

## Das Deutsche Baugewerbe: Ihr kompetenter Partner.

Die Handwerksbetriebe des Baugewerbes, Rohbauunternehmer, Wärmedämmspezialisten, Heizungsbauer usw., haben sich auf die vielen Einzelaspekte beim Bau von Niedrigenergiehäusern spezialisiert.

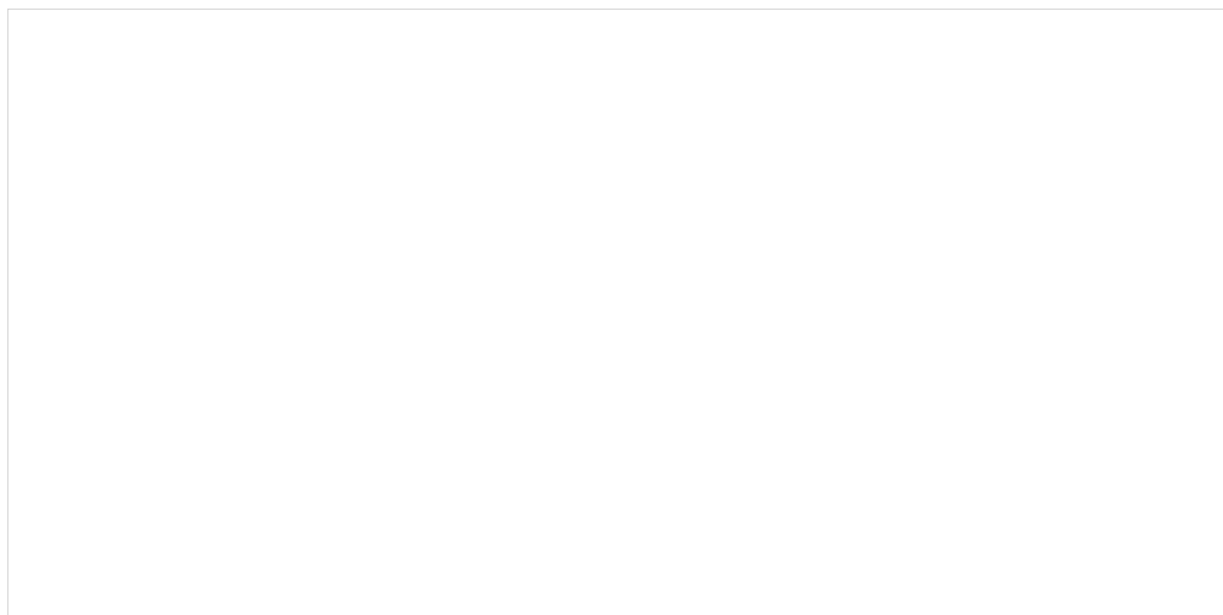
Lassen Sie sich vor Baubeginn von diesen Fachunternehmen beraten. Sie sagen Ihnen, was in Ihrer Region bei der vorhandenen Klimasituation langfristig sinnvoll und wirtschaftlich ist.



*Gutes Klima: Sprechen Sie mit Ihrem Fachpartner über Ihre Vorstellungen.*

Weitere Informationen: [www.massivbau.net](http://www.massivbau.net)

Ihr Partner für den Massivbau:



**KTI N** Eine Initiative der Deutschen Massivbauer.  
**M SSIV UEN**

Fotos: unipor, Bayerische Baugewerbeverbände, Dietmar Strauß Bildermacher, Solvis, Liapor, boco GmbH  
Zeichnung: conbau, Viesmann

Aktion Massiv Bauen  
Zentralverband des  
Deutschen Baugewerbes  
Kronenstraße 55 – 58  
10117 Berlin-Mitte  
Telefon 030. 20 314-0  
Telefax 030. 20 314-419  
eMail: [info@massivbau.net](mailto:info@massivbau.net)  
Weitere Informationen zum  
massiven Bauen im Internet:  
[www.massivbau.net](http://www.massivbau.net)

# Massiv bauen.

Informationen für energiebewusste Bauherren.

# Energie sparen.

Wir machen das. DIE DEUTSCHEN MASSIVBAUER.

Wir machen das. DIE DEUTSCHEN MASSIVBAUER.

