

**+++ WICHTIGE INFORMATION IHRES MEISTERBETRIEBES +++**

**Christian Zebisch**



Schornsteinfegermeister  
Energieberater des Handwerks  
Geprüfte Fachkraft für Rauchwarnmelder

Pflochsbach  
Am Flachsacker 4  
97816 Lohr am Main

Telefon: 0 93 52 / 80 75 65  
Fax: 0 93 52 / 6 04 69 72  
Mobiltelefon: 01 72 / 6 96 13 78  
E-Mail: [info@christian-zebisch.de](mailto:info@christian-zebisch.de)  
URL: [www.christian-zebisch.de](http://www.christian-zebisch.de)



Betrieb des zertifizierten  
Schornsteinfegerhandwerks nach  
DIN EN ISO 9001 und 14001

## DER SCHORNSTEINFEGER IHR ENERGIEEXPERTE

**Die hier aufgeführten Stichpunkte sind mit den Erläuterungen verlinkt.**

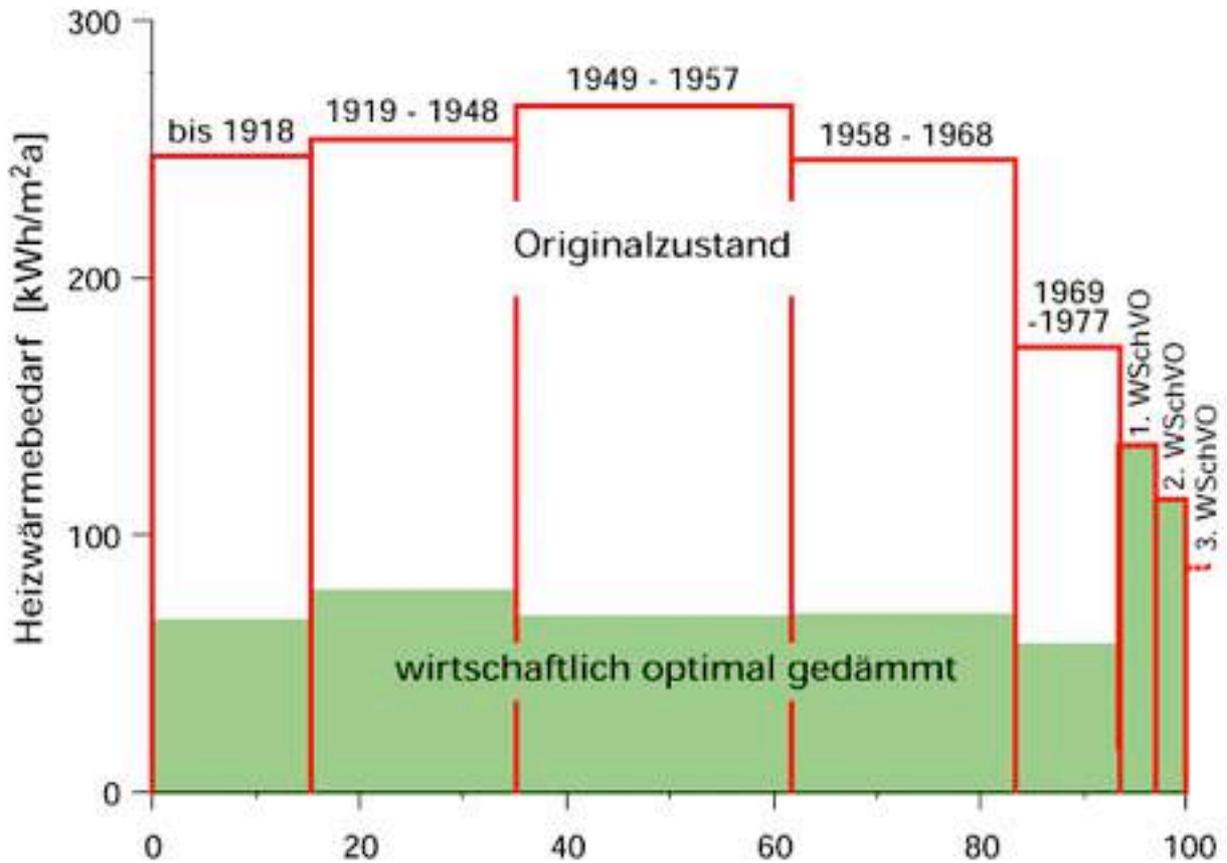
Inhalt:

[Exemplarischer Energiebedarf von Wohngebäuden einer mitteldeutschen Großstadt](#)  
[Gesetzliche Regelungen und deren Auswirkungen auf den Energiebedarf neu zu errichtender Gebäude seit 1970](#)  
[Nachrüstfristen für Heizungsanlagen](#)  
[Anforderungen an Heizungsanlagen gemäß 1.BImSchV und EnEV](#)  
[Aufteilung des Gesamtenergiebedarfs auf einzelne Verbraucher](#)  
[Mögliche Einsparpotenziale](#)  
[Muster eines Energieausweises für Wohngebäude](#)  
[Einzuhaltende U-Werte bei der Gebäudesanierung nach EnEV](#)  
[Auswirkungen der U-Werte auf die thermische Behaglichkeit](#)  
[Feuchte- und CO<sub>2</sub> bedingter Frischluftbedarf in Wohngebäuden](#)  
[Gefährdete Stellen für Feuchtigkeit](#)  
[Geometrische Wärmebrücke](#)  
[Visualisieren von Transmissionswärmeverlusten an Gebäuden mittels Wärmebildkamera](#)  
[Visualisieren von Lüftungswärmeverlusten im Gebäude mittels Blower-Door](#)  
[Einzuhaltende Richtwerte nach DIN 4108-7](#)  
[Hinweise zur Bewertung der Volumenbezogenen Luftdurchlässigkeit](#)  
[Thermische Solaranlagen](#)  
[Überschlägige Auslegung einer Brauchwasser-Solaranlage](#)  
[Überschlägige Auslegung einer heizungsunterstützenden Solaranlage](#)  
[Kollektorbauarten](#)  
[Flachkollektor](#)  
[Röhrenkollektor](#)  
[Aufdachmontage](#)  
[Brauchwasserspeicher](#)  
[Photovoltaik](#)  
[Strombedarf/Ertrag einer Photovoltaik-Anlage](#)  
[Wärmepumpen](#)  
[Arbeitsweise](#)  
[Erdkollektor](#)  
[Erdwärmesonden](#)  
[Grundwasser](#)

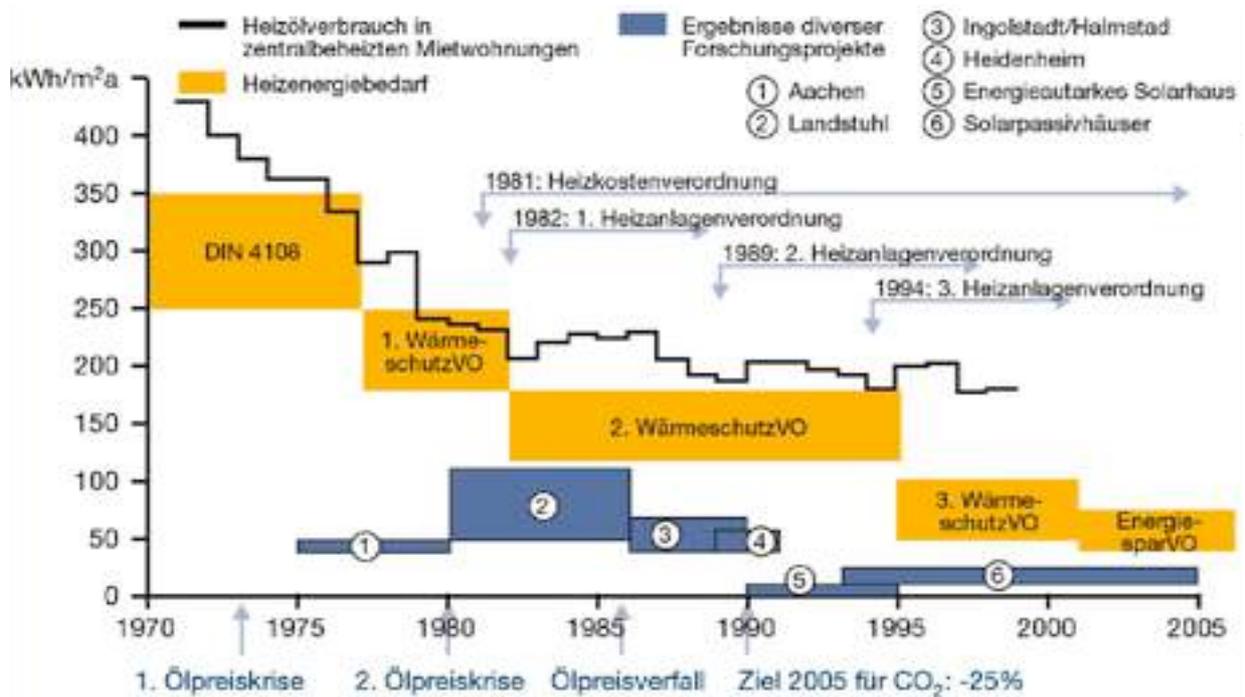
Schornsteinfegermeister  
**CHRISTIAN ZEBISCH**



Exemplarischer Energiebedarf von Wohngebäuden einer mitteldeutschen Großstadt



Gesetzliche Regelungen und deren Auswirkungen auf den Energiebedarf neu zu errichtender Gebäude seit 1970





Nachrüstfristen für Heizungsanlagen

Gas- oder Ölkessel, die vor dem **1.Oktober 1978** eingebaut oder aufgestellt wurden, müssen bis zum **31.12.2006 außer Betrieb** genommen werden. Wurde der **Brenner** nach dem **1.11.1996** erneuert (zu diesem Termin ist die Novelle der Bundesimmissionschutzverordnung BImSchV mit neuen Grenzwerten in Kraft getreten), verlängert sich die Frist bis **31.12.2008**.

