



## **E n e r g i e s p a r b e r a t u n g MUSTERMANN**

nach der Energieeinsparverordnung EnEV vom 16.11.2001

"normale Innentemperatur"

**Änderung von bestehenden Gebäuden nach §8 der EnEV**

öffentlich rechtlicher Nachweis

nach dem "Monatsbilanzverfahren" der DIN V 4108-6:2000-11

und nach der Heizungsanlagenverordnung DIN V 4701-10:2001-02

28.5.2003

Bauvorhaben : Kauf und Sanierung eines Gründerzeithauses

Bearbeiter : Dipl. Ing. Wolfgang Huber

Objektstandort:

Straße/Hausnr. :

Plz/Ort :

Wohneinheiten : 3

Baujahr 1910

Auftraggeber:

Name/Firma : Herr Mustermann

Straße/Hausnr. :

Plz/Ort :



Dipl. Ing. Wolfgang Huber  
Heubergstr. 3  
85 598 Baldham

Name, Anschrift und Funktion des Aufstellers

Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen



## Inhalt

Vorwort.....	3
1. Allgemeine Erläuterungen zur Energieeinsparverordnung und der verwendeten Begriffe und Berechnungsverfahren.....	4
2. Energetischer IST- Zustand des Gebäudes.....	5
2.1 Gebäudegrunddaten.....	5
2.2 Tabelle der verwendeten Bauteile.....	6
2.2 Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle.....	7
2.3 Übersicht über die absoluten und relativen Wärmeverluste der Hüllfläche:.....	7
2.4 Heizungsanlage.....	8
Kesselfabrikat.....	8
3. Vorschläge zu Energieeinsparmaßnahmen.....	9
3.1 Dämmung der Kellerdecke unterseitig.....	9
3.2 Dämmung der obersten Geschoßdecke.....	10
3.3 Austausch der Fensterflächen.....	11
3.4 Einbau einer neuen Heizungsanlage.....	12
3.5 Einbau einer solaren Brauchwassererwärmung.....	13
3.6 Installation einer Photovoltaikanlage.....	14
4. Vergleich Schadstoffemissionen.....	15
5. Zusammenfassung und Übersicht der Einsparmaßnahmen.....	16
6. Vergleich Energiebilanz IST-SOLL-Zustand.....	17
6.1 IST-Zustand.....	17
6.2 SOLL-Zustand.....	18
6.3 Tabelle der verwendeten Bauteile im Soll- Zustand.....	19
7. Interpretation des energetischen Soll-Zustandes.....	20
9. Allgemeines zu Schadstoffemissionen.....	22
10. Hinweise zu Fördermöglichkeiten.....	23
1.) bundesweit.....	23
2.) landesweit (siehe auch Anhang).....	23
11. Energiesparendes Lüften, Behaglichkeit, Stromsparen.....	24
12. Glossar.....	27
12. Anhang.....	29
Berechnungsdateien Soll- Zustand	
Schornsteinfegerprotokoll	
KfW Konditionenübersicht für Investitionsprogramme	
Landesförderprogramm NRW „REN 2003“	
Öko- Test Vergleich Gasheizung	



## Vorwort

Herzlichen Glückwunsch für die Entscheidung Ihr Gebäude einer energetischen Bewertung zu unterziehen.

Unsere Umwelt wird in zunehmenden Maße durch den Treibhauseffekt bedroht. Der weltweite Anstieg der Durchschnittstemperatur wird maßgeblich durch Kohlendioxid hervorgerufen, einem Gas, das zum Großen Teil bei der Verbrennung von Kohle und Öl entsteht. Durch eine energetische Aufwertung Ihres Altbaus können sie so einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz leisten, indem Sie zukünftig nur noch einen Bruchteil an Heizenergie benötigen.

Die Vor-Ort-Energieberatung dient dazu, den Energieverbrauch Ihres Gebäudes zu ermitteln, zu bewerten und Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufzuzeigen. Sie als Beratungsempfänger erhalten hierfür von „Vater Staat“ einen nichtrückzahlbaren Zuschuss.

Die Ergebnisse der Beratung stützen sich auf Ihre Angaben, die bei der Hausbegehung gewonnenen Erkenntnisse und auf schriftliche Unterlagen wie Bauzeichnungen, Verbrauchsabrechnungen, etc.. Diese werden computergestützt aufbereitet und für Sie transparent gemacht.

Es werden Ihnen mehrere Energiesparmaßnahmen zur Heizanlage und/oder der Gebäudehülle vorgeschlagen, deren Auswirkung auf die Umwelt aufgezeigt und Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt, wobei mögliche Eigenleistungen berücksichtigt werden.

Sie erhalten zudem wertvolle allgemeine Ratschläge zum Thema Energiesparen und gesundes Wohnklima und lernen Ihr Gebäude unter einem neuen Gesichtspunkt kennen.

Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleibt in Ihrer Verantwortung. Sie sollten aber für die Durchführung der aufgeführten Maßnahmen immer mehrere Vergleichsangebote von ausführenden Firmen einholen und kritisch prüfen. Dies ist nicht Inhalt der Energiesparberatung, da diese produkt- und anbieterneutral zu erfolgen hat.

Falls Sie Fragen zum Beratungsbericht haben, zögern Sie bitte nicht uns anzurufen. Wir freuen uns auch, wenn Sie uns über Ihre Erfahrungen durchgeführter Maßnahmen informieren. Über Verbesserungsvorschläge oder Anregungen sind wir ebenfalls dankbar, wir geben diese gerne an andere Beratungsempfänger weiter.

Dipl. Ing. Wolfgang Huber

## Hinweis

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten.

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) prüft den Bericht vor Aushändigung und Beratungsgespräch auf inhaltliche Vollständigkeit gemäß den geforderten Richtlinien, übernimmt bezüglich Richtigkeit der Berechnungen und der gemachten Angaben jedoch keine Gewähr.



## **1. Allgemeine Erläuterungen zur Energieeinsparverordnung und der verwendeten Begriffe und Berechnungsverfahren**

In der am 1. Februar 2002 in Kraft getretenen Energieeinsparverordnung (EnEV) werden die bisher parallel existierende Wärmeschutzverordnung 1995 und die Heizanlagenverordnung zusammengefasst. Hintergrund dieser Zusammenlegung ist eine bessere Abstimmbarkeit von Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Heizanlage aufeinander. Kleinere Schwächen auf der einen Seite können durch hochwertigere Maßnahmen auf der anderen Seite ausgeglichen werden, ohne dass die Einhaltung der geforderten Grenzwerte gefährdet ist. Grundsätzlich soll eine Verringerung des Energieverbrauchs im Rahmen des technisch machbaren erreicht werden. Die EnEV schreibt dabei die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zwingend vor.

Für die zur Beurteilung notwendigen Berechnung werden sowohl die Lüftungswärmeverluste und die Verluste durch die Bauteile (Transmissionswärmeverluste), als auch die Aufwendungen für die Erzeugung, Speicherung, Transport und Übergabe der Heiz- und Trinkwasserwärme erfasst. Des Weiteren geht auch die Art der Energieerzeugung und des Energieträgers in das Verfahren ein. So werden die Aufwendungen für die Gewinnung, Aufbereitung, Erzeugung und den Transport (z. B. bei Öl: Bohrung, Rohöltransport, Raffinerie, Lagerung, Transport) in der Energiebilanz mit berücksichtigt.

Die Beurteilung der Qualität des Gebäudes erfolgt über den sogenannten *Jahres-Primär-Energie-Bedarf* ( $Q_p$ ). Dieser ist abhängig von dem Verhältnis der Fläche der Gebäudehülle zum Gebäudevolumen. Es gilt ein Höchstwert von:

$$Q_p = 50,94 + 75,29 \times A/V_e + 2600 / (100 + A_N) \text{ [kWh/(m}^2\text{a)]}$$

Grundlage hierfür ist der *Jahres-Heizwärmebedarf*, der nach den Rechenvorschriften der DIN EN 832 bzw. DIN V 4108-6 ermittelt wird. Für den Warmwasserwärmebedarf wird bei Wohngebäuden pauschal ein flächenbezogener Wert von  $Q_{WV} = 12,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  zu angesetzt.

Die Beschreibung der energetischen Effizienz des Gesamtanlagensystems erfolgt über *Aufwandszahlen* ( $e_p$  [-]). Die Aufwandszahl stellt das Verhältnis von eingesetzter Energie zu Nutzen, also der abgegebene Wärme dar. Multipliziert mit der Summe aus Heizwärme- und Warmwasserwärmebedarf resultiert der Jahres-Primärenergiebedarf  $Q_p$ .

Der Höchstwert des auf die wärmeübertragene (Gebäude-)Umfassungsfläche bezogenen *Transmissionswärmeverlustes*  $H_T$  soll sicherstellen, dass ein baulicher Mindestwärmeschutz nach dem Standard der Wärmeschutzverordnung '95 eingehalten wird. Es gilt ein Höchstwert von:

$$H_{T, \text{max}} = 0,3 + 0,15 / (A/V_e) \text{ [kWh/(m}^2\text{a)]}$$

Werden *Heizkessel* erneuert, können grundsätzlich alle im europäischen Binnenmarkt zulässigen Heizkessel eingesetzt werden, sofern diese mit einer CE- Kennzeichnung versehen sind und der Niedertemperatur- oder Brennwerttechnik entsprechen. Heizungsanlagen sind grundsätzlich mit Einrichtungen auszustatten, die es ermöglichen, die gesamte Anlage oder auch Teile (Pumpen, Ventile) zeitabhängig oder in Abhängigkeit einer geeigneten Führungsgröße zu steuern bzw. zu regeln. Die Heizungsanlagen müssen raumweise regelbar sein (z.B. Thermostatventile).

Bei vielen Gebäuden, vor allem bei Gebäuden mit größeren Glasflächen, wie zum Beispiel Wintergärten, kommt dem *sommerlichen Wärmeschutz* eine besondere Bedeutung zu. DIN 4108-2:2000-03 gibt die maximal zulässigen Sonneneintragskennwerte – in Abhängigkeit der Orientierung und Neigung – vor, um eine Überhitzung im Sommer zu vermeiden. Berücksichtigt werden dabei die Art der Verschattung, Ausführungs-details sowie örtliche Besonderheiten.

Grundsätzlich können *Wärmebrücken* pauschal mit bestimmten Werten angesetzt werden, oder durch exakte Berechnung. Wenn konkrete Informationen über die Art und Qualität einer Wärmebrücke vorliegt wird in der Regel mit den genaueren Werten aus einem Wärmebrückenatlas gerechnet. Die Verluste durch die Wärmebrücken werden dann zu den Verlusten der übrigen Bauteile addiert.



Der *stündliche Luftwechsel* bestimmt in hohem Masse die Lüftungswärmeverluste. Je geringer der Luftwechsel, desto geringer die entsprechenden Verluste. Bei normaler Fensterlüftung wird ein Luftwechsel vom 0,7-fachen des Raum/Gebäudevolumens je Stunde [1/h] angesetzt. Falls die Überprüfung der Dichtigkeit durch Über- bzw. Unterdruckmessung die Einhaltung von Grenzwerten gemäß DIN 4108-7 ergibt, kann ein Luftwechsel von 0,6 1/h in Ansatz gebracht werden. Durch die Überprüfung können auch etwaige Schwachstellen in der Ausführung der Maßnahmen und Undichtigkeiten erkannt und beseitigt werden. Durch eine dichte Gebäudehülle werden Zugerscheinungen vermieden und das Wohnklima verbessert.