# Niedrigenergiehäuser in Massivbauweise.



Massivhäuser erfüllen schon heute Ihre ganz persönlichen Energie-sparwünsche, z. B. als Niedrigenergie- oder Passivhaus. Verschärfte Anforderungen an den Wärmebedarf von Gebäuden werden durch die Energieeinsparverordnung formuliert, die den Niedrigenergiehausstandard für Neubauten eingeführt hat. Bei der Entscheidung,

ob Sie nur die gesetzlichen Anforderungen erfüllen oder mehr für den Umweltschutz (z. B. durch ein Passivhaus) leisten und dabei gleichzeitig Heizkosten sparen wollen, helfen Ihnen nachstehende Informationen.

*Wieviele Energie wollen Sie sparen? Diese Broschüre hilft Ihnen zu planen.*



# Energiebedarfsausweis.

Das Ergebnis der Energie- und Wärmebedarfsberechnung wird in einem „Energiebedarfsausweis“ dokumentiert. Hier kann der Bauherr bzw. Erwerber u.a. den Endenergiebedarf ablesen. Dabei ist zu beachten, dass diese Berechnung und damit das Ergebnis nicht das jeweilige Nutzerverhalten (Lüftungsgewohnheiten, ggf. Warmwas-

serverbrauch, etc.) berücksichtigen. Wesentliche Voraussetzung für das Erreichen des rechnerisch ermittelten Energieverbrauchs ist eine detaillierte Planung des Gebäudes unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen zur Reduzierung von Wärmebrücken und Herstellung der luftdichten Gebäudehülle. Bei der Berechnung

nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Raumtemperaturen ca. 19°C
- häufiges kurzes und kräftiges Lüften (keine Dauerlüftung), um den hygienisch erforderlichen Luftwechsel sicher zu stellen.

**Tipp:** Jeder Bauherr oder Mieter kann verlangen, den Energiebedarfsausweis des Gebäudes einzusehen. Er enthält Angaben über den zu erwartenden Heizwärmebedarf in Kilowattstunden je m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr (kWh/m<sup>2</sup>·a). Unter dieser Angabe können Sie sich vermutlich nicht viel vorstellen. Wenn Sie diesen Wert durch 10 teilen und mit der beheizten Fläche Ihres Hauses multiplizieren, haben Sie den jährlichen Verbrauch in Liter Heizöl oder m<sup>3</sup> Heizgas.

# Energiebilanz enthält Gesamtbeurteilung.

Jedes Haus verliert Heizenergie über Wände, Fenster, Dach und Keller, durch die Belüftung sowie durch die Energieerzeugung und die Übertragung der Wärme in der Heizungsanlage. Das Haus gewinnt Wärme durch Sonneneinstrahlung über Fenster, Lampen und elektrische Geräte, sowie die Wärmeerzeugung der Heizungsanlage.

In der Beurteilung einer Bauweise wird in der öffentlichen Diskussion häufig der U-Wert (bisher der k-Wert) der Wände herangezogen, obwohl alle Außenbauteile an den Wärmeverlusten beteiligt sind. Bei heutigen Bauweisen gilt:

- Alle Bauteile müssen gut gedämmt sein,
- der Wärmeverlust infolge unkontrollierter Lüftung ist zu mindern und
- die Wärmeerzeugung zu optimieren.

Der Nachweis des baulichen Wärmeschutzes erfolgt mittels einer Energiebilanz. Sie erfasst die wichtigsten Wärmegewinne und -verluste. Der erforderliche Jahres-Primärenergiebedarf darf den gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwert nicht überschreiten. Wie gut die einzelnen Bauteile gedämmt sind, schreibt der Gesetzgeber dagegen nicht vor. Damit besteht die Möglichkeit, die Dämmung des Hauses nach wirtschaftlichen und bautechnischen Gesichtspunkten zu planen.

**Tipp:** Jeder Bauherr sollte auf ein gleichmäßiges Dämmniveau achten. Nur wenn alle Bauteiloberflächen warm sind, entsteht Wohlbehagen. Hat ein Raum kalte und warme Bauteiloberflächen oder ist die Gebäudehülle nicht ausreichend luftdicht, kann Zugluft das Wohlbefinden erheblich stören.