**Die vorhandene Anlage kann in Betrieb bleiben, wenn**

- weder mit Gas noch mit Öl geheizt wird (z.B. Holz, Kohle),
- ein Niedertemperatur- oder Brennwertkessel eingebaut ist,
- die Nennwärmeleistung der Anlage kleiner als 4 kW oder größer als 400 kW ist,
- die Anlage ausschließlich zur Warmwasserbereitung dient,
- es sich um ein selbst bewohntes Ein- oder Zweifamilienhaus handelt oder
- die Anlage nach dem 1.11.1978 eingebaut wurde.

**Beim Einbau neuer Heizungsanlagen ist laut EnEV zu beachten**

- in der Regel nur Niedrigenergie- bzw. Brennwertkessel zugelassen,
- CE-Kennzeichnung des Kessels erforderlich,
- außentemperaturgeführte und zeitgesteuerte Regelung der elektrischen Antriebe (Umwälzpumpen von Heizkreisen, Zirkulationspumpen in Warmwasseranlagen),
- raumweise selbsttätige Temperaturregelung (Thermostatventile),
- Dämmung von Heiz- und Warmwasserleitungen und Armaturen.

**Grenzwerte für Abgasverluste**

Die Grenzwerte für Abgasverluste der BImSchV gelten weiterhin. In einem Stufenplan für Altanlagen (vor 1.11.96) ist festgelegt, bis zu welchem Zeitpunkt sie einzuhalten sind. Die Werte werden vom Schornsteinfeger überprüft.

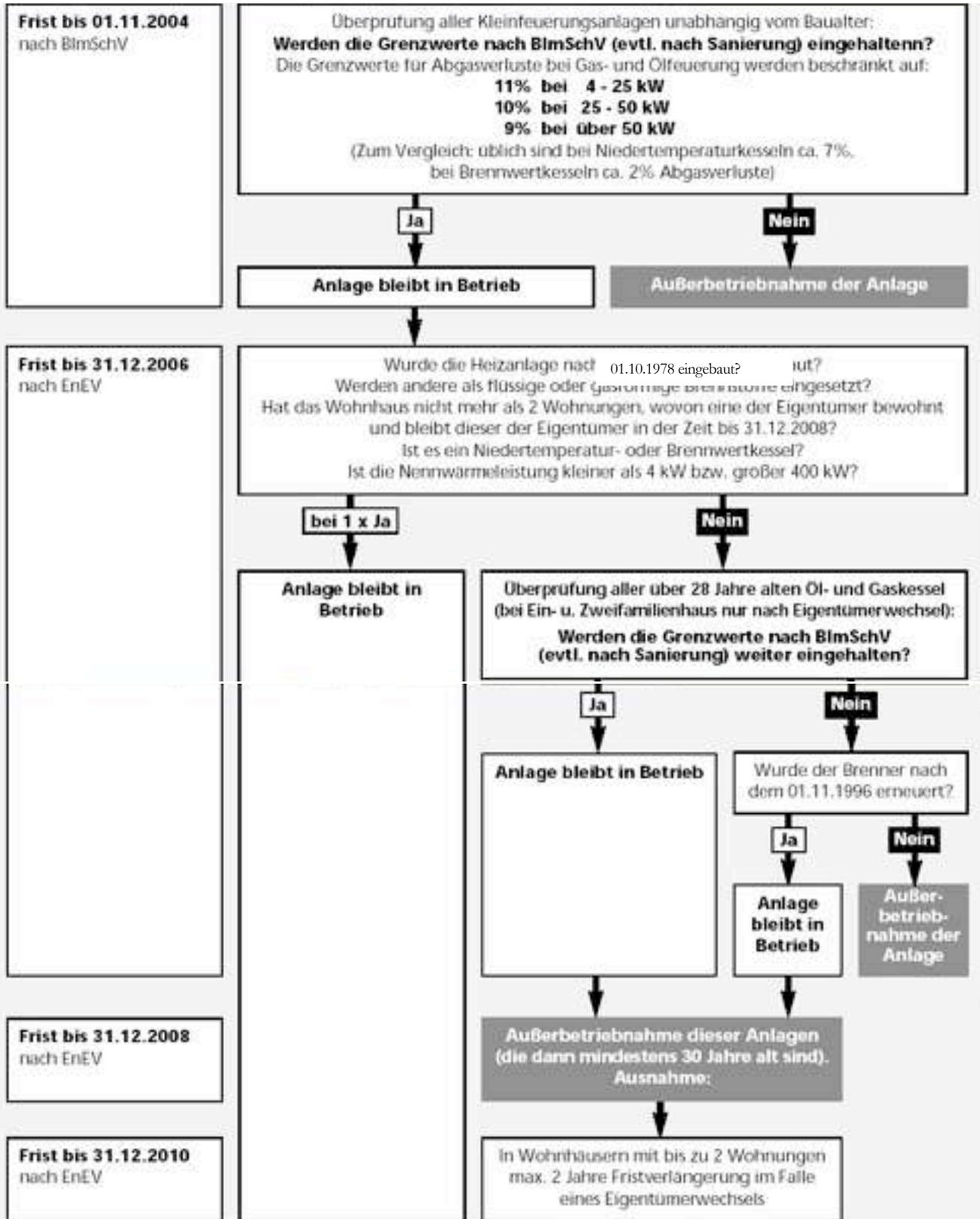
Zeitpunkt, ab dem von **bestehenden Heizungsanlagen** die Grenzwerte einzuhalten sind:

Nennwärmeleistung [kW]	Bei der Einstufung ermittelter Abgasverlust:			
	bis 10%	11%	12%	13%
über 4 bis 25	01.11.2004	01.11.2004	01.11.2004	01.11.2002
über 25 bis 50	01.11.2004	01.11.2004	01.11.2002	01.11.2001
über 50 bis 100	01.11.2004	01.11.2002	01.11.2001	01.11.2001
über 100	01.11.2004	01.11.2002	01.11.1999	01.11.1999

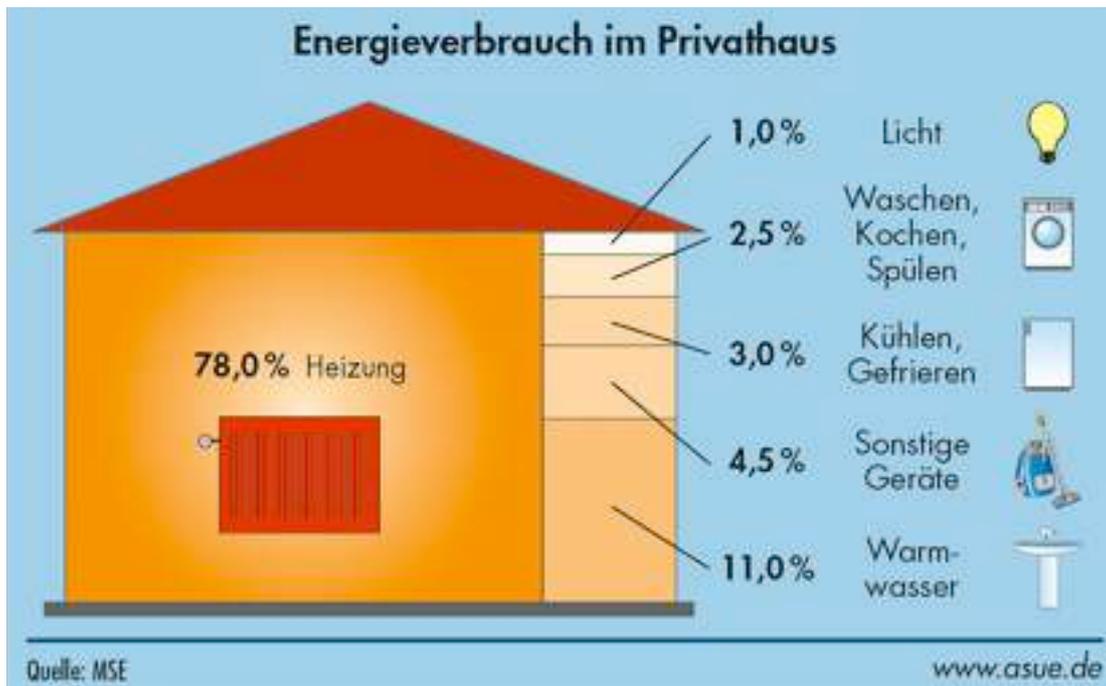
Seit dem 1. Januar 1998 müssen **neue Heizanlagen** folgende Abgasverluste einhalten:

- 11% von 4 - 25 kW Nennwärmeleistung
- 10% von 25 - 50 kW Nennwärmeleistung
- 9% über 50 kW Nennwärmeleistung

Anforderungen an Heizungsanlagen gemäß 1.BImSchV und EnEV



Aufteilung des Gesamtenergiebedarfs auf einzelne Verbraucher



Mögliche Einsparpotenziale



Weitere Maßnahmen:

- Ersatz der Heizungspumpe durch eine moderne elektronisch geregelte Pumpe
- Reduzierung der Raumlufttemperatur
- Stoßlüftung statt Dauerlüftung
- Ersatz von alten Haushalts Großgeräten (z.B. Gefrierschrank, Waschmaschine) durch strom- und wassersparende Geräte (Effizienzklasse A oder A+)
- Ersatz von Glühlampen durch Energiesparlampen

Muster eines Energieausweises für Wohngebäude

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 1

Gebäude		
Gebäudetyp		Gebäudefoto (freiwillig)
Adresse		
Gebäudeteil		
Baujahr Gebäude		
Baujahr Anlagentechnik		
Anzahl Wohnungen		
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Modernisierung <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig) <input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf                      (Änderung / Erweiterung)	

### Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen – siehe Seite 4**).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer                       Aussteller

- Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

### Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

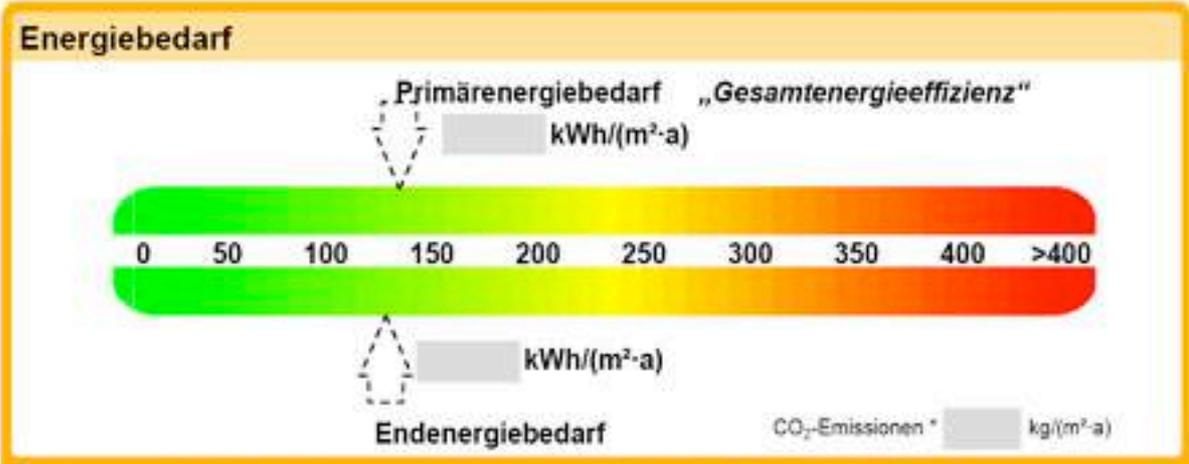
Unterschrift des Ausstellers

..... Datum                      ..... Unterschrift

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes 2



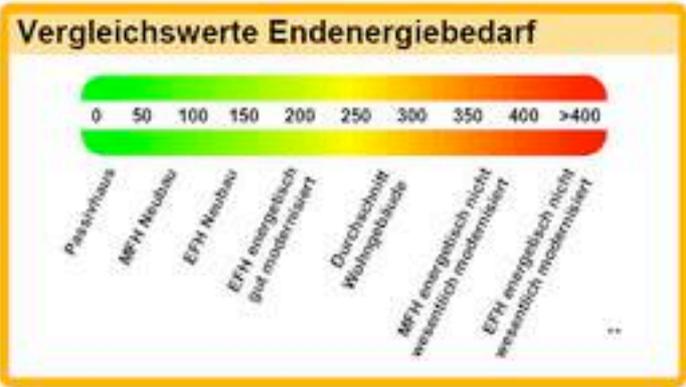
### Nachweis der Einhaltung des § 3 oder § 9 Abs. 1 der EnEV (Vergleichswerte)

Primärenergiebedarf		Energetische Qualität der Gebäudehülle	
Gebäude Ist-Wert	_____ kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	Gebäude Ist-Wert H <sub>T</sub> '	_____ W/(m <sup>2</sup> ·K)
EnEV-Anforderungswert	_____ kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	EnEV-Anforderungswert H <sub>T</sub> '	_____ W/(m <sup>2</sup> ·K)

### Endenergiebedarf „Normverbrauch“

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für			Gesamt in kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte	

- ### Erneuerbare Energien
- Einsetzbarkeit alternativer Energieversorgungssysteme nach § 5 EnEV vor Baubeginn berücksichtigt
- Erneuerbare Energieträger werden genutzt für:
- Heizung
  - Warmwasser
  - Lüftung
- ### Lüftungskonzept
- Die Lüftung erfolgt durch:
- Fensterlüftung
  - Schachtlüftung
  - Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung
  - Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung



### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das verwendete Berechnungsverfahren ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfs-werte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>nl</sub>).

\* freiwillige Angabe \*\* EFH – Einfamilienhäuser, MFH – Mehrfamilienhäuser

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

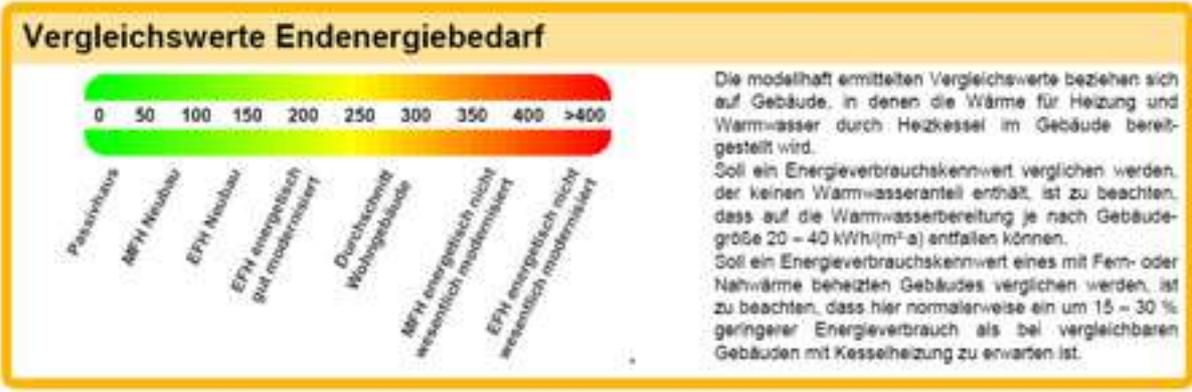
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Gemessener Energieverbrauch des Gebäudes 3



### Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

Energieträger	Abrechnungszeitraum		Brennstoffmenge [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Klimafaktor	Energieverbrauchskennwert in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) (zeitlich bereinigt, klimabereinigt)		
	von	bis				Heizung	Warmwasser	Kennwert
Durchschnitt								



### Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>int</sub>) nach Energieeinsparverordnung. Der tatsächlich gemessene Verbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauchskennwert ab.

\* EFH – Einfamilienhäuser, MFH – Mehrfamilienhäuser



# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Erläuterungen

4

### Energiebedarf – Seite 2

Der Energiebedarf wird in diesem Energieausweis durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z.B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärme-gewinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

### Primärenergiebedarf – Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte (grüner Bereich) signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und Ressourcen und Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

### Endenergiebedarf – Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an („Normverbrauch“). Er wird unter Standardklima und -nutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Kleine Werte (grüner Bereich) signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Die Vergleichswerte für den Energiebedarf sind modellhaft ermittelte Werte und sollen Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten ermöglichen. Es sind ungefähre Bereiche angegeben, in denen die Werte für die einzelnen Vergleichskategorien liegen. Im Einzelfall können diese Werte auch außerhalb der angegebenen Bereiche liegen.

### Energetische Qualität der Gebäudehülle – Seite 2

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV:  $H_T$ ). Er ist ein Maß für die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Kleine Werte signalisieren einen guten baulichen Wärmeschutz.

### Energieverbrauchskennwert – Seite 3

Der ausgewiesene Energieverbrauchskennwert wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnung von Heiz- und ggf. Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung und auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohn- oder Nutzeinheiten zugrunde gelegt. Über Klimafaktoren wird der gemessene Energieverbrauch für die Heizung hinsichtlich der konkreten örtlichen Wetterdaten auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führen beispielsweise hohe Verbräuche in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Energieverbrauchskennwert gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Kleine Werte (grüner Bereich) signalisieren einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich; insbesondere können die Verbrauchsdaten einzelner Wohneinheiten stark differieren, weil sie von deren Lage im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und vom individuellen Verhalten abhängen.

### Gemischt genutzte Gebäude

Für Energieausweise bei gemischt genutzten Gebäuden enthält die Energieeinsparverordnung besondere Vorgaben. Danach sind - je nach Fallgestaltung - entweder ein gemeinsamer Energieausweis für alle Nutzungen oder für Wohnungen und für die übrigen Nutzungen zwei getrennte Energieausweise auszustellen; dies ist auf Seite 1 der Ausweise erkennbar.


