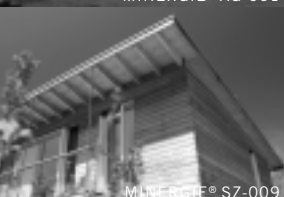


# MINERGIE

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



MINERGIE® AG-001



MINERGIE® SZ-009



MINERGIE® ZH-024



MINERGIE® BE-102



MINERGIE® SO-035



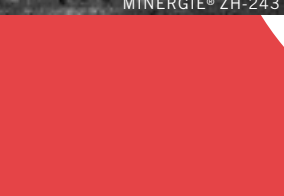
MINERGIE® BE-069



MINERGIE® ZH-064



MINERGIE® GR-007



MINERGIE® ZH-243



## Das MINERGIE® - Wohnhaus

Rudolf Fraefel

Planungshilfe für Baufachleute



**MINERGIE® steht für besseren  
Komfort und grössere Wertsicherheit  
durch rationellen Energieeinsatz.  
Niedriger Energieverbrauch,  
ein hoher Anteil an erneuerbaren  
Energien und demzufolge ein  
tiefer Anteil nicht erneuerbarer  
Energien bilden die Grundlage, um  
zugleich nachhaltig, konkurrenzfähig  
und wirtschaftlich zu sein. Für  
wichtige Anwendungsbereiche  
wurden entsprechende Standards  
definiert.**



MINERGIE® OW-002



MINERGIE® AG-062



MINERGIE® ZH-095



MINERGIE® AG-003  
MINERGIE® AG-004

|                                    |   |           |
|------------------------------------|---|-----------|
| <b>0. Definitionen</b>             |   | <b>2</b>  |
| <b>1. Ist – Soll</b>               | 1.1 Das Thema                               | 4         |
|                                    | 1.2 Der Basisstandard                       | 4         |
|                                    | 1.3 Ist – Soll                              | 4         |
| <b>2. Die Massnahmen</b>           | <b>2.1 Die architektonischen Massnahmen</b> | <b>5</b>  |
|                                    | 2.1.1 Die Gebäudeform                       | 5         |
|                                    | 2.1.2 Die Gebäudeorientierung               | 5         |
|                                    | 2.1.3 Die Fenster                           | 5         |
|                                    | 2.1.4 Die Beschattung                       | 6         |
|                                    | 2.1.5 Die Fensterorientierung               | 6         |
|                                    | 2.1.6 Die Besonnung                         | 6         |
|                                    | 2.1.7 Die Fensterfläche                     | 7         |
|                                    | 2.1.8 Der Rahmenanteil                      | 7         |
|                                    | 2.1.9 Die Überhitzung                       | 7         |
|                                    | <b>2.2 Die bautechnischen Massnahmen</b>    | <b>9</b>  |
|                                    | 2.2.1 Die Wärmedämmung                      | 9         |
|                                    | 2.2.2 Die Verglasung                        | 9         |
|                                    | 2.2.3 Der Fensterrahmen                     | 9         |
|                                    | <b>2.3 Die haustechnischen Massnahmen</b>   | <b>10</b> |
|                                    | 2.3.1 Frische Luft                          | 10        |
|                                    | 2.3.2 Die Heizung                           | 11        |
|                                    | 2.3.3 Die Wärmeverteilung                   | 11        |
|                                    | 2.3.4 Die Sonnenenergie                     | 11        |
|                                    | 2.3.5 Die passive Sonnenenergienutzung      | 12        |
|                                    | 2.3.6 Die aktive Sonnenenergienutzung       | 12        |
|                                    | 2.3.7 Die Holzfeuerung                      | 12        |
|                                    | 2.3.8 Die Wärmepumpe                        | 13        |
|                                    | 2.3.9 Der Öl- oder Gaskessel                | 14        |
|                                    | 2.3.10 Die Wärme-Kraft-Kopplung             | 14        |
|                                    | 2.3.11 Die Photovoltaik                     | 14        |
|                                    | 2.3.12 Das Warmwasser                       | 15        |
| <b>3. Konzepte für Neubauten</b>   | 3.1 Das Vergleichsobjekt                    | <b>16</b> |
|                                    | 3.2 Die Einzelmassnahmen                    | 16        |
|                                    | 3.3 Die Massnahmenpakete                    | 17        |
|                                    | 3.4 Die architektonischen Massnahmen        | 17        |
|                                    | 3.5 Die bautechnischen Massnahmen           | 17        |
|                                    | 3.6 Die haustechnischen Massnahmen          | 17        |
|                                    | 3.7 Einzelmassnahmen und Massnahmenpakete   | 18        |
| <b>4. Konzepte für Sanierungen</b> | 4.1 Das Vergleichsobjekt                    | <b>19</b> |
|                                    | 4.2 Die Massnahmen                          | 19        |
|                                    | 4.3 Die Balkone                             | 20        |
|                                    | 4.4 Die Fenster                             | 20        |
|                                    | 4.5 Die Heizungsrohre                       | 20        |
|                                    | 4.6 Die Einzelmassnahmen                    | 20        |
|                                    | 4.7 Die Massnahmenpakete                    | 21        |
|                                    | 4.8 Die architektonischen Massnahmen        | 21        |
|                                    | 4.9 Die bautechnischen Massnahmen           | 21        |
|                                    | 4.10 Die haustechnischen Massnahmen         | 21        |
|                                    | 4.11 Einzelmassnahmen und Massnahmenpakete  | 21        |
| <b>5. Kosten</b>                   | 5.1 Die Betriebskosten                      | <b>22</b> |
|                                    | 5.2 Die Anlagekosten                        | 22        |
|                                    | 5.3 Die Lebensdauer                         | 22        |
|                                    | Literaturhinweise                           | 24        |
|                                    | Impressum                                   | 24        |

# o. Definitionen

## Der MINERGIE®-Standard

Der MINERGIE®-Standard ist ein gesetzlich geschützter Qualitätsstandard. Mit dem MINERGIE®-Label werden Gebäude sowie bewährte Konstruktionen und Bauteile ausgezeichnet, welche nachweislich die MINERGIE®-Grenzwerte erfüllen.

## MINERGIE®-Häuser

Als MINERGIE®-Haus darf ein Haus bezeichnet werden, welches hinsichtlich

1. Komfort
2. Gesundheit
3. Schadenfreiheit
4. Energieverbrauch
5. Wirtschaftlichkeit

zeitgemässe, hohe bauliche und technische Ansprüche erfüllt.

## Die MINERGIE®-Messgrösse

Die Erfahrung beweist: Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen einem hohen Standard bei Komfort, Gesundheit und Schadenfreiheit einerseits und einem tiefen Energieverbrauch andererseits. Der Energieverbrauch eignet sich deshalb als Messgrösse auch für die anderen Kriterien. Dementsprechend werden die Anforderungen an MINERGIE®-Häuser hauptsächlich über Energie-Grenzwerte definiert.

Diese Vereinfachung hat jedoch einen Nachteil: Jemand könnte auf die Idee kommen, ein qualitativ ungenügendes Gebäude mit aufwändiger Haustechnik auf den MINERGIE®-Standard aufzubessern. Ein solches Konzept führt jedoch zu unkomfortablen und ungesunden Verhältnissen (kalte Aussenwände, Zugscheinungen etc.), was der MINERGIE®-Idee klar zuwiderlaufen würde. Deshalb formuliert der MINERGIE®-Standard eine Primäranforderung an die Gebäudehülle, welche neben den Grenzwerten ebenfalls eingehalten werden muss.

## Die gewichteten Energiekennzahlen

Die Energiekennzahlen von MINERGIE®-Häusern werden grundsätzlich nach der SIA-Empfehlung 180/4 berechnet. Allerdings werden in drei Punkten die besonderen Eigenschaften einzelner Energieträger berücksichtigt:

- **Es wird nur die dem Grundstück künstlich zugeführte hochwertige Energie eingerechnet (Brennstoffe, Elektrizität, Fernwärme). Auf dem Grundstück und in seiner Umgebung verfügbare niedrigwertige Energie (Erdwärme, Sonnenstrahlung, Abwärme) wird nicht eingerechnet.**
- **Die höhere Wertigkeit der elektrischen Energie wird berücksichtigt, indem der Stromverbrauch für Wärme, Lüftung und Klima doppelt gewichtet wird.**
- **Um die ökonomischen und ökologischen Vorteile des Brennstoffs Holz zu honorieren, wird der Verbrauch der Holzfeuerungen nur mit 60% gewichtet.**

Die gemäss diesen Anpassungen berechneten Energiekennzahlen werden als gewichtete Energiekennzahlen  $E^*$  bezeichnet und sind wie folgt definiert:

$*E_h$  = gewichtete Energiekennzahl für Raumheizung, Lüftung und Klimatisierung

$*E_{ww}$  = gewichtete Energiekennzahl für Brauchwassererwärmung

$*E_w$  = gewichtete Energiekennzahl für Wärme =  $*E_h + *E_{ww}$

Als Masseinheiten sind kWh/m<sup>2</sup> oder MJ/m<sup>2</sup> zulässig.

## Darstellung

In dieser Broschüre werden die Masseinheiten wie folgt dargestellt:

kWh/m<sup>2</sup>: normal

MJ/m<sup>2</sup>: kursiv

Bei der Umrechnung ergeben sich vereinzelt Rundungsfehler von  $\pm 1$  kWh/m<sup>2</sup>.

## Die MINERGIE®-Grenzwerte

MINERGIE®-Wohnbauten dürfen folgende Grenzwerte nicht überschreiten:

|                    |  |   |
|--------------------|--|---|
| <b>Neubauten</b>   | <b><math>*E_w \leq 42 \text{ kWh/m}^2</math></b> | <b>entspr. <math>\leq 151 \text{ MJ/m}^2</math></b> |
| <b>Sanierungen</b> | <b><math>*E_w \leq 80 \text{ kWh/m}^2</math></b> | <b>entspr. <math>\leq 288 \text{ MJ/m}^2</math></b> |

Der Grenzwert für Sanierungen gilt für Gebäude, welche vor 1990 erstellt wurden.



MINERGIE® ZG-018

### Die MINERGIE®-Primäranforderung

Die Primäranforderung wird definiert mit Hilfe des Heizwärmebedarfs. Die Berechnung des Heizwärmebedarfs  $Q_h$  gemäss der Norm SIA 380/1 ist aufwändig. Da diese Berechnung jedoch für den gesetzlichen Wärmedämmnachweis ohnehin erforderlich ist, verursacht der MINERGIE®-Nachweis keinen Mehraufwand.

MINERGIE®-Gebäude müssen folgende Primäranforderung erfüllen:

- Neubauten**  $Q_h \leq 80\%$  des Grenzwertes  $H_g$  für Neubauten  
gem. SIA 380/1
- Sanierungen**  $Q_h \leq 120\%$  des Grenzwertes  $H_g$  für Neubauten  
gem. SIA 380/1

### Die MINERGIE®-Lüftung

Luftdichte Gebäudehüllen sind heute Stand der Technik. Es sind deshalb besondere Massnahmen notwendig, um einerseits die ausreichende Frischluftzufuhr und andererseits die Abfuhr von Schadstoffen und Feuchtigkeit zu gewährleisten. Unkontrolliertes (manuelles) Fensterlüften genügt nicht.

**Im MINERGIE®-Haus muss durch technische Vorrichtungen die notwendige Lufterneuerung gewährleistet werden.**

### Die MINERGIE®-Mehrkosten

Da und dort besteht das Vorurteil, die MINERGIE®-Bauweise sei aufwändig und teuer. Dass das nicht der Fall ist, beweist allein schon die folgende Anforderung:

**Das MINERGIE®-Haus darf maximal 10% teurer sein als ein konventionelles Vergleichsobjekt.**

Die Auswirkungen der MINERGIE®-Bauweise auf die Bau- und Betriebskosten werden im Kapitel 5 behandelt.

### MINERGIE®-Module

Die Qualität eines Hauses ist abhängig von der Güte der Bauteile und Systeme. Für wichtige Bauteile und Teilsysteme hat der Verein MINERGIE® sogenannte Module definiert. Im Gebäudebereich sind dies zum Beispiel Wand- und Dachkonstruktionen, sowie Fenstersysteme. Mit der Anwendung von MINERGIE®-Modulen lassen sich insbesondere Umbauten verbessern, die häufig in Teilschritten realisiert werden. Ein Gebäude braucht zum Erfüllen des MINERGIE®-Standards für das Gesamtgebäude nicht zwingend mit Modulen ausgerüstet zu sein, sie können jedoch das Erreichen des MINERGIE®-Standards erleichtern.

### Der MINERGIE®-P-Standard

Inspiziert vom deutschen Passivhaus-Standard gibt es seit 2002 zusätzlich den MINERGIE®-P-Standard. Er stellt Anforderungen, welche in der Nähe des heute technisch Möglichen liegen. Er ist gedacht für Bauherrschaften und Planende, welche sich als ökologische und technische Pioniere verstehen und mit innovativen Lösungen die Weiterentwicklung des Bauens mitgestalten wollen. Er ist vergleichbar mit dem Spitzenathleten, während der MINERGIE®-Standard eher für den «Breitensport» bestimmt ist.

Der MINERGIE®-P-Standard stellt zur Hauptsache folgende Anforderungen:

|   |   |
|---|---|
| <b>Wärmeleistungsbedarf-MP</b>          | $\leq 10 \text{ W/m}^2$                   |
| <b>Heizwärmebedarf-MP</b>               | $\leq 20\%$ des Grenzwerts nach SIA 380/1 |
| <b>gewichtete Energiekennzahl Wärme</b> | $*E_w \leq 30 \text{ kWh/m}^2$            |
| <b>Luftdichtigkeit</b>                  | $n_{L50} \leq 0.6/h$                      |
| <b>Haushaltgeräte</b>                   | Klasse A bzw. A+                          |

Zum MINERGIE®-P-Standard ist eine spezielle Broschüre erhältlich ([www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)).