## **2. Energetischer IST- Zustand des Gebäudes**

### **2.1 Gebäudegrunddaten**

Standort	Klimadaten aus Essen
Baujahr (Umbau)	1910
Lage	Reihenmittelhaus, Ausrichtung nach Westen
Personenanzahl	derzeit leerstehend, zukünftig ca. 6 Personen
Beheizte Nutzfläche	ca. 300 m <sup>2</sup>
Beheiztes Volumen V	1413,8 m <sup>3</sup>
Gebäudehüllfläche A	576 m <sup>2</sup>
A/V-Verhältnis	0,41
Aussenwandfläche	135,8 m <sup>2</sup>
Grundfläche	63,2 m <sup>2</sup>
Fensterflächenanteil (in %)	31,7 %
Außenwände	monolithisch, Ziegelmauerwerk d = 49 cm, beidseitig verputzt
Innenwände	monolithisch, Ziegelmauerwerk d = 24 cm, beidseitig verputzt
Dach	oberste Geschossdecke: Stahlträger mit ausgegossenen Betonfeldern
Keller	ein Raum beheizt Kellermauern aus Ziegelmauerwerk
unterste Geschossdecke	Kellerdecke aus Beton, mit 4 cm Estrich
Fenster	Kunststofffenster von 02/1982 mit Rollladenkasten Zweischeibenverglasung 4-8-4 (U-Wert: 3,2 W/m <sup>2</sup> K)
Lüftung	manuell
Wärme(Kälte-) brücken	Rollladenkasten



## 2.2 Tabelle der verwendeten Bauteile

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Fak	Gewinn [kWh/a]	Verlust [kWh/a]	
1	Wand								
1.1	monoli. Außenwand 1910	Straßenseite	O	70.50	1.125	1.00	207	6516	
1.2	monoli. Außenwand 1910	Gartenseite	W	65.32	1.125	1.00	164	6038	
1.3	Kellerwand gegen Erdreich	Keller O	6.14	0.466	0.60	---	141		
1.4	Kellerwand gegen Garage	Keller Garage	N	8.80	0.442	0.50	---	160	
1.5	Kellerzwischenwand	Zwischenwand	O	15.84	2.617	0.50	---	1704	
				<b>166.60</b>	<b>1.063</b>		<b>372</b>	<b>14560</b>	
2	Fenster, Fenstertüren								
2.1	Isolierglas 8-10mm Luftzw.	Straßenseite	O	23.40	3.200	1.00	g 0.67	5283	6156
2.2	Haustür mit viel Fensterfläche 3,0	Straßenseite	O	3.60	3.000	1.00	0.40	395	888
2.3	Isolierglas 8-10mm Luftzw.	Gartenseite	W	25.33	3.200	1.00	0.67	5480	6662
2.4	Isolierglas 8-10mm Luftzw., Balkon	Gartenseite	W	6.85	3.200	1.00	0.67	385	1801
2.5	Einfachglas nur Glas	Keller O	0.90	4.800	1.00	---	---	355	
2.6	Treppenhausoberlicht	Oberlicht	-	4.00	3.000	1.00	0.70	329	986
				<b>64.08</b>	<b>3.199</b>		<b>11873</b>	<b>16848</b>	
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	Betondecke standard 4109	DG-Decke		188.50	3.234	0.80	---	40091	
				<b>188.50</b>	<b>2.587</b>		-----	<b>40091</b>	
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	18cm Beton, 4cm Estrich	Kellerdecke		175.70	2.201	0.55	---	17485	
4.2	Kellerboden	Kellerboden		12.80	3.517	0.20	---	740	
				<b>188.50</b>	<b>1.176</b>		-----	<b>18225</b>	
				<b>607.68</b>	<b>1.796</b>		<b>12245</b>	<b>89725</b>	
		Summe:							

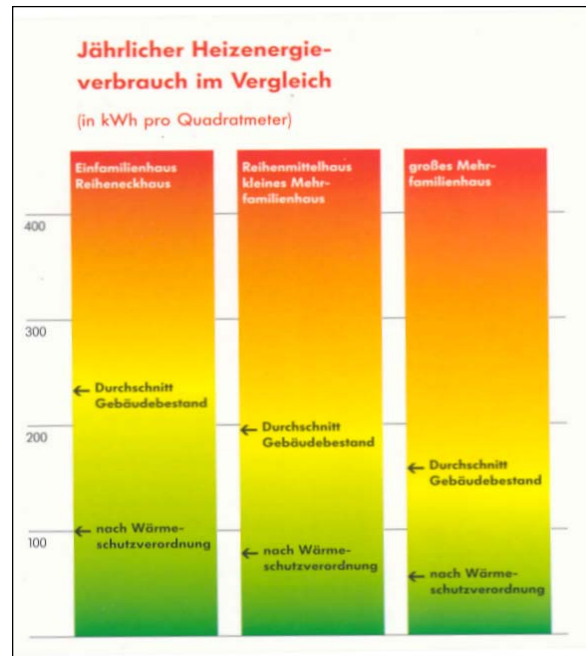


## 2.2 Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

### Interpretation des energetischen IST-Zustandes

Der energetische Zustand des Gebäudes ist im Vergleich zum durchschnittlichen Heizenergiebedarfs des Gebäudebestandes in Deutschland als hoch zu bewerten. Da Reihemittelhäuser i.d. R. ein gutes A/V- Verhältnis haben

Laut Berechnung wird der Jahresprimärenergiebedarf weit überschritten. Die Ursache hierfür liegt hauptsächlich in der bestehenden alten Heizungsanlage und der dezentralen z.T. elektrischen Warmwasserbereitung begründet, die diesen Wert entscheidend beeinflusst. Der Transmissionswärmeverlust erreicht ebenfalls nicht annähernd den vorgegebenen Grenzwert.



	IST – Wert	Grenzwert
Jahresprimärenergiebedarf	$Q''_p = 281,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$Q''_{pmax} = 122,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Spez. Transmissionsheizwärmebedarf	$H'T = 1,896 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'Tmax = 0,918 \text{ W/m}^2\text{K}$

Jahresheizwärmebedarf	$Q_H = 81490 \text{ kWh/a}$	$Q''_H = 271,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ bei ca. 300 m <sup>2</sup> Nutzfläche
Trinkwassererwärmung	$Q_W = 5768 \text{ kWh/a}$	
Anlagenaufwandszahl	$e_p = 1,486$	

### 2.3 Übersicht über die absoluten und relativen Wärmeverluste der Hüllfläche:

Bauteil	Gewinn [kWh/Jahr]	Gewinn [%]	Verluste [kWh/Jahr]	Verluste [%]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Flächenanteil [%]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]
Wände	372	3%	14560	16%	166,6	27%	1,063
Fenster	11873	97%	16848	19%	64,08	11%	3,199
Dach	0	0%	40091	45%	188,5	31%	2,587
Boden	0	0%	18225	20%	188,5	31%	1,176
Summe	12245	100%	89724	100%	607,68	100%	1,796



## 2.4 Heizungsanlage

### Heizungsanlage und Warmwasserbereitung (zentral)

<b>Kesselfabrikat</b>	Buderus Loganatherm 03.10
Baujahr	1983
Nennleistung	49,9 kW
Wirkungsgrad	ca. 0,85
Brennstoff	Heizöl
Regelung	außentemperaturgesteuert
<b>Brenner</b>	Weishaupt WL 20-A
Baujahr	1996
Nennwärmeleistung	0,19 kW
Messwerte vom 04.09.2001 laut Schornsteinfegerprotokoll	siehe Anhang
Verbrauch jährlich	keine Angabe

Einzelfeuerstätte	nicht vorhanden
Verbrauch jährlich	

### Verteilssystem

Wärmeverteilung	zum Teil innerhalb Gebäudehülle horizontale Verteilung im Keller mittelmäßig ge- dämmt
Wärmeabgabe	Radiatoren (Winterbetrieb)
Regelung	Raumthermostate 1 K
Heizkreistemperatur	90/70



### **3. Vorschläge zu Energieeinsparmaßnahmen**

#### **3.1 Dämmung der Kellerdecke unterseitig**

<b>Dämmung der Kellerdecke unterseitig</b>	
Beschreibung der Maßnahme	Aufkleben und Verdübeln von 80 mm starken Styrodurplatten auf der Kellerdeckenunterseite. In Teilbereichen ist eine Neuverlegung der Elektroverkabelung notwendig.  Eine abschließende Verspachtelung oder Verputz ist nicht unbedingt notwendig.
Ausführung	Ausführung in Eigenleistung möglich
Energieeinsparung	14586 kWh/a
Energiekosteneinsparung	ca. 656 €/a (bei 0,45€ pro m <sup>3</sup> Erdgas)
spezifische Kosten	ca. 20 €/m <sup>2</sup> (brutto)
Flächenanteil	ca. 175 m <sup>2</sup>
anrechenbarer Zuschuss	-
Gesamtkosten	3514 €
Amortisationszeit	ca. 6 Jahre
CO <sub>2</sub> -Einsparung	4332 kg CO <sub>2</sub> pro Jahr (bei 0,232 kg CO <sub>2</sub> /kWh Erdgas)
Förderung	regionales Förderprogramm KfW-Darlehen CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm
Beurteilung	sehr zu empfehlen, da kurze Amortisationszeit



### 3.2 Dämmung der obersten Geschoßdecke

Dämmung der obersten Geschoßdecke	
Beschreibung der Maßnahme	oberste Geschossdecke wird mit 160 mm Hartfaserplatten (Wärmeleitfähigkeit mind. $\lambda = 0,04$ ) und Gehbelag aus Holz ausgelegt.
Ausführung	Ausführung in Eigenleistung möglich
Energieeinsparung	37608 kWh/a
Energiekosteneinsparung	ca. 1692 €/a (bei 0,45€ pro m <sup>3</sup> Erdgas)
spezifische Kosten	ca. 50 €/m <sup>2</sup> (brutto)
Flächenanteil	ca. 188 m <sup>2</sup>
anrechenbarer Zuschuss	-
Gesamtkosten	9500 €
Amortisationszeit	ca. 6,3 Jahre
CO <sub>2</sub> -Einsparung	11169 kg CO <sub>2</sub> pro Jahr (bei 0,232 kg CO <sub>2</sub> /kWh Erdgas)
Förderung	KfW-Darlehen CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm
Beurteilung	sehr zu empfehlen, da kurze Amortisationszeit, Dachboden kann anschließend wieder als Lagerraum genutzt werden.