[Einzuhaltende U-Werte bei der Gebäudesanierung nach EnEV](#)

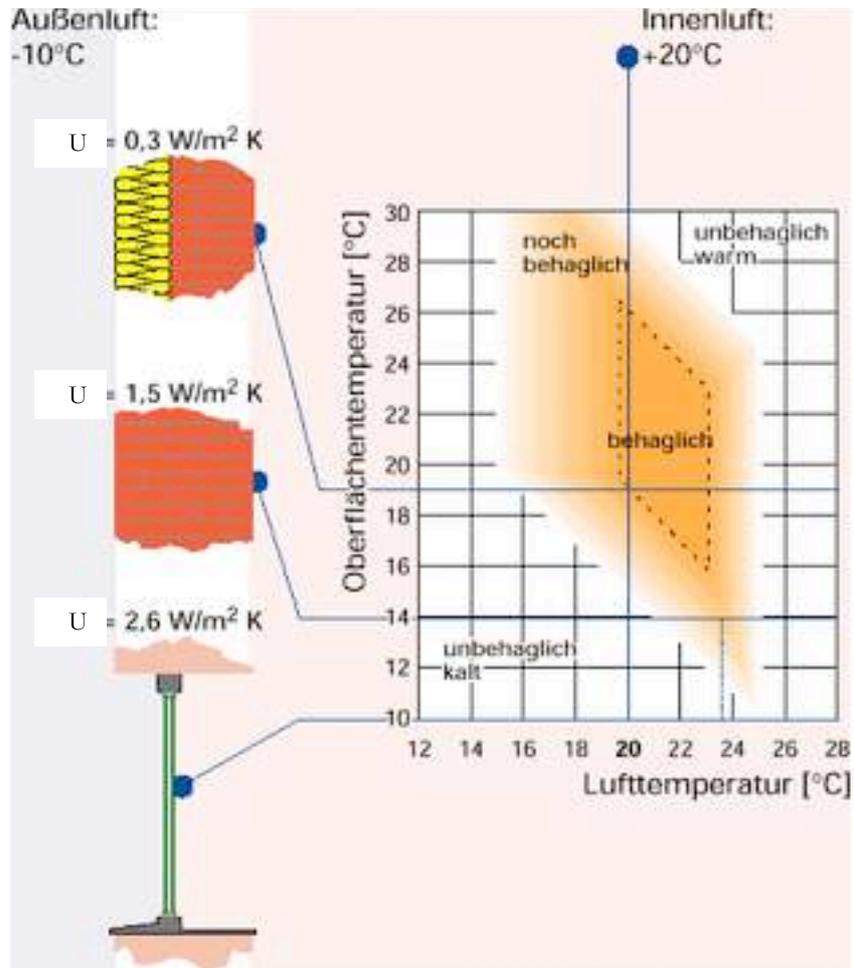
 Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten  
 bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen

Zeile	Bauteil	Maßnahme nach	Wohngebäude und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innen- temperaturen $\geq 19^{\circ}\text{C}$	Zonen von Nichtwohn- gebäuden mit Innen- temperaturen von mehr als 12 und weniger als $19^{\circ}\text{C}$
			maximaler Wärmedurchgangskoeffizient $U_{\text{max}}$ <sup>1)</sup> in $\text{W} / (\text{m}^2\text{K})$	
	1	2	3	4
1 a	Außenwände	allgemein	0,45	0,75
b		Nr. 1 b, d und e	0,35	0,75
2 a	Außen liegende Fenster, Fenstertür- ren, Dachflächen- fenster	Nr. 2 a und b	1,7 <sup>2)</sup>	2,8 <sup>2)</sup>
b	Verglasungen	Nr. 2 c	1,5 <sup>3)</sup>	keine Anforderung
c	Vorhangfassaden	allgemein	1,9 <sup>4)</sup>	3,0 <sup>4)</sup>
3 a	Außen liegende Fenster, Fenstertür- ren, Dachflächen- fenster mit Sonder- verglasungen	Nr. 2 a und b	2,0 <sup>2)</sup>	2,8 <sup>2)</sup>
b	Sonderverglasungen	Nr. 2 c	1,6 <sup>3)</sup>	keine Anforderung
c	Vorhangfassaden mit Sonderverglä- sungen	Nr. 6 Satz 2	2,3 <sup>4)</sup>	3,0 <sup>4)</sup>
4 a	Decken, Dächer und Dachschrägen	Nr. 4.1	0,30	0,40
b	Dächer	Nr. 4.2	0,25	0,40
5 a	Decken und Wände gegen unbeheizte Räume oder Erd- reich	Nr. 5 b und e	0,40	keine Anforderung
b		Nr. 5 a, c, d und f	0,50	keine Anforderung

<sup>1)</sup> Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils unter Berücksichtigung der neuen und der vorhandenen Bauteilschichten; für die Berechnung opaker Bauteile ist DIN EN ISO 6946 : 2004-10 zu verwenden.