MINERGIE® SG-162



MINERGIE® AG-001-P

# 1. Ist – Soll

## 1.1 Das Thema

Die Broschüre beschränkt sich auf zwei wesentliche Teilbereiche des Themas:

- **Wohnhäuser**
- **Energie für Zwecke**

Wo es sinnvoll erscheint, wird unterschieden zwischen Ein- und Mehrfamilienhäusern. Andere Gebäudenutzungen (Verwaltungsbauten, Schulen etc.) werden nicht ausführlich behandelt.

## 1.2 Der Basisstandard (das «Normalhaus»)

Ausgangspunkt aller Vergleiche und Massnahmen ist der Basisstandard. Dieser ist so definiert, dass er die gesetzlichen Vorschriften erfüllt (vgl. Tabelle).

Bei allen Berechnungen und Vergleichen wurde ein sinnvolles Benutzerverhalten vorausgesetzt. Der Bewohner hat es jedoch in der Hand, z.B. mit ein paar schräggestellten Fenstern unsere ganze Optimierung über den Haufen zu werfen.

- **Die Information und Instruktion der Bewohner ist und bleibt die wirksamste und billigste aller Massnahmen!**

## 1.3 Ist – Soll

Der Vergleich des Basisstandards mit dem MINERGIE®-Standard zeigt einen erheblichen Handlungsbedarf:

- **Um den MINERGIE®-Standard zu erfüllen, muss der Energieverbrauch für Wärme um mehr als die Hälfte reduziert werden!**

Optimierungsbedarf: **etwa –55%**

Diese Broschüre befasst sich mit der Frage:

## Welches sind die wirksamsten und wirtschaftlichsten Schritte auf dem Weg vom «Normalhaus» zum MINERGIE®-Haus?

### Wichtigste Merkmale des Basisstandards

Definition der heute üblichen Bauweise als Vergleichsbasis

#### Architektur

|                            |                             |           |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|
| Gebäudeform (A/EBF)        | EFH = 2.00                  | MFH = 1.5 |
| Fensterfläche              | 15% der Energiebezugsfläche |           |
| Rahmenanteil               | 30% der Fensterfläche       |           |
| Fensterorientierung        | 40% S, 50% O+W, 10% N       |           |
| Beschattung der Südfenster | EFH = 25%                   | MFH = 50% |

#### Gebäudehülle

|                                | Dämmung     | U (W/m²K)     |
|--------------------------------|-------------|---------------|
| Kellerdecke                    | 8 cm        | 0.4           |
| Aussenwände                    | 12 cm       | 0.3           |
| Dächer                         | 15 cm       | 0.3           |
| Fensterrahmen (inkl. Glasrand) | Holz 6 cm   | 2.6           |
| Fensterverglasung              | Wärmeschutz | 1.3 (g = 65%) |

#### Haustechnik

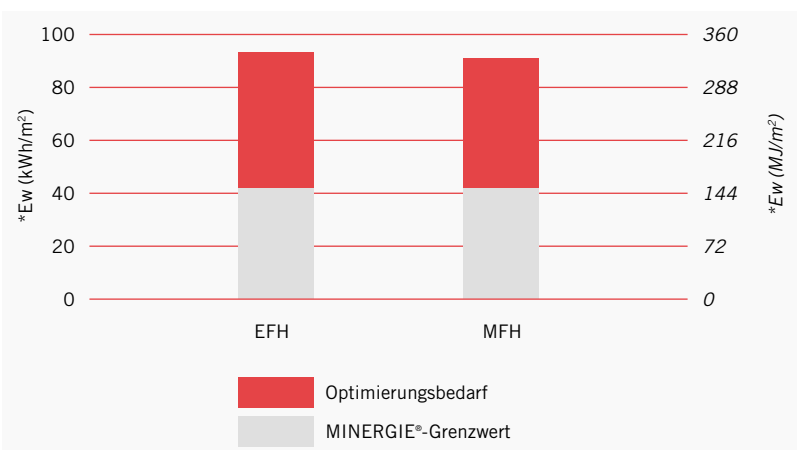
|                 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| Lüftung         | Fenster                      |
| Wärmeerzeugung  | Öl- oder Gaskessel           |
| Wärmeverteilung | Bodenheizung oder Heizkörper |
| Warmwasser      | Öl oder Gas                  |

#### Energiebedarf nach SIA 380/1

|                       | EFH |     | MFH |     |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
| Heizwärmebedarf $Q_h$ | 62  | 224 | 59  | 213 |
| Warmwasser $Q_{ww}$   | 14  | 50  | 21  | 75  |
| Haushaltstrom $Q_E$   | 22  | 80  | 28  | 100 |

#### Energiekennzahlen

|                     | EFH |     | MFH |     |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|
| Heizung $E_h$       | 73  | 264 | 70  | 251 |
| Warmwasser $E_{ww}$ | 16  | 59  | 25  | 89  |
| Wärme $E_{hw}$      | 90  | 323 | 95  | 340 |



# 2. Die Massnahmen

## Massnahmengruppen

| Massnahmengruppe | kumuliertes Optimierungspotential | Mehrinvestition |
|------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 2.1 Architektur  | bis 50%                           | Einsparung!     |
| 2.2 Bautechnik   | bis 35%                           | gering          |
| 2.3 Haustechnik  | bis 80%                           | mittel          |
| 2.4 Bewohner     | ± 50%                             | null            |

## 2.1 Die architektonischen Massnahmen

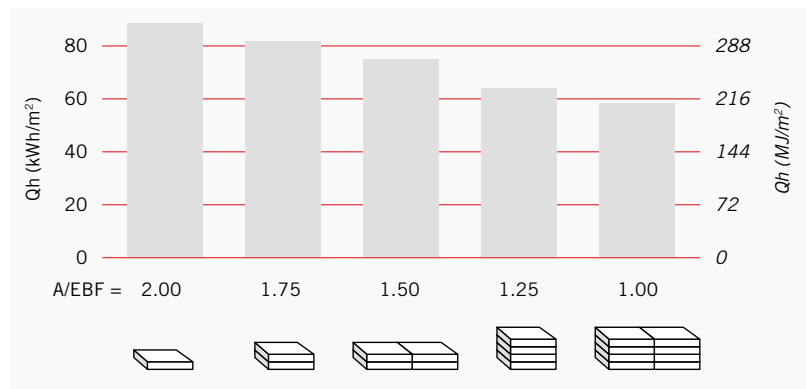
### 2.1.1 Die Gebäudeform

Es ist naheliegend, dass eine grössere Oberfläche zu höheren Verlusten führt.

- Der Einfluss der Gebäudeform auf den Wärmeverlust ist bedeutend.
- Ein tiefes Oberflächen/Geschossflächen-Verhältnis spart gleichzeitig Energie und Geld.

Optimierungspotential: bis zu **40%**

Kosten: **Einsparung!**



### 2.1.2 Die Gebäudeorientierung

Beispiele von unterschiedlich orientierten Mehrfamilienhäusern. W-O ist der klassische West-Ost-Wohnungstyp (Wohnen nach Westen, Schlafen nach Osten), S-N ist die gleiche Wohnung mit Süd-Nord-Orientierung.

- Die Süd-Nord-Wohnung ist energetisch etwas günstiger als die West-Ost-Wohnung.

Dies gilt nur, wenn die Südfenster nicht beschattet sind, z.B. durch Balkone, Vordächer etc. (vgl. 2.1.4).

Optimierungspotential: **etwa 5%**

Mehrkosten: **keine**



### 2.1.3 Die Fenster

Die Auswirkungen der Fenster auf den Wärmehaushalt sind komplex. Jede Variable beeinflusst nicht nur selber den Raumkomfort und den Heizwärmebedarf, sondern sie hat auch Rückwirkungen auf das Verhalten der übrigen Bauteile. Die folgenden Abschnitte illustrieren einige der wichtigsten Zusammenhänge.



### 2.1.4 Die Beschattung

Die Fremdbeschattung (Berge, Bäume, Nachbargebäude) lässt sich nur beschränkt beeinflussen. Viel wichtiger ist jedoch die Eigenbeschattung durch Balkone, Vordächer und dergleichen. Der Grund: Der grösste Solargewinn fällt in der Übergangszeit an, wenn die Sonne noch bzw. wieder relativ hoch steht.

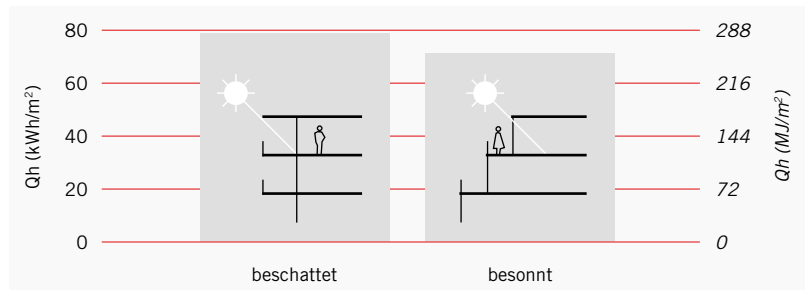
– **Balkone und Vordächer über Südfenster erhöhen den Heizwärmebedarf markant.**

Optimierungspotential: bis zu **10%**

Mehrkosten: **keine**

#### Gutes Beispiel:

Kompakte Gebäudeform und grossflächige Südfenster. Der gedeckte Aussensitzplatz ist nicht vor den Südfenstern, sondern seitlich angeordnet, um deren Beschattung zu vermeiden. Sonnenstoren verhindern die Überhitzung im Sommer.



MINERGIE® GR-001

### 2.1.5 Die Fensterorientierung

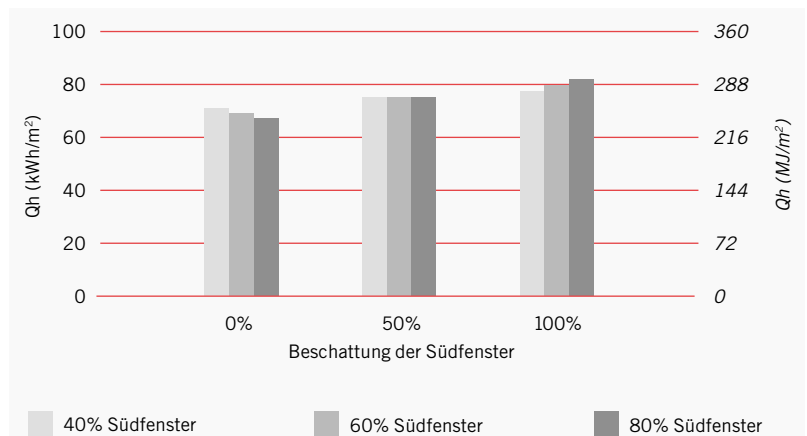
Einfluss der Orientierung auf den Heizwärmebedarf:

– **Die bekannte Faustregel: «Möglichst viele Südfenster, möglichst wenig Nordfenster» gilt nur, wenn die Südfenster nicht durch Balkone und dergleichen beschattet werden.**

– **Wenn die Fenster beschattet sind, ist die Ost- oder Westorientierung besser als die Südorientierung.**

Optimierungspotential: bis zu **10%**

Mehrkosten: **keine**



### 2.1.6 Die Besonnung

Die Grafik veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Besonnung, Verglasung und Heizwärmebedarf bei mittlerer Fensterfläche.

– **Den weitaus besten Wert erreicht das gut besonnte Südfenster, und zwar schon mit einer gängigen, preisgünstigen Wärmeschutzverglasung.**

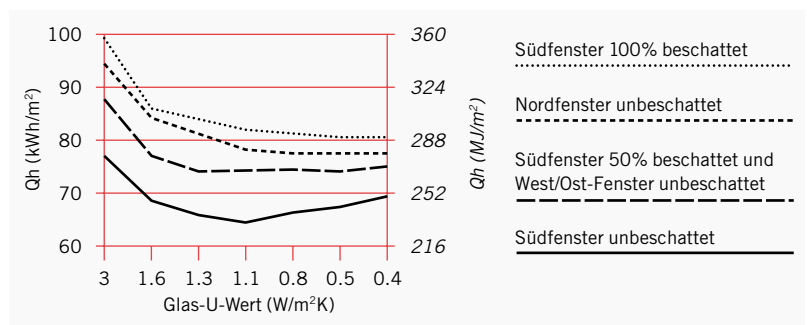
– **Je schlechter die Besonnung, desto bessere Verglasungen sind notwendig.**

– **Auch die beste Verglasung kann die schlechte Besonnung nicht kompensieren.**

– **Zu 100% beschattete Südfenster (z.B. auf die ganze Fassadenbreite durchlaufende Balkone) sind sogar schlechter als Nordfenster!**

Optimierungspotential: bis zu **15%**

Kosten: **Einsparung!**





### 2.1.7 Die Fensterfläche

Die Grafik rechts zeigt den Zusammenhang zwischen der Fensterfläche und dem Heizbedarf für einige handelsübliche Verglasungstypen (Fensterfläche in % der Energiebezugsfläche). Im Wohnungsbau kommen Werte etwa zwischen 10% und 30% vor.

- Mit zunehmender Fensterfläche nimmt die Bedeutung des U-Werts zu und die des g-Werts ab. Grund: Grosse Südfenster bringen auch mit einem tiefen g-Wert noch genügend Gewinn.
- Fensterflächen über 30% der EBF machen energetisch wenig Sinn, da die Gewinne nicht mehr voll genutzt werden können.

Optimierungspotential: **einige Prozent**

Mehrkosten: **gering**

### 2.1.8 Der Rahmenanteil

Der Fensterrahmen ist der am schlechtesten isolierende Teil der ganzen Gebäudehülle. Es leuchtet ein, dass der Rahmenanteil möglichst klein sein sollte. Im Wohnungsbau kommen Rahmenanteile zwischen 15% und 40% vor.

- Ein niedriger Rahmenanteil ist eine der Massnahmen, welche gleichzeitig den Komfort verbessern, den Heizwärmebedarf senken und erst noch Baukosten sparen.