### 3.3 Austausch der Fensterflächen

Austausch der Fensterflächen	
Beschreibung der Maßnahme	Austausch der vorhandenen Verglasung von 1982 durch Wärmeschutzverglasung $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Hierfür werden keine Brucharbeiten benötigt.
Ausführung	Ausführung durch Fremdfirma
Energieeinsparung	4464 kWh/a
Energiekosteneinsparung	ca. 201 €/a (bei 0,45€ pro $\text{m}^3$ Erdgas)
spezifische Kosten	ca. 300 €/ $\text{m}^2$ (brutto)
Flächenanteil	ca. 64 $\text{m}^2$
anrechenbarer Zuschuss	-
Gesamtkosten	12800 €
Amortisationszeit	keine, bzw. ca. 71 Jahre
CO <sub>2</sub> -Einsparung	1325 kg CO <sub>2</sub> pro Jahr (bei 0,232 kg CO <sub>2</sub> /kWh Erdgas)
Förderung	KfW-Darlehen CO <sub>2</sub> -Gebäudesanierungsprogramm
Beurteilung	Aus energetischer Sicht nur bedingt zu empfehlen. Im Zuge anderer Dämmmaßnahmen können die Kosten jedoch über das KfW- Darlehen abgedeckt werden.



### 3.4 Einbau einer neuen Heizungsanlage

Einbau einer neuen Heizungsanlage	
Beschreibung der Maßnahme	Austausch der bestehenden Heizungsanlage und Umstellung auf Energieträger Gas, der bereits im Haus ist. Neuisolierung sämtlicher Warmwasserleitungen im Kellergeschoss
Ausführung	Ausführung durch Fremdfirma
Energieeinsparung	ca. 13500 kWh/a
Energiekosteneinsparung	ca. 608 €/a (bei 0,45€ pro m <sup>3</sup> Erdgas)
spezifische Kosten	ca. 7000 €
Flächenanteil	-
anrechenbarer Zuschuß	vergünstigter Anlagenpreis: ca. 30 %
Gesamtkosten	5000 €
Amortisationszeit	ca. 9,3 Jahre
CO <sub>2</sub> -Einsparung	4009 kg CO <sub>2</sub> pro Jahr (bei 0,232 kg CO <sub>2</sub> /kWh Erdgas)
Förderung	KfW-Darlehen CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm
Beurteilung	Aufgrund des vergünstigten Anlagenpreises sehr zu empfehlen, zumal zukünftig eine zentrale Trinkwassererwärmung angestrebt werden sollte..



### 3.5 Einbau einer solaren Brauchwassererwärmung

Einbau einer solaren Brauchwassererwärmung	
Beschreibung der Maßnahme	Einbau einer solaren Trinkwassererwärmung Montage von ca. 10 m <sup>2</sup> Flachkollektorfläche mit Pufferspeicher 500 l
Ausführung	Ausführung durch Fremdfirma
Energieeinsparung	3033 kWh/a
Energiekosteneinsparung	ca. 136 €/a (bei 0,45€ pro m <sup>3</sup> Erdgas)
spezifische Kosten	ca. 500 €/m <sup>2</sup> (brutto)
Flächenanteil	ca. 10 m <sup>2</sup>
anrechenbarer Zuschuß	Land NRW 200 €/m <sup>2</sup> Kollektorfläche (= 2000 €) vergünstigter Anlagenpreis: ca. 30 % (= 1500 €)
Gesamtkosten	1500 €
Amortisationszeit	ca. 12,4 Jahre
CO <sub>2</sub> -Einsparung	900 kg CO <sub>2</sub> pro Jahr (bei 0,232 kg CO <sub>2</sub> /kWh Erdgas)
Förderung	NRW-Förderprogramm KfW-Darlehen CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm
Beurteilung	Trotz Zuschuss und Vergünstigung ist die Amortisationszeit noch hoch. Eine Installation ist aber aufgrund der Vergünstigungen dennoch zu empfehlen, obwohl kein südseitige Dachfläche vorliegt.

Der Berechnung liegen folgende Annahmen zugrunde:

Es wurde von der üblichen pauschalen Annahme von 12,5 kWh/m<sup>2</sup> und Jahr abgesehen für die Trinkwassererwärmung der genaue Bedarf für einen gehobenen komfortablen Verbrauch ermittelt.

Warmwasserbedarf pro Person:	1,50 m <sup>3</sup> /Person und Monat (= 50l/Tag)
Anzahl der Personen:	6
Aufheizung um :	40 Grad C
Gesamtenergie:	5768 kWh/a
solarer Deckungsanteil:	52,5%, ca. 3033 kWh/a
Lage des Speichers:	außerhalb der Gebäudehülle



### **3.6 Installation einer Photovoltaikanlage**

<b>Installation einer Photovoltaikanlage</b>	
Beschreibung der Maßnahme	Installation einer Photovoltaikanlage mit 1,1 kWp Spitzenleistung
Ausführung	Selbstmontage unter Mithilfe von Fachkräften möglich
Energieeinsparung	ca. 990 kWh
Energiekosteneinsparung	ca. 445 € (Einspeisevergütung 0,45 € / kWh bei Anlagenerstellung im Jahr 2003) siehe „Erneuerbare-Energien-Gesetz“ § 8
spezifische Kosten	ca. 500 €/100Wp
Flächenanteil	ca. 10 m <sup>2</sup>
anrechenbarer Zuschuß	-
Gesamtkosten	ca.6000 €
Amortisationszeit	ca. 15 Jahre bei 2 tilgungsfreien Jahren
CO2-Einsparung	682 kg/Jahr
Förderung	100.000 Dächer Solarstromprogramm (1,9% Zins)
Beurteilung	zu empfehlen, da günstige Amortisationszeit allerdings ist die westlich ausgerichtete Dachfläche und die zusätzliche Verschattung durch die Nachbarhäuser nicht optimal. Stromführung der PV-Module sind einfach bestehende Wohnverhältnisse zu legen.



#### 4. Vergleich Schadstoffemissionen

Damit Sie ein Darlehen über das KfW – CO<sub>2</sub>– Gebäudesanierungsprogramm in Anspruch nehmen können, muss mit den vorgeschlagenen Maßnahmen eine CO<sub>2</sub>Einsparung von mindestens 35 bzw. 40 kg/m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr nachgewiesen werden.

	Ist – Zustand	Soll - Zustand	Differenz
CO <sub>2</sub> je m <sup>2</sup> Wohnfläche	81,24 kg/m <sup>2</sup> a	18,77 kg/m <sup>2</sup> a	62,47 kg/m <sup>2</sup> a

Der Nachweis ist somit erbracht.

Über dieses Programm können maximal 150 € (bei 35 kg/m<sup>2</sup> Einsparung) bzw. 250 € (bei 40 kg/m<sup>2</sup> Einsparung) pro m<sup>2</sup> Wohnfläche finanziert werden.

##### Endenergie / CO<sub>2</sub> Ausstoß IST- ZUSTAND

Endenergie	CO <sub>2</sub> kg/kWh	absolut		bezogen auf die Nutzfläche 461.4 m <sup>2</sup>	
		Bedarf kWh/a	CO <sub>2</sub> kg/a	Bedarf kWh/m <sup>2</sup> a	CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> a
1 Heizöl EL	0.297	103273	30672	223.82	66.47
2 Erdgas H	0.232	4157	964	9.01	2.09
3 Strom-Mix	0.689	3831	2639	8.30	5.72
<b>Summe</b>		<b>111260</b>	<b>34276</b>	<b>241.13</b>	<b>74.28</b>
<b>Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß incl. aller Nebenenergien beträgt 74.28 kg/m<sup>2</sup>a</b>					
Als Berechnungsgrundlage des CO <sub>2</sub> Ausstoßes wurden GEMIS 3.0 Werte ( <a href="http://www.gemis.de">www.gemis.de</a> ) verwendet					

##### KfW CO<sub>2</sub> Gebäudesanierungsprogramm

Nutzfläche: 461.4 m<sup>2</sup>

Q<sub>H</sub>: 177 kWh/m<sup>2</sup>a

Heizungsart: Heizöl, Standard-Kessel u. Einzelofen f= 0.46 kgCO<sub>2</sub>/kWh

CO <sub>2</sub> -Ausstoß:	81.24 kg/m <sup>2</sup> a
---------------------------	---------------------------

##### Endenergie / CO<sub>2</sub> Ausstoß SOLL –ZUSTAND

Endenergie	CO <sub>2</sub> kg/kWh	absolut		bezogen auf die Nutzfläche 461.4 m <sup>2</sup>	
		Bedarf kWh/a	CO <sub>2</sub> kg/a	Bedarf kWh/m <sup>2</sup> a	CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> a
1 Erdgas H	0.232	38045	8826	82.45	19.13
2 Strom-Mix	0.689	867	597	1.88	1.29
<b>Summe</b>		<b>38912</b>	<b>9424</b>	<b>84.33</b>	<b>20.42</b>
<b>Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß incl. aller Nebenenergien beträgt 20.42 kg/m<sup>2</sup>a</b>					
Als Berechnungsgrundlage des CO <sub>2</sub> Ausstoßes wurden GEMIS 3.0 Werte ( <a href="http://www.gemis.de">www.gemis.de</a> ) verwendet					

##### KfW CO<sub>2</sub> Gebäudesanierungsprogramm

Nutzfläche: 461.4 m<sup>2</sup>

Q<sub>H</sub>: 63 kWh/m<sup>2</sup>a

Heizungsart: Erdgas, NT-Kessel f= 0.30 kgCO<sub>2</sub>/kWh

CO <sub>2</sub> -Ausstoß:	18.77 kg/m <sup>2</sup> a
---------------------------	---------------------------



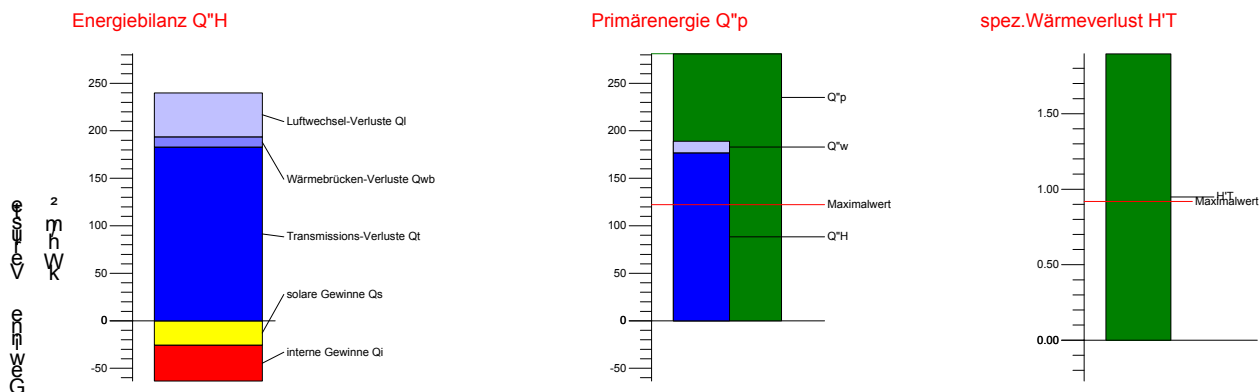
## **5. Zusammenfassung und Übersicht der Einsparmaßnahmen**



