien der Grenzwert wie folgt:  

$$\text{Wert A (z.B. 30\%)} - \text{Wert B (z.B. 3\%)} = \text{Grenzwert (z.B. 27\%)}$$
 Damit die gleiche Skala wie für Neubauten verwendet werden kann, wird diese wie folgt angepasst:

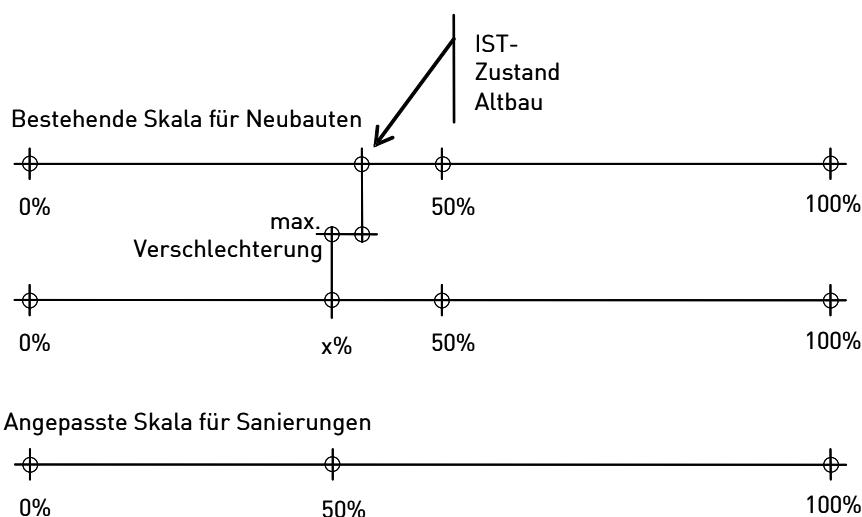


Abbildung 14: Gestreckte Skala für den Fall einer Modernisierung.

## **5.4 Grenzwerte für Neubauten und Modernisierungen**

Der minimale Erfüllungsgrad beträgt 50%. Voraussetzung ist jedoch, dass die Fläche der Räume, in denen der minimale Erfüllungsgrad nicht erreicht wird, maximal 20% der gesamten Hauptnutzfläche beträgt. Der obere Grenzwert liegt bei 70%.

## **5.5 Weiterführende Informationen**

Im Bericht *Anhang zum Schlussbericht* [1] wird Kapitel R (Anleitung Tageslicht-Tool MINERGIE-ECO®) die Anwendung des Tageslicht-Tools genauer beschrieben:

## 6 Vorgabenkataloge

Für die folgenden Hauptkriterien von MINERGIE-ECO® 2011 kommen Vorgabekataloge zur Anwendung:

- Ausschlusskriterien
- Schallschutz
- Innenraumklima
- Gebäudekonzept
- Materialien & Bauprozesse

Die Tabelle 9 zeigt eine Übersicht über die Anzahl Vorgaben pro Hauptkriterium für Neubauten und Modernisierungen. Die Inhalte der Vorgaben der 5 Hauptkriterien unterscheiden sich leicht zwischen Neubauten und Modernisierungen. Zum Beispiel gibt es bei den Ausschlusskriterien für Neubauten 13 und für Modernisierungen 12 Ausschlusskriterien, die zu erfüllen sind. In den folgenden Unterkapiteln werden die wichtigsten Neuerungen und Unterschiede zwischen Neubau und Modernisierung der Vorlagen pro Hauptkriterium erläutert.

Kriterium	Neubauten	Modernisierungen
Ausschlusskriterien	13	12
Schallschutz	11	11
Innenraumklima	26	26
Gebäudekonzept	16	16
Materialien und Bauprozesse	20	20
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>85</b>

Tabelle 9: Anzahl Vorgaben pro Kriterium.

Neben den eigentlichen Vorgaben enthalten die Vorgabenkataloge Neubau und Modernisierung jeweils die erforderlichen Nachweise/Unterlagen in Abhängigkeit der Phase (Vorstudie/Projektierung bzw. Ausschreibung/Realisierung), die von der Vorgabe betroffenen Gewerke sowie die Massnahmen zur Umsetzung in den Phasen Ausschreibung und Realisierung.

Im Folgenden werden die fünf Vorgabenkataloge für Neubauten und Modernisierungen erläutert.

### Weiterführende Informationen

Im Bericht *Anhang zum Schlussbericht* [1] ist eine ausführliche Liste der Vorgaben für Neubauten und Modernisierungen und Informationen zu den Erweiterungen des Katalogs enthalten:

- Erweiterungen des Vorgabenkataloges; Kapitel S
- Vorgabenkatalog Neubau; Kapitel T
- Vorgabenkatalog Modernisierung; Kapitel U

## 6.2 Ausschlusskriterien

Durch Ausschlusskriterien wird eine Mindestqualität bezüglich Gesundheit und Bauökologie sichergestellt. Sie sind zwingend zur Erfüllung der Zertifikatsanforderungen einzuhalten.