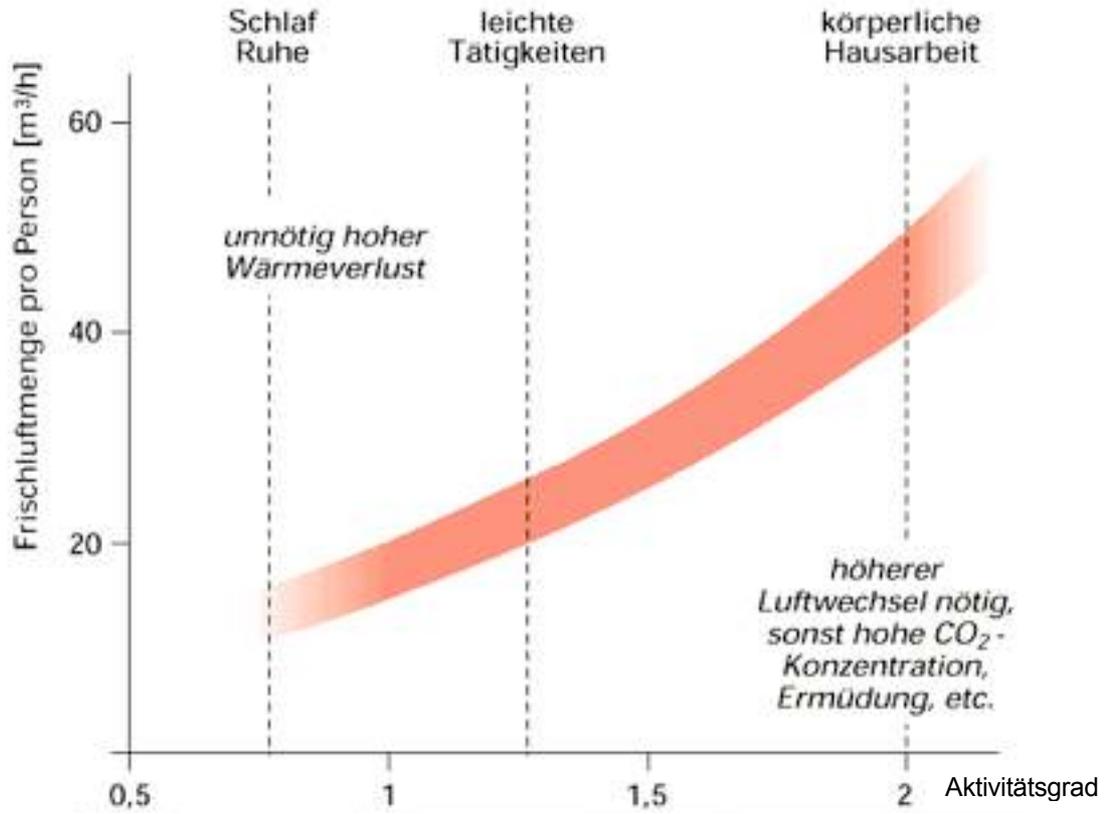


Auswirkungen der U-Werte auf die thermische Behaglichkeit

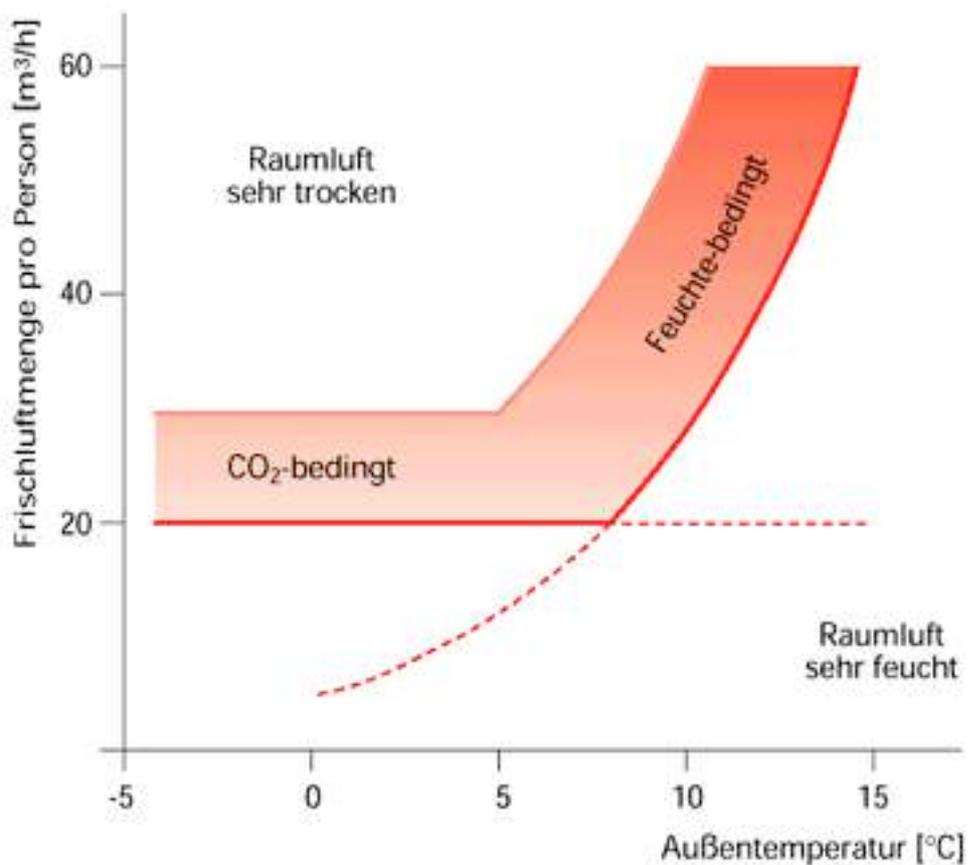




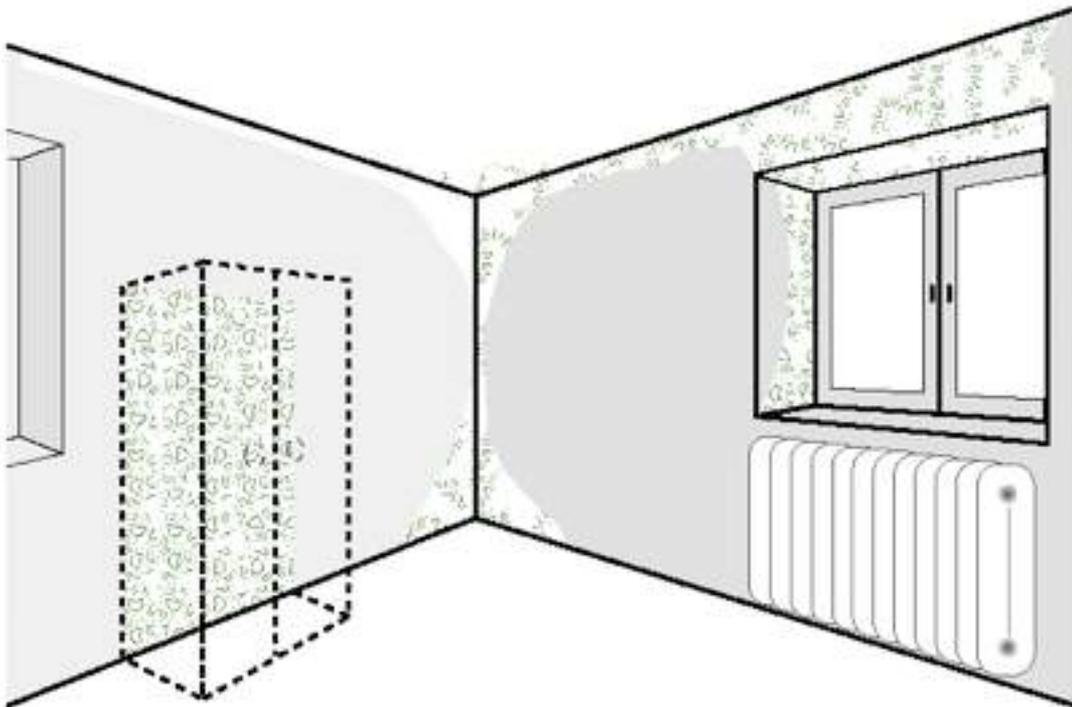
CO<sub>2</sub> bedingter Frischluftbedarf in geschlossenen Räumen



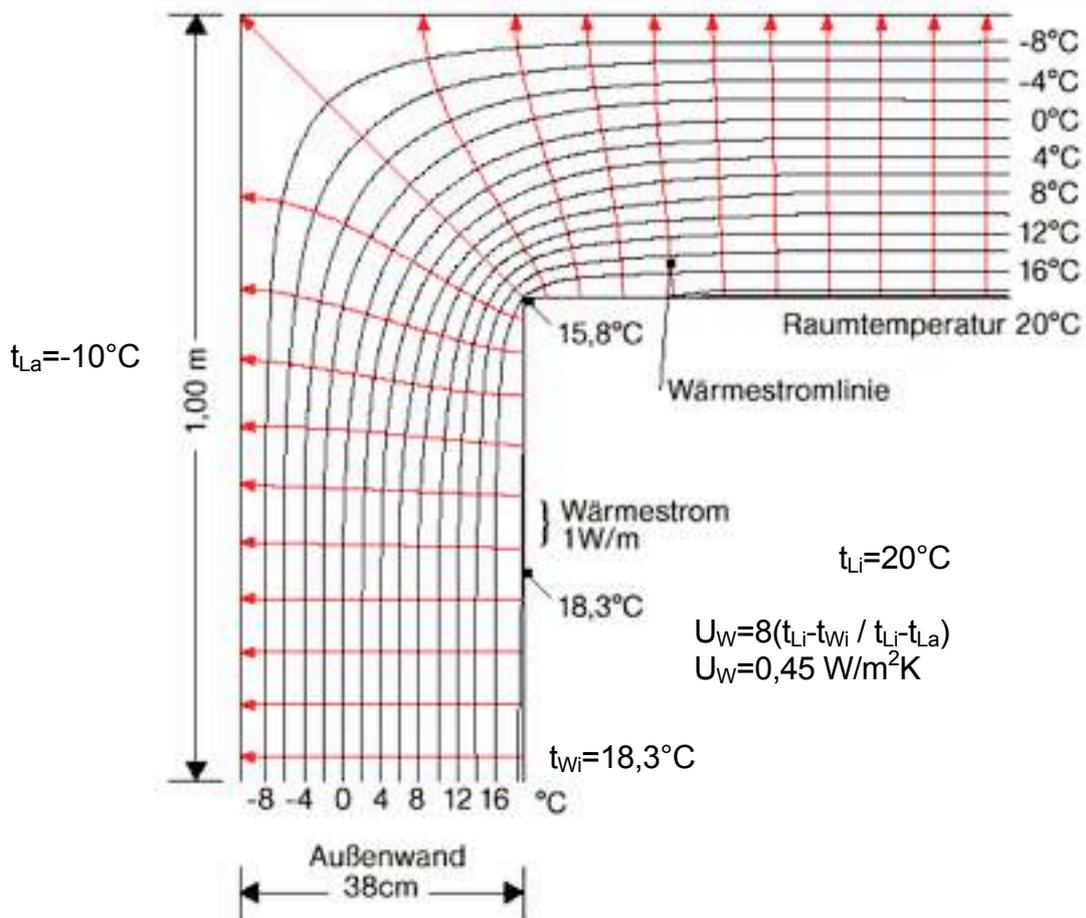
Feuchte- und CO<sub>2</sub> bedingter Frischluftbedarf in Wohngebäuden