## 6. Vergleich Energiebilanz IST-SOLL-Zustand

### 6.1 IST-Zustand

#### E N E R G I E B I L A N Z



Gewinne	[kWh/a]	Verluste	[kWh/a]
solare Gewinne $Q_S$ :	11873	Transmission $Q_T$ :	89725
interne Gewinne $Q_I$ :	17416	Wärmebrücken $Q_{WB}$ :	4995
		Lüftungsverluste $Q_L$ :	21438
	<u>29289</u>		<u>116158</u>

--> Jahresheizwärmebedarf  $Q_H$  81490 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung  $Q_W$  5768 [kWh/a]

Anlagenaufwandszahl  $e_p$  : 1.486  
Gebäudeart : Wohngebäude  
Jahresheizwärmebedarf  $Q''_H$  : 176.61 kWh/m<sup>2</sup>a

#### Endergebnis der EnEV-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf  $Q''_p$ :  
bezogen auf die Gebäudenutzfläche

281.0 [kWh/m<sup>2</sup>a]

maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:  
(incl. 40% Altbauaufschlag)

122.2 [kWh/m<sup>2</sup>a]

spezifischer Transmissionswärmeverlust  $H''_T$ :  
der Gebäudehüllfläche

1.896 [W/m<sup>2</sup>K]

maximal zulässiger spezifischer Transm.-wärmeverlust:  
(incl. 40% Altbauaufschlag)

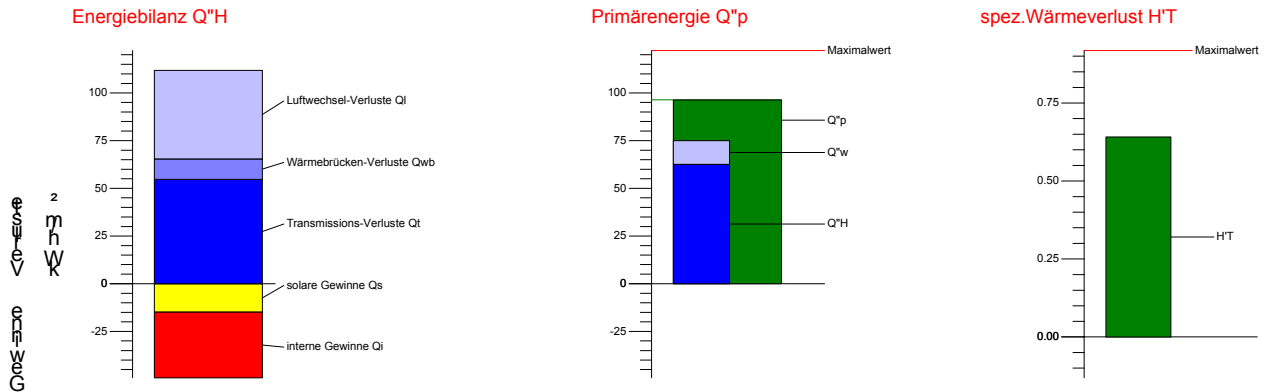
0.918 [W/m<sup>2</sup>K]

**!! ACHTUNG !! die maximal zulässigen Grenzwerte werden beide überschritten!!**



## 6.2 SOLL-Zustand

### E N E R G I E B I L A N Z



Gewinne	[kWh/a]	Verluste	[kWh/a]
solare Gewinne $Q_S$ :	6875	Transmission $Q_T$ :	27045
interne Gewinne $Q_I$ :	15897	Wärmebrücken $Q_{WB}$ :	4995
		Lüftungsverluste $Q_L$ :	21438
	<u>22772</u>		<u>53478</u>

--> Jahresheizwärmebedarf  $Q_H$  28871 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung  $Q_W$  5768 [kWh/a]

Anlagenaufwandszahl  $e_p$  : 1.283  
Gebäudeart : Wohngebäude  
Jahresheizwärmebedarf  $Q''_H$  : 62.57 kWh/m²a

### Endergebnis der EnEV-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf  $Q''_p$ :  
bezogen auf die Gebäudenutzfläche

96.3 [kWh/m²a]

maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:  
(incl. 40% Altbauaufschlag)

122.2 [kWh/m²a]

spezifischer Transmissionswärmeverlust  $H''_T$ :  
der Gebäudehüllfläche

0.641 [W/m²K]

maximal zulässiger spezifischer Transm.-wärmeverlust:  
(incl. 40% Altbauaufschlag)

0.918 [W/m²K]

die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.



### 6.3 Tabelle der verwendeten Bauteile im Soll- Zustand

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Fak	Gewinn [kWh/a]	Verlust [kWh/a]	
1	Wand								
1.1	monoli. Außenwand 1910	Straßenseite	O	70.50	1.125	1.00	207	6516	
1.2	monoli. Außenwand 1910	Gartenseite	W	65.32	1.125	1.00	164	6038	
1.3	Kellerwand gegen Erdreich	Keller	O	6.14	0.466	0.60	---	141	
1.4	Kellerwand gegen Garage	Keller Garage	N	8.80	0.442	0.50	---	160	
1.5	Kellerzwischenwand	Zwischenwand	O	15.84	2.617	0.50	---	1704	
				<b>166.60</b>	<b>1.063</b>		<b>372</b>	<b>14560</b>	
2	Fenster, Fenstertüren						g		
2.1	zertifiziertes Fenster 1,1	Straßenseite	O	23.40	1.100	1.00	0.53	3114	2116
2.2	Haustür mit viel Fensterfläche 1,1	Straßenseite	O	3.60	1.100	1.00	0.30	70	326
2.3	zertifiziertes Fenster 1,1	Gartenseite	W	25.33	1.100	1.00	0.53	3226	2290
2.4	zertifiziertes Fenster 1,1	Gartenseite	W	6.85	1.100	1.00	0.53	227	619
2.5	Einfachglas nur Glas	Keller	O	0.90	4.800	1.00	---	---	355
2.6	Treppenhausoberlicht mit Stegplatte	Oberlicht	-	4.00	2.000	1.00	0.60	238	658
				<b>64.08</b>	<b>1.208</b>			<b>6875</b>	<b>6364</b>
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	Betondecke standard+16 cm PS	DG-Decke		188.50	0.200	0.80	---	2483	
				<b>188.50</b>	<b>0.160</b>		-----	<b>2483</b>	
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	18cm Beton, 4cm Estrich	Kellerdecke		175.70	0.365	0.55	---	2899	
4.2	Kellerboden	Kellerboden		12.80	3.517	0.20	---	740	
				<b>188.50</b>	<b>0.235</b>		-----	<b>3639</b>	
			Summe:	<b>607.68</b>	<b>0.541</b>		<b>7247</b>	<b>27045</b>	



## 7. Interpretation des energetischen Soll-Zustandes

**Übersicht über die absoluten und relativen Wärmeverluste der Hüllfläche:**

Bauteil	Gewinn [kWh/Jahr]	Gewinn [%]	Verluste [kWh/Jahr]	Verluste [%]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Flächenanteil [%]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]
Wände	372	5%	14560	54%	166,6	27%	1,063
Fenster	6875	95%	6364	24%	64,08	11%	1,208
Dach	0	0%	2483	9%	188,5	31%	0,16
Boden	0	0%	3639	13%	188,5	31%	0,235
<b>Summe</b>	<b>7247</b>	<b>100%</b>	<b>27046</b>	<b>100%</b>	<b>607,68</b>	<b>100%</b>	<b>0,541</b>

**zum Vergleich: die IST- Tabelle von Seite 5**

Bauteil	Gewinn [kWh/Jahr]	Gewinn [%]	Verluste [kWh/Jahr]	Verluste [%]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Flächenanteil [%]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]
Wände	372	3%	14560	16%	166,6	27%	1,063
Fenster	11873	97%	16848	19%	64,08	11%	3,199
Dach	0	0%	40091	45%	188,5	31%	2,587
Boden	0	0%	18225	20%	188,5	31%	1,176
<b>Summe</b>	<b>12245</b>	<b>100%</b>	<b>89724</b>	<b>100%</b>	<b>607,68</b>	<b>100%</b>	<b>1,796</b>

Der Bereich Wände ist mit SOLL- Zustand nunmehr mit über 50 % an den Verlusten beteiligt. Aufgrund der reich bestückten Fassade und den damit verbundenen hohen Kosten für eine Fassadendämmung wird dies in Kauf genommen. Die neuen U-Werte der Fenster stimmen in etwa mit denen der Außenwände überein, so dass bei einer diffusionsoffenen Oberflächenbehandlung innen mit keiner Taupunktverschiebung und damit Feuchteschäden zu rechnen ist.



## 8. Erläuterungen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung beruht auf statischen Amortisationsrechnung, die zum einen etwas ungenau, aber andererseits leicht nachvollziehbar und anwendbar ist, d. h. vom Beratungsempfänger an veränderte Rahmenbedingungen angepasst werden kann.

Es werden die Anfangsinvestitionen abzüglich den Zuschüssen und die jährlichen Ersparnisse gegenübergestellt.

Der Kalkulationszeitraum beträgt 10 Jahre, in dem sich eine Investition amortisiert haben muss. Bei vielen Maßnahmen ist das nicht der Fall. Die Nutzungsdauer von sanierten oder umgebauten Gebäuden liegt jedoch nicht bei 10, sondern in der Regel bei 25-30 Jahren, so dass längere Amortisationszeiten in Kauf genommen werden können.

Die Berechnung erfolgt unter der Annahme, dass sich die Brennstoffpreise lediglich im Rahmen der Inflation erhöhen.

- I = Investition in €
- a = Annuitätsfaktor
- Ba = jährliche Brennstoffeinsparung
- kB = Brennstoffpreis in €/m<sup>3</sup>Gas bzw. €/l Öl
- i = Zinssatz (in %)/100 (z.B. 6% = 0,06)
- t = Kreditlaufzeit in Jahren
- Ta = Amortisationszeit in Jahren

$$a = ((1 + i)^t \cdot i) / ((1 + i)^t - 1)$$

$$Ta = (I \cdot a \cdot t) / (Ba \cdot kB)$$

Ist eine Berechnung mit individuellen Zinssätzen und Laufzeiten erwünscht, muss der Annuitätsfaktor a nach obiger Formel neu berechnet werden.

Für den Beratungsbericht werden folgende Rahmendaten angesetzt:

Darlehensart	Zinssatz i	Laufzeit t	Annuitätsfaktor a
Bankdarlehen (konventionell)	0,06	10	0,136
KfW CO <sub>2</sub> -Gebäudesanierungsprogramm	0,195	20	0,201
KfW CO <sub>2</sub> -Gebäudesanierungsprogramm	0,022	30	0,046
KfW Programm zur CO <sub>2</sub> -Minderung	0,03	10	0,117
KfW Programm zur CO <sub>2</sub> -Minderung	0,035	20	0,070
KfW Programm zur CO <sub>2</sub> -Minderung	0,037	30	0,056
KfW Programm zur Förderung erneuerbarer Energien	0,0345	20	0,070
KfW 100.000-Dächer-Programm	0,019	10	0,111
angenommener Brennstoffpreis	0,4 € pro l Heizöl		



## **9. Allgemeines zu Schadstoffemissionen**

### wichtige Emissionen

#### Kohlendioxid CO<sub>2</sub>

Jede Nutzung fossiler Energieträger als Brennstoff verursacht die Freisetzung von CO<sub>2</sub>, das in erster Linie für die Entstehung des Treibhauseffektes verantwortlich gemacht wird. Ein Wechsel zu einem ökologisch günstigeren Energieträger trägt daher bereits zur Einsparung von Emissionen bei.