Optimierungspotential: bis zu **15%**

Kosten: **Einsparung!**

### 2.1.9 Die Überhitzung

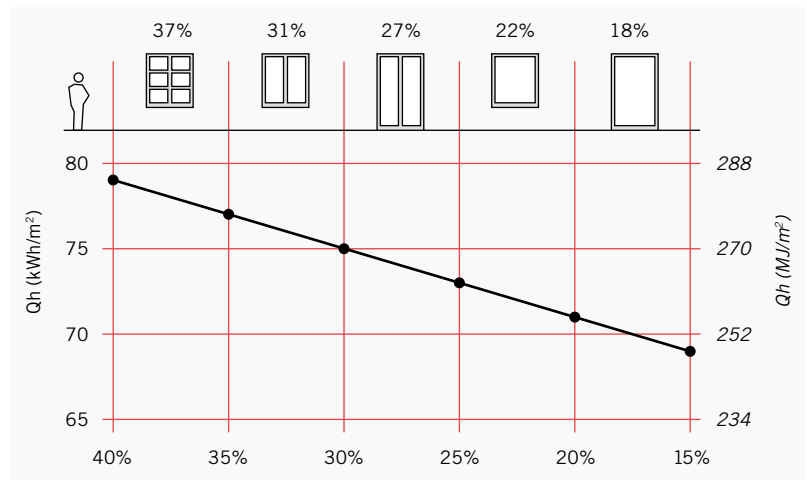
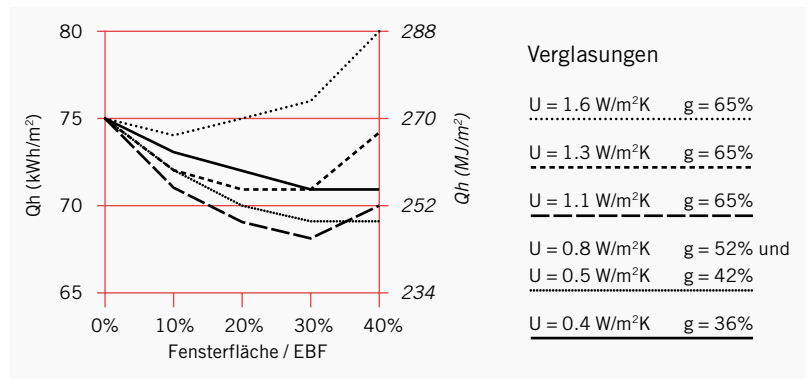
Die passive Direktnutzung der Sonneneinstrahlung durch die Fenster ist eine ausserordentlich wirksame Massnahme (s. auch 2.3.5).

- Die grosszügig verglasten Wohnräume wirken hell und freundlich.
- Während der Heizperiode wird weniger Heizenergie benötigt.
- Die Heizperiode wird kürzer.

Voraussetzung ist allerdings, dass die Strahlungsgewinne auch tatsächlich verwertet werden können. Das Kriterium ist die Überhitzung. Vor allem im Frühling und Herbst, wenn die Sonnenstrahlung stärker und der Wärmeverlust geringer ist, besteht die Gefahr, dass es in den Wohnräumen zu heiss wird. Den Bewohnern bleibt dann nichts Anderes übrig, als die Storen zu schliessen oder die Fenster zu öffnen, womit der ganze Wärmegewinn verloren geht. Mit geeigneten Massnahmen lässt sich dies wirksam verhindern (vgl. Massnahmen).

Optimierungspotential: bis zu **15%**

Mehrkosten: **keine**



### Massnahmen gegen die Raumüberhitzung

- In besonnten Räumen genügend Masse einbauen, um die Sonnenwärme zu speichern (besonders wichtig bei Leichtbauten!).
- In den besonnten Räumen nur wärmedurchlässige Beläge verwenden (keine Spannteppiche, keine Wand- und Deckenverkleidungen), damit die Wärme ungehindert in die Gebäudemasse eindringen kann.
- Helle Bodenbeläge bevorzugen. Dunkle Beläge erwärmen sich im direkt beschienenen Bereich zu stark und geben deshalb zu viel Wärme an die Raumluft ab. Helle Beläge reflektieren die Wärme und verteilen sie im Raum, womit überhöhte Temperaturen vermieden werden.
- Wärmeabgabe mit Heizkörpern oder mit einer selbstregulierenden Niedrigsttemperatur-Bodenheizung (vgl. 2.3.3).



MINERGIE® ZH-158

### **Beispiel für die Wirksamkeit der architektonischen Massnahmen**

Bei diesen MINERGIE®-Doppelhäusern sind alle architektonischen Massnahmen verwirklicht: kompakte Gebäudeform, Südorientierung, keine Beschattung der Südfenster, grossflächige Verglasungen, kleiner Rahmenanteil. Ausserdem wurden alle Massnahmen gegen die Raumüberhitzung getroffen (Massivbauweise, Plattenböden, selbstregulierende Bodenheizung). Der MINERGIE®-Standard wurde mit konventioneller Haustechnik (kondensierende Gaskessel) erreicht. Die Baukosten lagen nicht höher als bei vergleichbaren konventionellen Häusern. Sie konnten zu üblichen Marktpreisen verkauft werden.

## 2.2 Die bautechnischen Massnahmen

### 2.2.1 Die Wärmedämmung

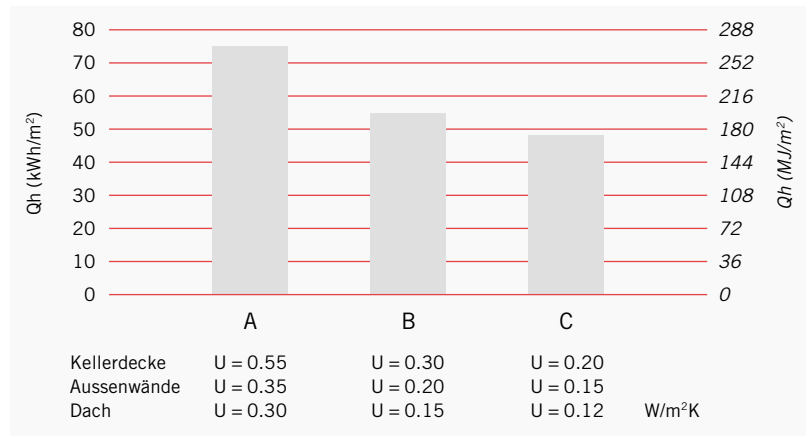
Drei Mal das gleiche MFH mit jeweils verbesserter Wärmedämmung.

- A Basisstandard (vgl. 1.2)
- B Hochgedämmte Hülle, wie sie von fortschrittlichen Architekten heute bereits realisiert wird.
- C Supergedämmte Bauweise, die heute erst von wenigen Architekten angewandt wird.

– **Auch die superisolierte Gebäudehülle genügt allein noch nicht, um den MINERGIE®-Grenzwert zu erfüllen.**

Optimierungspotential: bis zu **35%**

Mehrkosten: **gering**



### 2.2.2 Die Verglasung

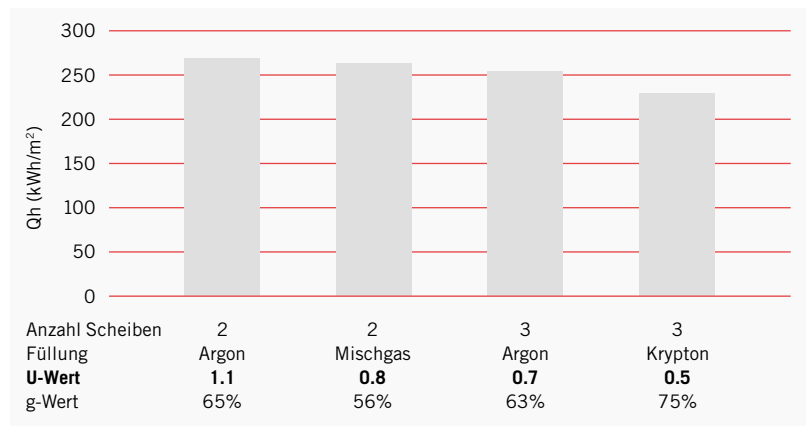
Der U-Wert bestimmt die Verluste, sollte also möglichst tief sein. Der g-Wert beeinflusst die Gewinne und sollte möglichst hoch sein. Für die meisten Gläser gilt: Je besser der U-Wert, desto schlechter der g-Wert. Einzige Ausnahme: Die sehr teuren Solargläser aus Weissglas mit Kryptonfüllung.

– **Bei durchschnittlich besonnten Fenstern heben sich unterhalb  $U=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$  die Wirkungen des besseren U-Werts und des schlechteren g-Werts gegenseitig fast auf.**

– **Bei geschicktem Einsatz der architektonischen Massnahmen sind teure Verglasungen unnötig.**

Optimierungspotential: bis zu **5%**

Mehrkosten: **gering bis hoch**



### 2.2.3 Der Fensterrahmen

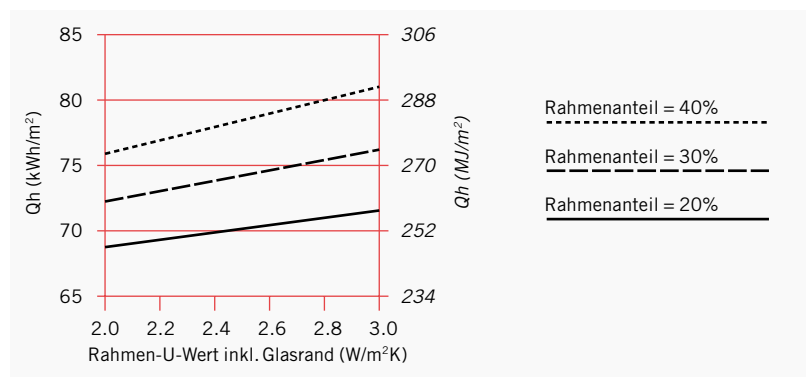
Die Grafik stellt die Auswirkung des Rahmenanteils und des Rahmen-U-Werts auf den Heizwärmebedarf dar. Der Einfluss des Glasrandverbunds ist im Rahmen-U-Wert eingerechnet (s. kleine Tabelle).

– **Die Bedeutung des Rahmenanteils bestätigt sich: Ein um 10% kleinerer Rahmenanteil bringt gleich viel wie der beste Fensterrahmen, und das bei geringeren statt höheren Kosten.**

– **Für einen tiefen Rahmen-U-Wert ist ein wärmedämmender Glasrandverbund wirksamer und zugleich kostengünstiger als eine aufwändige Rahmenkonstruktion.**

Optimierungspotential: bis zu **15%**

Mehrkosten (wärmedämmender Randverbund): **gering**



#### Typische Rahmen-U-Werte

|             | Rahmen allein | inkl. Glasrand* |                     |
|-------------|---------------|-----------------|---------------------|
|             |               | Aluminium       | CNS oder Kunststoff |
| Holz-Metall | 1.7           | 2.6             | 2.3                 |
| Holz 60 mm  | 1.7           | 2.6             | 2.3                 |
| Holz 70 mm  | 1.5           | 2.4             | 2.1                 |
| Kunststoff  | 2.0           | 2.9             | 2.6                 |

\* umgerechnet auf Rahmenfläche

## 2.3 Die haustechnischen Massnahmen

### 2.3.1 Frische Luft

Die Wohnungslüftung hat drei Aufgaben:

- Frische Luft zuführen
- Schadstoffe abführen
- Feuchtigkeit abführen

Grundsätzlich gibt es vier Arten, eine Wohnung zu lüften. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass drei davon nicht alltagstauglich sind, weil sie unkomfortable und ungesunde Raumluft, überhöhten Heizwärmebedarf und Bauschäden zur Folge haben (siehe rechte Spalte).

– **Ein kontrolliertes Lüftungssystem ist die einzige alltagstaugliche Möglichkeit, um die obigen Aufgaben zuverlässig zu erfüllen.**

Aus diesem Grund verlangt der MINERGIE®-Standard zwingend eine kontrollierte Lüftung.

Bei der Lüfterneuerungsanlage ist der Zusammenhang zwischen Komfort, Gesundheit, Schadenfreiheit, Energieverbrauch und Wirtschaftlichkeit besonders deutlich.

Die Wärmeverluste der Fensterlüftung sind bedeutend. Beim «Normalhaus» sind sie etwa halb so gross wie der Saldo der Transmission (Verluste minus Solargewinne). Hier ist es daher sinnvoll, zuerst die Wärmedämmung zu verbessern.

Beim gut gedämmten Haus (U-Werte unter 0.2 W/m<sup>2</sup>K) sind die Verluste durch Fensterlüftung gleich oder sogar höher als der Saldo der Transmission. Hier drängt sich als nächster Schritt eine Lüfterneuerungsanlage mit Wärmerückgewinnung auf.