### **Neubau**

- Schadstoffprüfung bei rückzubauenden Bauwerksteilen
- Ausschluss diverser Produkte, welche in beheizten Räume gesundheitsschädigende Stoffe emittieren.
- Ausschluss von Montage, Abdichtung oder Füllen von Hohlräumen mittels PU-Montage- oder Füllschäumen.
- Ausschluss von bewitterten Metallen, welche zu einem Schwermetall-Eintrag in die Umwelt führen.
- Ausschluss von Hölzern bzw. Holzprodukten aussereuropäischer Herkunft ohne FSC-, PEFC- oder gleichwertigem Label.
- Mindestanteil von Recycling-Beton (gem. SIA Merkblatt 2030 [17])

### **Modernisierung**

- Grundsätzlich dieselben Vorgaben wie für Neubauten
- Ausnahme: Das Ausschlusskriterium betreffend dem Mindestanteil von RC-Beton entfällt

## 6.3 Schallschutz

Beim Schallschutz wird gemäss SIA Norm 181 „Schallschutz im Hochbau“ [15] zwischen Minimalanforderungen und erhöhten Anforderungen unterschieden:

### **Neubau**

- Mindest- sowie erhöhte Anforderungen an den Schutz gegen Luftschall von aussen
- Mindest- sowie erhöhte Anforderungen an den Schallschutz zwischen Nutzungseinheiten
- Mindest- sowie erhöhte Anforderungen an den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen. Dazu wurde eine Checkliste erstellt, welche eine konsistente Beurteilung erlaubt.
- Mindest- sowie erhöhte Anforderungen an den Schallschutz innerh. von Nutzungseinheiten
- Raumakustische Anforderungen an Unterrichtsräume und Sporthallen
- Spürbare Reduktion der Lärmbelastung von Aufenthaltsbereichen im Aussenraum in lärmbelasteten Gebieten
- Neue Vorgabe: Einbezug einer Fachperson für die Bearbeitung des Schallschutzes und die Nachweisführung.

### **Modernisierung**

- Es werden dieselben Themen wie bei Neubauten berücksichtigt.
- Da bei bestehenden Gebäuden meist die Anforderungen der SIA-Norm 181 nicht eingehalten werden können (für sanierte Bauteile gelten dieselben Anforderungen wie bei Neubauten, was in der Praxis zu hohen Eingriffstiefen oder gar Ersatzneubauten führen würde), wird bei der Beurteilung die Verbesserung gegenüber dem Zustand vor der Modernisierung bewertet.
- Je grösser die Differenz zwischen Anforderung der SIA 181 und dem Zustand vor der Modernisierung ist, umso mehr muss die Verbesserung im modernisierten Zustand betragen, um die Vorgabe zu erfüllen.
- Dasselbe Prinzip der Verbesserung wird auch für die Raumakustik verwendet.

## 6.4 Innenraumklima

Für die Gesundheit der Gebäudenutzenden ist die Qualität des Innenraumklimas von grosser Bedeutung. Mit 26 Vorgaben werden folgende Themen für Neubauten sowie Modernisierungen behandelt:

### **Neubau**

- Entfernung schadstoffhaltiger Bauteile in zurückzubauenden Bauwerken
- Rauchverbot im Gebäude, Ausnahmeregelungen und Bereiche ausserhalb des Gebäudes, wo geraucht werden darf
- Einsatz von Hartbodenbelägen im Innenraum
- Keine direkte Verbindung von Baustoffen, welche lungengängige Fasern abgeben können (z.B. Mineralfaserdämmstoffe), mit der Raumluft
- Lüftungs- und Klimaanlagen müssen konstruktiv und fertigungstechnisch so gestaltet sein, dass sie keine negativen Auswirkungen auf das Innenraumklima haben
- Konzipierung und Betrieb des Warmwasserverteil- und Steigleitungsnetz, sowie des Wasserspeicher, dass die Bildung von Legionellen verhindert wird
- Beurteilung des Standorts des Gebäudes bezüglich Radonbelastung und Planung allfälliger Massnahmen zur Reduktion der Belastung.
- Minimierung der nicht-ionisierenden Strahlung im Gebäude
- Auslüftung der Räume nach Fertigstellung und Durchführung von Raumluftmessungen (CO<sub>2</sub>, TVOC und Radon).

### **Modernisierung**

- Die Vorgaben weisen gegenüber denjenigen für Neubauten geringfügige Anpassungen auf.