#### Schwefeldioxid SO<sub>2</sub>

SO<sub>2</sub> entsteht bei der Verbrennung infolge des Schwefelanteils, der als Verunreinigung z.B. in Kohle und Heizöl enthalten ist. Durch die Reaktion mit dem bei der Verbrennung entstehenden Wasserdampf entsteht eine aggressive Säure.

#### Stickoxide NO<sub>x</sub>

Bei konventionellen Feuerungen entstehen bei der Verbrennung aus Stickstoff ca. 95% Stickstoffmonoxid (NO) und ca. 5% Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). NO oxidiert in der Atmosphäre zu NO<sub>2</sub> und die daraus resultierende Salpetersäure ist ein Bestandteil unseres „sauren Regens“.

#### Kohlenmonoxid CO

CO entsteht infolge unvollständiger Verbrennung unter Luftmangel oder schlechter Durchmischung von Luft und Brennstoff. Eine erhöhte Emission ist häufig auf eine falsche Brennereinstellung oder einen unzureichend belüfteten Heizraum zurückzuführen. In der Regel muss der Betreiber einer Heizanlage durch den Abgastest des Schornsteinfegers oben aufgeführte Fehler umgehend beheben, um die Betriebserlaubnis nicht zu verlieren.

Eine Reduktion der Schadstoffemissionen, die durch die Beheizung und Brauchwasserbereitstellung eines Gebäudes entstehen, wird durch drei Faktoren beeinflusst:

- (1) Verbesserung der wärmedämmenden Umhüllungsflächen des Gebäudes
- (2) Erneuerung der Heizanlagentechnik incl. Verteilung
- (3) Umstellung auf schadstoffärmere Energieträger

Unten aufgeführte Tabelle gibt einen Überblick über die jeweilige Schadstoffbelastung einzelner Energieträger.

Energieträger	CO <sub>2</sub> [g/kWh]	SO <sub>2</sub> [g/kWh]	NO <sub>x</sub> [g/kWh]
Heizöl*)	0,288	0,310	0,18
Erdgas*)	0,209	0,004	0,07
Strom	0,622	0,477	0,05
Holz**)	0	0,18	0,10

\*) Heizöl und Erdgas zählt ebenso wie Stein- und Braunkohle zu den fossilen, nicht regenerativen, Brennstoffen

\*\* ) Holz gilt als CO<sub>2</sub> neutral, da während des Wachstums von Holz von einer vorübergehenden Speicherung von CO<sub>2</sub> ausgegangen wird, die bei der Verbrennung wieder frei wird.



## **10. Hinweise zu Fördermöglichkeiten**

**Hinweis:** Die unterschiedlichen Fördermittel des Bundes, der Länder, bzw. einzelner Regionen können nur zum Teil kumuliert werden. Manche schließen sich gegenseitig aus. Grundsätzlich darf nicht vor Antragstellung mit der Baumaßnahme begonnen werden.

### **1.) bundesweit**

#### **Energiesparberatung für Altbauten**

Antragstellung:  
Art der Förderung:

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Frankfurter Str. 29-35 65760 Eschborn  
Tel. 06196/908 400 Fax 06196/908 442  
durch Energiesparberater  
nicht zurückzahlbarer Zuschuss, gestaffelt nach Größe

Kreditanstalt f. Wiederaufbau  
KfW

Antragstellung:  
Art der Förderung:

KfW Informationszentrum  
Palmengartenstr. 5-9 60325 Frankfurt/Main  
Tel. 069/74 31 643 55 Fax 069/74 31 643 55  
[www.kfw.de](http://www.kfw.de)  
durch Hausbank  
zinsgünstiges Darlehen für verschiedene Programme:

- KfW-CO2-Gebäudesanierungsprogramm
- KfW-Wohnraum-Modernisierungsprogramm
- KfW-Programm zur CO2-Minderung
- 100.000 Dächer-Solarstrom-Programm
- Programm zur Förderung erneuerbarer Energien

#### **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle für Altbauten**

Antragstellung:  
Art der Förderung:

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)  
Frankfurter Str. 29-35 65760 Eschborn  
Tel. 06196/908 400 Fax 06196/908 442  
[www.bafa.de](http://www.bafa.de)  
selbst  
nicht zurückzahlbarer Zuschuss

- Förderung von Solarkollektoranlagen
- Förderung von Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse

### **2.) landesweit (siehe auch Anhang)**

#### **Antragstellung / Information bei:**

Landesinstitut für Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen (LB NRW)  
Ruhrallee 3  
44139 Dortmund

#### **Ansprechpartner:**

Bürger-Center (01803) 100 110

**Telefon:** (0231) 2868-595 **oder:**

**Fax:**

**e-mail:** [poststelle@lb.nrw.de](mailto:poststelle@lb.nrw.de) [www.lb.nrw.de](http://www.lb.nrw.de)

**Bemerkungen:** **Antragstellung bis zum 30.09. beim Landesinstitut für Bauwesen.**



## 11. Energiesparendes Lüften, Behaglichkeit, Stromsparen

Das Nutzerverhalten bestimmt den Energieverbrauch ganz wesentlich. So läßt sich der Energieverbrauch durch richtiges Lüften und Heizen ganz wesentlich senken. Die richtige Wahl und Bedienung von elektrischen Geräten senkt den Stromverbrauch. Durch sinnvolle Wahl und Einsatz der Beleuchtung lassen sich große Mengen Strom sparen.

### Lüftung:

Entgegen der landläufigen Meinung ist die Luft im Sommer feuchter als im Winter. Luft kann bei 20°C eine Menge von 17,5 g Wasser aufnehmen, bei 0° C jedoch nur 5 g. Eine relative Feuchte von 20 % bei 20° entspricht also 3,5 g Wasser. Bei 0° C entsprechen diese 3,5 g bereits einer relativen Feuchte von 70 %. Wenn 20°C warme Luft mit einer Feuchte von - im Innenraum häufigen - 80 % auf eine kalte Wand trifft und sich auf 10° C abkühlt, fallen bereits 4,9 g Tauwasser aus.

Um Feuchtigkeit und verbrauchte Luft aus dem Gebäude zu transportieren ist eine ausreichende Lüftung aus hygienischen Gründen notwendig. Außerdem muß ausreichend Sauerstoff zu geführt werden.

Unter der in den meisten Wohngebäuden üblichen *freien Lüftung* versteht man den Austausch der verbrauchten Raumluft (Wasserdampf, Kohlendioxid, Dünste und Gerüche aus Küche, Bad, WC etc.) durch frische Außenluft. Der einfachste und am häufigsten verbreitete Fall ist die Fensterlüftung. Durch Temperatur- oder Druckunterschiede zwischen Innen- und Außenluft entsteht eine Luftströmung, durch die die Erneuerung der Luft bewirkt wird. Kalte Luft strömt auch durch die untere Fensterhälfte in den Wohnraum und warme Luft entweicht im oberen Bereich des Fensters nach draußen.

Um wertvolle - und teure - Heizenergie nicht zu verschwenden sollte der *Luftaustausch* während der Heizperiode in möglichst kurzer Zeit vorgenommen werden. Türen und Fenster sollten möglichst weit geöffnet werden um einen schnellen Austausch zu ermöglichen. Dabei sollten während der Lüftungszeit die Heizkörperventile immer geschlossen sein. Wenn große Dampfmengen anfallen (Duschen, Kochen, Waschen, ..) muß sofort gut gelüftet werden.

Besonders schneller Luftaustausch wird durch Querlüftung (Durchzug) erreicht. Durch die kurz Dauer der Lüftung kühlen die wärmespeichernden Massen (z.B. massive Wände) kaum ab und können anschließend die eingeströmte Außenluft rasch wieder erwärmen. Wo Querlüftung nicht möglich ist sollte auf jeden Fall das Fenster vollständig geöffnet werden.

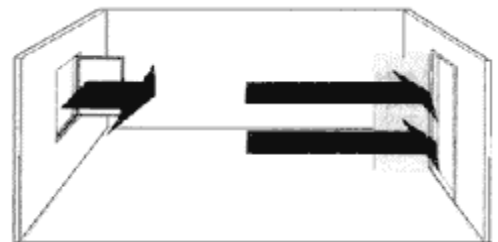


Bild 1: Querlüftung

Im *Winter* ist die Luft relativ trocken. Daher reicht es mehrmals am Tag, jeweils für einige Minuten zu lüften. Dauerlüften (Kippen der Fenster) sollte während der kalten Jahreszeit unbedingt unterbleiben (große Wärmeverluste!!). Darüber hinaus kühlen die Fensterlaibungen durch die dauernd einströmende kalte Außenluft stark aus. Es besteht die Gefahr von Tauwasserausfall und damit die Gefahr von Schimmelbildung.

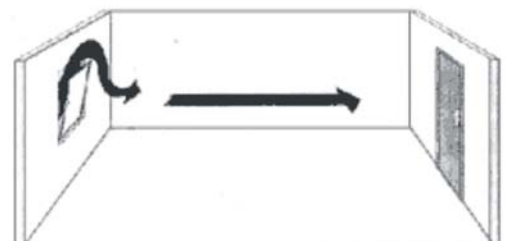


Bild 2: Kipplüftung

In den *wärmeren Jahreszeiten* ist die Außenluft feuchter. Deshalb müssen die Lüftungszeiten verlängert werden. Hier ist auch ein Kippen der Fenster möglich und sinnvoll.

*Kellerräume* sollten vor allem bei Außenlufttemperaturen unter ca. 9 °C regelmäßig gelüftet werden. Die Kelleraußenwände weisen in der Regel eine Temperatur von ca. 10° C auf. Ohne Lüftung besteht die Gefahr, dass sich dort Kondenswasser bildet. Dies wiederum kann auf Dauer zu Schimmelbefall führen. Bei alten undichten Fenstern ist oft bereits ein ausreichender Austausch gegeben, so dass auf zusätzliche Lüftung verzichtet werden kann. Auch in der warmen Jahreszeit besteht bei Kipplüftung die Gefahr von Tau-



wasserausfall, da die feuchte warme Außenluft an den kalten Kellerwänden abkühlt und sich niederschlägt. Auch hier gilt: bei Bedarf Stoßlüften.

*Schränke oder Regale* an kalten Außenwänden sollten immer einige Zentimeter von der Wand abgerückt werden. Dadurch kann die Luft zirkulieren und die feuchte Luft abtransportiert werden. Oft ist um Schränke ein dunkler Rand zu beobachten. Dies entsteht durch den – wenn auch geringen - Temperaturunterschied zwischen der Wand hinter und neben dem Schrank. Hier ist die Wand relativ etwas feuchter. Der kleine Unterschied genügt, damit sich Schmutz und Staub – der unvermeidlich ist- leichter abgelagert. Gleiches ist auch an Bildern an unzureichend gedämmten Wänden zu beobachten.