– **Die Lüfterneuerungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist die zweitwirksamste (und zweitwirtschaftlichste) technische Massnahme nach der Wärmedämmung.**

– **Je besser der Wärmedämmstandard, desto wichtiger wird die Lüfterneuerungsanlage.**

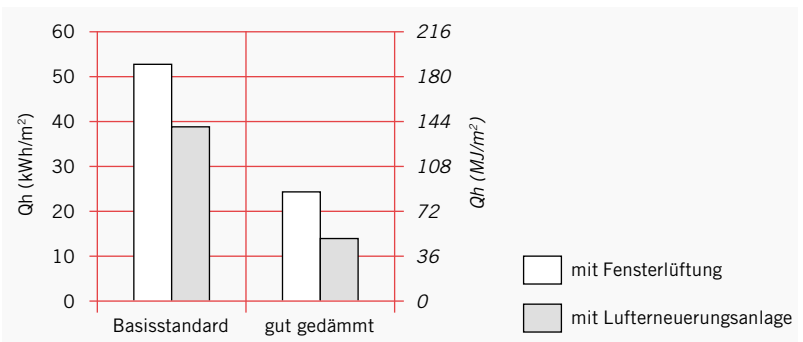
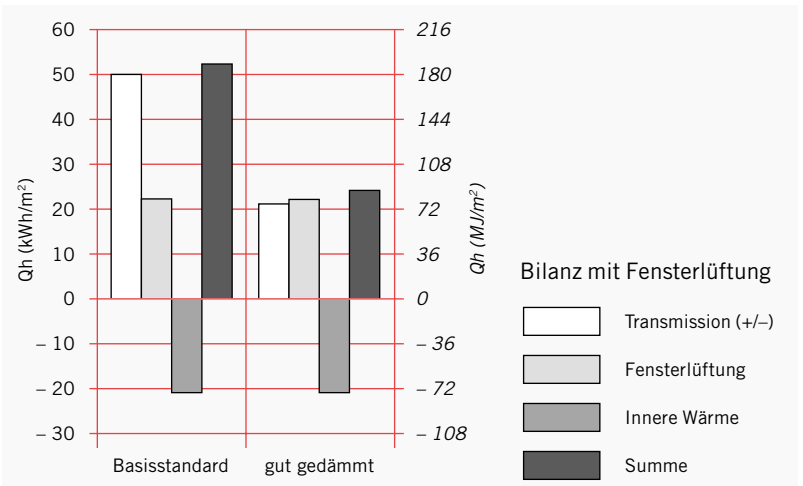
Optimierungspotential: bis zu **65%**

Kosten: **Geringe bis mittlere Mehrkosten**

**Gebäude und Haustechnik des MINERGIE®-Hauses bilden ein Gesamtsystem. Die architektonischen und bautechnischen Massnahmen sind Voraussetzung für eine effiziente Haustechnik. Konsequenz: Der Gebäudeplaner muss sich auch mit der Haustechnik befassen, und umgekehrt!**

|                              |   |  |
|------------------------------|---|--|
| <b>Ritzenlüftung</b>         | Unkontrollierter Luftwechsel durch Undichtigkeiten. | Eine luftdichte Gebäudehülle ist heute Stand der Technik. Es gibt keine Ritzen mehr.     |
| <b>Dauerlüftung</b>          | Das berüchtigte dauernd offene Kippfenster.         | Führt zu Komforteinbusse (kalte Räume), Bauschäden (Feuchtigkeit), Energieverschwendung. |
| <b>Stosslüftung</b>          | Alle 2 Stunden kurz durchlüften.                    | Im Prinzip in Ordnung, aber in der alltäglichen Praxis viel zu arbeitsaufwändig.         |
| <b>Kontrollierte Lüftung</b> | Komfortlüftung                                      | Das einzige System, welches sich im Alltag bewährt.                                      |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Komfort</b>              | Keine kalten Räume, keine Zugluft            |
| <b>Gesundheit</b>           | Keine Wohngifte, Pollen, Keime, Rauch, Radon |
| <b>Schadenfreiheit etc.</b> | Kein Kondensat, kein Schimmel                |
| <b>Energieverbrauch</b>     | Wärmerückgewinnung                           |
| <b>Wirtschaftlichkeit</b>   | Heizkosteneinsparung                         |



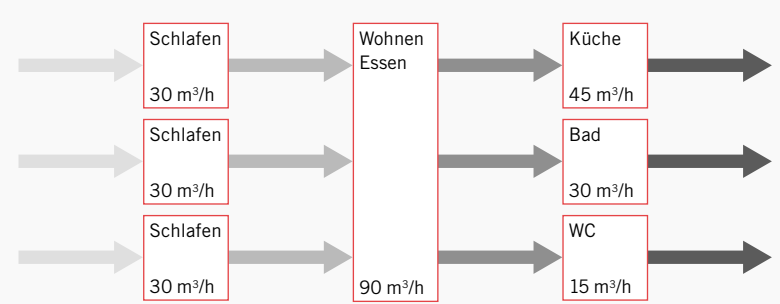
Einige Empfehlungen zur Komfortlüftung:

- **Aussenluft wenn möglich in einem Erdregister vorwärmen.**
- **Luft kaskadenartig mehrfach nutzen (siehe Schema).**
- **Die Lage der Aus- und Einlässe im Raumgrundriss spielt keine Rolle!**
- **Wichtig ist die Höhenlage im Raum: Zuluftauslass unten, Ablufteinlass oben.**
- **Luftmenge: min. 15 m<sup>3</sup>/h Person. Oder:**
- **Luftmenge pro Schlafzimmer: min. 30 m<sup>3</sup>/h**
- **Küchendunstabzug: z.B. Umluft mit Kohlefilter.**

Die Luftmengen gelten für Nichtraucher.

Weiterführende Literatur zum Thema Wohnungslüftung vgl. Literaturverzeichnis.

Luftführung und -mengen am Beispiel einer 4½-Zimmerwohnung



### 2.3.2 Die Heizung

Auch das MINERGIE®-Haus kommt nicht ohne Heizung aus. Diese unterscheidet sich jedoch in einigen Punkten grundsätzlich von der Heizung im konventionellen Haus.

### 2.3.3 Die Wärmeverteilung

Das Problem der Raumüberhitzung wurde bereits bei den architektonischen Massnahmen erörtert (vgl. 2.1.9). Daneben sind jedoch auch heizungstechnische Massnahmen notwendig, um das Überhitzen bei starkem Sonnenschein zu verhindern. Dies gilt vor allem in Räumen mit grossen Fensterflächen und vor allem in der Übergangszeit. Von drei Systemen kommen zwei in Frage:

- **Heizkörper mit kleinem Wasserinhalt und flinker Regelung. Oder:**
- **Die selbstregulierende Bodenheizung (siehe rechte Spalte).**
- **Konventionelle Bodenheizungen sind wegen ihrer Trägheit für sonnige Räume ungeeignet.**

Optimierungspotential: bis zu **20%**.

Mehrkosten: **gering bis null**

### 2.3.4 Die Sonnenenergie

Die Sonne als Wärmequelle steht hier bewusst an erster Stelle. Sie weist einzigartige Merkmale auf (siehe Kasten). Auf Grund dieser Eigenheiten gilt der Grundsatz:

- **Jede Solaranlage besteht mindestens aus zwei Teilen:**
  - 1. Die Energiegewinnung.**
  - 2. Die Energiespeicherung.**

Eine weitere Gesetzmässigkeit folgt aus der letztgenannten Eigenschaft (siehe rechte Spalte):

- **Je tiefer die Betriebstemperatur einer Solaranlage, desto höher der Wirkungsgrad.**

Dieser Effekt wird noch zusätzlich dadurch verstärkt, dass bei tiefer Betriebstemperatur die Verluste kleiner sind.

### Besonderheiten der Raumheizung im MINERGIE®-Haus

- **Weniger Heizleistungsbedarf.**
- **Tiefere Heizungstemperaturen.**
- **Kleinere Kessel, Pumpen, Heizkörper etc.**
- **Beste Voraussetzungen für alternative Wärmeerzeuger.**
- **Höhere Wirkungsgrade auch für konventionelle Heizungen.**
- **Passive Sonnenenergienutzung erzeugt grosse und rasche Schwankungen des Wärmebedarfs.**

### Die selbstregulierende Bodenheizung

**Das entscheidende Merkmal ist die sehr tiefe Betriebstemperatur von max. 30/24 °C bei sehr kaltem Wetter bzw. 26/22 °C in der Übergangszeit. Die daraus resultierende mittlere Bodentemperatur von 24 °C verhindert die Überhitzung zuverlässig, denn sobald die Raumluft wärmer ist als der Boden, hört die Wärmeabgabe von selbst auf: Die Bodenheizung reguliert sich selbst.**

Die erwähnten tiefen Heizungstemperaturen sind erfahrungsgemäss nur erreichbar, wenn folgende drei Voraussetzungen erfüllt sind:

- **Wärmeleitende Bodenbeläge**
- **Hochisolierende Gebäudehülle**
- **Lufterneuerungsanlage mit guter Wärmerückgewinnung**

### Vor- und Nachteile der Sonnenenergie

#### Vorteile:

- **Die Sonnenenergie steht überall zur Verfügung.**
- **Die Sonnenenergie kostet nichts.**
- **Die Sonnenenergie produziert keinerlei Schadstoffe.**
- **Die Sonnenenergie ist unerschöpflich.**

#### Nachteile:

- **Die Sonnenenergie steht nicht immer zur Verfügung. Im Gegenteil: Sie steht meistens genau dann nicht zur Verfügung, wenn sie am dringendsten gebraucht würde.**
- **Die Sonnenenergie fällt oft auf tiefem Temperaturniveau an, insbesondere in unseren Breiten und vor allem im Winter.**

### 2.3.5 Die passive Sonnenenergienutzung

Bei der passiven Sonnenenergienutzung übernehmen grosse Süd Fenster die Energiegewinnung, und die Böden, Wände und Decken des Gebäudes die Speicherung. Sie ist deshalb besonders effizient und wirtschaftlich: Alle Komponenten sind ohnehin bereits vorhanden, und die Betriebstemperatur ist sehr tief, nämlich gleich der Raumtemperatur.

– **Der passive Direktgewinn ist mit Abstand die wirksamste und kostengünstigste Sonnenenergienutzung.**

Die passive Sonnenenergienutzung ist keine haustechnische, sondern eine architektonische Aufgabe. Vgl. Kapitel 2.1.

Optimierungspotenzial: **35%**

Mehrkosten: **gering bis null**



MINERGIE® VD-040

### 2.3.6 Die aktive Sonnenenergienutzung

Thermische Solaranlagen für Heizzwecke leiden an einem grundsätzlichen Problem: Das Strahlungsangebot stimmt zeitlich nie mit dem Heizwärmebedarf überein. Sie werden daher hauptsächlich zur Warmwasseraufbereitung eingesetzt (vgl. 2.3.12). Bei grosszügiger Dimensionierung können sie in der Übergangszeit einen Beitrag zur Heizungsunterstützung und zur Verkürzung der Heizperiode leisten.

– **Für die Raumheizung sind Solaranlagen nur beschränkt geeignet.**

Optimierungspotential: **einige Prozent**

Mehrkosten: **mittel bis hoch**



MINERGIE® VD-013

### 2.3.7 Die Holzfeuerung

Holz ist der beste Energieträger (siehe rechte Spalte). Allerdings ist der Einsatz von Holz als Brennstoff nicht überall möglich:

- Die Konzentration von Holzfeuerungen in Städten und Ballungsgebieten verursacht zu grosse Luftbelastungen.
- Viele Bewohner fürchten den Arbeitsaufwand. Diesem Argument kann allerdings mit neueren Techniken wie Holzschnittel- und Pelletsfeuerungen begegnet werden.

Der MINERGIE®-Standard honoriert die ökonomischen und ökologischen Vorteile des Brennstoffs Holz, indem der Verbrauch an Holzenergie nur zu 60% gewichtet wird.

Optimierungspotential: **40%**

Mehrkosten: **gering bis mittel**

#### Vor- und Nachteile des Brennstoffes Holz

##### Vorteile:

- **Holz ist ein einheimischer Brennstoff.**
- **Holz ist versorgungssicher.**
- **Holz wächst nach.**
- **Holz kann gefahrlos transportiert und gelagert werden.**
- **Holz enthält keinen Schwefel (keine Versäuerung).**
- **Holz ist CO<sub>2</sub>-neutral (kein Treibhauseffekt).**

##### Nachteile:

- **Grosser Aufwand für Gewinnung, Aufbereitung, Lagerung und Verwendung.**
- **Die Rauchgase aus Holzfeuerungen enthalten Schadstoffe wie Kohlenmonoxyd, Russ und Asche.**



### 2.3.8 Die Wärmepumpe

Die Wärmepumpe wandelt Umweltwärme tieferer Temperatur in Heizwärme höherer Temperatur um. Die Effizienz einer Wärmepumpe wird in deren Leistungszahl ausgedrückt. Sie wird berechnet als Quotient der Heizleistung in kW und der Elektrischen Antriebsleistung in kW. Dieser Wert fällt umso günstiger aus, je kleiner die Temperaturdifferenz zwischen der zugeführten Umweltwärme und dem Vorlauf der Raumheizung ist. Daraus folgt der Grundsatz:

**– Je höher die Temperatur der Wärmequelle und je tiefer die Heizungstemperatur, desto besser die Leistungszahl der Wärmepumpe.**

Eine höhere Leistungszahl bedeutet weniger Stromverbrauch und damit günstigere Betriebskosten. Entscheidend für die Effizienz des gesamten Systems ist auch, dass alle Nebenverbraucher, wie zum Beispiel Umwälzpumpen, so klein wie möglich dimensioniert werden.

Die Umweltwärme, welche die Wärmepumpe benötigt, kann aus verschiedenen Quellen gewonnen werden. Die erste Voraussetzung für eine hohe Leistungszahl ist eine möglichst hohe Temperatur der Wärmequelle. Die nebenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die möglichen Wärmequellen.

Als besonders vorteilhaft erweist sich die Wasser-Erdwärmesonde. Sie weist auch im Winter eine hohe Temperatur auf und kann zudem im Sommer in Kombination mit einer Bodenheizung für die passive Raumkühlung verwendet werden. Sie muss etwa um 30% länger dimensioniert werden als eine Sole-Erdwärmesonde.

Die zweite Voraussetzung für eine gute Arbeitszahl ist eine möglichst tiefe Heizungstemperatur. Um dies zu erreichen, sind zwei Massnahmen nötig:

**– Ein tiefer Heizleistungsbedarf, erreichbar durch eine gut gedämmte Gebäudehülle und eine Wohnungslüftung mit guter Wärmerückgewinnung.**

**– Grosse Wärmeabgabeflächen, z.B. eine selbstregulierende Bodenheizung (vgl. 2.3.3).**

Die dritte Voraussetzung ist eine gute Wärmepumpe. Auf diesem Gebiet wurden in den letzten Jahren markante Fortschritte erzielt. MINERGIE® empfiehlt den Einsatz von Wärmepumpen und Erdwärmesonden mit dem internationalen Gütesiegel. Die entsprechenden Listen und Prüfergebnisse werden publiziert auf: [www.fws.ch](http://www.fws.ch).