## 6.5 Gebäudekonzept

Mittels 16 Vorgaben wird das Gebäudekonzept beurteilt und die verschiedenen Gebäudeeigenschaften wie z.B. die Nutzungsflexibilität eines Gebäudes oder die Systemtrennung analysiert. Die Themen des Vorgabenkatalogs sind:

### **Neubau**

- Nutzungsflexibilität von Tragstruktur und Fassadengestaltung
- Austausch- und Rückbaufähigkeit der Gebäudehülle und des Innenausbau
- Gute Zugänglichkeit von Haustechnikinstallationen (vertikal und horizontal) sowie ausreichende Dimensionierung der Zugänge zu Technikräumen
- Effizienter Einsatz von Trinkwasser; zu diesem Zweck wurde eine Checkliste geschaffen, welche der konsistenten Beurteilung dient
- Verminderung der Kollisionsgefahr für Vögel
- Witterungsschutz bzw. -beständigkeit von Fassaden und Fenstern
- Geordneter Rückbau von auf dem Grundstück bestehenden Bauwerken
- Rodungen zur Grundstücksvorbereitung bzw. Ersatzpflanzungen
- Möglichkeiten für Erweiterungsbauten auf dem Grundstück oder Gebäudeerweiterungen.

### **Modernisierung**

- Die Vorgaben weisen gegenüber denjenigen für Neubauten geringfügige Anpassungen auf.

- Anstelle der Möglichkeit zur Erstellung von Erweiterungsbauten auf dem Grundstück ist bei Modernisierungen das maximale Verdichtungspotential auf dem Grundstück auszuschöpfen.

## 6.6 Materialien & Bauprozesse

Materialeigenschaften, welche sich nicht mittels der Grauen Energie abbilden lassen, wie etwa der Einsatz von Recycling-Baustoffen oder Produkte mit Labels, werden anhand eines Vorgabenkatalogs bewertet. Dieser Vorgabenkatalog beinhaltet 20 Vorgaben mit folgenden Themen:

### **Neubau**

- Verwendung der Zementarten CEM II/B oder CEM III für normal beanspruchte Betone
- Hölzer bzw. Holzwerkstoffe mit einem FSC- oder PEFC-Label
- Einsatz von weiteren Bauproduktelabels wie zum Beispiel Natureplus oder Blauer Engel
- Abdichtung von Dächern oder Bauteilen unter Terrain ohne chemischen Wurzelschutz
- Verzicht auf eine Beheizung des Gebäudes im Rohbau
- Erstellung und Umsetzung eines Bodenschutzkonzept sowie Analyse des Grundstücks bezüglich Altlasten
- Einsatz von Recycling-Beton mit erhöhtem Gehalt an RC-Material sowie Einsatz von Recycling-Kies
- Ausschreibung der Devis-Positionen gemäss eco-devis
- Einsatz von halogenfreien Materialien für Installationsmaterialien
- Bauprodukte mit umweltrelevanten Bestandteilen und Material-Entsorgung; eine Checkliste erlaubt die anwenderfreundliche und konsistente Beurteilung dieser Vorgaben.

### **Modernisierung**

- Die Vorgaben weisen gegenüber denjenigen für Neubauten geringfügige Anpassungen auf.
- Der Mindestanteil der gemäss eco-devis ausgeschriebenen Positionen wurde reduziert.
- Der minimale Gehalt an Rezyklat bei Gesteinskörnung für RC-Beton wurde für Modernisierungen reduziert (25 Massen-% Rc bzw. 10 Massen-% Rb)
- Die Anforderung bezüglich Nutzungsflexibilität wurde für Modernisierungen so angepasst, dass sie sich auf die bestehende Flexibilität bezieht.

## 7 Fazit

MINERGIE-ECO 2011 konnte in vielen Bereichen trotz der schon sehr erfolgreichen Umsetzung auf dem Markt in den letzten Jahren noch weiter optimiert werden. Folgende Elemente erbringen einen signifikanten Mehrwert:

- Neue Bewertungsmethodik mit Ampel-System:
  - Höhere Transparenz durch den Wegfall von Gewichtungsfaktoren und Mindesterfüllungsgraden
- Zertifizierung von Modernisierungen:
  - Transparente und anerkannte Kriterien auf Basis der bestehenden Methode von MINERGIE-ECO
  - Flexible Anwendung bei unterschiedlichen Nutzungen und verschiedenen Eingriffstiefen
  - Methodik orientiert sich an den Verbesserungsmöglichkeiten und nicht an fixen Zielen
  - Möglichkeit eines Variantenvergleichs Neubau – Modernisierung
- Graue Energie als neuer Bewertungsindikator:
  - Vereinfachung des Systems durch Weglassen von vielen Detailanforderungen
  - Integrale Bewertung des gesamten Bauwerks
  - Grössere Flexibilität für die Planenden durch eine globale Anforderung
- Identische Anforderungen über alle Projektphasen:
  - Vereinfachung in der Umsetzung
  - Frühzeitige Sensibilisierung bezüglich Material- und Produktewahl
- Checkliste für die Umsetzung
  - Handlungsanweisungen für die Planenden und Unternehmungen
  - Übersicht der betroffenen Gewerke
  - Liste der zur Dokumentation bereitzuhaltenden Unterlagen
- Online Nachweisinstrument
  - Als Überbrückung bis zum Zeitpunkt der Lancierung des Online Nachweisinstruments wurde ein Excel-Tool entwickelt
  - Verknüpfung mit der MINERGIE Online Plattform erlaubt die zentrale Datenhaltung aller Objekte.
  - Bedeutend bessere Benutzerfreundlichkeit gegenüber den bestehenden Nachweisinstrumenten.