Gefährdete Stellen für Feuchtigkeit



Geometrische Wärmebrücke

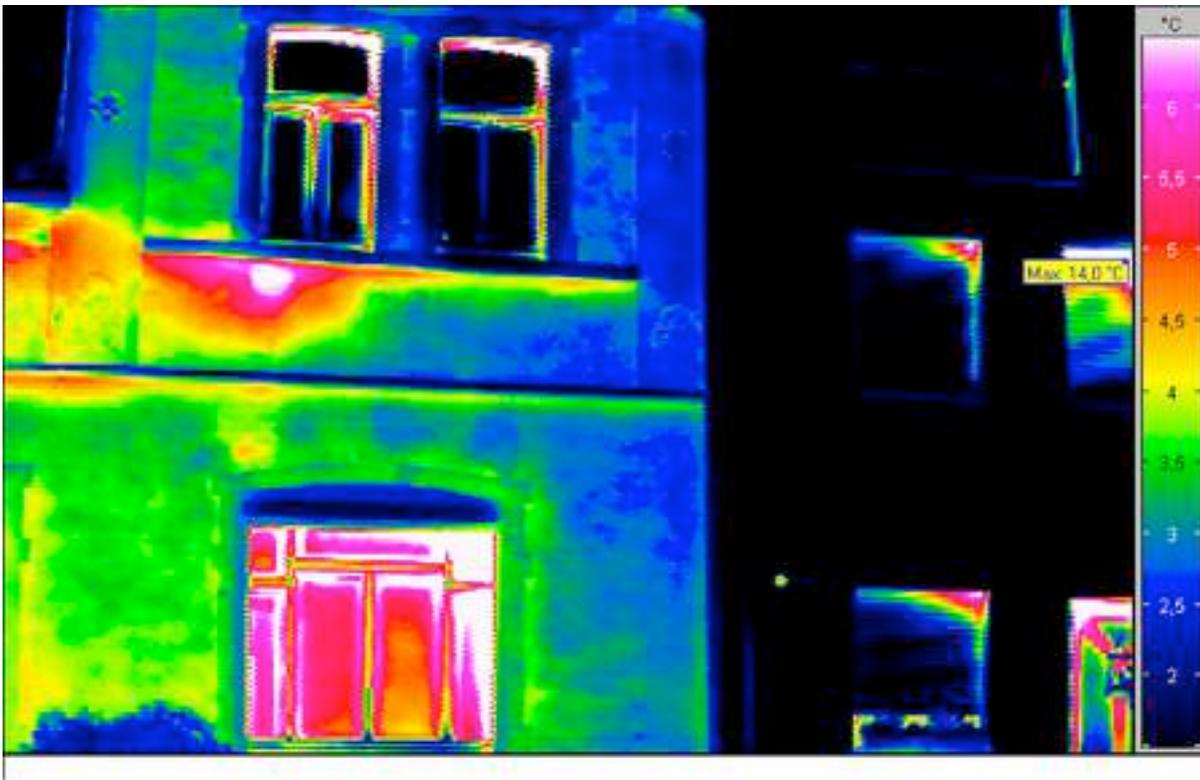




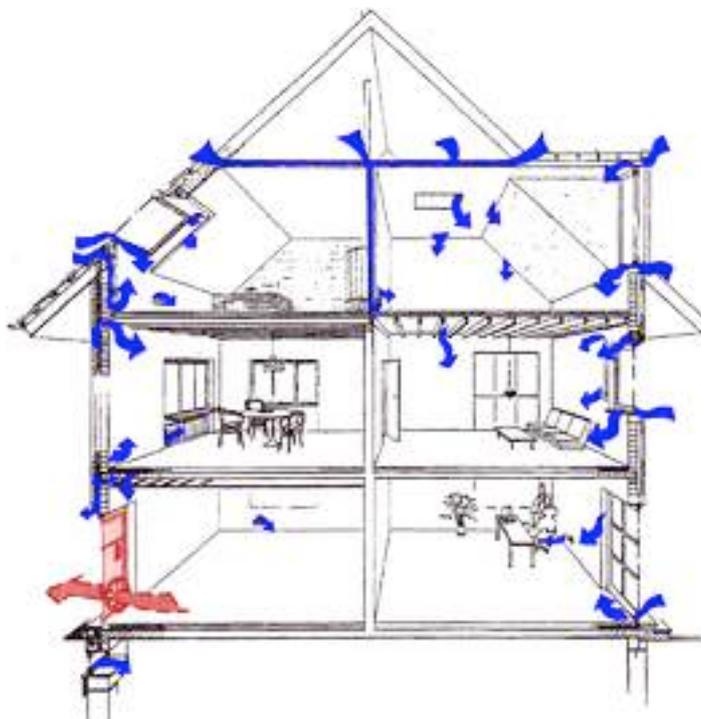
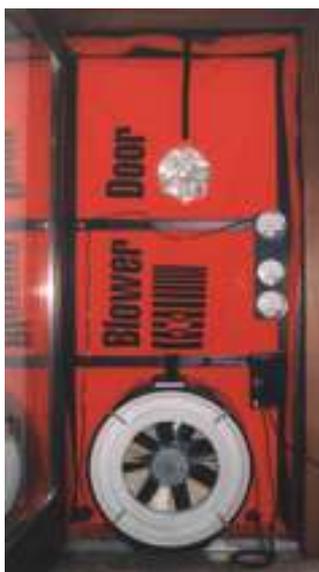
Visualisieren von Transmissionswärmeverlusten an Gebäuden mittels Wärmebildkamera

Altbau:

Neubau:



Visualisieren von Lüftungswärmeverlusten im Gebäude mittels Blower-Door




[Einzuhaltende Richtwerte nach DIN 4108-7](#)

Gebäude	$n_{50}$ [h <sup>-1</sup> ] bezogen auf das Raumluftvolumen	$W_{50}$ [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ] bezogen auf die Netto- Grundfläche
ohne raumluftechnische Anlagen	" <b>3,0</b>	" <b>7,8</b>
mit raumluftechnischen Anlagen	" <b>1,5</b>	" <b>3,9</b>

[Hinweise zur Bewertung der Volumenbezogenen Luftdurchlässigkeit](#)

$n_{50} < 1,0$  **Sehr hohe Dichtigkeit der Gebäudehülle:** Das Gebäude hält die Vorgaben der Richtlinie DIN 4108-7 (08.2001) für den Einsatz von raumluftechnischen Anlagen ein.

*Dieser Dichtigkeitsbereich kann bei Fensterlüftung auch für Niedrigenergiehäuser und Gebäude in windexponierter Lage angestrebt werden. Bei Fensterlüftung sollten die Bewohner jedoch dann auf die Notwendigkeit einer hinreichenden Raumbelüftung, z.B. durch Stoßlüftung, hingewiesen werden.*

$1,0 < n_{50} < 3,0$  **Hohe bis mittlere Dichtigkeit der Gebäudehülle:** Das Gebäude hält die Vorgaben der Richtlinie DIN 4108-7 (08.2001) ohne raumluftechnische Anlagen, z.B. für Fensterlüftung, ein.

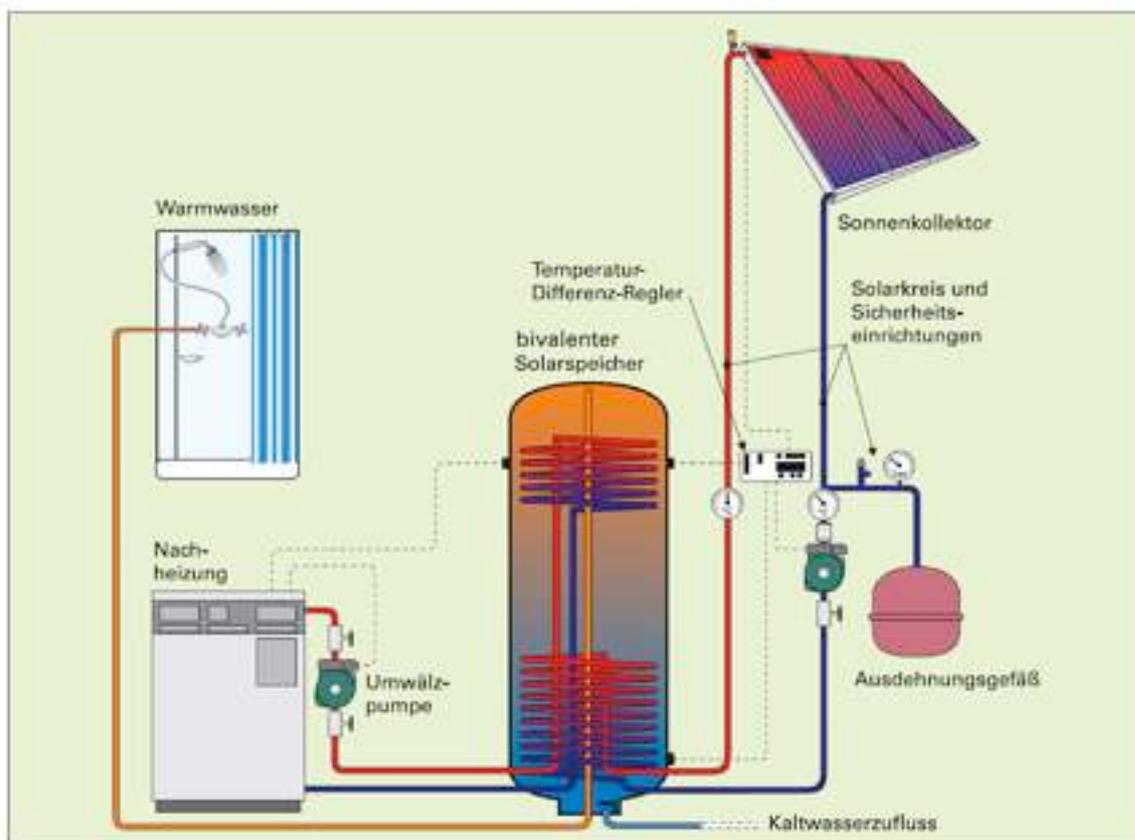
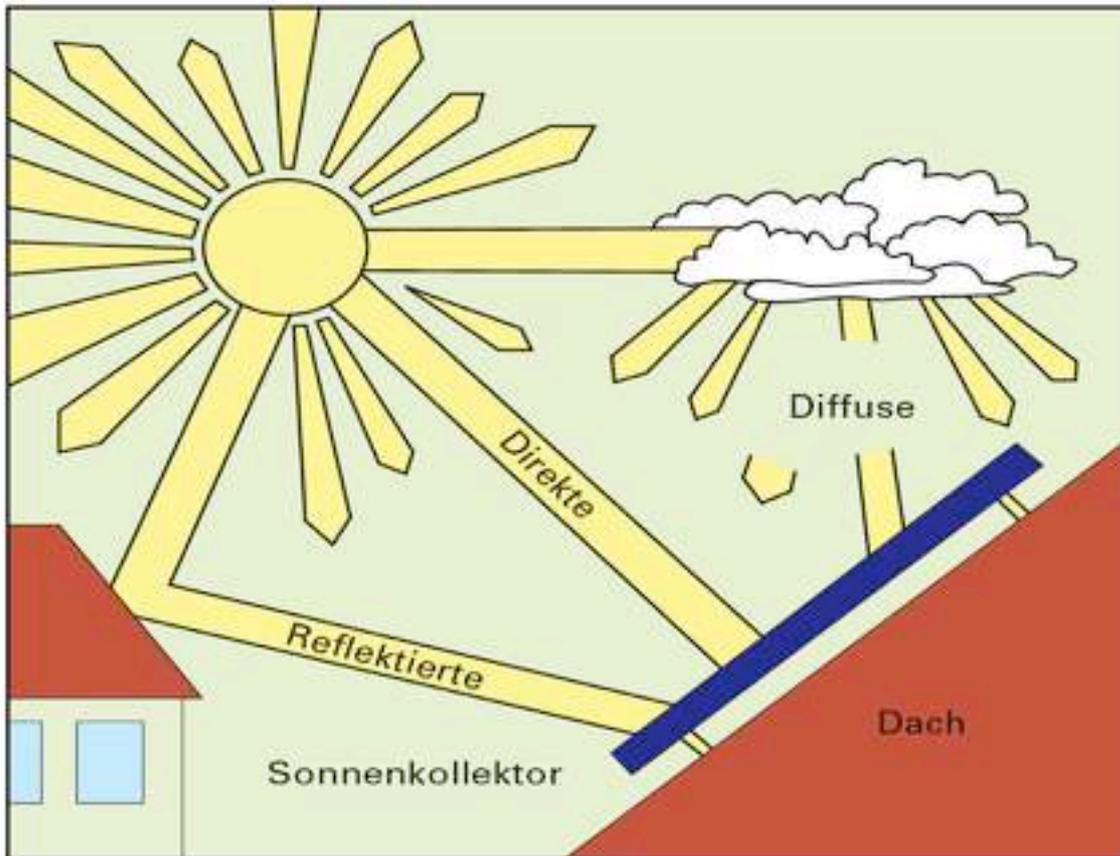
$3,0 < n_{50} < 4,5$  **Mittlere bis mäßige Dichtigkeit der Gebäudehülle:** Die im Aufnahmeprotokoll genannten größeren und mittleren Leckagen sollten abgedichtet werden.