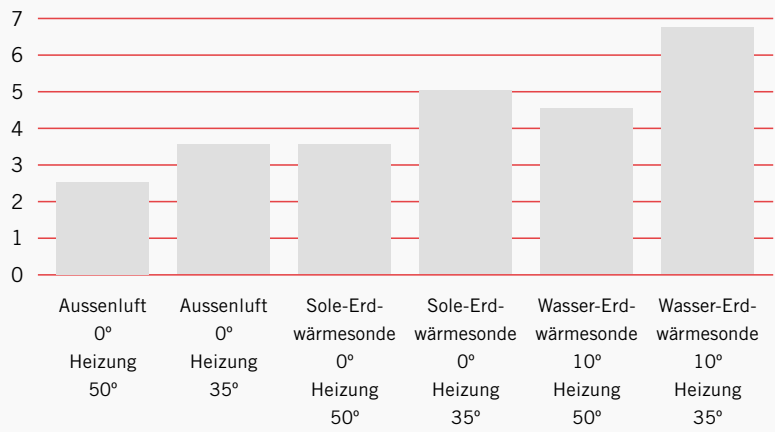
Wenn alle diese Voraussetzungen optimal erfüllt sind, erreichen moderne Wärmepumpen-Heizungsanlagen Jahresarbeitszahlen von 6 und mehr.

Wird die Wärmepumpe mit Ökostrom betrieben, produziert sie saubere und erneuerbare Energie.

Optimierungspotential: bis zu **60%**

Mehrkosten: **null bis gering**

Leistungsziffern einer guten Wärmepumpe unter verschiedenen Betriebsbedingungen



Datenquelle: WPZ-Bulletin

#### Wärmequellen für Wärmepumpen

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Abwärme</b>                      | Die beste Wärmequelle, aber nur selten verfügbar.                     |
| <b>Grund- und Oberflächenwasser</b> | Sehr gute Wärmequelle, aber nur selten nutzbar.                       |
| <b>Wasser-Erdwärmesonde</b>         | Sehr gute Wärmequelle, aber etwas teurer als Sole.                    |
| <b>Sole-Erdwärmesonde</b>           | Gute Wärmequelle. In Grundwasserschutzgebieten nicht zulässig.        |
| <b>Umgebungsluft</b>                | Überall verfügbar. Bei tiefen Temperaturen schlechtere Leistungszahl. |



Sole-Erdwärmesonde Wärmepumpenanlage

### 2.3.9 Der Öl- oder Gaskessel

Der MINERGIE®-Standard ist auch mit konventioneller Haustechnik erreichbar, sofern die architektonischen und bautechnischen Massnahmen optimal eingesetzt werden. Wenn das Budget knapp ist, gilt der Grundsatz:

– **Besser eine konventionelle Heizung in einem gut gedämmten Haus als eine teure Alternativheizung in einem konventionell gedämmten Haus!**

Eine alternative Wärmeerzeugung lässt sich jederzeit nachrüsten. Wenn jedoch bei der Gebäudehülle gespart wurde, erfordert die Nachbesserung einen immensen Aufwand.

Optimierungspotential: **6 bis 10%**

Mehrkosten: **gering**

### 2.3.10 Die Wärme-Kraft-Kopplung

Dass der Stromverbrauch für die gewichtete Energiekennzahl zweifach angerechnet wird, macht die Produktion von eigenem Strom doppelt interessant, da auch der ins Netz gelieferte Strom doppelt zählt. Das Schema veranschaulicht den saisonalen Verlauf der Stromproduktion der beiden Systeme, welche für die dezentrale Stromerzeugung zu Verfügung stehen.

Die Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage (auch als Totalenergieanlage bezeichnet) produziert gleichzeitig Heizwärme und Winterstrom aus Gas oder Öl. Der Strom wird hier genau dann erzeugt, wenn auch die Nachfrage am grössten ist. Kleinanlagen erzeugen etwa drei Viertel Wärme und ein Viertel Strom. Sie verbessern damit die gewichtete Energiekennzahl um etwa ein Viertel.

– **Wärme-Kraft-Kopplung kann einen erwünschten Beitrag zur Stromversorgung im Winter leisten.**

Optimierungspotential: **ca. 25%**

Mehrkosten: **hoch**

### 2.3.11 Die Photovoltaik

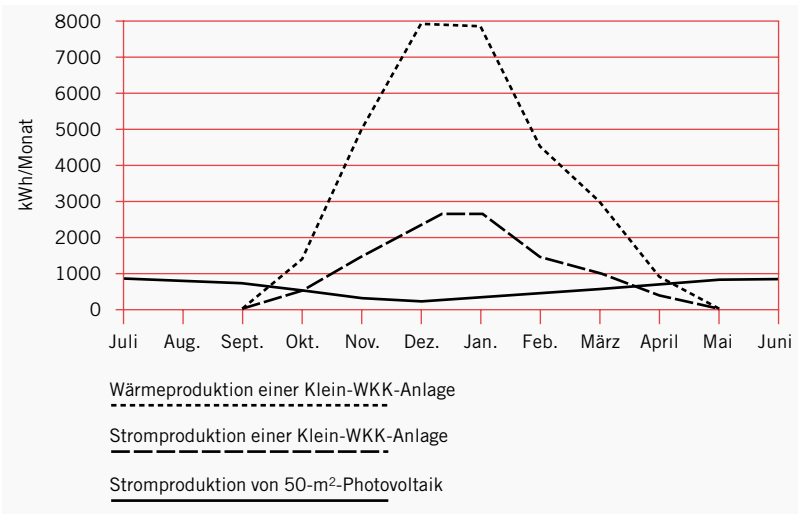
Photovoltaikanlagen zur Stromproduktion leiden in unseren Breiten am gleichen Problem wie Solaranlagen: Sie produzieren hauptsächlich im Sommer, wenn das Stromangebot bereits gross ist. Im Winter, wenn der Strom knapp ist, ist ihr Ertrag klein.

Sie haben aber noch einen weiteren Schönheitsfehler: Sie können zwar Energie gewinnen, aber nicht speichern. Die Speicherung muss vom öffentlichen Netz übernommen werden, was mit hohen Verlusten und externen Kosten verbunden ist.

– **Photovoltaikanlagen lohnen sich nur in besonders sonnigen Lagen (Gebirge, Föhntäler, Südschweiz, Wallis).**

Für den MINERGIE®-Standard sind folgende Nutzungsgrade festgelegt:

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| Ölfeuerung konventionell  | 85% |
| Ölfeuerung kondensierend  | 91% |
| Gasfeuerung konventionell | 85% |
| Gasfeuerung kondensierend | 95% |



### 2.3.12 Das Warmwasser

Im MINERGIE®-Haus mit seinem kleinen Heizwärmebedarf ist der Energieverbrauch für die Wassererwärmung fast so hoch wie für die Raumheizung, vor allem in Mehrfamilienhäusern.

– Die Optimierung der Brauchwassererwärmung ist ebenso wichtig wie die Heizung.

Die Tabelle gibt Anhaltspunkte zu den Energiekennzahlen für Warmwasser  $*E_{ww}$  der fünf verfügbaren Techniken und ihrer Kombinationen. Den weitaus ungünstigsten Fall stellt die rein elektrische Wassererwärmung dar, welche im MFH allein schon den MINERGIE®-Grenzwert erreicht (Nr. 13).

Die Brauchwassererwärmung ist ein optimales Einsatzgebiet für die Solaranlage, weil die Nachfrage nach warmem Wasser das ganze Jahr über besteht. Vor allem in Kombination mit einer Wärmepumpe oder Abwasser-Wärmerückgewinnung erreicht sie Spitzenleistungen (Nr. 9, 18 oder 20).

Optimierungspotential: **80%**

Mehrkosten: **mittel bis hoch**

Systemkombinationen für Warmwasser

| Kombination<br>Nr. | Öl, Gas | Elektroboiler | Wärmepumpe<br>JAZ 2.7<br>0.74x | Solaranlage | Abwasser-<br>WRG | Gewichtete<br>Energiekennzahl $*E_{ww}$<br>kWh/m <sup>2</sup> / MJ/m <sup>2</sup> |            |           |            |
|--------------------|---------|---------------|--------------------------------|-------------|------------------|---|------------|-----------|------------|
|                    | 1x      |               |                                | 0x          |                  | 0x  | EFH        | MFH       |            |
| 1                  | 100%    |               |                                |             |                  | 16  | 59         | 25        | 89         |
| 2                  | 67%     | 33%           |                                |             |                  | 20  | 73         | 30        | 109        |
| 3                  | 33%     | 17%           |                                | 50%         |                  | 10  | 36         | 15        | 55         |
| 4                  | 40%     | 30%           |                                |             | 30%              | 15  | 54         | 22        | 80         |
| 5                  | 30%     | 10%           |                                | 30%         | 30%              | 8   | 28         | 12        | 42         |
| 6                  | 67%     |               | 33%                            |             |                  | 14  | 52         | 22        | 78         |
| 7                  | 33%     |               | 17%                            | 50%         |                  | 7   | 26         | 11        | 39         |
| 8                  | 50%     |               | 20%                            |             | 30%              | 10  | 37         | 15        | 55         |
| 9                  | 20%     |               | 20%                            | 30%         | 30%              | 5   | 19         | 8         | 29         |
| 10                 | 50%     |               |                                | 50%         |                  | 8   | 30         | 12        | 44         |
| 11                 | 70%     |               |                                |             | 30%              | 11  | 41         | 17        | 62         |
| 12                 | 40%     |               |                                | 30%         | 30%              | 7   | 24         | 10        | 35         |
| <b>13</b>          |         | <b>100%</b>   |                                |             |                  | <b>28</b>   | <b>100</b> | <b>42</b> | <b>150</b> |
| 14                 |         | 50%           |                                | 50%         |                  | 14  | 50         | 21        | 75         |
| 15                 |         | 70%           |                                |             | 30%              | 19  | 70         | 29        | 105        |
| 16                 |         | 40%           |                                | 30%         | 30%              | 11  | 40         | 17        | 60         |
| 17                 |         |               | 100%                           |             |                  | 10  | 37         | 15        | 56         |
| 18                 |         |               | 50%                            | 50%         |                  | 5   | 19         | 8         | 28         |
| 19                 |         |               | 70%                            |             | 30%              | 7   | 26         | 11        | 39         |
| 20                 |         |               | 40%                            | 30%         | 30%              | 4   | 15         | 6         | 22         |

# 3. Konzepte für Neubauten

## 3.1 Das Vergleichsobjekt

Als Bezugsbasis für alle Optimierungen dient ein kleines, freistehendes Mehrfamilienhaus, dessen Daten etwa in der Mitte zwischen einem Einfamilienhaus und einem grossen oder angebauten MFH liegen. Die Unterschiede liegen innerhalb der Ungenauigkeit, sodass die Resultate – mit Ausnahme des Warmwassers – auf beide Gebäudearten anwendbar sind.

### Wichtigste Merkmale des Vergleichsobjekts:

- Die Konstruktionen und Kennzahlen entsprechen dem üblichen Baustandard (vgl. 1.2).
- Kleines Mehrfamilienhaus  
2 Vollgeschosse + 1 Dachgeschoss  
3 Wohnungen
- Energiebezugsfläche EBF = 466 m<sup>2</sup>  
Gebäudehülle A nach SIA 180/1 = 815 m<sup>2</sup>  
A/EBF = 1.75
- 50% der Südfenster durch Balkone beschattet  
Fensterfläche = 15% der EBF  
Rahmenanteil = 30% der Fensterfläche  
Fensterorientierung: 40% S, 50% O+W, 10% N  
Fenster: U = 1.3 W/m<sup>2</sup>K, g = 65%
- Heizwärmebedarf Q<sub>h</sub> = 213 MJ/m<sup>2</sup>  
Wärmebedarf für Warmwasser Q<sub>ww</sub> = 75 MJ/m<sup>2</sup>  
Gewichtete Energiekennzahl \*E<sub>w</sub> = 340 MJ/m<sup>2</sup>
- MINERGIE®-Grenzwert \*E<sub>w</sub> ≤ 151 MJ/m<sup>2</sup>

## 3.2 Die Einzelmassnahmen

Die Tabelle fasst die wichtigsten Einzelmassnahmen zusammen.

Die angegebenen Resultate werden dann erzielt, wenn die betreffende Massnahme als erste Verbesserung des Vergleichsobjekts angewandt wird. In Kombination mit anderen Massnahmen können sich die Auswirkungen gegenseitig stark beeinflussen.

Die Angaben dienen als Hilfe zur Erarbeitung sinnvoller Konzepte. Sie können natürlich für ein konkretes Objekt nicht die detaillierte Energiebilanz ersetzen.