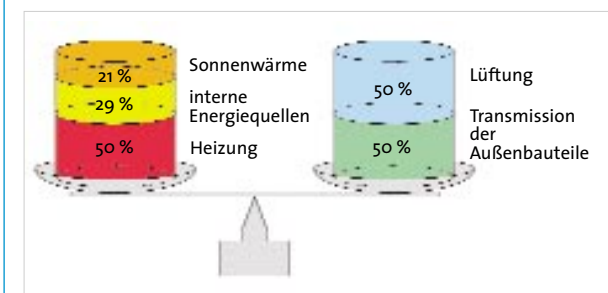
Der gesetzlich vorgeschriebene Grenzwert für den Jahres-Primärenergiebedarf ergibt sich aus einer Formel, die das Verhältnis aus Außenfläche und Vo-

Freistehende Einfamilienhäuser	etwa 130 bis 150 kWh/m <sup>2</sup> a
Reihenmittelhäuser	etwa 110 bis 120 kWh/m <sup>2</sup> a
Reihenend- und Doppelhäuser	etwa 120 bis 130 kWh/m <sup>2</sup> a

lumen eines Hauses berücksichtigt. Danach ergibt sich pro Quadratmeter beheizter Fläche folgender jährlicher Primärenergiebedarf:

Trotz aller planerischer Freiheit sollten folgende Mindest-U-Werte bei heutigen Neubauten eingehalten werden:

Dach	$U \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
Wand	$U \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
Fenster	$U \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
erdberührte Bauteile	$U \leq 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$



# Wandkonstruktionen.

Massive Wände aus Mauersteinen oder Beton erfüllen die oben beschriebenen Anforderungen sowohl in einschaliger Bauweise aus wärmedämmenden Steinen, verarbeitet mit Leicht- oder Dünnbettmörtel, als einschalige Wand mit Außendämmung oder als zweischalige Wand mit Zwischendämmung.



## Einschalige Außenwände ohne Zusatzdämmung.

Für Niedrigenergiehäuser mit einschaligen Wänden ohne Zusatzdämmung liefert die Porenbeton-, Leichtbeton- und Ziegelindustrie Steine mit sehr niedrigen Wärmeleitfähigkeiten, d. h. sehr guter Wärmedämmung. Die U-Werte einschaliger Wände ohne Zusatzdämmung liegen etwa zwischen 0,25 W/m<sup>2</sup>K und 0,35 W/m<sup>2</sup>K.

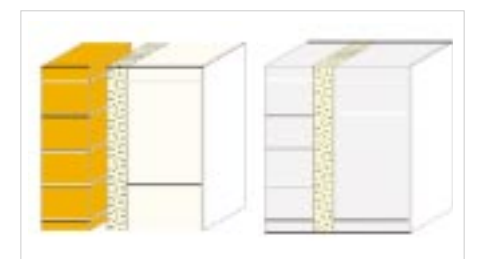
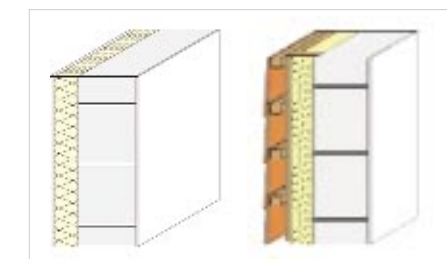
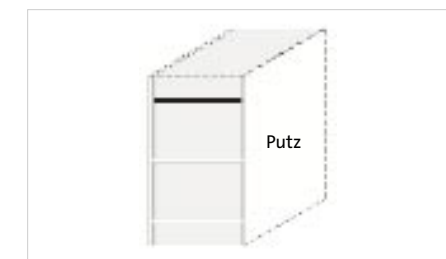
Vier Wände, drei Möglichkeiten Energie zu sparen.

## Einschalige Außenwände mit Außendämmung.

Für Wände mit Außendämmung eignen sich alle Mauersteinarten und Beton. Die Dämmung der Außenwand bildet ein Wärmedämmverbundsystem oder eine Dämmschicht mit vorgehängter Fassade. Durch die höheren Rohdichteklassen der Mauersteine erreichen bereits 15 cm bis 24 cm dicke Außenwände ausreichenden Schallschutz und die notwendige Tragfähigkeit. Mit 80 mm bis 140 mm Dämmung liegen ihre U-Werte, je nach Dämmstoff, zwischen 0,20 W/m<sup>2</sup>K und 0,35 W/m<sup>2</sup>K.