## 8 Ausblick

Auch mit MINERGIE-ECO 2011 ist die Entwicklung von MINERGIE-ECO nicht abgeschlossen.  
Mögliche Potential für Verbesserungen sehen wir in folgenden Punkten:

- Entwicklung von angepassten Verfahren für weitere Nutzungskategorien (Museen, Verkauf etc.)
- Allfällige Korrektur der Grenzwerte und weitere Vereinfachungsschritte anhand der Analyse eingereichter MINERGIE-ECO Projekte
- Einbezug weiterer Umweltindikatoren wie z.B. Treibhausgasemissionen, Primärenergie gesamt oder Umweltbelastungspunkte
- Integrale Bewertung der Umweltauswirkungen in der Erstellungs- und Betriebsphase anhand der Faktoren aus der KBOB-Liste
- Erweiterung der KBOB-Liste durch weitere Datensätze, wie Bodenbeläge, Recyclingbeton, Betone mit verbesserten Zementen, Haustechnikanlagen etc.
- Erweiterung der KBOB-Liste mit produktspezifischen Datensätzen, womit der Wettbewerb, der heute hauptsächlich zwischen Materialien besteht, auf die Produkthersteller ausgedehnt werden könnte
- Ausbau des Online-Nachweisinstrumentes in Richtung einer Plattform für die Kollaboration
- Integration einer Schnittstelle für Gebäudemodelle (BIM) in das Online-Nachweisinstrument

## 9 Literaturverzeichnis

- [1] Kellenberger D., Lenel S., Grossmann M., Org M.; MINERGIE-ECO, Anhang zum Schlussbericht, V 2.0, Bundesamt für Energie, 27.09.2011
- [2] Hrsg. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Merkblatt SIA 2032 *Graue Energie von Gebäuden*, Zürich, 2010
- [3] Hrsg. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Norm SIA 380/4 *Elektrische Energie im Hochbau*, Zürich, 2006
- [4] Hrsg. Verein eco-bau: Albatros – Methodik zum Einbezug der Kriterien einer Nachhaltigen Entwicklung in der Strategischen Planung von öffentlichen Bauten, Zürich, 2005
- [5] Hrsg. Verein eco-bau: Albatros – Methodik zum Einbezug der Kriterien einer Nachhaltigen Entwicklung in der Strategischen Planung von öffentlichen Bauten, Kapitel 5.3 Gebrauchsanweisung zu Hermione, Zürich, 2005
- [6] <http://www.lesosai.com/>, ab Version 7.1 mit vollständigem MINERGIE-ECO Nachweis
- [7] Hrsg. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Norm SIA 380/1 *Thermische Energie im Hochbau*, Zürich, 2009
- [8] [www.bauteilkatalog.ch](http://www.bauteilkatalog.ch); kostenpflichtig
- [9] <http://www.relux.biz/>
- [10] KBOB/eco-bau/IPB-Empfehlung 2009/1 "Ökobilanzdaten im Baubereich", Version Januar 2011
- [11] KBOB/eco-bau/IPB-Empfehlung 2009/1 "Ökobilanzdaten im Baubereich", Version März 2010
- [12] Hrsg. Schweiz. Zentralstelle für Baurationalisierung CRB: Baukostenplan Hochbau eBKP-H, SN 506 511, 2009
- [13] Hrsg. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Norm SIA 416/1 *Kennzahlen für die Gebäudetechnik - Bauteilabmessungen, Bezugsgrössen und Kennzahlen für Bauphysik, Energie- und Gebäudephysik*, Zürich, 2007
- [14] Hrsg. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Merkblatt SIA 2040 *SIA-Effizienzpfad Energie*, Zürich, 2011
- [15] Hrsg. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Norm SIA 181 *Schallschutz im Hochbau*, Zürich, 2006
- [16] DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgrossen Räumen, 2004-05
- [17] Hrsg. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: Merkblatt SIA 2030 *Recyclingbeton*, Zürich, 2010