$n_{50} > 4,5$  **Unzureichende Dichtigkeit der Gebäudehülle:** Eine umfassende Nachdichtung des Gebäudes ist dringend zu empfehlen.

Die Einhaltung der Anforderungen an die Luftdichtheitschicht schließt lokale Fehlstellen, die zu Feuchteschäden infolge Konvektion führen, nicht aus.



### Thermische Solaranlagen





### Überschlägige Auslegung einer Brauchwasser-Solaranlage

#### **Annahme:**

- Kollektorneigung 15° - 55°
- Himmelausrichtung Süd/Ost - Süd/West
- solare Deckungsrate 50 % - 60 %
- Warmwasserverbrauch

#### **Kollektorfläche:**

Flachkollektor = 1 - 1,3 m<sup>2</sup> Kollektorfläche/Person

Vakuumröhrenkollektor = 0,8 - 1 m<sup>2</sup> Kollektorfläche/Person

#### **Speichervolumen:**

1,5- bis 2-fache des Tagesbedarfs

### Überschlägige Auslegung einer heizungsunterstützenden Solaranlage

#### **Annahme:**

- Heizenergiebedarf < 80 kWh/m<sup>2</sup>a
- Kollektorneigung 30° - 60°
- Himmelausrichtung Süd/Ost - Süd/West
- Warmwasserverbrauch 50 l/Tag/Person
- Deckungsrate ca. 15 bis 25 %
- Energieeinsparung 15 % bis 25 %

#### **Kollektorfläche:**

Flachkollektor

0,9 - 1 m<sup>2</sup> Kollektorfläche  
pro 10 m<sup>2</sup> Wohnfläche

Vakuumröhrenkollektor 0,5 - 0,8 m<sup>2</sup> Kollektorfläche  
pro 10 m<sup>2</sup> Wohnfläche

#### **Speichervolumen:**

pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche  
50 l Volumen plus Warmwasser-  
verbrauch in l pro Tag



## Kollektorbauarten

### Flachkollektor

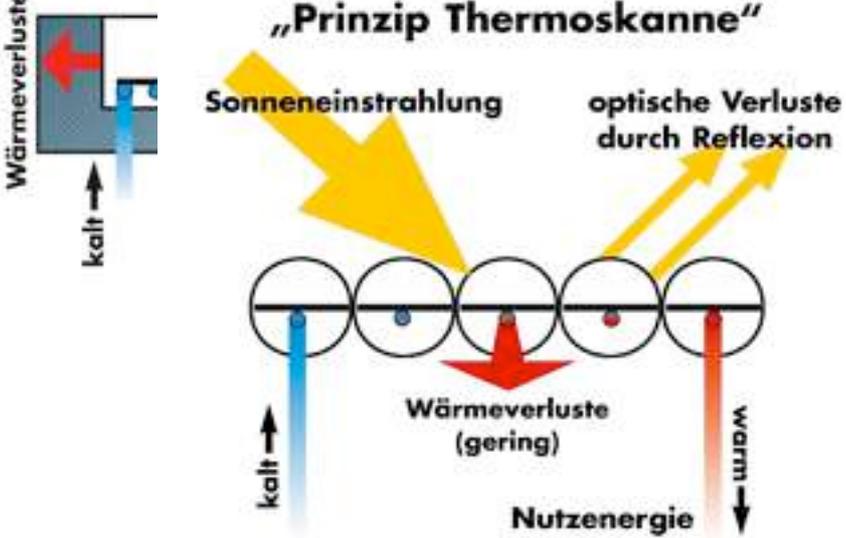
**„Prinzip Treibhaus“**

Sonneneinstrahlung      optische Verluste



**„Prinzip Thermoskanne“**

Sonneneinstrahlung      optische Verluste durch Reflexion



Wärmeverluste  
kalt

Wärmeverluste (gering)  
Nutzenergie  
warm

- Glasröhre
- Vakuumisolierung
- ein Absorber pro Röhre  
- viele Röhren

[Röhrenkollektor](#)



### Aufdachmontage



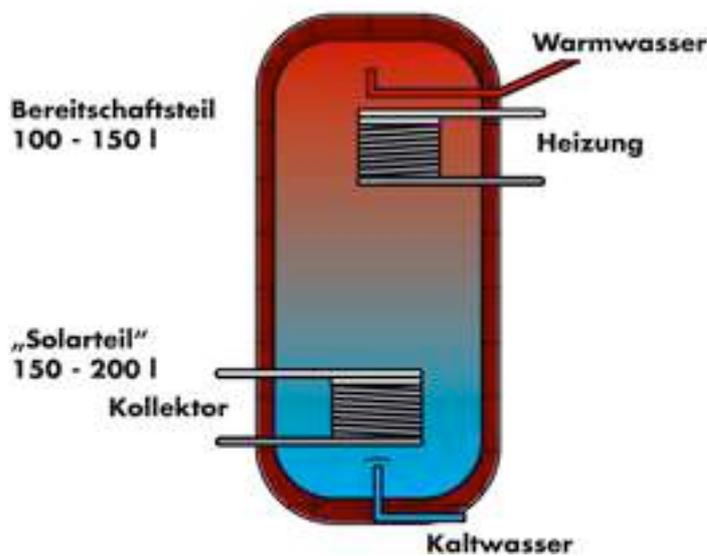
- Gestell aus Metallprofilen
- Standsicherheit der Kollektoren durch Gewichte
- Dachhaut bleibt unbeschädigt

#### Zu beachten:

- Tragfähigkeit des Daches
- Lebensdauer des Daches



### Brauchwasserspeicher



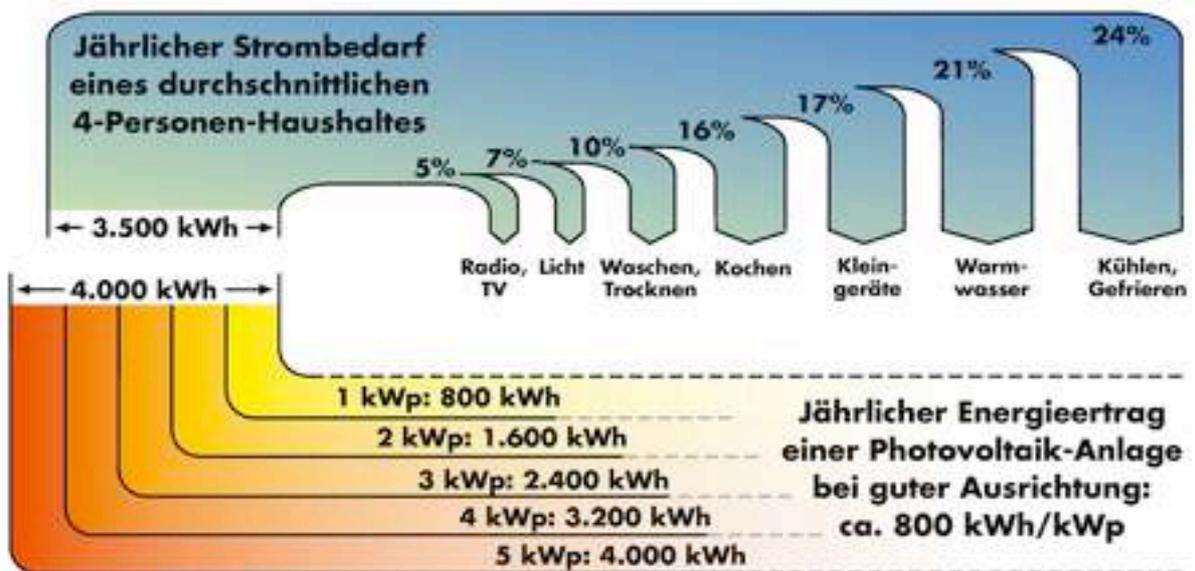
- Solarspeicher sind größer als normale Warmwasserspeicher
- Solarspeicher sind „schlank“ und hoch
- Solarspeicher sind besonders gut isoliert
- Warmes Wasser ist immer verfügbar (Bereitschaftsteil)
- natürliche Wärmeschichtung durch Bauform