## Zweischalige Außenwände.

Zweischaliges Mauerwerk ist in der tragenden Schale wie einschaliges Mauerwerk mit Außendämmung aufgebaut. Eine vollständige Füllung des Hohlraumes zwischen den Schalen mit Dämmstoff bezeichnet man als Kerndämmung. Mit 80 mm bis 140 mm Dämmung liegen die U-Werte, je nach Dämmstoff und Mauersteinen, zwischen 0,20 W/m<sup>2</sup>K und 0,35 W/m<sup>2</sup>K. Alternativ kann zwischen Vormauerwerk und Dämmung eine Belüftung der Fuge vorgesehen sein. Für Verblendmauerwerk eignen sich Klinker, Verblendsiegel, KS-Verblender sowie frostbeständige Betonsteine.



## Lüftungswärme.

Je besser die Wärmedämmung der Bauteile, desto höher ist bei sonst unveränderten Außenbauteilen der prozentuale Anteil der Lüftungswärmeverluste. Gebäude erreichen in der Praxis nur dann den errechneten Energieverbrauch, wenn sie luft-

dicht und durch den Nutzer wärmebewusst belüftet sind.

Für die erforderliche Raumhygiene, und um Geruchsbelästigungen durch steigende CO<sub>2</sub>-Konzentration und Feuchteanreicherung durch Kochen, Duschen,

Pflanzen usw. in genutzten Räumen zu vermeiden, geht das Rechenverfahren nach Energieeinsparverordnung (EnEV) von einem mittleren stündlichen Luftaustausch von 70 % bzw. 60 % (bei nachgewiesener Luftdichtheit) der Raumluft aus.

## Dichte Gebäudehüllen.

Die Wirkung undichter Bauteile wird häufig unterschätzt. Anströmender Wind erzeugt an der Gebäudehülle Unter- und Überdruck, der die warme Raumluft aus dem Gebäude abzieht. Die Folge sind hohe Wärmeverluste und Bauschäden durch Feuchteanreicherung im Bauteil. Bei niedrigen Außentemperaturen kühlt die feuchtwarme Raumluft beim Ausströmen durch undichte Bereiche und Bauteilanschlüsse (z. B. Außenwand/Fensteranschluss) ab. Erreicht sie dabei den Taupunkt, fällt Feuchtigkeit aus. Langfristig durchnässen die Bauteile und die Wärmedämmstoffe verlieren ihre Wirkung.

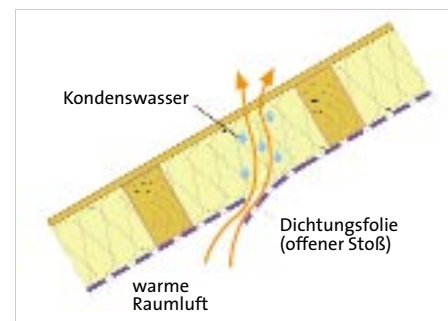
Massivbauteile sind durch den Innenputz immer luftdicht. Weil sie dazu keine Dichtungsfolien benötigen, gilt dies nicht nur zum Zeitpunkt der Bauabnahme, sondern lebenslang. Foliendichtungen

dagegen können sich bei nicht fachgerechter Ausführung an den Stößen und Anschlüssen langfristig öffnen, ohne dass man dies durch Augenschein überprüfen kann.

Besondere Sorgfalt ist bei den Anschlüssen z. B. der Fenster und Rollläden an die Außenwand oder des Daches an die massive Giebelwand, gefordert. Auch wenn Lüftungsleitungen, der Schornstein oder andere Installationen die Außenhülle durchdringen, ist auf eine funktionstüchtige Abdichtung zu achten. Qualifizierte Fachunternehmen kennen sich damit aus. Sie wissen um die kritischen Punkte und wählen das richtige Material aus. Gleichzeitig achten sie

auch darauf, dass keine Wärmebrücken entstehen, die zusätzlich zu Energieverlusten beitragen.

Die Energieeinsparverordnung begünstigt die Prüfung der Häuser auf Luftdichtheit. Sie erlaubt bei nachgewiesener Luftdichtheit durch das Blower-Door-Verfahren die stündliche Luftwechselrate rechnerisch auf 60 % herabzusetzen. Bei diesem Prüfverfahren wird das Innere des Hauses unter Über- bzw. Unterdruck gesetzt. Die Zeit, die das Gebäude braucht, um wieder normalen Luftdruck zu erreichen, ist ein Maß für die Luftdichtheit. Weitere Absenkungen dürfen rechnerisch nur bei Einsatz von Lüftungsanlagen berücksichtigt werden.



Massivbauteile sind luftdicht, aber diffusiv: Wärme bleibt drinnen, Wasserdampf kann raus.