### Die Einzelmassnahmen

| Siehe Absatz                                 | Verbesserung von auf                        |   | Δ *E <sub>w</sub>                                |   |   |
|--|---|---|--|---|---|
|  |   |   | kWh/m <sup>2</sup>                               | MJ/m <sup>2</sup>                                   | %   |
| 1.2  | Das Vergleichsobjekt                        |   | 94   | 340   | 100%  |
| <b>2.1 Architektonische Einzelmassnahmen</b> |   |   |  |   |   |
| 2.1.1  | Gebäudeform A/EBF                           | 1.75<br>1.25  | 8<br>16  | 28<br>56  | 8%<br>16%   |
| 2.1.4  | Beschattung % der Südfenster                | 50%<br>25%  | 3<br>4   | 10<br>16  | 3%<br>5%  |
| 2.1.8  | Rahmenanteil % der Südfenster               | 30%<br>25%  | 2<br>4   | 8<br>16   | 2%<br>5%  |
| 2.1.5  | Fensterorientierung Süd / West + Ost / Nord | 40/50/10<br>60/30/10  | 0<br>1   | 0<br>3  | 0%<br>1%  |
| 2.1.7  | Fensterfläche % der EBF                     | 15%<br>20%  | -1<br>-2   | -3<br>-6  | -1%<br>-2%  |
| <b>2.2 Bautechnische Einzelmassnahmen</b>    |   |   |  |   |   |
| 2.2.1  | Dämmung der Kellerdecke                     | U = 0.40<br>U = 0.30  | 2<br>4   | 8<br>16   | 2%<br>5%  |
| 2.2.1  | Dämmung der Fassade                         | U = 0.30<br>U = 0.25<br>U = 0.20<br>U = 0.15  | 3<br>6<br>8                                      | 10<br>20<br>30                                      | 3%<br>6%<br>9%  |
| 2.2.1  | Dämmung des Daches                          | U = 0.30<br>U = 0.20<br>U = 0.15<br>U = 0.12  | 3<br>4<br>5                                      | 10<br>15<br>18                                      | 3%<br>4%<br>5%  |
| 2.2.2  | Verglasung U/g                              | 1.3/65%<br>1.1/65%  | 2<br>1   | 7<br>5  | 2%<br>1%  |
| 2.2.3  | Fensterrahmen                               | U = 2.6<br>U = 2.3<br>U = 2.1   | 1<br>2   | 5<br>8  | 1%<br>2%  |
| <b>2.3 Haustechnische Massnahmen</b>         |   |   |  |   |   |
| 2.3.1  | Lufterneuerungsanlage                       | Fenster h = 75%   | 16   | 57  | 17%   |
| 2.3.9  | Kondens. Öl- oder Gaskessel                 | h = 85%<br>h = 93%  | 9  | 32  | 9%  |
| 2.3.8  | Wärmepumpe (nur Heizung)                    | Öl + Elektr.<br>Luft-Wasser JAZ = 2<br>Sole-Wasser JAZ = 4 <sup>1)</sup><br>Wasser-Wasser JAZ = 6 <sup>2)</sup>       | 10<br>46<br>58                                   | 37<br>164<br>209                                    | 11%<br>48%<br>61%   |
| 2.3.10                                       | Wärme-Kraft-Kopplung                        | Öl + Elektr.  | 24   | 85  | 25%   |
| 2.3.11                                       | Photovoltaik                                | Öl + Elektr. 50 m <sup>2</sup>  | 14   | 51  | 15%   |
| 2.3.12                                       | Warmwasser Kombination                      | Öl + Elektr.<br>Öl kondens.<br>Öl + Elektr.<br>Öl + Solar<br>Öl + WRG<br>WP<br>WP + Solar<br>WP + WRG<br>WP + S + WRG | 7<br>-6<br>12<br>8<br>15<br>11<br>18<br>15<br>19 | 25<br>-20<br>44<br>27<br>54<br>39<br>64<br>54<br>69 | 7%<br>-6%<br>13%<br>8%<br>16%<br>11%<br>19%<br>16%<br>20% |

<sup>1)</sup> Nur erreichbar mit optimaler Wärmedämmung **oder** Lufterneuerungsanlage

<sup>2)</sup> Nur erreichbar mit optimaler Wärmedämmung **und** Lufterneuerungsanlage

### 3.3 Die Massnahmenpakete

Die baulichen Massnahmen lassen sich zu Gruppen oder Paketen zusammenfassen. Damit werden

- die Konzepte einfacher und übersichtlicher.
- zusammengehörige Massnahmen aufeinander abgestimmt. Es wäre beispielsweise wenig sinnvoll, die Südfenster zu vergrössern, ohne die Beschattung zu verringern, oder z.B. die Fassade viel stärker zu dämmen als das Dach, oder ein hochisolierendes Wärmeschutzglas ohne wärmedämmenden Randverbund zu verwenden etc.

### 3.4 Die architektonischen Massnahmen

Die Gebäudeform kann als Einzelmassnahme direkt in die Konzepte übernommen werden. Die Beschattung, Orientierung und Gestaltung der Fenster sind in zwei Anspruchsstufen in den Paketen Fassadengestaltung I und II zusammengefasst.

Gemeinsames Merkmal der architektonischen Massnahmen ist, dass sie keine Kosten verursachen, im Gegenteil. Die Abstufung bezieht sich auf die Gestaltungsfreiheit des Entwerfers:

- Das Paket I schränkt wenig ein. Es genügt, wenn man in der Projektphase die Energieaspekte nicht völlig ausser Acht lässt.
- Die Einzelmassnahme «Gebäudeform» und das Paket II beeinflussen den Entwurf wesentlich.

### 3.5 Die bautechnischen Massnahmen

Die Wärmedämmung aller Bauteile sollte ähnlich sein, Flächen gegen das Erdreich und gegen unbeheizte Räume etwas weniger, das Dach etwas mehr. Die Stufen I bis III ermöglichen die Anpassung an individuelle Kosten/Nutzen-Überlegungen.

Die Fensterverglasung kann als Einzelmassnahme variiert werden. Im Paket Fenster I ist sie kombiniert mit einer Verbesserung des Rahmens, z.B. durch einen Glasrandverbund aus Edelstahl oder Kunststoff.

### 3.6 Die haustechnischen Massnahmen

Die Lüfterneuerungsanlage und die Wärmeerzeugung können als Einzelmassnahmen direkt in die Konzepte eingesetzt werden. Für die Brauchwassererwärmung sind 20 Massnahmenkombinationen im Abschnitt 2.3.12 zusammengestellt.

### Die Massnahmenpakete

|                               | Verbesserung |          | $\Delta^*E_w$     |                  |             |
|-------------------------------|--------------|----------|-------------------|------------------|-------------|
|                               | von          | auf      | $\frac{kWh}{m^2}$ | $\frac{MJ}{m^2}$ | %           |
| <b>Das Vergleichsobjekt</b>   |              |          | <b>94</b>         | <b>340</b>       | <b>100%</b> |
| <b>Fassadengestaltung I</b>   |              |          |                   |                  |             |
| Beschattung der Südfenster    | 50%          | 25%      | 3                 | 10               |             |
| Rahmenanteil                  | 30%          | 25%      | 2                 | 8                |             |
|                               |              |          | 5                 | 18               | <b>5%</b>   |
| <b>Fassadengestaltung II</b>  |              |          |                   |                  |             |
| Beschattung der Südfenster    | 50%          | 0%       | 4                 | 16               |             |
| Rahmenanteil                  | 30%          | 20%      | 4                 | 16               |             |
| Verdoppelung der Südfenster   | 40/50/10     | 80/20/10 | 3                 | 11               |             |
|                               |              |          | 12                | 43               | <b>13%</b>  |
| <b>Wärmedämmung I</b>         |              |          |                   |                  |             |
| Dämmung der Kellerdecke       | U = 0.40     | U = 0.30 | 2                 | 8                |             |
| Dämmung der Fassade           | U = 0.30     | U = 0.25 | 3                 | 10               |             |
| Dämmung des Daches            | U = 0.30     | U = 0.20 | 3                 | 10               |             |
| Storenkästen, Aussentüren ... |              |          | 1                 | 2                |             |
|                               |              |          | 8                 | 30               | <b>9%</b>   |
| <b>Wärmedämmung II</b>        |              |          |                   |                  |             |
| Dämmung der Kellerdecke       | U = 0.40     | U = 0.30 | 2                 | 8                |             |
| Dämmung der Fassade           | U = 0.30     | U = 0.20 | 6                 | 20               |             |
| Dämmung des Daches            | U = 0.30     | U = 0.15 | 4                 | 15               |             |
| Storenkästen, Aussentüren ... |              |          | 1                 | 3                |             |
|                               |              |          | 13                | 46               | <b>14%</b>  |
| <b>Wärmedämmung III</b>       |              |          |                   |                  |             |
| Dämmung der Kellerdecke       | U = 0.40     | U = 0.20 | 4                 | 16               |             |
| Dämmung der Fassade           | U = 0.30     | U = 0.15 | 8                 | 30               |             |
| Dämmung des Daches            | U = 0.30     | U = 0.12 | 5                 | 18               |             |
| Storenkästen, Aussentüren ... |              |          | 1                 | 4                |             |
|                               |              |          | 19                | 68               | <b>20%</b>  |
| <b>Fenster I</b>              |              |          |                   |                  |             |
| Verglasung (U/g)              | 1.3/65%      | 1.1/65%  | 2                 | 7                |             |
| Fensterrahmen                 | U = 2.6      | U = 2.3  | 1                 | 5                |             |
|                               |              |          | 3                 | 12               | <b>4%</b>   |

Die Zahlen in dieser Tabelle können von der vorigen Tabelle abweichen, weil die kombinierten Massnahmen sich gegenseitig beeinflussen.



MINERGIE® VS-070

### 3.7 Konzepte

Es führen viele Wege zum MINERGIE®-Haus. Ein paar mögliche Beispiele sind hier zusammengestellt.

Die Namen der 5 Beispiele sagen schon, nach welchen Prioritäten sie zusammengestellt sind:

Das **Konzept 1** befolgt den Grundsatz: «Lieber eine konventionelle Haustechnik in einem fortschrittlichen Haus als umgekehrt.»

Das **Konzept 2** zeigt, dass allein mit der Haustechnik der MINERGIE®-Grenzwert leicht einzuhalten wäre. Dieses Konzept erfüllt jedoch die Primäranforderung nicht (s. Seite 2 und 3).

Das **Konzept 3** beschreibt ein neues MINERGIE®-Haus, welches nicht teurer ist als das konventionelle Vergleichsobjekt (s. Beispiel auf S. 8).

Das **Konzept 4** setzt auf maximale Nutzung der Sonnenenergie.

Das **Konzept 5** erfüllt den MINERGIE®-P-Standard. Zu beachten ist allerdings, dass dieser Standard neben der Energiekennzahl noch eine Reihe weiterer Anforderungen stellt.

### Einzelmaßnahmen und Massnahmenpakete

| Konzepte                           | Verbesserung |                   | $\Delta$ *E <sub>w</sub>        |                                | *E <sub>w</sub>                 |                                |
|------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|                                    | von          | auf               | $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$ | $\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$ | $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$ | $\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2}$ |
| <b>Konzept 0: Vergleichsobjekt</b> |              |                   |                                 |                                | <b>94</b>                       | <b>340</b>                     |
| <b>Konzept 1: Gebäude</b>          |              |                   |                                 |                                |                                 |                                |
| Gebäudeform                        | 1.75         | 1.25              | 20                              | 72                             |                                 |                                |
| Fassadengestaltung II              |              |                   | 10                              | 36                             |                                 |                                |
| Wärmedämmung III                   |              |                   | 15                              | 54                             |                                 |                                |
| Fenster I                          |              |                   | 3                               | 9                              |                                 |                                |
| Lüftung ohne WRG                   |              |                   | 0                               | 0                              |                                 |                                |
| condens. Heizkessel                |              |                   | 5                               | 19                             | <b>42</b>                       | <b>150</b>                     |
| <b>Konzept 2: Haustechnik</b>      |              |                   |                                 |                                |                                 |                                |
| Luftheizungsanlage                 |              |                   | 16                              | 57                             |                                 |                                |
| Sole-Wasser-WP (H + WW) JAZ 3.5    |              |                   | 41                              | 146                            | <b>38</b>                       | <b>137</b>                     |
| <b>Konzept 3: Baukosten</b>        |              |                   |                                 |                                |                                 |                                |
| Gebäudeform                        | 1.75         | 1.25              | 20                              | 72                             |                                 |                                |
| Fassadengestaltung II              |              |                   | 10                              | 36                             |                                 |                                |
| Wärmedämmung I                     |              |                   | 7                               | 25                             |                                 |                                |
| Luftheizungsanlage                 |              |                   | 14                              | 50                             |                                 |                                |
| condens. Heizkessel                |              |                   | 4                               | 14                             | <b>40</b>                       | <b>143</b>                     |
| <b>Konzept 4: Solar</b>            |              |                   |                                 |                                |                                 |                                |
| Fassadengestaltung I               |              |                   | 5                               | 18                             |                                 |                                |
| Wärmedämmung I                     |              |                   | 8                               | 28                             |                                 |                                |
| Luftheizungsanlage                 |              |                   | 14                              | 52                             |                                 |                                |
| Solaranlage für WW                 |              |                   | 12                              | 44                             |                                 |                                |
| Photovoltaik                       |              | 50 m <sup>2</sup> | 14                              | 51                             | <b>41</b>                       | <b>147</b>                     |
| <b>Konzept 5: MINERGIE®-P</b>      |              |                   |                                 |                                |                                 |                                |
| Gebäudeform                        | 1.75         | 1.25              | 20                              | 72                             |                                 |                                |
| Fassadengestaltung II              |              |                   | 11                              | 38                             |                                 |                                |
| Wärmedämmung III                   |              |                   | 18                              | 64                             |                                 |                                |
| Fenster I                          |              |                   | 3                               | 9                              |                                 |                                |
| Luftheizungsanlage                 |              |                   | 14                              | 49                             | <b>30</b>                       | <b>108</b>                     |

Die Zahlen in dieser Tabelle können von der vorigen Tabelle abweichen, weil die kombinierten Massnahmen sich gegenseitig beeinflussen.



MINERGIE® NW-002



# 4. Konzepte für Sanierungen

## 4.1 Das Vergleichsobjekt

Die meisten Bauten, welche heute zur Erneuerung anstehen, stammen aus den 50er bis 70er Jahren. Dementsprechend wird die Vergleichsbasis definiert. Wir verwenden das gleiche 3-Familienhaus wie für die Neubauten, allerdings mit dem technischen Standard der 60er Jahre (vgl. Tabelle).