Quelle: [www.Bauherr.de](http://www.Bauherr.de)

Quelle: [www.wuerth.de](http://www.wuerth.de) (Bilder)

### **Heizung:**

Heutige Steuerungen lassen sich sehr genau regeln. Wenn diese Möglichkeiten ausgenutzt werden, läßt sich der Energieverbrauch sozusagen „im Schlaf“ reduzieren.

So sollte die *Heizung* nachts, oder in der Zeit in der berufstätige außer Haus sind herunter gefahren werden. Ebenso in der Urlaubszeit. Hier ist nur eine Mindesttemperatur notwendig um das Einfrieren von Leitungen zu vermeiden.

*Türen* zu den wenig oder gering beheizten Bereichen sollten immer geschlossen sein.

*Flure, Schlafzimmer und Abstellräume* benötigen nicht die gleiche Temperatur wie Aufenthaltsräume. In der Küche entsteht in der Regel durch die frei werdende Kochhitze bereits viel Wärme, entsprechend kann die Heizung hier herunter gefahren werden.

Jedes Grad um das ein Raum weniger erwärmt werden muß senkt den *Verbrauch*. Es sollte also überlegt werden wo eventuell die Temperatur geringfügig abgesenkt werden kann, ohne das Wohlbefinden zu beeinträchtigen.

In der kalten Jahreszeit sollten Fensterläden und Rolläden bei Einbruch der Dunkelheit geschlossen werden um den Wärmeverlust durch das Fenster zu verringern. Der Rolladen erreicht zwar nie die Werte auch einer schlechten Wand, aber immer bessere als das Fenster allein.

### **Stromverbraucher, Elektrogeräte:**

Energiesparendste Geräte können mit den gleichen Kosten doppelt so lange betreiben werden wie Durchschnittsgeräte. Über die Lebensdauer gerechnet sind die Betriebskosten von Haushaltsgeräten deutlich höher als der Anschaffungspreis. Mehrkosten bei der Anschaffung machen sich auf diese Weise bezahlt.

Bei *Kühlschränken* sind Geräte ohne Gefrierfach die sparsamsten. (0,2 kWh/24h und 100 Liter Nutzinhalt). Geräte mit Gefrierfach liegen bei ca. 0,3 - 0,4 kWh. Truhen sind geräumiger, preiswerter und deutlich sparsamer als Gefrierschränke.

Die meisten *Spülmaschinen* eignen sich für einen Warmwasseranschluß. Bei zentraler Warmwasserbereitung (solar oder Brennwerttechnik) ist eine große Stromeinsparung möglich. Die Verbrauchswerte können bei 1,0 - 1,5 kWh und 15-20 Liter Wasser pro Spülgang liegen.

Die neuesten *Waschmaschinen* verbrauchen zwischen 40 - 50 Liter und 1,0 - 2,0 kWh im Vollwaschgang. Einer Einsparung von 700 € in 15 Jahren stehen z.B. lediglich 200 € an höheren Anschaffungskosten gegenüber. Ein Warmwasseranschluß ist sinnvoll.

Der Stromverbrauch von *Wäschetrocknern* ist 3-mal so hoch wie bei der Waschmaschine. Ausweg: Wäscheleine! Geräte mit Wärmepumpe benötigen die Hälfte, Trockenschränke ein Drittel der Energie.

*Mikrowellengeräte* haben (außer bei Einzelportionen) einen höheren Energieverbrauch als der Herd.



Die *Bereitschaftsstellung (Stand- By)* an Fernseh-, Videogeräte u.a. sollte nur für sehr kurze Zeit verwendet werden. Immer ganz ausschalten, das kann je nach Ausstattung des Haushaltes einige hundert kWh im Jahr sparen.

Altgeräte sollten nicht allein wegen der Stromeinsparung ersetzt werden. Bei einem Neukauf aber unbedingt das Optimum wählen.

### **Beleuchtung:**

Trotz hoher Anschaffungskosten ist der Betrieb von Energiesparlampen finanziell lohnend.

Wichtig: Verwendung von getrennten elektronischen Vorschaltgeräten (geringes Gewicht) und passenden Röhren mit Steckkontakten (vier Stifte) ohne Starter.

Nicht benötigte Beleuchtung sollte immer sofort ausgeschaltet werden. Oft sind auch Leistungsschwächere Lampen ausreichend. Wenn Lampen defekt sind und ausgetauscht werden müssen sollte überlegt werden, ob die gleiche - hohe - Leistung notwendig ist. Oft läßt sich allein durch die Raumgestaltung - Ausrichtung der Möblierung - das Tageslicht besser ausnutzen und so Strom sparen.

Quelle: [www.bund-bauen-energie.de](http://www.bund-bauen-energie.de)



## 12. Glossar

Anlagenaufwandszahl	Die Anlagenaufwandszahl $e_P$ ist das Verhältnis von Aufwand zu Nutzen, die Umkehrung des Nutzungsgrades des Heiz-, TW- und Wärmeverteilungssystems. Je kleiner $e_P$ (gegen 1) desto besser.
Brennstoffverbrauch	ergibt sich aus dem Heizenergieverbrauch geteilt durch den Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers
Endenergiebedarf	Energiemenge, die für die Gebäudebeheizung unter Berücksichtigung des Heiz- und Warmwasserwärmebedarfs und der Verluste des Heiz- und Warmwassersystems aufgebracht werden muss.
Energiekennzahl	jährlicher Energieverbrauch für Raumwärme bezogen auf die Nutzfläche; Einheit [kWh/m <sup>2</sup> a]
interne Gewinne	interne Wärmegewinne eines Gebäudes, die durch elektrische Geräte und darin befindliche Menschen entstehen
Heizwärmebedarf	Wärmemenge, die dem Raum vom Heizsystem, z.B. Heizkörper, zur Verfügung gestellt werden muß, um eine entsprechende Raumtemperatur zu halten
Heizenergiebedarf	Energiemenge, die für die Gebäudebeheizung unter Berücksichtigung des Heizwärmebedarfs und der Verluste des Heizsystems aufgebracht werden muss
Hygroskopizität	Fähigkeit eines Stoffes, Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen und wieder abzugeben und somit ausgleichend auf das Raumklima zu wirken
Kelvin K	Temperatureinheit [K], wird in der Bauphysik anstatt Grad Celsius als Rechenwert genutzt
k-Wert	siehe U-Wert
Luftwechselrate	Häufigkeit des Luftaustausches, z.B. wird bei einem Luftwechsel von 0,5/h der 0,5-fache Rauminhalt an Luft ausgetauscht
Niedrigenergiehaus	Gebäudekonzepte, bei denen weniger als 70 kWh/m <sup>2</sup> Wohnfläche im Jahr verbraucht werden; derzeitiger Standard für Neubauten, Nachweis erforderlich
Passivhaus	Gebäudekonzepte, bei denen weniger als 15 kWh/m <sup>2</sup> Wohnfläche im Jahr verbraucht werden
Primärenergiebedarf $Q'_{EP}$	Energiemenge, die zur Deckung des Endenergiebedarfs benötigt wird, unter Berücksichtigung der zusätzlichen Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze „Gebäude“ bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe entstehen; Einheit [kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Schadstoffemission	Abfallprodukte, die bei der Verbrennung von Energieträgern wie Heizöl, Erdgas, etc. entstehen und die Umwelt belasten; siehe Kapitel Schadstoffemission
Solare Gewinne	nutzbare Wärmegewinn durch die Einstrahlung der Sonne auf die Fensterflächen, abhängig von Orientierung, Verschattung sowie Energiedurchlässigkeit der Verglasung
Sorption	Aufnahme eines Gases oder gelösten Stoffes durch einen anderen festen oder gelösten Stoff
Temperaturleitfähigkeit $a'$	Maß, wie schnell hohe Außentemperaturen durch Sonneneinstrahlung nach innen eindringen können; je kleiner $a'$ , desto besser ist der Baustoff für den sommerlichen Wärmeschutz geeignet; Einheit: [m <sup>2</sup> /s]
Transmissionsverluste	Wärmeverluste, die durch die Wärmeleitung durch die Hüllflächen des Gebäudes entstehen



Transmissions- wärmeverlust $H \cdot T$ U-Wert	spezifischer, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogener Wärmeverlust; Einheit $[W/m^2K]$ früher k-Wert, abgeleitet vom englischen „Unit of heat-transfer“, als Wärmedurchgangskoeffizient ist der U-Wert ein Maß für den Wärmeverlust in Watt pro $m^2$ Bauteilfläche je Kelvin Temperaturdifferenz $[W/m^2K]$ ; je kleiner der U-Wert, desto geringer der Wärmeverlust des Bauteils
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	Materialeigenschaft, im wesentlichen von der Dichte des Material abhängig; je kleiner $\lambda$ , desto besser die Dämmeigenschaft; Materialien mit $\lambda < 0,1 W/mK$ gelten als Wärmedämmstoffe
Wärmespeicherzahl S	Maß für die gespeicherte Wärmemenge in $KJ$ je $m^3$ eines Baustoffes bei einem Grad Temperaturunterschied; je schwerer der Baustoff, desto größer wird S; Einheit $[kJ/m^3K]$
Wasserdampf- Diffusionswiderstand $\mu$	Stoffkonstante des Diffusionswiderstandes, Relativkonstante im Vergleich zu Luft, daher ohne Einheit; je größer der $\mu$ -Wert eines Baustoffes, desto größer der Diffusionswiderstand

<u><math>\mu</math>-Wert</u>	<u>Diffusionsfähigkeit</u>
<10	optimal
10-50	befriedigend
50-500	schlecht
500-15.000	sehr schlecht
>15.000	praktisch keine
>100.000	Dampfsperre

Vorsicht:

Diese Bewertung gilt selbstverständlich nicht für Stoffe, bei denen eine Abdichtung gegen drückendes Wasser gewünscht ist !



## **12. Anhang**

Berechnungsdateien Soll- Zustand

Schornsteinfegerprotokoll

KfW Konditionenübersicht für Investitionsprogramme

Landesförderprogramm NRW „REN 2003“

## Berechnungsdateien Soll- Zustand

### Randbedingungen

sommerliche Wärmeschutz:

Der sommerliche Wärmeschutz wird für das Gebäude nur erfüllt, wenn bei den mit '!' gekennzeichneten Fenstern und Fenstertüren durch eine geeignete Verschattungseinrichtung die Sonneneinstrahlung im Sommer weiter begrenzt wird.

Anforderungen an die Dichtheit:

Die Fugendurchlaßkoeffizienten der außenliegenden Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen dürfen den in der

Energieeinsparverordnung Anhang 4 Tabelle 1 genannten Wert 2.0 nicht überschreiten. Die Luftdichtheit der Wände, des Daches, des unteren Gebäudeabschlusses, der Anschlüsse und Fugen muß nach den neuesten Regeln der Technik gewährleistet werden

(§5 der Energieeinsparverordnung).