## Lüftungsanlagen.

Eine Belüftung durch eine Abluftanlage oder eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verringert deutlich die Lüftungswärmeverluste. Der Einbau einer Lüftungsanlage bedeutet nicht, dass eine Fensterlüftung nicht möglich ist. Erfahrungen zeigen aber, dass derartige Zu- und Abluftanla-

gen nicht nur in der kalten Jahreszeit zu einem ausreichenden Luftwechsel auch unter hygienischen Gesichtspunkten beitragen und die Nutzer keinen Bedarf verspüren, die Fenster zu öffnen. Im Sommer dürfen die Fenster natürlich weiterhin geöffnet werden.

## Abluftanlagen.

Einfache Abluftanlagen saugen die Luft aus den am höchsten geruchsbelasteten Räumen wie Küche und Bad gezielt ab. Öffnungen in den Wänden ermöglichen den Zustrom frischer Luft. Die rechnerische Verminderung der Lüftungswärmeverluste ist gegenüber der Fensterlüftung zwar nicht sehr groß. Abluftanlagen sorgen aber dafür, dass

der Einfluss der Nutzer, z. B. durch sehr lange Fensterlüftung, vermindert wird. Zusätzlich sorgen sie dafür, dass

- der Mindestluftwechsel, der aus hygienischen Gründen und zur Entfeuchtung der Raumluft erforderlich ist, eingehalten wird,
- und dass keine kalte Zugluft das Wohnbehagen stört.

## Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung saugen die Abluft aus hochbelasteten Räumen (Küche, Bad) an und führen sie über einen Wärmetauscher erwärmt die ins Haus geführte Frisch-

luft. Über Kanäle gelangt sie in die Wohn- und Schlafräume. Den höheren Investitions- und Unterhaltskosten (elektrische Energie, Wartung) steht eine erhebliche Verminderung der Lüftungswärmeverluste gegenüber.



## Wärmespeichermassen nutzen Sonnenenergie.

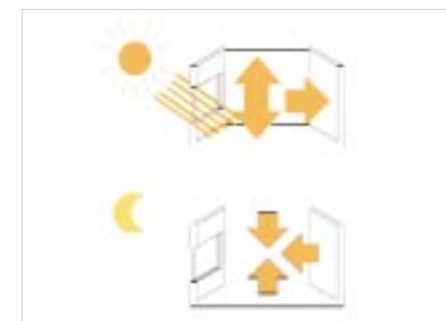
Die Energieeinsparverordnung berücksichtigt beim Nachweis des baulichen Wärmeschutzes erstmalig, dass die Wärmespeichermassen massiver Häuser die Heizungsanlage entlasten. Bei der Erfassung der Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung dürfen nur die nutzbaren Anteile angesetzt werden. Logisch, denn überschüssige Sonnen-

wärme, die zur Überheizung der Räume führt und weggelüftet werden muss, entlastet nicht die Heizungsanlage. Massivbauten aus Mauerwerk und Beton mit großen Wärmespeichermassen nutzen die Sonnenwärme optimal aus. Ihre schweren Wände und Decken nehmen überschüssige Wärme aus der Raumluft auf und speichern sie. So-

bald es kälter wird, strahlen die warmen Wände und Decken die Wärme wieder ab. Simulationsrechnungen bestätigen die praktischen Erfahrungen: Wärmespeicherung kann den Wärmebedarf im Winter deutlich vermindern. Zusätzlich verbessern Wärmespeichermassen das Raumklima, weil sie Temperaturspitzen abbauen. Dies ist ein ganz entscheidender Vorteil der Massivbauweise, vor allem im Sommer. In unserem Klima wechseln wärmere und kühlere Tage in schneller Folge. An Tagen mit starker Sonneneinstrahlung können sich die Räume nur wenig aufheizen, weil die schweren Bau-

teile einen großen Teil der solaren Wärmegegewinne aufnehmen. An kühleren Tagen geben sie die Wärme wieder an die Raumluft ab. So wird nicht nur das sogenannte „Barackenklima“ vermieden, sondern in der Übergangszeit ist eine Beheizung deshalb meistens nicht erforderlich.