Energiebezugsfläche EBF = 466 m<sup>2</sup>

Gebäudehülle A nach SIA 180/1 = 815 m<sup>2</sup>

Heizwärmebedarf Q<sub>h</sub> = 635 MJ/m<sup>2</sup>

Wärmebedarf für Warmwasser Q<sub>ww</sub> = 75 MJ/m<sup>2</sup>

Gewichtete Energiekennzahl \*E<sub>w</sub> = 840 MJ/m<sup>2</sup>

MINERGIE®-Grenzwert: \*E<sub>w</sub> ≤ 288 MJ/m<sup>2</sup>

Sanierungsbedarf: etwa -66%

## Wichtigste Merkmale des Vergleichsobjekts

Definition der üblichen Bauweise der 50er und 60er Jahre

### Architektur

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| Gebäudeform                | (A/EBF) 1.75                |
| Fensterfläche              | 15% der Energiebezugsfläche |
| Rahmenanteil               | 30% der Fensterfläche       |
| Fensterorientierung        | 40% S, 50% O+W, 10% N       |
| Beschattung der Südfenster | 50%                         |

### Gebäudehülle

|                                     | Dämmung         | U (W/m <sup>2</sup> K) |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Kellerdecke                         | 2 cm            | 1.2                    |
| Aussenwände                         | 2 cm            | 1.0                    |
| Dächer (meist nicht luftdicht)      | 4 cm            | 0.7                    |
| Fensterrahmen (meist ohne Dichtung) | Holz 6 cm       | 2.6                    |
| Fensterverglasung                   | DV oder IV-Luft | 3.0 (g = 77%)          |

### Haustechnik

|                 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| Lüftung         | Ritzen und Fenster           |
| Wärmeerzeugung  | Ölkessel                     |
| Wärmeverteilung | Bodenheizung oder Heizkörper |
| Warmwasser      | Öl-Kombikessel               |

### Energiebedarf

|                                | kWh/m <sup>2</sup> | MJ/m <sup>2</sup> |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|
| Heizwärmebedarf Q <sub>h</sub> | 176                | 635               |
| Warmwasser Q <sub>ww</sub>     | 21                 | 75                |
| Haushaltstrom Q <sub>E</sub>   | 28                 | 100               |

### Energiekennzahlen

|                            |     |     |
|----------------------------|-----|-----|
| Heizung E <sub>h</sub>     | 209 | 751 |
| Warmwasser E <sub>ww</sub> | 25  | 89  |

### Gewichtete Energiekennzahl

|                       |     |     |
|-----------------------|-----|-----|
| Wärme *E <sub>w</sub> | 233 | 840 |
|-----------------------|-----|-----|

## 4.2 Die Massnahmen

Ein Teil der Optimierungsmassnahmen, welche bei den Neubauten besprochen wurden, können unverändert auf Sanierungsobjekte angewandt werden und erzielen dabei etwa die gleiche Wirkung wie bei Neubauten (siehe rechte Spalte).

Gerade von den bei Neubauten besonders erfolgreichen Massnahmen kommen jedoch einige bei Altbauten oft nicht in Frage, vor allem natürlich die architektonischen Massnahmen.

Die meisten Massnahmen können zwar übernommen werden, haben aber eine andere (meist stärkere) Wirkung als bei Neubauten. Der Grund liegt beim veränderten Ausgangspunkt: Je schlechter der Ausgangszustand, desto grösser die Wirkung.

Einige Massnahmen kommen neu hinzu. Sie beziehen sich auf Wärmebrücken, wie sie bei Altbauten häufig anzutreffen sind. Sie werden im nächsten Abschnitt 4.3 kurz besprochen.

Die Angaben zur Wirkung der Sanierungsmassnahmen, vor allem der baulichen, sind als Näherung zu verstehen. Viele Unbekannte beeinflussen das Resultat. Eine genaue Berechnung ist nur am konkreten Objekt möglich.

## Anwendbarkeit von Neubaumassnahmen auf Altbauten

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Unverändert anwendbar     | Fensterrahmen<br>Rahmenanteil der Fenster<br>Lufterneuerungsanlagen<br>Photovoltaik<br>Brauchwassererwärmung |
| Nicht anwendbar           | Gebäudeform<br>Gebäudeorientierung<br>Fensterfläche<br>Fensterorientierung                                   |
| Anwendbar, andere Wirkung | Alle übrigen Neubaumassnahmen  |
| Zusätzliche Massnahmen    | Winddichtungen<br>Neue Balkone<br>Balkonverglasungen<br>Fensteranierungen<br>Rohrdämmungen                   |

### 4.3 Die Balkone

Die meisten Wärmebrücken an Altbauten (Deckenaufleger, Stürze, Brüstungen ...) verschwinden durch das Anbringen einer äusseren Fassadendämmung von selbst. Sie werden deshalb hier nicht näher behandelt. Die schwierigste Wärmebrücke sind jedoch meist die Balkonplatten, welche früher in einem Guss mit den Geschossdecken betoniert wurden und wie Kühlrippen wirken. Um diese Schwachstelle zu beseitigen, gibt es zwei Alternativen:

- Die alten Balkonplatten abbrechen und durch neue, thermisch getrennt vor die Fassade gestellte Balkone ersetzen.
- Die Balkone durch eine verandenartige, wärmedämmende Verglasung vom Aussenklima trennen.

Sanierungspotential: bis zu **5%**

### 4.4 Die Fenster

Schlecht unterhaltene Holzfenster müssen ersetzt werden. In diesem Fall können die  $\Delta^*E$ -Zahlen für Neubauten unverändert übernommen werden.

Wenn die Rahmen noch in gutem Zustand sind, genügt es oft, die äussere Scheibe durch ein Wärmeschutzelement zu ersetzen und die Falzdichtungen zu erneuern bzw. neu einzubauen. Wenn gleichzeitig noch eine äussere Metallschale auf die Flügelrahmen aufgedoppelt wird, sind die Fenster praktisch neuwertig.

Sanierungspotential: bis zu **5%**

### 4.5 Die Heizungsrohre

Das Nachisolieren von ungedämmten Heizungsrohren in unbeheizten Räumen ist eine wirksame und kostengünstige Massnahme.

Sanierungspotential: bis zu **5%**

### 4.6 Die Einzelmassnahmen

Die in der nebenstehenden Tabelle angegebenen Resultate werden dann erzielt, wenn die betreffende Massnahme als **erste** Verbesserung des Vergleichsobjekts angewandt wird. In Kombination mit anderen Massnahmen können sich die Wirkungen gegenseitig stark beeinflussen.

Die Angaben dienen als Hilfe zur Erarbeitung sinnvoller Konzepte. Sie können natürlich für ein konkretes Objekt nicht die detaillierte Energiebilanz ersetzen.

#### Die Einzelmassnahmen

| Siehe Absatz                              | Verbesserung von auf                             |              | $\Delta^*E_w$         |                  |      |     |
|---|--|--------------|-----------------------|------------------|------|-----|
|   |  |              | $\frac{kWh}{m^2}$     | $\frac{MJ}{m^2}$ | %    |     |
| 1.2                                       | Das Vergleichsobjekt                             |              | 233                   | 840              | 100% |     |
| <b>Architektonische Einzelmassnahmen</b>  |  |              |                       |                  |      |     |
| 2.1.8                                     | Rahmenanteil % der Fensterfläche                 | 30%          | 25%                   | 2                | 6    | 1%  |
|   |  |              | 3                     | 11               | 1%   |     |
| 4.3                                       | Balkone  | 1.5          | 1.25                  | 2                | 7    | 1%  |
| 4.3                                       | Balkonverglasung                                 | keine        | U = 3.0               | 8                | 30   | 4%  |
|   |  |              | U = 1.5               | 11               | 40   | 5%  |
| <b>2.2 Bautechnische Einzelmassnahmen</b> |  |              |                       |                  |      |     |
| 2.2.1                                     | Dämmung der Kellerdecke                          | U = 1.20     | U = 0.40              | 32               | 114  | 14% |
|   |  |              | U = 0.30              | 36               | 129  | 15% |
|   |  |              | U = 0.20              | 39               | 142  | 17% |
| 2.2.1                                     | Dämmung der Fassade                              | U = 1.00     | U = 0.30              | 56               | 203  | 24% |
|   |  |              | U = 0.20              | 64               | 231  | 28% |
|   |  |              | U = 0.15              | 68               | 245  | 29% |
| 2.2.1                                     | Dämmung des Daches und Einbau einer Winddichtung | U = 0.70     | U = 0.30              | 15               | 54   | 6%  |
|   |  |              | U = 0.20              | 19               | 68   | 8%  |
|   |  |              | U = 0.15              | 21               | 76   | 9%  |
| 2.2.2                                     | Verglasung U/g                                   | 3.0/77%      | 1.3/65%               | 13               | 45   | 5%  |
|   |  |              | 1.1/65%               | 17               | 61   | 7%  |
|   |  |              | 0.8/52%               | 17               | 61   | 7%  |
| 2.2.3                                     | Fensterrahmen                                    | U = 2.6      | U = 2.3               | 1                | 5    | 1%  |
|   |  |              | U = 2.1               | 3                | 9    | 1%  |
| 4.4                                       | Fenstersanierung                                 | U = 3.0      | 1.8/65%               | 9                | 34   | 4%  |
|   |  |              | 1.2/51%               | 14               | 50   | 6%  |
|   | Aussentüren, Storenkästen ...                    | U = 1.8      | U = 0.7               | 5                | 18   | 2%  |
|   |  |              | U = 0.4               | 6                | 22   | 3%  |
| <b>2.3 Haustechnische Massnahmen</b>      |  |              |                       |                  |      |     |
| 2.3.1                                     | Lufterneuerungsanlage                            | Fenster      | 0 = 75%               | 18               | 64   | 8%  |
| 4.5                                       | Dämmung der Heizungsrohre                        | keine        | 3 cm                  | 8                | 28   | 3%  |
|   |  |              | 4 cm                  | 11               | 40   | 5%  |
| 2.3.9                                     | Kondens. Öl- oder Gaskessel                      | h = 85%      | h = 93%               | 19               | 67   | 8%  |
| 2.3.8                                     | Wärmepumpe (nur Heizung)                         | Öl + Elektr. |                       |                  |      |     |
|   | Luft-Wasser                                      |              | JAZ = 2               | 17               | 61   | 7%  |
|   | Sole-Wasser                                      |              | JAZ = 4 <sup>1)</sup> | 117              | 420  | 50% |
|   | Wasser-Wasser                                    |              | JAZ = 6 <sup>2)</sup> | 156              | 560  | 67% |
| 2.3.10                                    | Wärme-Kraft-Kopplung                             | Öl + Elektr. |                       | 51               | 183  | 22% |
| 2.3.11                                    | Photovoltaik                                     | Öl + Elektr. | 50 m <sup>2</sup>     | 14               | 51   | 6%  |
| 2.3.12                                    | Warmwasser Kombination                           | Öl + Elektr. | Öl kondens.           | 7                | 25   | 3%  |
|   | 2  |              | Öl + Elektr.          | -6               | -20  | -2% |
|   | 10   |              | Öl + Solar            | 12               | 44   | 5%  |
|   | 11   |              | Öl + WRG              | 8                | 27   | 3%  |
|   | 12   |              | Öl + S + WRG          | 15               | 54   | 6%  |
|   | 17   |              | WP                    | 11               | 39   | 5%  |
|   | 18   |              | WP + Solar            | 18               | 64   | 8%  |
|   | 19   |              | WP + WRG              | 15               | 54   | 6%  |
|   | 20   |              | WP + S + WRG          | 19               | 69   | 8%  |

<sup>1)</sup> Nur erreichbar mit optimaler Wärmedämmung **oder** Lufterneuerungsanlage

<sup>2)</sup> Nur erreichbar mit optimaler Wärmedämmung **und** Lufterneuerungsanlage

#### 4.7 Die Massnahmenpakete

Das weitere Vorgehen ist gleich wie bei den Neubauten. Auch hier können zusammengehörige Massnahmen zu sinnvollen Paketen zusammengefasst werden. Deren Anwendung ist jedoch nicht zwingend. Bei Altbauserneuerungen können die Pakete oft aus technischen, finanziellen, ästhetischen oder aus Gründen des Denkmalschutzes nur teilweise verwirklicht werden.

#### 4.8 Die architektonischen Massnahmen

Von den architektonischen Massnahmen sind für Altbauten leider nur noch zwei übriggeblieben, nämlich der Fensterrahmenanteil (sofern die Fenster überhaupt ersetzt werden müssen) und die Balkone. Sie können als Einzelmassnahmen direkt in die Sanierungskonzepte übernommen werden.

#### 4.9 Die bautechnischen Massnahmen

Die bautechnischen Massnahmenpakete sind analog zum Neubau zusammengestellt. Allerdings ist ihre Wirkung viel grösser, weil der Anfangszustand schlechter ist.

#### 4.10 Die haustechnischen Massnahmen

Unter der Annahme, dass die Haustechnik bei den meisten Altbauten total erneuert werden muss, unterscheiden sich die diesbezüglichen Einzelmassnahmen nur unwesentlich von den Neubauten. Die Bildung von Paketen drängt sich nicht auf.

#### 4.11 Konzepte

Was schon bei den Neubauten festgehalten wurde, gilt bei Sanierungen erst recht: Das Sanierungskonzept muss für jedes Objekt individuell zusammengestellt werden. Die in der Tabelle dargestellten Konzepte sind wiederum als Beispiele zu verstehen.

**– Wenn möglich immer zuerst das Gebäude sanieren und erst dann die Haustechnik.**

Im umgekehrten Fall wäre die Haustechnik nach der späteren Gebäudesanierung überdimensioniert.

Das **Konzept 1** konzentriert sich auf die Gebäudehülle. Weil der Grenzwert für Sanierungen doppelt so hoch ist wie für Neubauten, kann damit allein bereits der MINERGIE®-Standard erfüllt werden.

Das **Konzept 2** konzentriert sich auf die Haustechnik. Es eignet sich für ein Haus, welches in sehr gutem baulichem Zustand ist.

Das **Konzept 3** ist eine häufig angewandte Kombination, welche sich durch ein gutes Kosten/Nutzen-Verhältnis auszeichnet.