Photovoltaik

Funktionsweise



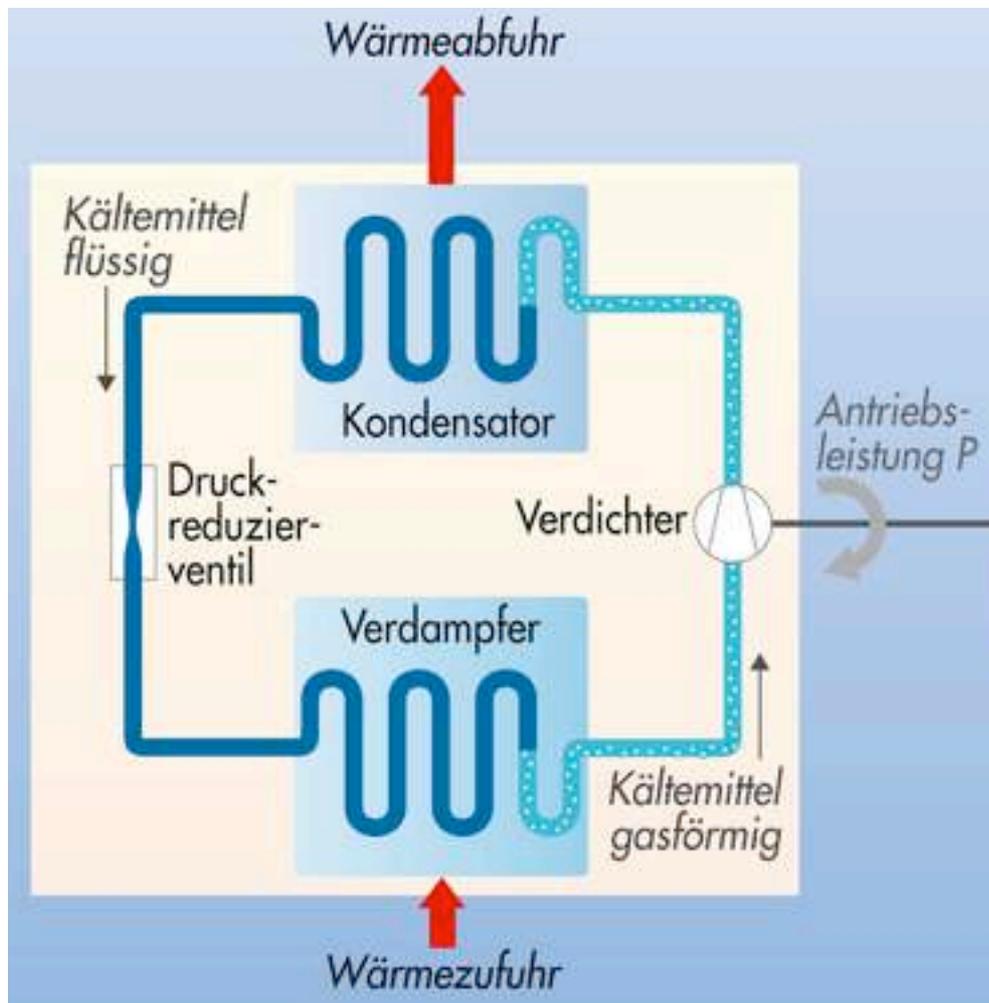
Strombedarf/Ertrag einer Photovoltaik-Anlage





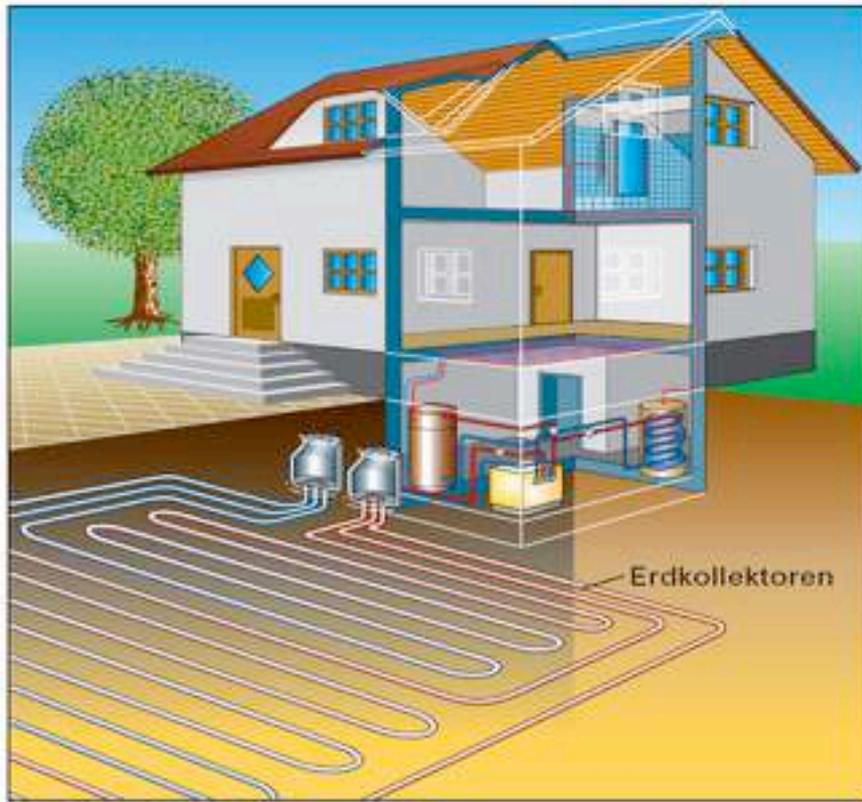
## Wärmepumpen

### Arbeitsweise



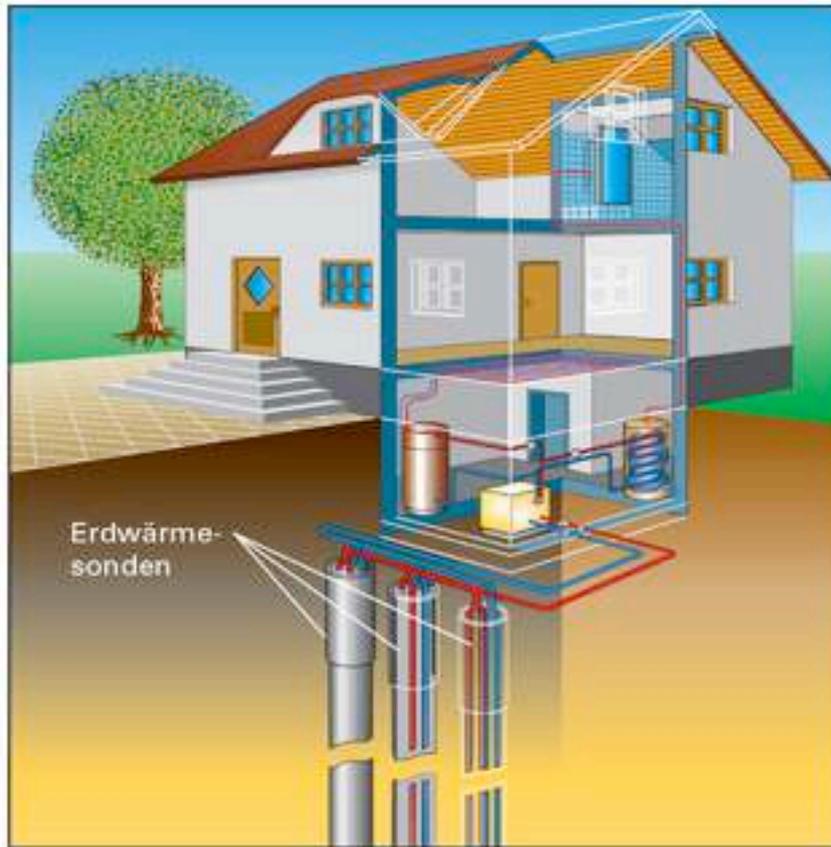


Erdkolektor





Erdwärmesonden



Grundwasser