In einer bewohnten Siedlung mit Niedrigenergiehäusern in Bochum wurden die mittleren Raumlufttemperaturen und die Außenlufttemperaturen der heißen Sommerperiode im August 1997 aufgezeichnet. Selbst in Hitzeperioden mit bis 33°C hoher Außenlufttemperatur lagen die maximalen Innentemperaturen ca. 5 °C niedriger. Bei Leichtbaukonstruktionen können deutlich höhere Temperaturspitzen auftreten.



## Einfluss der Heizungsanlage.

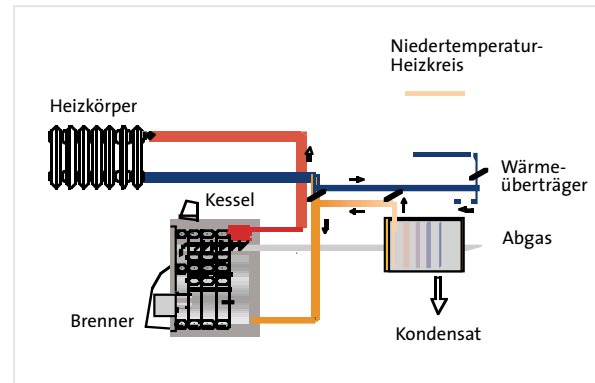
Luftdichte und wärme-gedämmte Gebäude auf Niedrigenergiehausniveau benötigen nur kleine, kostengünstige Heizungsanlagen. Ihre Leistung ist dem rechnerischen Wärmebedarf des Gebäudes möglichst genau anzupassen. Schätzungen und Erfahrungswerte

reichen bei Niedrigenergie- oder Passivhäusern nicht aus. Leistungsreserven sind nicht nur überflüssig, sondern schädlich. Ein überdimensionierter Heizkessel hat längere Stillstandszeiten mit entsprechenden Stillstandsverlusten.

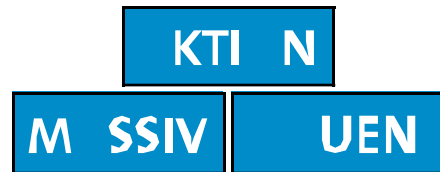
Die Brennstoffausnutzung eines Heizungskessels wird durch den Jahresnutzungsgrad beschrieben. Ein Jahresnutzungsgrad von z. B. 92 % bedeutet, dass der Brenner unter optimalen Prüfbedingungen 92 % der im Brennstoff enthaltenen Energie in Wärme umsetzt.

Der Jahresnutzungsgrad von Öl- und Gasheizkessel lässt sich durch Einsatz der „Brennwerttechnik“ verbessern. Sie nutzt die in den Rauchgasen enthaltene Wärme, indem sie die Frischluft über einen Wärmetauscher leitet. Er entzieht den Rauchgasen die Wärme. Der Jahresnutzungsgrad von Ölbrennern steigt auf mindestens 101 %, der von Gasbrennern auf min-

destens 108 %. Gasheizungen haben einen höheren Nutzungsgrad, weil die Rauchgase von Gasheizungen viel Wasserdampf enthalten. Bei dessen Kondensation wird Wärme frei. Brennwerttechnik erfordert möglichst niedrige Vorlauftemperaturen beim Heizwasser und entsprechend große Heizflächen zur Wärmeabgabe, z. B. Fußboden- oder Wandheizungen.



Durch Einsatz der Brennwerttechnik wird die in den Rauchgasen enthaltene Wärme genutzt.



## Sonnenkollektoren.



Sonnenwärme sammeln: Sonnenkollektoren auf der Südseite des Gebäudes.

80 bis 90 % des täglichen Warmwasserbedarfs lassen sich im Sommerhalbjahr mittels Sonnenkollektoren decken. Übers Jahr liegt die Ausbeute bei ca. 60%. Zusätzlich unterstützen Kollektoren bei entsprechender Größe die Heizungsanlage.

Sonnenkollektoren sollten möglichst auf einer nach Süden geneigten Fläche liegen. Die Kollektorfläche wird von mit Frostschutzmittel versetztem Wasser durchströmt. Das erwärmte Wasser fließt einem Speicher zu, der über einen Wärmetauscher das Brauchwasser erwärmt. Ein zusätzlicher

Wärmetauscher ist an den Warmwasserspeicher angeschlossen.