#### Die Massnahmenpakete

| Das Vergleichsobjekt          | Verbesserung von auf |          | $\Delta^*E_w$     |                  | %           |
|-------------------------------|----------------------|----------|-------------------|------------------|-------------|
|                               |                      |          | $\frac{kWh}{m^2}$ | $\frac{MJ}{m^2}$ |             |
| <b>Das Vergleichsobjekt</b>   |                      |          | <b>233</b>        | <b>840</b>       | <b>100%</b> |
| <b>Wärmedämmung I</b>         |                      |          |                   |                  |             |
| Dämmung der Kellerdecke       | U = 1.20             | U = 0.40 | 32                | 114              |             |
| Dämmung der Fassade           | U = 0.80             | U = 0.30 | 55                | 199              |             |
| Dachdämmung + Winddichtung    | U = 0.70             | U = 0.30 | 14                | 52               |             |
| Storenkästen, Aussentüren ... | U = 1.80             | U = 0.70 | 5                 | 17               |             |
|                               |                      |          | <b>106</b>        | <b>382</b>       | <b>45%</b>  |
| <b>Wärmedämmung II</b>        |                      |          |                   |                  |             |
| Dämmung der Kellerdecke       | U = 1.20             | U = 0.30 | 36                | 128              |             |
| Dämmung der Fassade           | U = 0.80             | U = 0.20 | 63                | 227              |             |
| Dachdämmung + Winddichtung    | U = 0.70             | U = 0.20 | 18                | 64               |             |
| Storenkästen, Aussentüren ... | U = 1.80             | U = 0.70 | 4                 | 16               |             |
|                               |                      |          | <b>121</b>        | <b>435</b>       | <b>52%</b>  |
| <b>Wärmedämmung III</b>       |                      |          |                   |                  |             |
| Dämmung der Kellerdecke       | U = 1.20             | U = 0.20 | 39                | 142              |             |
| Dämmung der Fassade           | U = 0.80             | U = 0.15 | 67                | 241              |             |
| Dachdämmung + Winddichtung    | U = 0.70             | U = 0.15 | 19                | 69               |             |
| Storenkästen, Aussentüren ... | U = 1.80             | U = 0.40 | 5                 | 19               |             |
|                               |                      |          | <b>131</b>        | <b>471</b>       | <b>56%</b>  |
| <b>Fenster I</b>              |                      |          |                   |                  |             |
| Verglasung (U/g)              | 3.0/77%              | 1.3/65%  | 13                | 45               |             |
| Fensterrahmen                 | U = 2.6              | U = 2.3  | 1                 | 5                |             |
|                               |                      |          | <b>14</b>         | <b>50</b>        | <b>6%</b>   |

Die Zahlen in dieser Tabelle können von der vorigen Tabelle abweichen, weil die kombinierten Massnahmen sich gegenseitig beeinflussen.

#### Einzelmassnahmen und Massnahmenpakete

| Konzepte                           | $\Delta^*E_w$     |                  | $^*E_w$           |                  |
|------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
|                                    | $\frac{kWh}{m^2}$ | $\frac{MJ}{m^2}$ | $\frac{kWh}{m^2}$ | $\frac{MJ}{m^2}$ |
| <b>Konzept 0: Vergleichsobjekt</b> |                   |                  | <b>233</b>        | <b>840</b>       |
| <b>Konzept 1: Gebäude</b>          |                   |                  |                   |                  |
| Wärmedämmung III                   | 131               | 471              |                   |                  |
| Lüfterneuerungsanlage              | 12                | 42               |                   |                  |
| Fenster I                          | 16                | 58               | <b>75</b>         | <b>269</b>       |
| <b>Konzept 2: Haustechnik</b>      |                   |                  |                   |                  |
| Lüfterneuerungsanlage              | 18                | 64               |                   |                  |
| Rohrdämmung                        | 11                | 40               |                   |                  |
| Wasser-Wasser-WP (JAZ 5)           | 124               | 448              | <b>80</b>         | <b>288</b>       |
| <b>Konzept 3: Kosten</b>           |                   |                  |                   |                  |
| Wärmedämmung I                     | 106               | 382              |                   |                  |
| Fenstersanierung (U = 1.2)         | 14                | 50               |                   |                  |
| Lüfterneuerungsanlage              | 16                | 59               |                   |                  |
| Rohrdämmung                        | 11                | 40               |                   |                  |
| kondensierender Heizkessel         | 8                 | 27               | <b>78</b>         | <b>282</b>       |

Die Zahlen in dieser Tabelle können von der vorigen Tabelle abweichen, weil die kombinierten Massnahmen sich gegenseitig beeinflussen.

# 5. Die Kosten

Der Standard verlangt, dass das MINERGIE®-Haus wirtschaftlich sein muss. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit sind die jährlichen Kosten, d.h. die Betriebskosten und die Kapitalkosten.

## 5.1 Die Betriebskosten

Die Energiekosten für Raumheizung und Warmwasser sind der wichtigste Bestandteil der Betriebskosten. Sie sind im MINERGIE®-Haus etwa halb so hoch wie beim «Normalhaus». Hier hat das MINERGIE®-Haus schon einmal einen deutlichen Vorsprung.

## 5.2 Die Anlagekosten

Die Verzinsung und Amortisation der Anlagekosten machen den Löwenanteil der jährlichen Kosten aus. Die Frage ist nun, wie sich der MINERGIE®-Standard auf diese Kosten auswirkt. Die Rede ist hier nur von den eigentlichen Baukosten. Die Kosten für das Baugrundstück und die Umgebungsarbeiten haben nichts mit dem MINERGIE®-Standard zu tun.

**Die architektonischen Massnahmen** machen schon etwa den halben Weg zum MINERGIE®-Haus aus, und das bei gleichzeitigen Kosteneinsparungen (in der Grafik der Punkt B).

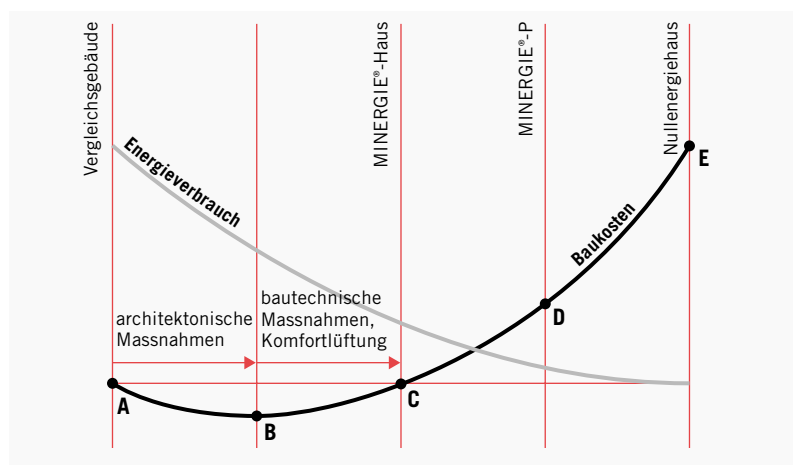
**Die bautechnischen Massnahmen** schaffen zusammen mit der Lüfterneuerungsanlage bei geschicktem Einsatz den Rest des Weges zum MINERGIE®-Standard. Damit steigen die Baukosten wieder ungefähr auf das Niveau des «Normalhauses» (Punkt C). Dieser Punkt entspricht etwa dem Konzept 1 im Abschnitt 3.7 und dem Beispiel auf Seite 8.

Die haustechnischen Massnahmen kommen erst zum Einsatz, wenn die vorherigen Massnahmen nicht möglich oder nicht genügend sind (an schattigen Lagen, in Ortsbildschutzzonen etc.), oder wenn die Ambitionen höher sind, also wenn z.B. der MINERGIE®-P-Standard (Punkt D) oder gar ein Nullenergiehaus (Punkt E) realisiert werden soll.

## 5.3 Die Lebensdauer

Eine längere Lebensdauer des Gebäudes und seiner Bestandteile reduziert die jährlichen Kapitalkosten, weil die Amortisation und die Unterhaltskosten sinken. Ein Beispiel: Bei Häusern, welche vor 20 Jahren nach dem damals üblichen «Normalstandard» erstellt wurden, ist heute die erste Sanierung fällig. Die abgebildeten Niedrigenergiehäuser, Baujahr 1984, übertreffen dagegen heute noch in den meisten Belangen den heute üblichen Standard. Sie müssen erst in weiteren 20 Jahren saniert werden. Rechnen Sie das einmal auf die Jahreskosten um!

- **Das MINERGIE®-Haus muss nicht teurer sein als ein konventionelles Haus.**
- **Unter Einbezug der Betriebskosten und der Lebensdauer ist das MINERGIE®-Haus sogar wesentlich billiger als das «Normalhaus».**



Beispiel für die Bedeutung der Lebensdauer (s. Text)

## Ökostrom – nur echt mit dem Label «naturemade star»

Wie MINERGIE® setzt «naturemade star» auf eine nachhaltige, erneuerbare Stromproduktion. Dazu gehören die bekannten Ökostromprodukte aus Wind-, Photovoltaik-, Biomasse- und Wasserkraft-Energie. Die heute produzierte Menge Ökostrom ist beachtlich und jederzeit verfügbar. Um Europas strengste Kriterien für Ökostrom zu erfüllen, bedarf es der Einhaltung einer Reihe von ökologischen Anforderungen. Zertifizierter Ökostrom aus Wasserkraft fördert die neuen erneuerbaren Produktionsanlagen. Zudem müssen pro verkaufte Kilowattstunde strenge ökologische Massnahmen rund um die Kraftwerke erfüllt werden. Mit einem jährlichen Kontrollaudit garantiert «naturemade» eine ausgeglichene Produktions- und Verkaufsbilanz. Getragen und empfohlen durch die Umweltorganisationen WWF und Pro Natura bietet «naturemade star» ein Qualitätszeichen, auf das Konsumentinnen und Konsumenten uneingeschränkt vertrauen.

[www.naturemade.ch](http://www.naturemade.ch)

## «naturemade star» – Energiestandard mit Mehrwert

Die Wahl eines zukunftsorientierten Heizsystems wie der Wärmepumpe, betrieben mit «naturemade star» zertifiziertem, CO<sub>2</sub>-freiem Ökostrom, ermöglicht eine ökologische Lösung auf höchstem Niveau. Darüber hinaus müssen keine baulichen Massnahmen zur Lagerung von Brennstoffen getätigt werden, was sich in tieferen Bau- oder Umbaukosten sowie einem beachtlichen Raumgewinn positiv auswirkt.

## Höchster ökologischer Nutzen zu vernünftigen Preisen

Mit den Produkten 1to1 energy water star und 1to1 energy wind star übernimmt die BKW FMB Energie AG und ihre Partner eine führende Rolle unter den Ökostromanbietern in der Schweiz. Die Produktion von 1to1 energy water star erfolgt im Wasserkraftwerk in Aarberg, das mit seiner Jahresproduktion von rund 86 GWh das erste grosse Flusskraftwerk mit «naturemade star» Zertifikat ist. Der Verkauf von 1to1 energy water star ermöglichte bereits die erste ökologische Massnahme, den Bau einer Fischtreppe mit Biberdurchgang. Weitere Projekte sind zum Beispiel im national bedeutenden Auenwald unterhalb des Kraftwerks in Planung.

Das grösste Windkraftwerk in der Schweiz auf dem Mont Crosin im Jura produziert 1to1 energy wind star. Um die stetig wachsende Nachfrage zu decken, werden bereits weitere Ausbaupläne geprüft.

## 1to1 energy Ökostrom kaufen wie geht das?

1to1 energy water star und 1to1 energy wind star kaufen Sie direkt bei allen Partner für 1to1 energy.

Weitere Information und Bestellmöglichkeiten über [www.1to1energy.ch](http://www.1to1energy.ch) oder unter Telefon 0800 121 121



Ihr Partner für 1to1 energy

**BKW**   
BKW FMB Energie AG

## Literaturhinweise

Norm SIA 180: *Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau SIA*, SIA Zürich 1999

Norm SIA 380/1: *Thermische Energie im Hochbau*, SIA Zürich 2001

SIA Dokumentation D 0170: *Thermische Energie im Hochbau*, SIA Zürich 2001

Fraefel, Humm: *Heizen und Lüften im Niedrigenergiehaus*, Ökobuch Verlag  
Staufen bei Freiburg 2000

Fraefel, Huber, Trawnika: *Die Wohnungslüftung im MINERGIE®-Haus*, 1999

Energie Schweiz: *Bestellerkit für Komfortlüftung*, Bern 2002

WPZ-Bulletin, Wärmepumpen-Testzentrum Winterthur-Töss

Verein MINERGIE®: *Reglement zur Nutzung der Qualitätsmarke MINERGIE®*

Verein MINERGIE®: *Merkblatt Standard-Lüftungssysteme*

Verein MINERGIE®: *Mit MINERGIE®-P ein Plus an Bauqualität*

### **Geschäftsstelle MINERGIE®**

Steinerstrasse 37  
3000 Bern 16  
Telefon 031 350 40 60  
Fax 031 350 40 51  
info@minergie.ch  
www.minergie.ch

### **MINERGIE® Agentur Bau**

Optingenstrasse 54  
3000 Bern 25  
Telefon 031 340 35 30  
Fax 031 340 35 36  
agentur@minergie.ch  
www.minergie.ch

**MINERGIE** Telefon **0800 678 880**

### Impressum

**Herausgeber:** Verein MINERGIE® / Association MINERGIE®

**Verfasser:** Rudolf Fraefel, dipl. Architekt ETH/SIA, Grüningen

**Gestaltung:** atelier uh!, Gümligen

**Druck:** Vetter Druck AG, Thun

**Bezug:** Kantonale Energiefachstellen oder bei der  
Geschäftsstelle MINERGIE®

**3. Auflage, Mai 2003**

© by Verein MINERGIE®

**www.minergie.ch**







MINERGIE® SG-117



MINERGIE® TG-003



MINERGIE® AG-012