Gewinne und Verluste im einzelnen

kWh/Monat	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	gesamt
Ausnutzgrad h	1.000	1.000	1.000	0.992	0.809	0.453	0.191	0.248	0.775	0.993	1.000	1.000	
Q <sub>Verlust</sub>	8123	7043	6528	4697	2752	1394	627	754	2059	3908	6102	7657	51645
Q <sub>Gewinn</sub>	1959	2017	2465	2872	3208	3075	3281	3036	2543	2331	1952	1874	30613
h * Q <sub>Gewinn</sub>	1959	2017	2464	2849	2597	1393	627	754	1972	2315	1952	1874	22772
Q <sub>h,M</sub>	6164	5026	4064	1848	156	0	0	0	87	1593	4150	5783	28871
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
Q <sub>T</sub>	4186	3648	3403	2487	1493	782	392	441	1090	2032	3151	3941	27045
Q <sub>S opak</sub>	-57	-17	13	80	116	107	126	92	34	-5	-47	-69	372
Q <sub>NA Nachtabs.</sub>	212	188	187	141	85	44	22	25	62	115	175	205	1462
Q <sub>T</sub> -Q <sub>NA</sub> -Q <sub>Sopak</sub>	4031	3477	3203	2266	1293	630	244	324	994	1922	3023	3805	25212
Q <sub>WB</sub>	773	674	628	459	276	144	72	81	201	375	582	728	4995
Q <sub>L</sub>	3318	2892	2697	1972	1184	620	310	349	864	1611	2498	3124	21438
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
Q <sub>S</sub>	243	467	748	1211	1491	1414	1565	1320	882	615	291	157	10403
Q <sub>I</sub>	1716	1550	1716	1661	1716	1661	1716	1716	1661	1716	1661	1716	20210
Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes													
Heiz-Gt	530	462	431	315	189	0	0	0	138	257	399	499	3220



### Berechnungsgrundlagen

Gebäudevolumen V	:	1441.9 m <sup>3</sup>
Gebäudehüllfläche A	:	607.7 m <sup>2</sup>
A/V <sub>e</sub>	:	0.421 1/m
Außenwandfläche A <sub>AW</sub>	:	135.8 m <sup>2</sup>
Fensterfläche A <sub>w</sub>	:	63.2 m <sup>2</sup>
Fensterflächenanteil f	:	31.7 % (max H <sub>T</sub> ' berechnet nach Spalte 5)

### allgemeine Projektdaten

Temperatur Warmseite J <sub>i</sub> nEV)	:	19°C (normale Innenraumtemperatur >= 19 °C nach Anhang 1 der E-
Gebäudeart	:	Wohngebäude
Warmwasseraufbereitung	:	zentral
Bauart	:	ein Massivbau
das Gebäude ist	:	ein Altbau

### interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden	24h/Tag	5W/m <sup>2</sup>	120 kWh/m <sup>2</sup> pro Tag
bei einer Nutzfläche von	461 m <sup>2</sup>	-->	55 kWh/Tag

Q <sub>i</sub> =	20210 kWh/a	[ 1661 kWh/Monat ]
davon nutzbare Wärmegewinne Q <sub>i</sub> =	15897 kWh/a	

### Wärmebrücken pauschal ohne weiteren Nachweis

Bei der Berechnung, des Verlustes durch die Wärmebrücken, wurde bei jedem verwendeten Bauteil einen Aufschlag auf den U-Wert von 0,1 W/m<sup>2</sup>K, berücksichtigt.

ursprünglicher mittlerer U-Wert	0.54 W/m <sup>2</sup> K	[Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]
neuer mittlere U-Wert	0.64 W/m <sup>2</sup> K	
Transmissionsverlust erhöht sich um	18.47 %	

Q <sub>wb</sub> =	4995 kWh/a
-------------------	------------

### Luftwechsel

Lüftungsverluste Q <sub>L</sub>	21438 kWh/a
---------------------------------	-------------

Luftvolumen:	1095.9 m <sup>3</sup>
Luftwechselrate:	0.70 h <sup>-1</sup>
Art der Lüftung:	freie Lüftung

Das Gebäude wird nach den Regeln der Technik gebaut und nachträglich nicht dichtheitsgeprüft.

Luftwechselperluste dieser Lüftung in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
3318	2892	2697	1972	1184	620	310	349	864	1611	2498	3124



### Klimaort

Objektstandort: Wuppertal-Barmen  
 in: Deutschland  
 Länge: Grad: 7° Minuten: 12 min  
 Breite: Grad: 51° Minuten: 16 min  
 Der Objektstandort liegt in der Region: 7  
 Solar-Referenzort: Essen Entfernung: 22 km  
 Temperatur-Referenzort: Essen Entfernung: 25 km

#### monatliches Temperaturmittel

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.9	2.5	5.1	8.5	12.9	15.7	17.4	17.2	14.4	10.7	5.7	2.9

#### monatliche Strahlungsintensität

Strahlungsintensitäten die für die Berechnung benötigten Richtungen und Neigungen in W/m <sup>2</sup>													
Richtung	Neig.	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
waagerecht	0°	26	55	87	148	188	185	194	163	108	69	33	18
Ost	90°	18	40	57	99	117	112	120	103	71	49	24	12
West	90°	19	39	57	92	110	110	118	98	68	45	22	12

### Ausnutzungsgrad der Gewinne

Für die Berechnung des Ausnutzungsgrades h solarer und interner Wärmegewinne wurde der vereinfachte Ansatz verwendet.

die Bauart ist: ein Massivbau  
 Speicherkapazität: 50.00 Wh/m<sup>3</sup>K  
 Volumen: 1442 m<sup>3</sup>  
 C<sub>wirk</sub>: 72096 Wh/K  
 spezifischer Wärmeverlust H: 651 W/K

#### monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1.000	1.000	1.000	0.992	0.809	0.453	0.191	0.248	0.775	0.993	1.000	1.000

### Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m<sup>2</sup>a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q <sub>w</sub> 5768 kWh/a
--



### Begrenzung der Leitungsverluste

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen ist gem. § 12 Abs.5 i.V.m.Anhang 5 EnEV wie folgt zu begrenzen:

Zeile	Art der der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m <sup>2</sup> .K)
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 34 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach Inkrafttreten dieser Verordnung in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm



**Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10**  
**für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen**

I. Eingaben

	$A_N =$	461.4 m <sup>2</sup>	$t_{HP} =$	273 Tage	
		<b>Trinkwasser- Erwärmung</b>	<b>Heizung</b>		<b>Lüftung</b>
absoluter Bedarf	$Q_{tw} =$	5767.6 kWh/a	$Q_h =$	28871.2 kWh/a	
bezogener Bedarf	$q_{tw} =$	12.50 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_h =$	62.57 kWh/m <sup>2</sup> a	

II. Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

III. Ergebnisse

Deckung von $Q_h$	$q_{h,TW} =$	3.73 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{h,H} =$	58.84 kWh/m <sup>2</sup> a	$q_{h,L} =$	0.00 kWh/m <sup>2</sup> a
S Wärme	$Q_{TW,E} =$	5180.7 kWh/a	$Q_{H,E} =$	32864.3 kWh/a	$Q_{L,E} =$	0.0 kWh/a
S Hilfsenergie		443.1 kWh/a		423.5 kWh/a		0.0 kWh/a
S Primärenergie	$Q_{TW,P} =$	7028.1 kWh/a	$Q_{H,P} =$	37421.3 kWh/a	$Q_{L,P} =$	0.0 kWh/a

**Endenergie**

$Q_E =$	<b>38045 kWh/a</b>
	<b>867 kWh/a</b>

S Wärme

S Hilfsenergie

**Primärenergie**

$Q_P =$	<b>44449 kWh/a</b>
---------	--------------------

S Primärenergie

**Anlagenaufwandzahl**

$e_P =$	<b>1.283</b>
---------	--------------



### TRINKWASSERERWÄRMUNG

Bereich 1:	Anteil 100.0 %	Nutzfläche 461.4 m <sup>2</sup>	
	Wärmeverlust	Hilfsenergie	Heizwärmegutschriften
Verlust aus EnEV:	$q_{tw} = 12.50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$		
Übergabe:	$q_{TW,ce} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{TW,ce,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,TW,ce} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Verteilung:	$q_{TW,d} = 6.55 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{TW,d,HE} = 0.37 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,TW,d} = 3.05 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Verteilungsart: gebäudezentrale Trinkwasseraufbereitung mit Zirkulation Verteilung des Trinkwassers innerhalb thermischer Hülle die Sticleitungen werden von einer gemeinsamen Installationswand in benachbarte Räume geführt			
Speicherung:	$q_{TW,s} = 1.48 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{TW,s,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{h,TW,s} = 0.68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Speicherart: bivalenter Solarspeicher der Speicher steht innerhalb der thermischen Hülle			
Wärmeerzeuger:	$S = 10.80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{TW,g,HE} = 1.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
Wärmeerzeugerart: solare Trinkwasser-Erwärmung Energieträgerart: Solarenergie			
Deckungsanteil	$a_{TW,g} :$	52.6	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g} :$	0.000	
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E} :$	0.00	kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i} :$	0.00	
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P} :$	0.00	kWh/m <sup>2</sup> a
solare Trinkwassererwärmung			
Flachkollektorfläche	$A_C :$	12.2	m <sup>2</sup>
alpha1	$a1 :$	0.526	
alpha2	$a2 :$	1.000	
Aufstellung innerhalb der themischen Hülle (Speicher und Verteilungen mit Zirkulation)			
Wärmeerzeuger:	$S = 9.73 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$q_{TW,g,HE} = 0.14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
Wärmeerzeugerart: Niedertemperaturkessel mit BDH-Produktkennwerten Energieträgerart: Erdgas H			
Deckungsanteil	$a_{TW,g} :$	47.4	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g} :$	1.154	
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E} :$	11.23	kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i} :$	1.10	
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P} :$	12.35	kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsenergie:		$Sq_{TW,HE,E} = 0.96 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	
Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	3.00	
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{TW,HE,P} :$	2.88	kWh/m <sup>2</sup> a



**Endergebnis**

Heizwärmegutschrift pro m<sup>2</sup>:

q<sub>h,TW</sub> = 3.73 kWh/m<sup>2</sup>a

Wärmeendenergie pro m<sup>2</sup>

q<sub>TW,E</sub> :

11.23 kWh/m<sup>2</sup>a

Hilfsendenergie pro m<sup>2</sup>

q<sub>TW,HE,E</sub> :

0.96 kWh/m<sup>2</sup>a

Primärenergie pro m<sup>2</sup>

q<sub>TW,P</sub> :

15.23 kWh/m<sup>2</sup>a

Wärmeendenergie

Q<sub>TW,E</sub> :

5180.7 kWh/a

Hilfsendenergie

Q<sub>TW,E</sub> :

443.1 kWh/a

Primärenergie

Q<sub>TW,P</sub> :

7028.1 kWh/a



## HEIZUNG

Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 461.4 m<sup>2</sup>

### Wärmeverlust

### Hilfsenergie

Heizwärmebedarf  $q_h = 62.57 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   
 Heizwärmegutschriften  $q_{h,TW} = 3.73 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  vom Trinkwasser  
 Wärmerückgewinnung  $q_{h,L} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  durch die Lüftungsanlage

Übergabe:  $q_{c,e} = 1.10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   $q_{ce,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Übergabeart: Wasserheizung: freie Heizflächen, Thermostatregelventile, Auslegungsproportionalbereich 1°K