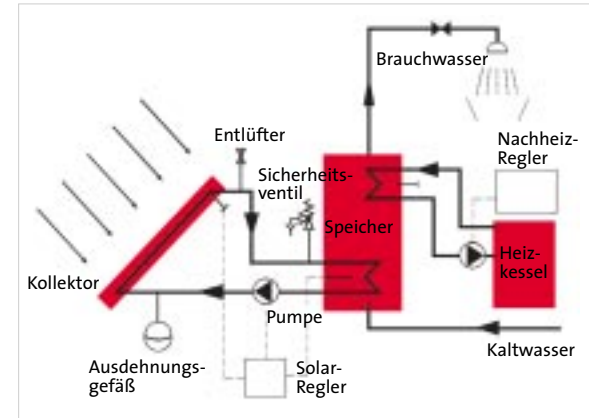
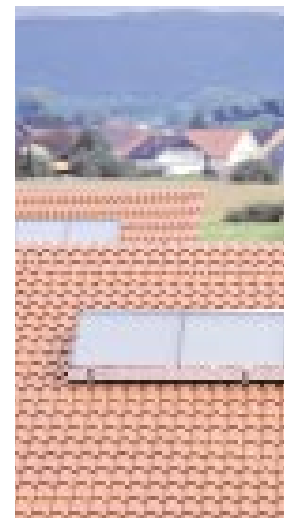
Man unterscheidet Flachkollektoren und die leistungsfähigeren Vakuumröhrenkollektoren.

Erforderliche Fläche pro Person:

- ca. 1,25 bis 1,5 m<sup>2</sup> bei Flachkollektoren,
- ca. 1 bis 1,2 m<sup>2</sup> bei Röhrenkollektoren.

Das Speichervolumen je m<sup>2</sup> Flachkollektor sollte 60 – 80 Liter betragen. Von der Südausrichtung sollte nicht mehr als 30° abgewichen werden.

Die optimale Kollektor-neigung von 45° darf um +10° und -15° abweichen. Verschattung und Verschmutzung der Kollektorfläche ist zu vermeiden.



Solaranlage.

Der gewonnene Strom ist nur dort einzusetzen, wo man unbedingt Strom benötigt. In der Regel geschieht dies durch Einspeisen in das öffentliche Stromnetz sowie für den Strombedarf einer evtl. vorhandenen Lüftungsanlage oder Wärmepumpe.

Das Herz der Solarstromanlage ist die Solarzelle. Solarzellen bestehen aus zwei Schichten des Halbleiters Silizium. Beide Schichten sind unter-

schiedlich behandelt. Trifft Licht auf die oberste Schicht, entsteht zwischen beiden eine Spannung, so dass beim Verbraucher ein Strom fließt. Bis zu 18 % der auftreffenden Sonnenstrahlung werden in Energie verwandelt.

Da der von Fotovoltaikanlagen in das öffentliche Stromnetz eingespeiste Strom sehr günstig vergütet wird, kann sich die Investition lohnen.

## Fotovoltaik.

Fotovoltaik erzeugt Strom aus Sonnenlicht. Unwirtschaftlich ist es, den aus Sonnenwärme erzeugten Strom wieder in Wärme umzuwandeln.

## Wärmepumpen.

Wärmepumpen sind im Prinzip Kältschrankaggregate: der Abkühlung auf der einen Seite steht die Wärmeabgabe auf der anderen Seite gegenüber. Die Wärme wird dem Erdreich, dem Grundwasser oder der Umgebungsluft entnommen. Die Wärme erhitzt ein Kältemittel, das wegen seines niedrigen Siedepunktes verdampft. Wird das so entstandene Gas komprimiert, erhitzt es sich und gibt seine Wärme

über einen Wärmetauscher an ein anderes Medium, z. B. Brauchwasser, ab.

Im Gegensatz zur Luft, die im Winter kalt ist, bleiben Grundwasser und vor allem Erde relativ warm. Um die Erdwärme nutzen zu können,

- benötigt man eine Fläche, die 0,8 bis 1,5 mal so groß ist wie die zu beheizende Fläche, oder

- muss man sehr tief bohren.

Wärmepumpen benötigen Strom, der evtl. über eine Photovoltaikanlage erzeugt werden kann.

Wärmepumpen arbeiten umso effizienter, je geringer das Temperaturniveau angehoben werden muss. Flächenheizungen erfüllen diese Voraussetzungen.



## Warmwasserversorgung.

Der tägliche Warmwasserbedarf beträgt pro Person 40 – 50 Liter. Für einen 3-Personen-Haushalt rechnet man ca. 160 Liter Heizöl bzw. 160 m<sup>3</sup> Heizgas pro Jahr.