Anordnung der Heizelemente überwiegend im Außenwandbereich

Übergabe erfolgt ohne zusätzliche Luftumwälzung z.B. durch einen Ventilator

Verteilung:  $q_d = 4.11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   $q_{d,HE} = 0.52 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Verteilungsart: Heizkreistemperatur 70/55°C

die horizontale Verteilung der Wärme erfolgt außerhalb der thermischen Hülle

Verteilungsstränge (vertikal) und Anbindungsleitungen befinden sich innerhalb der thermischen Hülle für die Verteilung der Heizungswärme wird eine geregelte Pumpe eingesetzt

Speicherung:  $q_s = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   $q_{s,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Speicherart: keine Speicherung

der Speicher steht ausserhalb der thermischen Hülle

der Pufferspeicher ist nicht in Reihe mit dem Verteilernetz geschaltet

Wärmeerzeuger:  $S = 64.06 \text{ kWh/m}^2\text{a}$   $q_{g,HE} = 0.40 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeerzeugerart: Niedertemperaturkessel mit BDH-Produktkennwerten

Energieträgerart: Erdgas H

Deckungsanteil	$a_{H,g} :$	100.0	%
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	1.112	
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	71.23	kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.10	
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	78.35	kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeerzeuger, der raumluftunabhängig betrieben werden kann, befindet sich außerhalb der thermischen Hülle

Hilfsenergie:  $S_{q_{HE,E}} = 0.92 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	3.00
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{HE,P} :$	2.75 kWh/m <sup>2</sup> a



### Endergebnis

Wärmeendenergie pro m <sup>2</sup>	q <sub>H,E</sub> :	71.23 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsendenergie pro m <sup>2</sup>	q <sub>H,HE,E</sub> :	0.92 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergie pro m <sup>2</sup>	q <sub>H,HE,P</sub> :	81.10 kWh/m <sup>2</sup> a
Wärmeendenergie	Q <sub>H,E</sub> :	32864.3 kWh/a
Hilfsendenergie	Q <sub>H,E</sub> :	423.5 kWh/a
Primärenergie	Q <sub>H,P</sub> :	37421.3 kWh/a

### sommerliche Wärmeschutz

Nr	Fenstername		Sonneintrags- kennwert S	max Sonneintrags- kennwert Smax	Erg
2.1	zertifiziertes Fenster 1,1	s*	keine Überprüfung	notwendig	OK
2.2	Haustür mit viel Fensterfläche 1,1		keine Überprüfung	notwendig	OK
2.3	zertifiziertes Fenster 1,1	s*	0.090	0.320	OK
2.4	zertifiziertes Fenster 1,1		0.090	0.320	OK
2.5	Einfachglas nur Glas		keine Überprüfung	notwendig	OK
2.6	Treppenhausoberlicht mit Stegplatte chend		0.686	0.120	unzurei-

p\* = permanente Sonnenschutzvorrichtung ist vorhanden  
s\* = sommerliche Verschattungseinrichtung ist vorhanden



### Schichtaufbau der verwendeten Bauteile

#### monoli. Außenwand 1910

135.82 m<sup>2</sup>

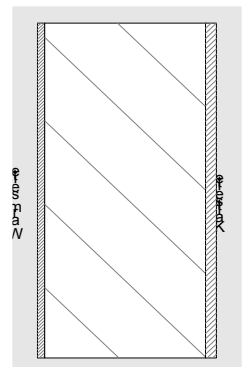
U-Wert = 1.125 W/m<sup>2</sup>K

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	l [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13					
1 Kalkzementputz	D 1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
2 Ziegel	D 1600.0	450.00	0.680	0.662	5 / 10
3 Kalkzementputz	D 1800.0	30.00	0.870	0.034	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04					

Bauteildicke = 500.00 mm

Flächengewicht = 810.0 kg/m<sup>2</sup>

R = 0.72 m<sup>2</sup>K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2001-03 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):

Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 810.0 kg/m<sup>2</sup>

R an der ungünstigsten Stelle : 0.719 m<sup>2</sup>K/W

Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m<sup>2</sup>K/W

!!! die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2001-03 nicht erfüllt !!!

#### Kellerwand gegen Erdreich

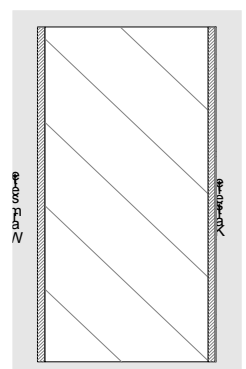
6.14 m<sup>2</sup> U-Wert = 0.466 W/m<sup>2</sup>K

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	l [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13					
1 Kalkzementputz	D 1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
2 Ziegel porosiert Dämmörtel	1000.0	450.00	0.230	1.957	5
3 Kalkzementputz	1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
4 Bitumenheißanstrich	1100.0	2.00	0.170	0.012	1200
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.00					

Bauteildicke = 492.00 mm

Flächengewicht = 524.2 kg/m<sup>2</sup>

R = 2.01 m<sup>2</sup>K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2001-03 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):

Einsatzart : erdberührende Außenwand beheizter Räume

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 524.2 kg/m<sup>2</sup>

R an der ungünstigsten Stelle : 2.014 m<sup>2</sup>K/W

Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m<sup>2</sup>K/W

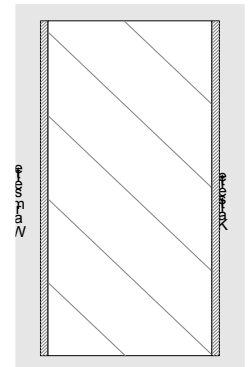


die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2001-03 erfüllt

**Kellerwand gegen Garage** 8.80 m<sup>2</sup> U-Wert = 0.442 W/m<sup>2</sup>K

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	l [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13					
1 Kalkzementputz	D 1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
2 Ziegel porosiert Dämmörtel	1000.0	450.00	0.230	1.957	5
3 Kalkzementputz	1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.13					

Bauteildicke = 490.00 mm Flächengewicht = 522.0 kg/m<sup>2</sup> R = 2.00 m<sup>2</sup>K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2001-03 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):

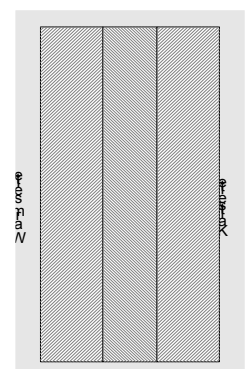
Einsatzart : Wand gegen unbeheizten geschlossenen Raum  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 522.0 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 2.002 m<sup>2</sup>K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.250 m<sup>2</sup>K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2001-03 erfüllt

**Kellerzwischenwand** 15.84 m<sup>2</sup> U-Wert = 2.617 W/m<sup>2</sup>K

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	l [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13					
1 Kalkzementputz	D 1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
2 Ziegel porosiert Dämmörtel	1000.0	17.50	0.230	0.076	5
3 Kalkzementputz	1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.13					

Bauteildicke = 57.50 mm Flächengewicht = 89.5 kg/m<sup>2</sup> R = 0.12 m<sup>2</sup>K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2001-03 leichte Bauteile (<100kg/m<sup>2</sup>):  
 der Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 89.5 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 0.122 m<sup>2</sup>K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m<sup>2</sup>K/W

**!!! die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2001-03 nicht erfüllt !!!**



**Betondecke standard+16 cm PS**

188.50 m<sup>2</sup>

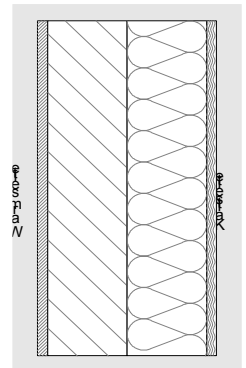
U-Wert = 0.200 W/m<sup>2</sup>K

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	I [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13					
1 Kalkzementputz	D 1800.0	20.00	0.870	0.023	15 / 35
2 Beton B II	2400.0	160.00	2.100	0.076	70
3 Polystyrolhartschaum 035	0.0	160.00	0.035	4.571	35
4 Spanplatte(Strangpreß) 68764	D 700.0	19.00	0.170	0.112	20
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.08					

Bauteildicke = 359.00 mm

Flächengewicht = 433.3 kg/m<sup>2</sup>

R = 4.78 m<sup>2</sup>K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2001-03 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):

Einsatzart : Decke gegen Dachgeschoß kalt

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 433.3 kg/m<sup>2</sup>

R an der ungünstigsten Stelle : 4.782 m<sup>2</sup>K/W

Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m<sup>2</sup>K/W

ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2001-03 erfüllt

**18cm Beton, 4cm Estrich**

175.70 m<sup>2</sup>

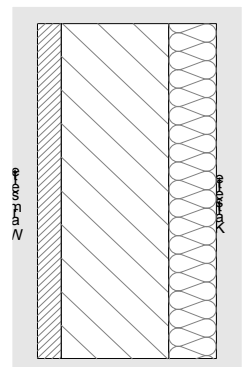
U-Wert = 0.365 W/m<sup>2</sup>K

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	I [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.17					
1 Estrich (Zement)	D 2000.0	40.00	1.400	0.029	15 / 35
2 Beton normal DIN 1045	D 2400.0	180.00	2.100	0.086	70 / 150
3 Polystyrolhartschaum 035	D 0.0	80.00	0.035	2.286	35
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.17					

Bauteildicke = 300.00 mm

Flächengewicht = 512.0 kg/m<sup>2</sup>

R = 2.40 m<sup>2</sup>K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2001-03 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m<sup>2</sup>):

Einsatzart : Decke über nicht beheizten Kellerraum ohne Perimeterdämmung

zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 512.0 kg/m<sup>2</sup>

R an der ungünstigsten Stelle : 2.400 m<sup>2</sup>K/W

Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m<sup>2</sup>K/W

ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig,

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2001-03 erfüllt



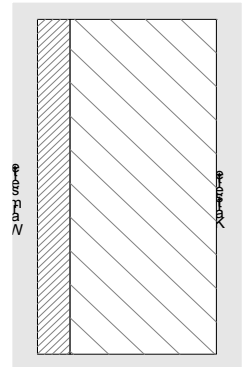
**Kellerboden**

12.80 m<sup>2</sup>

U-Wert = 3.517 W/m<sup>2</sup>K

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	I [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub>					0.17
1 Estrich (Zement)	D 2000.0	40.00	1.400	0.029	15 / 35
2 Beton normal DIN 1045	D 2400.0	180.00	2.100	0.086	70 / 150
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub>					0.00

Bauteildicke = 220.00 mm      Flächengewicht = 512.0 kg/m<sup>2</sup>      R = 0.11 m<sup>2</sup>K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2001-03 Tabelle 3, normale Bauteile  
(>=100kg/m<sup>2</sup>):

Einsatzart : Fußboden des beheizten Kellers gegen Erdreich  
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 512.0 kg/m<sup>2</sup>  
R an der ungünstigsten Stelle : 0.114 m<sup>2</sup>K/W  
Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m<sup>2</sup>K/W

**!!! die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2001-03 nicht erfüllt !!!**